



# Rinderfütterung

Schriftenreihe, Heft 22/2011



# Auswirkungen einzelner Futtermittel bzw. Futterzusätze und Futteraufbereitungsformen auf Gesundheit, Stoffwechsel und Leistung der Milchkühe

Hans-Joachim Alert, Brigitte Fröhlich, Olaf Steinhöfel

Johannes Hiendl

Karl-Heinz Südekum

Annette Zeyner, Martin Gabel

Bernd Losand

Reinhard Pribe

Udo Weber

Jürgen Voigt

<b>1</b>	<b>Problemstellung</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Einsatz von Roggenpressschlempe als TMR-Komponente bei Milchkühen</b> .....	<b>8</b>
2.1	Einleitung .....	8
2.2	Material und Methoden .....	8
2.3	Ergebnisse .....	10
2.4	Schlussfolgerungen .....	11
<b>3</b>	<b>Rohproteinabbau von Roggenpressschlempe und Weizen/Getreidetrockenschlempe im Pansen von Milchkühen im Vergleich zu Soja- und Rapsprodukten</b> .....	<b>11</b>
3.1	Einleitung .....	11
3.2	Material und Methoden .....	11
3.3	Ergebnisse .....	13
3.4	Schlussfolgerungen .....	14
<b>4</b>	<b>Einfluss von Rapsextraktionsschrot, Roggenpressschlempe bzw. Weizen/Gerstentrockenschlempe auf die Pansenfermentation bei Milchkühen</b> .....	<b>15</b>
4.1	Einleitung .....	15
4.2	Material und Methoden .....	15
4.3	Ergebnisse .....	16
4.4	Schlussfolgerungen .....	19
<b>5</b>	<b>Energetische Bewertung von Roggenpressschlempe und Pressschnitzelsilage im Hammeltest</b> .....	<b>19</b>
5.1	Energetische Bewertung von Roggenpressschlempe.....	19
5.2	Energetische Bewertung von Pressschnitzelsilage .....	21
<b>6</b>	<b>Propylenglykol bzw. Glycerin als TMR-Bestandteil oder Futterabrufkomponente bei Milchkühen?</b> .....	<b>22</b>
6.1	Einleitung .....	22
6.2	Material und Methoden .....	22
6.2.1	Futteraufnahme bei Einsatz von Propylenglykol bzw. Glycerin in der TMR .....	22
6.2.2	Verabreichung von Propylenglykol- bzw. Glycerin über Transponderabrufstation .....	23
6.3	Ergebnisse .....	23
6.3.1	Futteraufnahme bei Einsatz von Propylenglykol bzw. Glycerin in der TMR .....	23
6.3.2	Verabreichung von Propylenglykol bzw. Glycerin über Transponderabrufstation .....	26
6.4	Schlussfolgerungen .....	26
<b>7</b>	<b>Untersuchungen zur Pansenfermentation ausgewählter Milchkuhmischrationen (TMR)</b> .....	<b>27</b>
7.1	Einleitung .....	27
7.2	Material und Methoden .....	27
7.3	Ergebnisse .....	30
7.4	Schlussfolgerungen .....	35
7.4.1	Pressschnitzelfreie und pressschnitzelhaltige TMR .....	35
7.4.2	Getreidereduzierte und getreidereiche TMR .....	35
7.4.3	Grassilage TMR und Maisschrot TMR .....	35
<b>8</b>	<b>Verdaulichkeit von Calciumsalz von Palmfettsäuren unterschiedlicher Mahlfeinheit durch laktierende Milchkühe</b> .....	<b>35</b>
8.1	Einleitung .....	35
8.2	Material und Methoden .....	36
8.2.1	Versuchsanlage .....	36
8.2.2	Versuchsanlage .....	36
8.2.3	Versuchstiere .....	36
8.2.4	Rationen und Fütterung .....	36
8.2.5	Analysemethoden .....	37
8.2.6	Berechnungen.....	37
8.3	Ergebnisse .....	37

8.4	Diskussion und Schlussfolgerung .....	38
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>39</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>40</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Untersuchte Futtermittel (Produkte aus derselben Produktionscharge sind farbig umrahmt).....	12
Abbildung 2:	Ruminale Abbaubarkeit des Rohproteins von Getreideprodukten (a), Schlempeprodukten (b) sowie von Ölfuchtprodukten (c).....	13
Abbildung 3:	pH-Wert im Pansensaft im Tagesverlauf und kumulative TM-Aufnahme .....	16
Abbildung 4:	Ammoniakkonzentration (mmol/l) im Pansensaft im Tagesverlauf und kumulative TM-Aufnahme.....	17
Abbildung 5:	Konzentration flüchtiger Fettsäuren im Pansensaft im Tagesverlauf und kumulative TM-Aufnahme .....	17
Abbildung 6:	In situ-Rohproteinabbau (%) von Rapsextraktionsschrot, Roggenpressschlempe und Weizen/Gerstentrockenschlempe.....	18
Abbildung 7:	pH-Wert; Verlauf bei pressschnitzelfreier und pressschnitzelhaltiger TMR .....	30
Abbildung 8:	pH-Wert; Verlauf bei getreidereicher und getreidereduzierter TMR.....	30
Abbildung 9:	pH-Wert; Verlauf Grassilage TMR und Maisschrot TMR .....	30
Abbildung 10:	Verlauf des Ammoniakgehalts bei pressschnitzelfreier und pressschnitzelhaltiger TMR .....	31
Abbildung 11:	Verlauf des Ammoniakgehalts bei getreidereicher und getreidereduzierter TMR.....	31
Abbildung 12:	Verlauf des Ammoniakgehalts bei Grassilage TMR und Maisschrot TMR.....	31

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Trockenmasse-, Nährstoff- und NEL-Gehalt der im Köllitscher Milchkuhfütterungsversuch eingesetzten Roggenpressschlempe .....	8
Tabelle 2:	Mikrobiologische Befunde zur im vorliegenden Fütterungsversuch eingesetzten Roggenpressschlempe .....	9
Tabelle 3:	Mykotoxingehalt der Roggenpressschlempe (lt. Analyse BIOCHECK Leipzig) .....	9
Tabelle 4:	Angebotene Rationen je Kuh und Tag .....	9
Tabelle 5:	Mittlere tägliche Milchleistung je Kuh und Milchinhaltstoffe im 120-tägigen Köllitscher Pressschlempeversuch	10
Tabelle 6:	Darstellung der Lebendmasseentwicklung .....	10
Tabelle 7:	Ausgewählte Blutparameter des Kohlenhydrat-, Eiweiß- und Fettstoffwechsels .....	10
Tabelle 8:	Rohproteingehalte der untersuchten Futtermittel.....	12
Tabelle 9:	ED- und UDP-Gehalt der untersuchten Futtermittel.....	14
Tabelle 10:	Zusammensetzung der Versuchsrationen je Kuh und Tag (TM).....	15
Tabelle 11:	Anteil flüchtiger Fettsäuren im Pansen-saft (mmol/l) bei rapsextraktionsschrothaltiger Ration .....	18
Tabelle 12:	Anteil flüchtiger Fettsäuren im Pansen-saft (mmol/l) bei rogenpressschlempehaltiger Ration.....	18
Tabelle 13:	Anteil flüchtiger Fettsäuren im Pansen-saft (mmol/l) bei trockenschlempehaltiger (Weizen/Gerste) Ration .....	19
Tabelle 14:	Rohnährstoffgehalte der getesteten Roggenpressschlempen .....	20
Tabelle 15:	Verdaulichkeiten und Energiegehalte der Roggenpressschlempen (Differenzversuche an Hammeln) .....	20
Tabelle 16:	Verdaulichkeit und Energiegehalt der Pressschnitzsilage (Hammel n = 3 je Variante).....	21
Tabelle 17:	Milchleistung je Kuh bei Einsatz von propylenglykol- bzw. glyzerinhaltiger TMR.....	24
Tabelle 18:	Ausgewählte Kenn-daten der Pansenflüssigkeit (mmol/l) .....	24
Tabelle 19:	Blutkenn-daten bei Einsatz von propylenglykol- bzw. glyzerinhaltiger TMR .....	25
Tabelle 20:	Harnkenn-daten bei Einsatz von propylenglykol- bzw. glyzerinhaltiger TMR.....	25
Tabelle 21:	Lebendmasseentwicklung, Milchleistung und Milchinhaltstoffe in den ersten 56 Laktationstagen (Milchleistungsfutter, Propylenglykol und Glycerin über Transponderabrufstation) .....	26
Tabelle 22:	Blutkenn-daten bei Einsatz von Propylenglykol und Glycerin über Transponderabrufstation .....	26
Tabelle 23:	Zusammensetzung der Rationen in Iden im Pressschnitzelversuch.....	27
Tabelle 24:	Zusammensetzung der Rationen in Iden, getreidereiche und getreidereduzierte TMR.....	28
Tabelle 25:	Zusammensetzung der TMR, die keine Maissilage enthält.....	29
Tabelle 26:	Zusammensetzung der TMR, die nur Maisschrot als Getreide enthält .....	29
Tabelle 27:	Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansen-saft (mmol/l) bei pressschnitzelfreier TMR.....	32
Tabelle 28:	Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansen-saft (mmol/l) bei pressschnitzelhaltiger TMR .....	32
Tabelle 29:	Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansen-saft (mmol/l) bei getreidereduzierter TMR .....	33
Tabelle 30:	Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansen-saft (mmol/l) bei getreidereicher TMR .....	33
Tabelle 31:	Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansen-saft (mmol/l) bei Grassilage TMR .....	34
Tabelle 32:	Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansen-saft (mmol/l) bei Maisschrot TMR .....	34
Tabelle 33:	Lebendmasse und Milchleistung der Kühe .....	36
Tabelle 34:	Zusammensetzung der Rationen .....	37
Tabelle 35:	Verdaulichkeit der Nährstoffe (Mittelwerte $\pm$ Standardabweichung; n = 4, bei GR + LFfein n = 3 .....	38
Tabelle 36:	Verdaulichkeit des Fettes der Mahlchargen.....	38
Tabelle 37:	Energiekonzentration der untersuchten Lipicafettchargen.....	39

# 1 Problemstellung

Dr. Hans-Joachim Alert, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Die Leistungssteigerung in den Milchkuhherden ist in hohem Maße auf Veränderungen in der Fütterung zurückzuführen. Der zunehmende Einsatz von Mischrationen bei 24-stündigem Zugang zu Futter und Wasser ermöglicht eine kontinuierliche und durch die nährstoffseitige Rationszusammensetzung synchron verlaufende Pansenfermentation, sodass das genetisch veranlagte Milchleistungspotenzial ausgeschöpft werden kann. Diese Veränderungen führen aber auch zu einem erhöhten Risiko für das Auftreten von Pansenfermentationsstörungen, die meist als Pansenazidose eingestuft werden (Pansen-pH-Wert unter 6,0). Dies tritt auf, wenn die Strukturwirksamkeit der Ration zu gering ist und reichlich vorhandene, leicht lösliche Kohlenhydrate im Pansen zu schnell fermentiert werden.

PIEPER et al. (2005) und STAUFENBIEL (2007) charakterisieren die veränderten Fütterungsbedingungen wie folgt:

- höhere Energiekonzentration der Ration durch Einsatz von hochwertigem Grobfutter und größeren Konzentratmengen
- höhere Trockenmasseaufnahme mit einer schnelleren Passagerate, dadurch Steigerung der postruminalen Verdauung, insbesondere bei Einsatz pansengeschützter Nährstoffe (Protein, Fett, Stärke)

Aus diesen Fütterungsbedingungen ergibt sich die Forderung zur Weiterentwicklung von futtermittelspezifischen Restriktionen, insbesondere für Futtermittel, die nach modernen Aufbereitungs- und Behandlungsverfahren hergestellt werden (HOFFMANN & STEINHÖFEL 2010). In der vorliegenden Arbeit wurden deshalb Futterwerteigenschaften von Zuckerrübenpressschnitzeln und Roggenpressschlempe aus der Bioethanolherstellung und Glycerin aus der Rapsmethylesterproduktion untersucht. Von Einzelfuttermitteln wurden die Nährstoffverdaulichkeit im Hammelversuch und der in-situ-Nährstoffabbau im Pansen ermittelt. Milchkuh-Mischrationen (TMR) wurden anhand von Pansensaftkennwerten bezüglich ihrer Wiederkäuergerechtheit eingeschätzt.

# 2 Einsatz von Roggenpressschlempe als TMR-Komponente bei Milchkühen

Dr. Hans-Joachim Alert, Brigitte Fröhlich - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Johannes Hiendl - Universität Leipzig, Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik  
Prof. Dr. Annette Zeyner - Universität Rostock, Institut für Nutztierwissenschaften und Technologie

## 2.1 Einleitung

Die Erzeugung von Treibstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen gewinnt durch die Beimischung zu fossilen Kraftstoffen und die neuen Steuerregelungen erheblich an Bedeutung. Dadurch bietet die Industrie gleichzeitig zunehmend Nebenprodukte aus der Biokraftstoffherstellung als Futtermittel an, die zwar prinzipiell bekannt sind, aber aufgrund neuer Produktionsverfahren ist mit veränderten Qualitäten zu rechnen. Es ergibt sich deshalb dringender Forschungsbedarf, um bei Aufnahme dieser Nebenprodukte in die Futterrezeptur den Fütterungserfolg einschätzen zu können.

Neu ist an Schlemphen, dass es sich auf Grund der Großproduktion lohnt, sie in speziellen Abpress- bzw. Trocknungsverfahren als Futtermittel aufzubereiten, wodurch Lagerfähigkeit und Transportwürdigkeit erhöht werden. Am Markt sind zurzeit vorrangig Pressschlempe aus Roggen und getrocknete Schlempe aus Weizen und Gerste. Die Pressschlempe wird mit Konservierungsmittel versetzt ausgeliefert und kann sofort verfüttert bzw. siliert werden (STEINHÖFEL & ENGELHARD 2006).

Der betreffende Bioethanolhersteller liefert seit 2006 eine Roggenpressschlempe mit wesentlich höherem Rohproteingehalt (22 % RP i. d. TM) als in der Pilotphase 2005 (ca. 16 % RP i. d. TM). Daraus ergab sich die Notwendigkeit der wiederholten Prüfung des Einsatzes von Roggenpressschlempe in der Milchkuhration mit der Zielstellung, die Einsatzgrenzen im Hochleistungsbereich aufzuzeigen. Außerdem waren auch Untersuchungen zur Pansenfermentation bei Kühen in der Hochleistungsphase und die Ermittlung des energetischen Futterwertes der Pressschlempe im Hammelversuch notwendig.

## 2.2 Material und Methoden

In Tabelle 1 sind Analysedaten der im vorliegenden Milchkuhfütterungsversuch eingesetzten Roggenpressschlempe vergleichend mit der 2005 geprüften Roggenpressschlempe dargestellt.

**Tabelle 1: Trockenmasse-, Nährstoff- und NEL-Gehalt der im Köllitscher Milchkuhfütterungsversuch eingesetzten Roggenpressschlempe (lt. Analyse der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Leipzig)**

Zeit	TM g/kg Futter	OM g/kg TM	XP g/kg TM	XL g/kg TM	XF g/kg TM	MJ NEL/kg TM
2005 (n=5)	319 ± 23,0	970 ± 2,0	183 ± 7,9	59 ± 3,1	154 ± 22,0	6,40 <sup>1)</sup> 5,29 <sup>2)</sup>
2006 (n=6)	335 ± 6,6	977 ± 1,4	225 ± 3,4	81 ± 4,7	150 ± 7,1	6,76 <sup>1)</sup> 5,45 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Schätzgrößen nach Schätzgleichung aus den Futtermittelanalysedaten

<sup>2)</sup>im Hammelversuch ermittelt in Köllitsch

75 t (OS) Pressschlempe wurden in einem ag bag-Siloschlauch gepresst und für die gesamte Versuchszeit eingelagert (120 Tage). Die Roggenpressschlempe war vom Hersteller mit 0,6 % Kofagrain pH 5 (Inhaltsstoffe: Propionsäure und Natriumbenzoat) konserviert worden. Es wurde sofort mit der Verfütterung begonnen, wobei die Anschnittfläche nach jeder Entnahme mit Propionsäure benetzt wurde, sodass die Schimmelbildung gehemmt werden konnte (s. Tabelle 2).

**Tabelle 2: Mikrobiologische Befunde zur im vorliegenden Fütterungsversuch eingesetzten Roggenpressschlempe (lt. Analyse der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Leipzig)**

Probenahmezeitpunkt	Gesamtkeimzahl KBE/g	Milchsäurebakterien KBE/g	Hefegehalt KBE/g	Pilzgehalt KBE/g
Juli 2006 (Versuchsbeginn)	1.400	4.000	700	1.300
Oktober 2006	64.000	< 10.000	< 50	400
November 2006 (Versuchsende)	-	-	9,0 x 10 <sup>3</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>

Es handelt sich um normale Keimgehalte, wodurch der Frischegrad nicht oder nicht erkennbar vermindert wurde. Die Untersuchung auf den Mykotoxingehalt der Roggenpressschlempe erbrachte einen erhöhten Gehalt an Ochratoxin A und Zearalenon (Tabelle 3), Endotoxine wurden keine gefunden.

**Tabelle 3: Mykotoxingehalt der Roggenpressschlempe (lt. Analyse BIOCHECK Leipzig)**

Probenahmezeitpunkt	Aflatoxin µg/kg OS (ppb)	T-2-Toxin µg/kg OS (ppb)	Ochratoxin A µg/kg OS (ppb)	Zearalenon µg/kg OS (ppb)	DON <sup>1)</sup> µg/kg OS (ppb)
November 2006 (Vers.Ende)	< 1,7	14	> 80	139	53

<sup>1)</sup> Deoxynivalenol (früher Vomitoxin)

Im Laufstall des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch wurden in der Hochleistungsphase zwei Kuhgruppen zeitgleich bei unterschiedlichen Rationen (ohne bzw. mit Roggenpressschlempe) geprüft (Tabelle 4).

**Tabelle 4: Angebotene Rationen je Kuh und Tag**

	TMR-Komponenten (kg TM)		TMR-Kennzahlen			
	Kontrolle	mit Pressschlempe	Kontrolle		mit Pressschlempe	
			NEL	nXP	NEL	nXP
Maissilage	9,72	9,72	67,1	1302	67,1	1302
Grassilage	4,02	4,02	23,7	523	23,7	523
Heu	1,36	1,36	6,3	166	6,3	166
MLF 18/4	2,64	2,64	18,2	430	18,2	430
Q.-Gerste	2,64	-	21,3	433	-	-
Sojaextr.	0,88	0,44	7,6	272	3,8	136
Rapsextr.	0,44	-	3,2	99	-	-
Pressschlempe	-	5,15	-	-	30,9	906
Weizenkleie	0,79	-	4,6	111	-	-
Melasse	0,69	0,69	5,4	110	5,4	110
Mineralfutter	0,15	0,15	-	-	-	-
Angebot	23,33	24,17	157,4	3446	155,4	3573
Aufnahme <sup>1)</sup>	20,5 ± 1,9	21,1 ± 1,2				
Bedarf <sup>2)</sup> je Kuh u. Tag	21,50	21,50	155,3	3428	155,3	3428

<sup>1)</sup> die TMR wurde je Kuhgruppe zweimal täglich vorgelegt, der Futterrest täglich einmal je Kuhgruppe erfasst

<sup>2)</sup> 35 kg Milch, 4,20 % Fett, 3,40 % Eiweiß, 650 kg Lebendmasse

## 2.3 Ergebnisse

Während des 120-tägigen Milchkuhfütterungsversuches wurden von der roggenpressschlempehaltigen Ration je Kuh und Tag durchschnittlich 0,6 kg TM mehr aufgenommen als von der Kontrollration, die keine Schlempe enthielt. In Tabelle 5 sind die Milchleistungskenndaten während des 120-tägigen Milchkuhfütterungsversuchs aufgezeigt.

**Tabelle 5: Mittlere tägliche Milchleistung je Kuh und Milchinhaltsstoffe im 120-tägigen Köllitscher Pressschlempeversuch (lt. LKV-Prüfbericht Lichtenwalde)**

Kuh-Gr.	Milchmenge kg	Fett %	Eiweiß %	Harnstoff mg/l	Laktose mg/l	Zellzahl x 10 <sup>3</sup> /ml
Kontrolle (n=28)	29,8 ± 5,7 (32,4 ± 8,0)	3,98±0,79 (3,76±0,60)	3,57 ± 0,37 (3,52±0,29)	180 ± 46 (205 ± 35)	4,89 ± 0,19 (4,93±0,17)	222 ± 189 (329±182)
mit Schlempe (n=22)	30,1 ± 5,6 (32,2 ± 4,2)	3,86 ± 0,61 (3,81±0,51)	3,50 ± 0,32 (3,41±0,20)	222 ± 54 (252 ± 45)	4,93 ± 0,22 (4,94±0,18)	192 ± 90 (186±148)

Klammerwerte sind Kenndaten zu Versuchsbeginn

Tabelle 5 verdeutlicht, dass Milchmenge und Milchinhaltsstoffe durch die pressschlempehaltige TMR nicht beeinflusst wurden. Die Schlempefütterung hatte auch keinen Einfluss auf die Lebendmasseentwicklung der Kühe.

**Tabelle 6: Darstellung der Lebendmasseentwicklung**

Kuh-Gr.	Lebendmasse Versuchsbeginn (kg)	Lebendmasse Versuchsende (kg)
Kontrolle	605 ± 78	602 ± 67
mit Schlempe	570 ± 60	582 ± 64

Tabelle 7 enthält ausgewählte Blutparameter des Kohlenhydrat-, Eiweiß- und Fettstoffwechsels zu Versuchsbeginn und am Versuchsende. Hier deutet sich nach 120 Tagen Schlempefütterung eine Erhöhung der GGT und GLDH-Werte an.

**Tabelle 7: Ausgewählte Blutparameter des Kohlenhydrat-, Eiweiß- und Fettstoffwechsels (Labor der Medizinischen Tierklinik Universität Leipzig)**

Kuh-Gr.	Glucose mmol/L	BHB mmol/L	Bilirubin µmol/L	GGT U/L	GLDH U/L	Harnstoff mmol/L	Phosphat mmol/L
Kontrolle (Versuchsbeginn)	3,63 ± 0,23	0,38 ± 0,10	2,56 ± 1,07	34,87 ± 12,01	27,04 ± 10,08	3,61 ± 0,62	1,63 ± 0,26
m. Schlempe (Versuchsbeginn)	3,64 ± 0,41	0,39 ± 0,09	2,63 ± 0,65	37,91 ± 13,6	41,18 ± 33,04	3,43 ± 0,61	1,83 ± 0,24
Kontrolle (Versuchsende)	3,70 ± 0,27	0,55 ± 0,15	1,24 ± 0,28	33,31 ± 6,4	33,81 ± 33,4	2,99 ± 0,53	2,02 ± 0,24
m. Schlempe (Versuchsende)	2,48 ± 0,30	0,60 ± 0,15	1,73 ± 0,95	48,46 ± 21,5	60,60 ± 54,5	3,26 ± 0,49	1,99 ± 0,21

## 2.4 Schlussfolgerungen

Durch den Einsatz von 20 % Pressschlempe in der TMR (5,15 kg TM Pressschlempe je Kuh und Tag) konnten folgende Komponenten in der TMR ersetzt werden:

- Rapsextraktionsschrot zu 100 %
- Quetschgerste zu 100 %
- Weizenkleie zu 100 %
- Sojaextraktionsschrot zu 50 %

# 3 Rohproteinabbau von Roggenpressschlempe und Weizen/Getreidetrockenschlempe im Pansen von Milchkühen im Vergleich zu Soja- und Rapsprodukten

Johannes Hiendl - Universität Leipzig, Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik

Dr. Hans-Joachim Alert - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Prof. Dr. Karl-Heinz Südekum - Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften

Prof. Dr. Martin Gabel, Prof. Dr. Annette Zeyner - Universität Rostock, Institut für Nutztierwissenschaften und Technologie

## 3.1 Einleitung

Der zunehmende Einsatz pflanzlicher Rohstoffe in der Treibstoffproduktion macht eine zuverlässige nutritive Einschätzung der Nebenprodukte notwendig, weil diese meist zur Verfütterung an landwirtschaftliche Nutztiere verwendet werden. Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der ruminalen Abbaubarkeit des Rohproteins (XP) von Press- und Trockenschlempe sowie Rapskuchen im Vergleich mit herkömmlichen Proteinfuttermitteln.

## 3.2 Material und Methoden

Mit Hilfe zweier pansenfistulierter Kühe der Rasse Holstein-Friesian wurde die scheinbare ruminale Abbaubarkeit von XP in sacco in Anlehnung an MADSEN & HVELPLUND (1994) untersucht. Dabei kamen folgende Futtermittel zum Einsatz:

- Roggen
- Roggenpressschlempe
- Weizen-Gerste-Mischung (85 % Weizen, 15 % Gerste)
- Trockenschlempe aus Weizen-Gerste-Mischung (85 % Weizen, 15 % Gerste)
- Rapskuchen
- Rapsextraktionsschrot
- Sojaextraktionsschrot

Die Rapsprodukte stammten beide aus derselben Produktionscharge, ebenso wie die Schlempen und die Getreideausgangsprodukte. Abbildung 1 verdeutlicht diese Zusammenhänge:

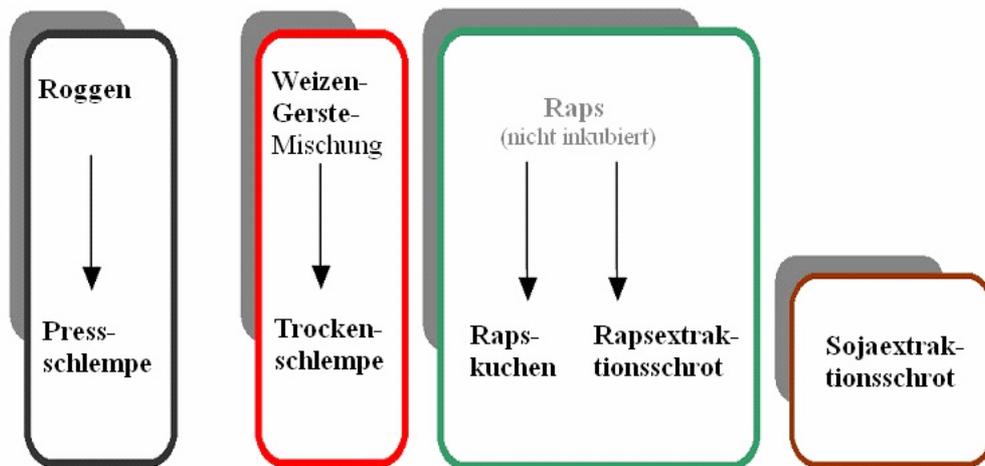


Abbildung 1: Untersuchte Futtermittel (Produkte aus derselben Produktionscharge sind farblich umrahmt)

Tabelle 8: Rohproteingehalte der untersuchten Futtermittel

Futtermittel	Roggen	Pressschlempe	Weizen-Gerste-Mix	Trockenschlempe	Rapskuchen	Rapsextraktionsschrot	Sojaextraktionsschrot
XP [% TS]	11,0	22,8	14,2	38,7	30,8	39,5	55,1

Tabelle 8 zeigt den jeweiligen Gehalt an XP bei den untersuchten Futtermitteln. Nach 2-, 4-, 8-, 12-, 24- und 48-stündiger Inkubation im Pansen wurde die Verschwindensrate von XP zu jedem dieser Zeitpunkte bestimmt und der zeitliche Verlauf an folgende Funktion angepasst (ØRSKOV & MCDONALD 1979):

$$P(t) [\%] = a + b \cdot (1 - e^{-c \cdot t})$$

- P = prozentualer Abbau einer bestimmten Stoffgruppe zum Zeitpunkt t [%]
- a = Fraktion des schnell löslichen Proteins [%]
- b = Fraktion des unlöslichen und damit potenziell abbaubaren Proteins [%]
- c = Abbaugeschwindigkeit von b [% · h<sup>-1</sup>]
- t = Inkubationszeit [h]

In einem zweiten Schritt erfolgte dann unter Verwendung der oben genannte Kurvenparameter die Abschätzung der effektiven Abbaubarkeit (ED) und damit des Gehaltes an pansenstabilem Rohprotein (UDP) nach folgender Formel (ØRSKOV & MCDONALD 1979):

$$ED [\%] = a + [(b \cdot c) / (c + k)] \cdot e^{-k \cdot L}$$

Bei der Pansenpassagerate (k [%/h]) wurde ein Wert von 8 %/h angenommen.

$$UDP [\%] = 100\% - ED [\%]$$

### 3.3 Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt die ruminale Abbaubarkeit des Proteins im zeitlichen Verlauf, die Werte für ED und UDP sind in Tabelle 9 aufgeführt.

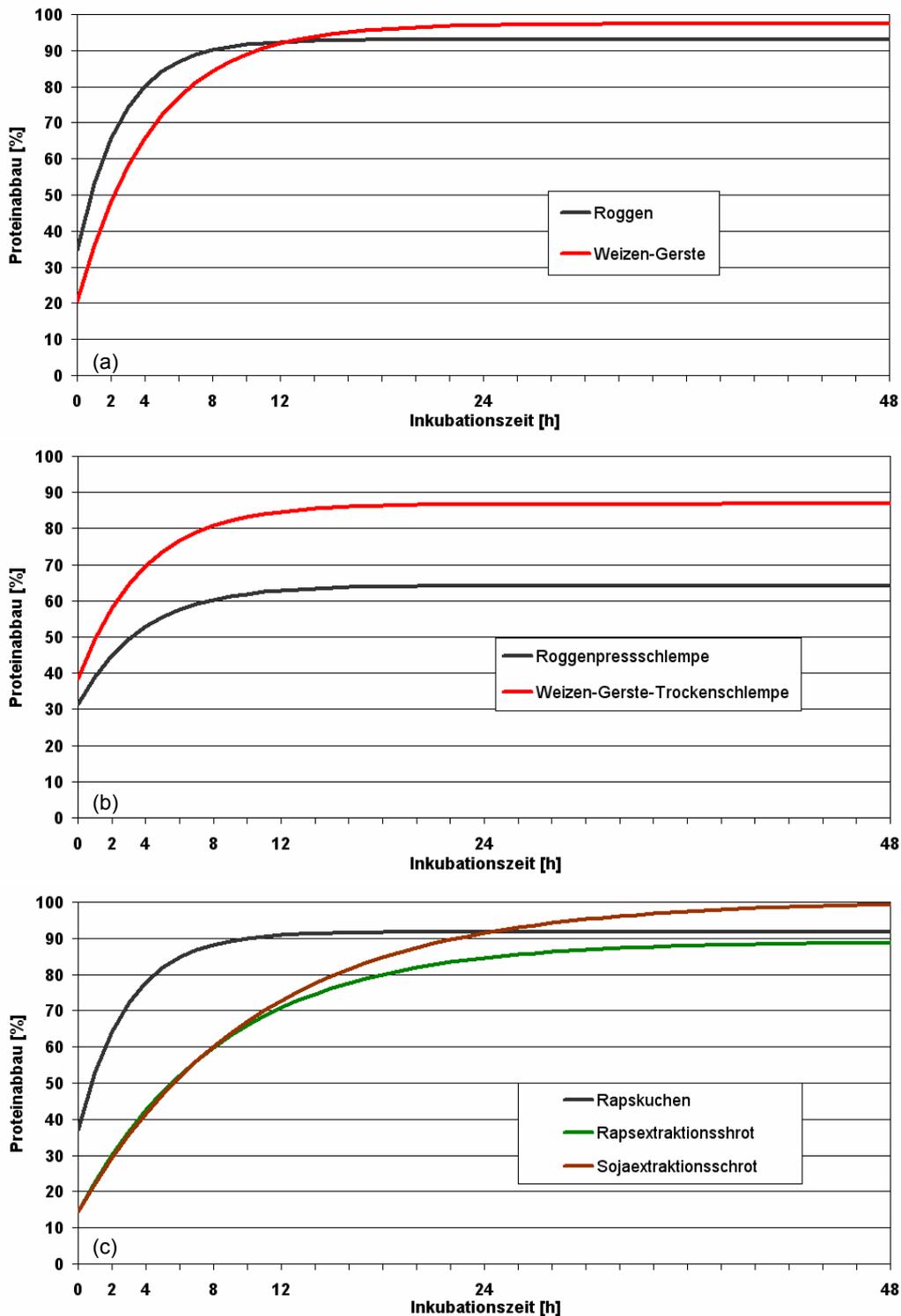


Abbildung 2: Ruminale Abbaubarkeit des Rohproteins von Getreideprodukten (a), Schlempeprodukten (b) sowie von Ölfuchtprodukten (c)

Roggen beinhaltet im Vergleich zu Weizen-Gerste-Mischung mehr schnell lösliches Rohprotein (sXP) und weniger unlösliches potentiell abbaubares Rohprotein (dXP). Die Abbaugeschwindigkeit des Rohproteins (DR) ist beim Roggen ebenfalls höher als bei der Weizen-Gerste-Mischung. Letztere zeigt bei den Schlempeprodukten ähnliche Werte, dagegen sind sXP und insbesondere dXP bei der Trockenschlempe eindeutig höher als bei der Pressschlempe. Vergleicht man Sojaextraktionsschrot mit Rapsextraktionsschrot, so findet man ähnliche Gehalte an sXP, wogegen dXP beim Sojaextraktionsschrot höher ausfällt. Rapskuchen besitzt mehr sXP und weniger dXP als Rapsextraktionsschrot. Außerdem ist DS dort 2,9-mal so hoch wie beim Rapsextraktionsschrot.

**Tabelle 9: ED- und UDP-Gehalt der untersuchten Futtermittel**

Futtermittel	Roggen	Pressschlempe	Weizen-Gerste-Mix	Trockenschlempe	Rapskuchen	Rapsextraktionsschrot	Sojaextraktionsschrot
ED [%]	83	57	77	75	81	59	61
UDP [%]	17	43	23	25	19	41	39

Roggen und Weizen-Gerste-Mischung besitzen einen ähnlichen UDP-Gehalt, während dieser bei der Pressschlempe deutlich höher ausfällt als bei der Trockenschlempe. Beim Vergleich von Rapsextraktionsschrot und Sojaextraktionsschrot sind dagegen keine nennenswerten Unterschiede im UDP-Gehalt feststellbar. Letzterer ist jedoch beim Rapsextraktionsschrot mehr als doppelt so hoch wie beim Rapskuchen.

### 3.4 Schlussfolgerungen

Im Unterschied zum unbehandelten Getreide geht beim Pressen von Schlempe scheinbar ein Teil des löslichen Proteins durch Auswaschung verloren, wodurch das in der Pressschlempe verbleibende Protein einen höheren UDP-Gehalt besitzt, während beim Trocknen von Schlempe dieser Effekt nicht aufzutreten scheint. Weil jedoch unterschiedliche Getreideausgangprodukte verwendet wurden, müssen diese Ergebnisse vorsichtig interpretiert werden. Rapsextraktionsschrot und Sojaextraktionsschrot haben offensichtlich eine ähnliche ruminale Proteinabbaubarkeit. Wird statt Rapsextraktionsschrot Rapskuchen produziert, so steigt die ruminale Abbaubarkeit des Proteins deutlich. In der Fütterungspraxis sind diese Ergebnisse nur bedingt anwendbar, weil auf dem Markt aus dezentralen Anlagen viele unterschiedliche Arten von Rapskuchen erhältlich sind.

# 4 Einfluss von Rapsextraktionsschrot, Roggenpressschlempe bzw. Weizen/Gerstentrockenschlempe auf die Pansenfermentation bei Milchkühen

Dr. Hans-Joachim Alert - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Johannes Hiendl - Universität Leipzig, Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik

Prof. Dr. Annette Zeyner - Universität Rostock, Institut für Nutztierwissenschaften und Technologie

## 4.1 Einleitung

Sowohl Roggenpressschlempe als auch Weizen- und Weizen/Gerstentrockenschlempe, beides Nebenprodukte aus der Bioethanolherstellung, wurden erfolgreich in der Milchkuhfütterung eingesetzt (ALERT et al. 2007, ENGELHARD & STEINHÖFEL 2006, ENGELHARD 2007) und erste Erkenntnisse zum energetischen Futterwert bei Wiederkäuern erarbeitet (ALERT et al. 2007, LOSAND et al. 2007). Für diese Schlempen wurde außerdem der ruminale Proteinabbau in situ bestimmt (HIENDL et al. 2007).

## 4.2 Material und Methoden

Ausgehend von den eingangs genannten Milchkuhfütterungsversuchen wurden die in Tabelle 10 dargestellten drei proteinäquivalenten Rationen nacheinander im Abstand von 16 Tagen an zwei pansenfistulierte Kühe in der Hochleistungsphase verfüttert (durchschnittliche Milchleistung beide 42 kg). Weil die Rationen auf die gleiche Grundration aufbauten, wurde jeweils 14 Tage angefüttert und anschließend an zwei aufeinanderfolgenden Tagen im Tagesverlauf mehrfach Pansensaft gezogen. Sofort nach der Entnahme des Pansensaftes wurde der pH-Wert gemessen. Nach der Zentrifugation der Pansensaftproben wurden sie bei -20 °C eingefroren und bis zur Analyse auf NH<sub>3</sub> und flüchtige Fettsäuren bei dieser Temperatur gelagert. Zu jeder Pansensaftentnahme wurde der kumulative Trockenmasse- und Wasserverzehr registriert.

**Tabelle 10: Zusammensetzung der Versuchsrationen je Kuh und Tag (TM)**

	mit Rapsextraktionsschrot			mit Roggenpressschlempe			mit Weizen/Gerstentrockenschlempe <sup>1)</sup>		
	kg TM	g XP	MJ NEL	kg TM	g XP	MJ NEL	kg TM	g XP	MJ NEL
Maissilage	9,72	826	67,1	9,72	826	67,1	9,72	826	67,1
Grassilage	4,02	651	23,7	4,02	651	23,7	4,02	651	23,7
Heu	1,36	165	6,3	1,36	165	6,3	1,36	165	6,3
MLF 18/4	2,64	475	18,2	2,64	475	18,2	2,64	475	18,2
Pressschlempe		-	-	5,15	1159	28,1 <sup>2)</sup>			
Trockenschlempe	-	-	-	-	-	-	3,00	1160	22,2 <sup>3)</sup>
Rapsextraktionsschrot	3,00	1158	21,9	-	-	-			
Mineralfutter	0,15	-	-	0,15	-	-	0,15	-	-
Angebot	20,89	3275	137,2	23,04	3276	143,4	20,89	3277	137,5

<sup>1)</sup> 85 % Weizen, 15 % Gerste

<sup>2)</sup> errechnet aus Verdauungsversuchen mit Hammeln (Alert et al. 2007)

<sup>3)</sup> errechnet aus Verdauungsversuchen mit Hammeln (LOSAND et al. 2007)

## 4.3 Ergebnisse

Abbildung 3 zeigt den durchschnittlichen pH-Wert, Abbildung 4 den durchschnittlichen  $\text{NH}_3$ -Gehalt und Abbildung 5 den durchschnittlichen Gesamtfettsäuregehalt des Pansensaftes im Tagesverlauf. Der pH-Wert hat bei allen drei Rationen eine deutliche Abhängigkeit von der aktuellen Trockenmasseaufnahme, die auch die Gesamtfettsäurekonzentration beeinflusst (Abbildung 5). Bis zwei Stunden nach der Morgenfütterung fällt der pH-Wert bei allen drei Rationen von etwa 7,0 auf etwa 6,3 ab. Während er bei Rapsextraktionsschrot und Trockenschlempe danach noch weiter abfällt, steigt er bei der Pressschlempe zunächst wieder auf 6,6. Ursache dafür sind wahrscheinlich die in der Pressschlempe relativ stärker angereicherten, leicht löslichen Kohlenhydrate (Pressschlempe 3,15 % Zucker in TS, ohne Laktose, Trockenschlempe <1 % in TS), die schnell fermentiert werden. Hinzu kommt, dass in den ersten zwei Stunden nach der Fütterung von der Pressschlempe am meisten gefressen wurde. Das pH-Minimum lag bei Rapsextraktionsschrot bei pH 6,4, sechs Stunden nach der Morgenfütterung, bei den anderen beiden Rationen lag der Tiefpunkt bei etwa pH 6,5, 11 Stunden nach der Morgenfütterung. Obwohl den Kühen ständig Futter vorgelegen hat, wurde durch die Abendfütterung die Futterraufnahme nochmals angeregt, aber 18 Stunden nach der Morgenfütterung bei allen drei Rationen schließlich eingestellt, sodass bis zur Morgenfütterung des folgenden Tages der pH-Wert generell wieder auf etwa 7 anstieg.

Der  $\text{NH}_3$ -Gehalt steht außer zur Trockenmasseaufnahme offensichtlich in Beziehung zum ruminalen in situ-Rohproteinabbau von Rapsextraktionsschrot, Roggenpressschlempe und Weizen/Gerstentrockenschlempe (Abbildung 6). Der wesentlich steilere Anstieg des  $\text{NH}_3$ -Gehaltes in den ersten drei Stunden nach der Morgenfütterung bei den beiden schlempehaltigen Rationen deutet auf höhere NPN-Anteile in den Schlempen hin, im Vergleich zur rapsextraktionsschrothaltigen TMR. Die Gesamtfettsäurekonzentration als Ausdruck der Energieversorgung zeigt bei allen drei Rationen einen Anstieg nach der Morgen- und Abendfütterung. Von 12 bis 24 Stunden nach der Morgenfütterung ist generell ein fortschreitender Konzentrationsabfall zu verzeichnen. Die Bildung der flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft wird offensichtlich durch Rapsextraktionsschrot, Roggenpressschlempe und Weizen/Gerstentrockenschlempe nicht unterschiedlich beeinflusst (Tab. 11, 12 und 13). Die molaren Anteile der flüchtigen Fettsäuren sind in den Tabellen 11 (Rapsextraktionsschrot), 12 (Roggenpressschlempe) und 13 (Weizen-Gerste-Trockenschlempe) dargestellt.

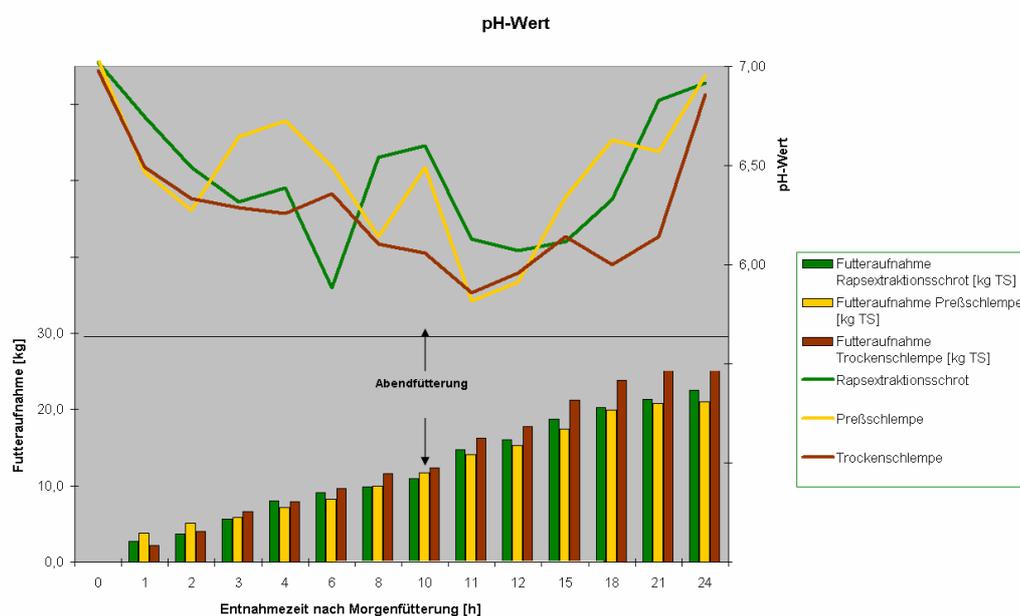


Abbildung 3: pH-Wert im Pansensaft im Tagesverlauf und kumulative TM-Aufnahme

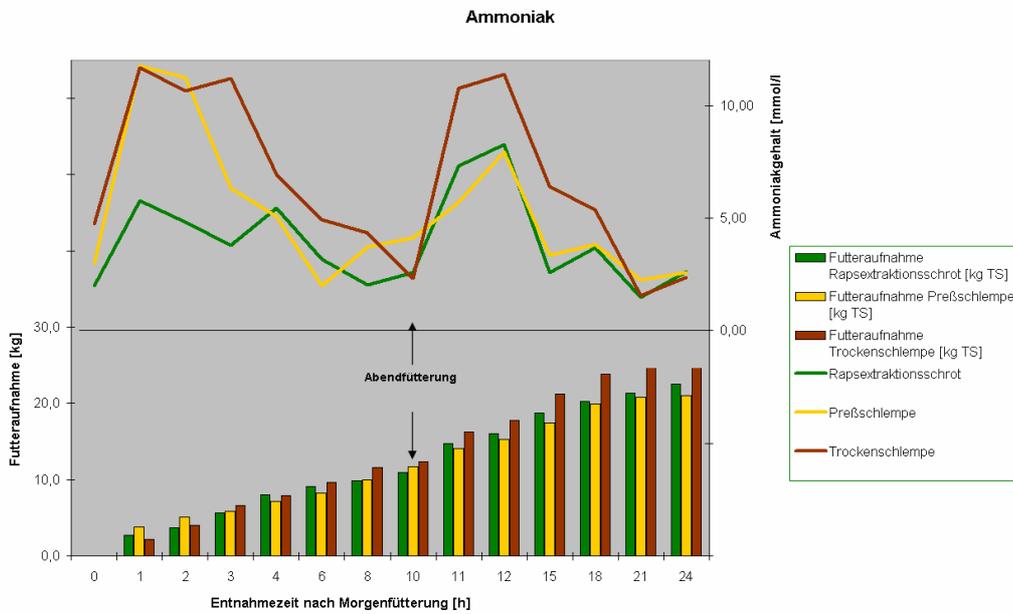


Abbildung 4: Ammoniakkonzentration (mmol/l) im Pansensaft im Tagesverlauf und kumulative TM-Aufnahme

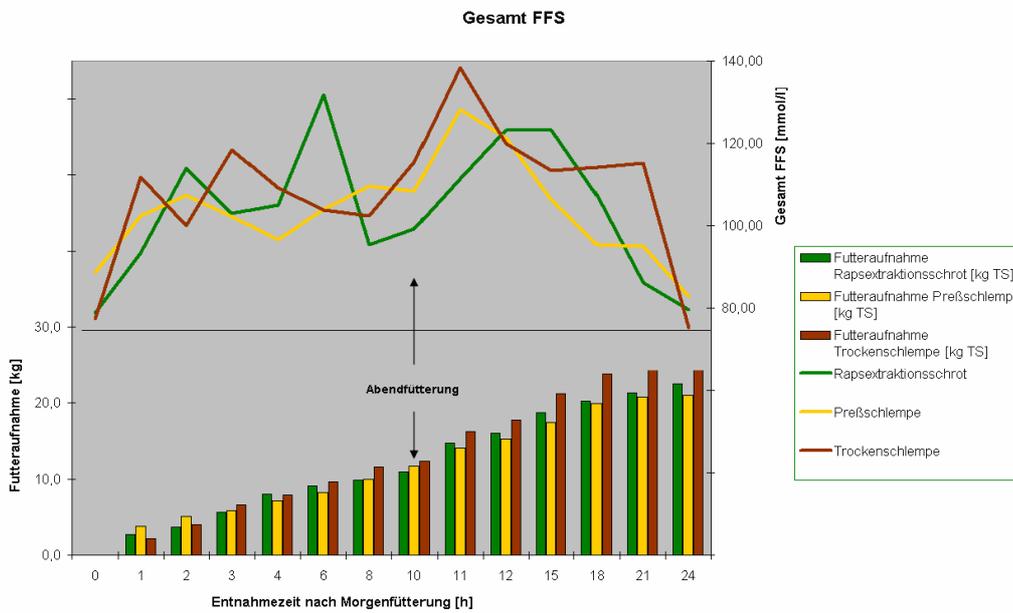
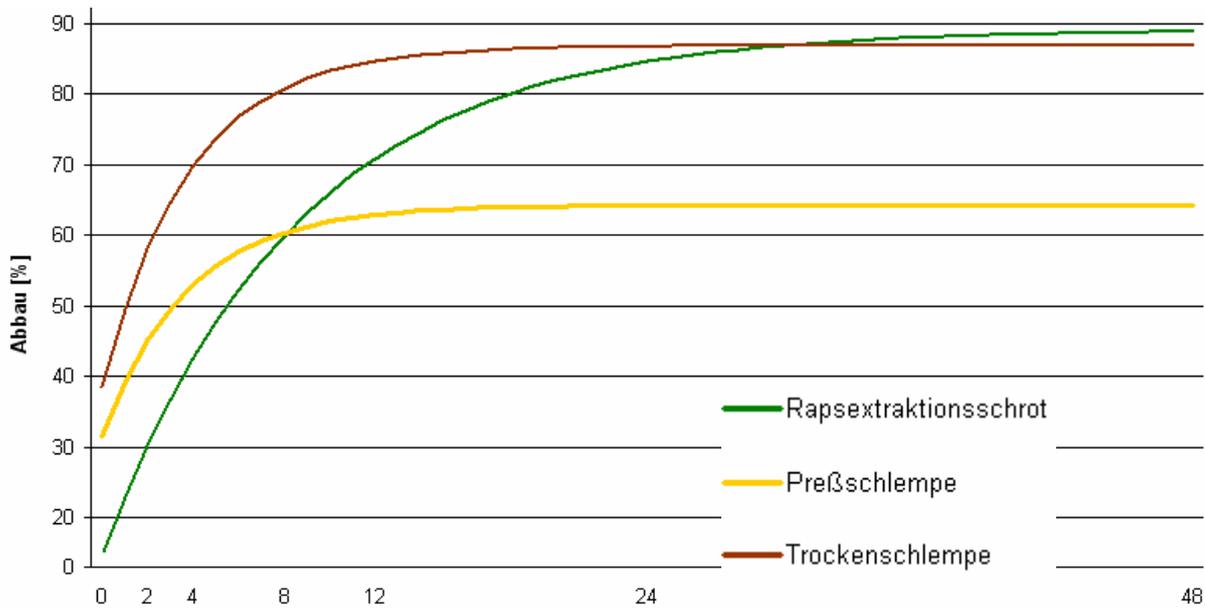


Abbildung 5: Konzentration flüchtiger Fettsäuren im Pansensaft im Tagesverlauf und kumulative TM-Aufnahme



**Abbildung 6: In situ-Rohproteinabbau (%) von Rapsextraktionsschrot, Roggenpressschlempe und Weizen/Gerstentrockenschlempe**

**Tabelle 11: Anteil flüchtiger Fettsäuren im Pansensaft (mmol/l) bei rapsextraktionsschrothaltiger Ration**

Std. nach Fütterung	0	1	2	3	4	6	8	10	11	12	15	18	21	24
<b>Gesamt FFS</b>	<b>78,8</b>	<b>93,4</b>	<b>114,0</b>	<b>102,9</b>	<b>105,0</b>	<b>131,8</b>	<b>95,5</b>	<b>99,3</b>	<b>111,3</b>	<b>123,2</b>	<b>123,1</b>	<b>107,1</b>	<b>86,3</b>	<b>79,7</b>
	± 9,25	± 12,64	± 15,81	± 16,47	± 14,76	± 8,87	± 9,56	± 19,02	± 13,20	± 18,42	± 26,40	± 21,92	± 23,96	± 3,97
<b>Acetat</b>	<b>46,1</b>	<b>52,7</b>	<b>63,4</b>	<b>58,5</b>	<b>58,4</b>	<b>73,5</b>	<b>53,4</b>	<b>55,9</b>	<b>62,4</b>	<b>67,1</b>	<b>66,7</b>	<b>58,3</b>	<b>48,9</b>	<b>46,6</b>
	± 4,30	± 6,35	± 8,38	± 7,74	± 8,05	± 4,51	± 5,37	± 10,89	± 5,69	± 9,72	± 13,56	± 11,07	± 12,47	± 1,30
<b>Propionat</b>	<b>19,8</b>	<b>25,0</b>	<b>29,8</b>	<b>26,7</b>	<b>28,1</b>	<b>34,7</b>	<b>26,0</b>	<b>26,5</b>	<b>29,8</b>	<b>33,4</b>	<b>34,2</b>	<b>30,7</b>	<b>23,7</b>	<b>20,1</b>
	± 2,80	± 4,10	± 3,90	± 4,33	± 3,98	± 2,62	± 2,65	± 4,92	± 3,87	± 4,52	± 7,22	± 6,50	± 6,61	± 1,35
<b>i-Butyrat</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>
	± 0,09	± 0,05	± 0,16	± 0,15	± 0,16	± 0,06	± 0,10	± 0,15	± 0,13	± 0,18	± 0,16	± 0,10	± 0,19	± 0,10
<b>n-Butyrat</b>	<b>9,3</b>	<b>11,7</b>	<b>15,4</b>	<b>13,3</b>	<b>14,0</b>	<b>17,7</b>	<b>12,0</b>	<b>12,5</b>	<b>14,6</b>	<b>17,4</b>	<b>17,1</b>	<b>13,9</b>	<b>10,2</b>	<b>9,4</b>
	± 1,68	± 1,81	± 2,83	± 3,52	± 2,00	± 1,33	± 0,97	± 2,48	± 2,91	± 3,26	± 4,54	± 3,43	± 3,64	± 0,90
<b>i-Valeriat</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,8</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,6</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>	<b>1,0</b>	<b>1,1</b>
	± 0,06	± 0,16	± 0,13	± 0,14	± 0,19	± 0,14	± 0,23	± 0,19	± 0,15	± 0,29	± 0,25	± 0,33	± 0,26	± 0,05
<b>n-Valeriat</b>	<b>1,4</b>	<b>1,6</b>	<b>2,2</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>2,4</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>1,8</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>
	± 0,25	± 0,15	± 0,33	± 0,47	± 0,29	± 0,13	± 0,18	± 0,34	± 0,36	± 0,35	± 0,52	± 0,36	± 0,54	± 0,14
<b>n-Capronat</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>
	± 0,06	± 0,03	± 0,09	± 0,13	± 0,09	± 0,07	± 0,06	± 0,05	± 0,10	± 0,11	± 0,15	± 0,12	± 0,23	± 0,13

**Tabelle 12: Anteil flüchtiger Fettsäuren im Pansensaft (mmol/l) bei roggenschlempehaltiger Ration**

Std. nach Fütterung	0	1	2	3	4	6	8	10	11	12	15	18	21	24
<b>Gesamt FFS</b>	<b>88,7</b>	<b>102,4</b>	<b>107,5</b>	<b>102,2</b>	<b>96,6</b>	<b>104,1</b>	<b>109,6</b>	<b>108,4</b>	<b>128,1</b>	<b>121,4</b>	<b>106,3</b>	<b>95,4</b>	<b>95,0</b>	<b>82,9</b>
	± 16,61	± 13,79	± 11,14	± 18,99	± 11,42	± 11,72	± 20,59	± 13,20	± 21,36	± 18,08	± 21,96	± 26,69	± 29,56	± 9,27
<b>Acetat</b>	<b>54,1</b>	<b>60,1</b>	<b>62,5</b>	<b>59,3</b>	<b>56,2</b>	<b>62,0</b>	<b>64,7</b>	<b>63,0</b>	<b>74,6</b>	<b>69,2</b>	<b>61,9</b>	<b>55,7</b>	<b>57,1</b>	<b>51,2</b>
	± 12,22	± 5,42	± 4,53	± 10,34	± 6,31	± 6,32	± 13,32	± 7,18	± 11,23	± 10,45	± 11,78	± 14,20	± 15,99	± 5,25
<b>Propionat</b>	<b>18,5</b>	<b>25,0</b>	<b>26,0</b>	<b>23,3</b>	<b>21,6</b>	<b>22,4</b>	<b>23,7</b>	<b>24,6</b>	<b>28,9</b>	<b>28,3</b>	<b>23,4</b>	<b>21,5</b>	<b>20,3</b>	<b>17,7</b>
	± 1,61	± 5,03	± 3,95	± 3,67	± 2,61	± 2,15	± 2,09	± 3,54	± 4,57	± 2,47	± 4,29	± 5,99	± 6,13	± 0,84
<b>i-Butyrat</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>
	± 0,05	± 0,10	± 0,23	± 0,11	± 0,16	± 0,09	± 0,06	± 0,04	± 0,11	± 0,06	± 0,13	± 0,16	± 0,17	± 0,05
<b>n-Butyrat</b>	<b>12,1</b>	<b>13,4</b>	<b>14,6</b>	<b>14,8</b>	<b>14,1</b>	<b>15,1</b>	<b>16,4</b>	<b>15,9</b>	<b>19,4</b>	<b>19,0</b>	<b>16,3</b>	<b>14,1</b>	<b>13,5</b>	<b>10,7</b>
	± 2,39	± 2,49	± 1,69	± 3,94	± 1,65	± 2,62	± 4,20	± 2,00	± 4,55	± 4,39	± 4,75	± 5,11	± 5,86	± 2,48
<b>i-Valeriat</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>
	± 0,06	± 0,27	± 0,24	± 0,20	± 0,21	± 0,13	± 0,19	± 0,11	± 0,22	± 0,17	± 0,32	± 0,39	± 0,37	± 0,14
<b>n-Valeriat</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,8</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>2,2</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,2</b>
	± 0,16	± 0,35	± 0,45	± 0,50	± 0,34	± 0,26	± 0,42	± 0,13	± 0,41	± 0,29	± 0,46	± 0,57	± 0,67	± 0,31
<b>n-Capronat</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>
	± 0,13	± 0,13	± 0,05	± 0,23	± 0,14	± 0,16	± 0,29	± 0,20	± 0,27	± 0,25	± 0,23	± 0,27	± 0,38	± 0,19

**Tabelle 13: Anteil flüchtiger Fettsäuren im Pansensaft (mmol/l) bei trockenschlempehaltiger (Weizen/Gerste) Ration**

Std. nach Fütterung	0	1	2	3	4	6	8	10	11	12	15	18	21	24
<b>Gesamt FFS</b>	<b>77,4</b>	<b>111,7</b>	<b>100,1</b>	<b>118,4</b>	<b>109,3</b>	<b>103,8</b>	<b>102,4</b>	<b>115,5</b>	<b>138,5</b>	<b>120,0</b>	<b>113,4</b>	<b>114,2</b>	<b>115,2</b>	<b>75,2</b>
	± 35,16	± 34,17	± 18,85	± 15,80	± 14,73	± 15,61	± 10,88	± 19,23	± 8,21	± 22,49	± 7,79	± 15,74	± 14,43	± 19,47
<b>Acetat</b>	<b>46,1</b>	<b>61,4</b>	<b>55,5</b>	<b>64,7</b>	<b>60,7</b>	<b>58,4</b>	<b>57,6</b>	<b>66,1</b>	<b>75,4</b>	<b>63,6</b>	<b>61,3</b>	<b>61,5</b>	<b>65,3</b>	<b>44,5</b>
	± 19,47	± 18,59	± 9,43	± 8,65	± 7,40	± 9,29	± 5,86	± 9,82	± 4,25	± 11,33	± 1,34	± 6,14	± 6,34	± 10,33
<b>Propionat</b>	<b>17,6</b>	<b>29,0</b>	<b>24,9</b>	<b>29,3</b>	<b>27,0</b>	<b>25,3</b>	<b>25,1</b>	<b>27,9</b>	<b>35,2</b>	<b>30,8</b>	<b>29,3</b>	<b>30,1</b>	<b>29,6</b>	<b>17,8</b>
	± 7,29	± 8,13	± 4,26	± 2,95	± 3,49	± 2,09	± 3,04	± 4,48	± 1,75	± 5,94	± 4,52	± 5,57	± 6,03	± 4,89
<b>i-Butyrat</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>
	± 0,24	± 0,22	± 0,09	± 0,10	± 0,12	± 0,11	± 0,05	± 0,09	± 0,05	± 0,14	± 0,08	± 0,09	± 0,08	± 0,09
<b>n-Butyrat</b>	<b>10,4</b>	<b>16,7</b>	<b>15,3</b>	<b>18,9</b>	<b>16,8</b>	<b>15,8</b>	<b>15,5</b>	<b>16,8</b>	<b>22,2</b>	<b>20,4</b>	<b>18,0</b>	<b>17,8</b>	<b>15,8</b>	<b>9,8</b>
	± 6,63	± 5,80	± 4,31	± 3,59	± 3,03	± 3,43	± 1,55	± 3,97	± 1,77	± 4,13	± 1,53	± 3,15	± 1,51	± 3,34
<b>i-Valeriat</b>	<b>0,7</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>1,4</b>	<b>1,1</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>
	± 0,39	± 0,39	± 0,26	± 0,19	± 0,21	± 0,20	± 0,06	± 0,18	± 0,06	± 0,24	± 0,13	± 0,21	± 0,09	± 0,16
<b>n-Valeriat</b>	<b>1,4</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>2,3</b>	<b>2,1</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>	<b>2,5</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>2,2</b>	<b>1,4</b>
	± 0,81	± 0,71	± 0,35	± 0,16	± 0,37	± 0,29	± 0,19	± 0,45	± 0,20	± 0,48	± 0,10	± 0,43	± 0,32	± 0,48
<b>n-Capronat</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>
	± 0,33	± 0,34	± 0,16	± 0,15	± 0,11	± 0,19	± 0,13	± 0,23	± 0,14	± 0,23	± 0,09	± 0,15	± 0,06	± 0,18

## 4.4 Schlussfolgerungen

An zwei pansenfistulierten Milchkühen in der Hochleistungsphase (durchschnittlich 42 kg Milch je Kuh und Tag) wurden nacheinander drei Mischrationen 16 Tage lang verfüttert (14 % Rapsextraktionsschrot, 22 % Roggenpressschlempe, 14 % Weizen/Gerstentrockenschlempe). Jeweils an den letzten beiden Tagen wurden gantztägig Verlaufsuntersuchungen im Pansensaft vorgenommen. Dabei wurden der pH-Wert, der NH<sub>3</sub>-Gehalt und der Gehalt an flüchtigen Fettsäuren gemessen. Weil diese Parameter zwischen den drei Rationen keine signifikanten Unterschiede zeigten, kann geschlossen werden, dass Rapsextraktionsschrot, Roggenpressschlempe und Weizen/Gerstentrockenschlempe unter Beachtung ihrer konkreten Rohprotein- und Energiegehalte in der Milchkuhfütterung einsetzbar sind.

# 5 Energetische Bewertung von Roggenpressschlempe und Pressschnitzelsilage im Hammeltest

## 5.1 Energetische Bewertung von Roggenpressschlempe

Dr. Hans-Joachim Alert - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Dr. Bernd Losand - Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Dr. Reinhard Pribe - Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg

Im Rahmen eines abgestimmten Mehrländerprojektes wurden Verdaulichkeitsbestimmungen mit Roggenpressschlempe an Hammeln durchgeführt (Differenzversuche). Die Pressschlempe wurde in Köllitsch und Paulinenaue frisch vor Versuchsbeginn bei -18 °C eingefroren und im aufgetauten Zustand zusammen mit Heu verzehrt. In Dummerstorf wurde nach dem gleichen Prinzip mit Grassilage und siliierter Pressschlempe gearbeitet (GfE 1991).

**Tabelle 14: Rohnährstoffgehalte der getesteten Roggenpressschlempen**

Einrichtung	g/kg TM			
	XA	XP	XL	XF
Köllitsch 1.	30	183	59	154
2.	25	226	78	143
Paulinenaue	22	230	76	132
Dummerstorf	24	188	61	152

Für die in den Köllitscher Verdauungsversuchen eingesetzten Roggenpressschlempen wurden nach der Schätzgleichung aus den Futtermittelanalysedaten 6,40 bzw. 6,76 MJ NEL/kg TM kalkuliert. Weil diese Werte aufgrund der in den vorliegenden Verdauungsversuchen erzielten Ergebnisse als unrealistisch einzustufen sind, muss geschlussfolgert werden, dass Roggenpressschlempe bei Milchkühen nicht im ersten Laktationsdrittel angeboten werden sollte. In weiteren Untersuchungen ist zu klären, in welchem Maße sich höhere Pressschlempeanteile in der TMR auf die Energieeinnahme der Milchkühe auswirken.

**Tabelle 15: Verdaulichkeiten und Energiegehalte der Roggenpressschlempen (Differenzversuche an Hammeln)**

Einrichtung	n	Verdaulichkeiten %				MJ ME	MJ NEL
		OM	XL	XF	OR	je kg TM	je kg TM
Köllitsch Schlempe:Heu 1. 50 % : 50 %	3	55,4	76	49	56	9,2	5,29
	3	61,9	87	57	63	9,5	5,45
Paulinenaue Schlempe:Heu 50 % : 50 %	4	56,1	29	39	45	8,9	5,06
Dummerstorf Schlempe:Grassil. 1. 45 % : 55 %	6	53,1	18	50	51	8,2	4,58
	6	53,3	60	46	48	8,6	4,85
	6	60,9	89	68	48	10,0	5,81

## 5.2 Energetische Bewertung von Pressschnitzelsilage

Dr. Olaf Steinhöfel - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Dr. Udo Weber - Budissa Agroservice GmbH, Kleinbautzen

Dr. Hans-Joachim Alert - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Pressschnitzel verschiedener Zuckerfabriken (1, 2 und 3) und mit verschiedenen Melassezusätzen wurden sofort nach Ankunft, bzw. nach 24 Std. Zwischenlagerung in Folienschläuchen einsiliert. Nach 49-tägiger Silierdauer wurden die Verdaulichkeiten dieser Silagen im Hammeltest geprüft und die Energiegehalte berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 16 dargestellt.

**Tabelle 16: Verdaulichkeit und Energiegehalt der Pressschnitzelsilage (Hammel n = 3 je Variante)**

Zuckerfabrik	Lagerung vor Silierung	Zusatz	T	Verdaulichkeit				Energiegehalt	
				Org. Substanz	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	ME	NEL
n	h		g/kg	%				MJ/kg T	
1	0	ohne	<b>204</b> ± 3	<b>88,3</b> ± 0,5	<b>69,8</b> ± 5,1	<b>59,5</b> ± 8,3	<b>81,4</b> ± 11,5	<b>12,56</b> ± 0,08	<b>7,91<sup>a)</sup></b> ± 0,06
1	24	ohne	<b>204</b> ± 4	<b>85,9</b> ± 0,3	<b>69,5</b> ± 3,5	<b>11,5</b> ± 9,0	<b>86,9</b> ± 5,7	<b>12,08</b> ± 0,02	<b>7,54<sup>b)</sup></b> ± 0,02
2	0	ohne	<b>225</b> ± 13	<b>89,3</b> ± 0,7	<b>75,6</b> ± 2,8	<b>44,3</b> ± 7,5	<b>81,2</b> ± 16,4	<b>12,47</b> ± 0,05	<b>7,87<sup>a)</sup></b> ± 0,04
2	24	ohne	<b>223</b> ± 7	<b>87,4</b> ± 0,4	<b>75,8</b> ± 4,2	<b>10,7</b> ± 13,1	<b>81,8</b> ± 7,1	<b>12,12</b> ± 0,04	<b>7,58<sup>b)</sup></b> ± 0,03
2	0	ohne	<b>285</b> ± 9	<b>88,2</b> ± 0,2	<b>65,0</b> ± 7,7	<b>20,2</b> ± 5,3	<b>87,9</b> ± 8,3	<b>12,25</b> ± 0,02	<b>7,69<sup>a)</sup></b> ± 0,02
2	24	ohne	<b>285</b> ± 6	<b>87,4</b> ± 0,1	<b>72,9</b> ± 2,8	<b>22,9</b> ± 8,5	<b>72,7</b> ± 4,6	<b>12,16</b> ± 0,02	<b>7,62<sup>b)</sup></b> ± 0,02
3	0	ohne	<b>259</b> ± 5	<b>87,5</b> ± 1,2	<b>74,6</b> ± 4,4	<b>18,2</b> ± 9,6	<b>86,1</b> ± 5,1	<b>12,31</b> ± 0,19	<b>7,71</b> ± 0,15
3	0	Melasse	<b>308</b> ± 4	<b>87,1</b> ± 0,4	<b>73,9</b> ± 6,3	<b>14,5</b> ± 8,0	<b>89,2</b> ± 0,9	<b>12,16</b> ± 0,05	<b>7,61</b> ± 0,04
3	0	P-Melasse	<b>293</b> ± 5	<b>87,2</b> ± 0,1	<b>67,0</b> ± 1,	<b>11,3</b> ± 9,5	<b>85,9</b> ± 7,6	<b>12,29</b> ± 0,02	<b>7,72</b> ± 0,02

a, b: Signifikante Unterschiede, wenn sich Mittelwerte in den kleinen Buchstaben unterscheiden.

Die am Hammel ermittelten Energiekonzentrationen der Pressschnitzsilage zeigen den Einfluss des Zwischenlagerns vor dem Silieren. Zwischenlagern verringert die Energiekonzentration. Der Trockenmassegehalt hatte hingegen keinen Einfluss. Mit Melasse ließ sich die Energiedichte nicht verbessern. Alle im Versuch ermittelten Verdaulichkeiten und Energiewerte lagen über den Mittelwert der DLG-Futterwerttabellen (7,5 MJ NEL/kg TM).

## 6 Propylenglykol bzw. Glycerin als TMR-Bestandteil oder Futterabrufkomponente bei Milchkühen?

Dr. Hans-Joachim Alert, Brigitte Fröhlich - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

### 6.1 Einleitung

Während der Einsatz von Propylenglykol (1,2-Propanediol) zur Verbesserung der Glukoseversorgung der Milchkühe im geburtsnahen Zeitraum umfangreich erforscht ist (PIATKOWSKI et al. 1973, VOIGT & PIATKOWSKI 1973, PIATKOWSKI et al. 1974, GIRSCHEWSKI et al. 1977, PRIES et al. 2004, PIEPER et al. 2005, LIEMANN & SCHWARZ 2007) und vielerorts praktiziert wird (Ketoseprophylaxe), sind die diesbezüglichen Erkenntnisse zum Einsatz des preisgünstigeren, aus der Biodieselherstellung stammenden Glycerins (Glycerol, 1, 2, 3 Propantriol) relativ neu (ENGELHARD et al. 2006, MAHLKOW-NERGE et al. 2006, HARZHEIM et al. 2008, HASEL et al. 2008). Dabei wurde der Glycerineinsatz zur Vorbeugung der Ketose bei Milchkühen auch schon in den 1950er- und 1970er-Jahren geprüft (SÜDEKUM 2002). Während Propylenglykol eher verzehrsdepressiv wirken soll, wird Glycerin oft als verzehrssteigernd angesehen (Süßfett). Mit den vorliegenden Untersuchungen sollte geprüft werden, inwieweit die verzehrssteigernde Wirkung von Glycerin im Rahmen von TMR verallgemeinert werden kann und ob durch die tierindividuelle Verabreichung über Transponderabruf eine Milchleistungssteigerung erreicht wird.

### 6.2 Material und Methoden

#### 6.2.1 Futteraufnahme bei Einsatz von Propylenglykol bzw. Glycerin in der TMR

In einem zweimal dreiwöchigen Futteraufnahmeversuch wurde an jeweils sechs frischlaktierenden Kühen (davon vier mit Pansenfistel), eine propylenglykol- bzw. glyzerinhaltige TMR angeboten. In Anlehnung an die Versuchsanstellung von ENGELHARD et al. (2006), wurden vom 58. bis 100. Laktationstag je Kuh und Tag 250 g Propylenglykol bzw. 310 g Rohglycerin verabreicht. Die eingesetzte TMR (6,8 MJ NEL/kg TM, 155 g nXP/kg TM) entsprach weitestgehend den DLG-Empfehlungen (DLG-Info 1/2001). Die TMR enthielt folgende Rationskomponenten:

- Maissilage 33 %
- Grassilage 19 %
- Mischfutter 11 % (6,9 MJ NEL, 180 g nXP, 7 g RNB je kg TM)
- Sojaextraktionsschrot 6 %
- Gerste 15 %
- Rapsextraktionsschrot 4 %
- Heu 6 %

Das verwendete Glycerin hatte lt. Analyse folgende prozentuale Zusammensetzung (Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Speyer):

- Wasser 10,2
- Rohasche 6,0
- Natrium 2,31
- Glycerin 78,2
- Kalium <0,01
- Methanol <0,5

Dieses Glycerin verfehlte demnach knapp den laut Positivliste geforderten Mindestgehalt an Glycerin von 80 %, während der analysierte Methanolgehalt der Forderung von < 0,2 % gerecht wurde.

Die TMR wurde täglich in zwei Gaben vorgelegt (06:00 und 16:00 Uhr), der Futterrest vor der Morgenfütterung erfasst. Es erfolgte täglich eine Trockensubstanzbestimmung der TMR und des Futterrestes. Die Propylenglykol- bzw. Glycerinmengen wurden mittels einer Spritzflasche auf die TMR tierindividuell aufgesprüht und eingemischt (Spritzflasche mit Wasser auf 1 l aufgefüllt). Die Milchmenge wurde täglich erfasst, die Milchinhaltsstoffe (auch Aceton) zu Versuchsbeginn und -ende bestimmt. Am 20. und 21. Versuchstag nach Verabreichung der propylenglykol- bzw. glyzerinhaltigen TMR wurde von den vier pansenfistulierten Kühen Pansensaft gezogen (Probenahmezeiten: vor der Fütterung, 3 h und 6 h nach der Fütterung). Sofort nach der Entnahme wurde der pH Wert des Pansensaftes gemessen, unmittelbar danach erfolgte die Zentrifugation der Pansensaftproben (ca. 80 ml, 3.500 U/min, 10 min). Die Pansensaftproben wurden bis zur Analytik auf NH<sub>3</sub>-Gehalt und Gehalt an flüchtigen Fettsäuren im Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik der Universität Leipzig bei -20 °C gelagert. Zu Versuchsbeginn und -ende wurden Blut- und Harnproben gewonnen und in der Medizinischen Tierklinik der Universität Leipzig analysiert (im Blut: Glucose, BHB, Bilirubin, GGT, GLDH, Harnstoff, Phosphor, im Harn: Basen, Säuren, NH<sub>4</sub>, ges. NSBA).

### 6.2.2 Verabreichung von Propylenglykol- bzw. Glycerin über Transponderabrufstation

Frisch laktierende Kühe einer Haltungsgruppe erhielten die gleiche TMR (Gruppenfütterung), aber über die Transponderabrufstation bekamen jeweils 13 Kühe zusammen mit der tierindividuellen, milchleistungsbezogenen Krafftutergabe täglich 250 g Propylenglykol bzw. 310 g Rohglycerin ab dem 14. Tag p.p. bis zum 56. Tag p.p. Propylenglykol bzw. Glycerin wurden dabei als separate Komponenten abgerufen und zusammen mit jeder Krafftutergabe angeboten (über jeweils eine Düse der zwei auf der Krafftutergabestation installierten Dosiergeräte Typ Proy Dos, Firma Simmer). Die Zusammensetzung der TMR und des Milchleistungsfutters sowie die Glycerinqualität waren identisch zum unter 1. beschriebenen Futteraufnahmetest. Zu Versuchsbeginn und -ende wurden die Kühe gewogen und Blutproben gezogen. Das Blut wurde auf die genannten Parameter untersucht.

## 6.3 Ergebnisse

### 6.3.1 Futteraufnahmetest bei Einsatz von Propylenglykol bzw. Glycerin in der TMR

Die Unterschiede in der Futteraufnahme zwischen propylenglykol- und glyzerinhaltiger TMR waren gering (0,4 kg TM je Kuh und Tag zugunsten der glyzerinhaltigen TMR). Damit wurde das Ergebnis von MAHLKOW-NERGE (2006) weitestgehend bestätigt (0,5 kg TM höhere Futteraufnahme bei Glycerineinsatz in den ersten 40 Laktationstagen). HARZHEIM et al. (2008) schlussfolgerten aus eigenen Untersuchungen, dass eine Glycerinsublementierung nur im Hochleistungsbereich zu empfehlen ist, denn nur dort ist durch Glycerinzugabe mit tendenziell höheren Futteraufnahmen zu rechnen.

**Tabelle 17: Milchleistung je Kuh bei Einsatz von propylenglykol- bzw. glyzerinhaltiger TMR**

		Propylenglykol	Glyzerin
TMR-Aufnahme	kg TM/Tag	22,5 ± 3,5	22,9 ± 3,5
Milchmenge	kg/Tag	38,2 ± 8,4	36,6 ± 4,8
Fett	%	3,70 ± 0,9	3,61 ± 0,6
Eiweiß	%	3,43 ± 0,3	3,33 ± 0,2
ECM	kg/Tag	36,1 ± 5,9	34,7 ± 4,6
Fett	kg/Tag	1,35 ± 0,2	1,32 ± 0,3
Eiweiß	kg/Tag	1,29 ± 0,2	1,21 ± 0,1
Harnstoff	mg/kg	225 ± 59	222 ± 29
Zellzahl	je ml x 1000	111 ± 204	228 ± 232

In keiner Milchprobe wurde Aceton nachgewiesen (LKV-Labor Lichtenwalde).

Unabhängig davon, ob Propylenglykol mit der TMR oder über Transponderabrufstation verabreicht wurde, stieg dadurch die tägliche Milchmenge um durchschnittlich 1,6 kg je Kuh (Tab. 17) bzw. 2,4 kg je Kuh (Tab. 21). STAUFENBIEL et al. (2002) fanden je nach Betrieb durch Propylenzugabe erhöhte Milchmengen von 1,50 kg bis 3,53 kg je Kuh und Tag. Allerdings handelte es sich dabei, im Gegensatz zu den vorliegenden Untersuchungen, um verbundene Stichproben. In den eigenen Untersuchungen kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch durch den Glyzerineinsatz die Milchleistung etwas gesteigert wurde, denn leider fehlt hier eine Vergleichsgruppe, die weder Propylenglykol- noch Glyzerinzusatz erhielt. Bei den in Tabelle 18 aufgeführten Pansensaftkenndaten zeigten sich keine Unterschiede zwischen der Propylenglykol- und Glyzerinvariante. Eine getreidevergleichbare Wirkung von Glyzerin im Pansen wie sie in der Literatur teilweise beschrieben wird, konnte somit durch die vorliegenden Pansensaftuntersuchungen nicht nachgewiesen werden. Die Blut- und Harnkenndaten wurden durch Propylenglykol- bzw. Glyzeringaben ebenfalls nicht unterschiedlich beeinflusst (Tab. 19, 20 und 22). Allerdings fanden HAESE et al. (2008) bei zusätzlichen Glyzeringaben von 500 g (430 g TM) nach der Morgenfütterung über die Pansenfistel eine signifikante Senkung des Essigsäureanteils zugunsten des Propion- und Buttersäureanteils im Pansensaft. Die Autoren werteten den Anstieg von Buttersäure im Hinblick auf die Verwendung von Glyzerin als Ketoseprophylaktikum als kritisch.

**Tabelle 18: Ausgewählte Kenndaten der Pansenflüssigkeit (mmol/l)**

Gruppen	Propylenglykol			Glyzerin		
	vor der Fütterung	nach der Fütterung		vor der Fütterung	nach der Fütterung	
Stunden	0	3	6	0	3	6
Ammoniak	3,44 ± 0,13	3,84 ± 0,97	3,27 ± 1,75	4,17 ± 0,30	2,49 ± 0,58	3,87 ± 1,90
Gesamt FFS	93,46 ± 4,4	119,28 ± 9,2	115,96 ± 4,6	90,85 ± 1,9	102,08 ± 4,8	120,03 ± 0,7
Essigsäure	57,12 ± 3,0	65,76 ± 2,9	64,65 ± 1,5	57,98 ± 2,1	61,23 ± 1,8	70,70 ± 4,1
Propionsäure	23,35 ± 0,7	34,76 ± 5,2	35,44 ± 4,3	17,40 ± 2,3	20,91 ± 2,9	24,60 ± 4,7
i-Buttersäure	0,66 ± 0,02	0,75 ± 0,04	0,72 ± 0,02	0,73 ± 0,05	0,68 ± 0,04	0,75 ± 0,002
n-Buttersäure	9,07 ± 2,1	13,45 ± 0,6	11,07 ± 1,3	11,72 ± 2,2	15,61 ± 1,3	19,46 ± 1,670
i-Valerians.e	1,10 ± 0,82	1,27 ± 0,3	1,30 ± 0,3	1,04 ± 0,1	1,02 ± 0,2	1,21 ± 0,272

Gruppen	Propylenglykol			Glyzerin		
n-Valerians.	1,74 ± 0,1	2,55 ± 0,2	2,24 ± 0,004	1,52 ± 0,1	1,96 ± 0,1	2,358 ± 0,194
n-Caprins.	0,40 ± 0,2	0,74 ± 0,10	0,54 ± 0,2	0,47 ± 0,03	0,7 ± 0,001	0,96 ± 0,081
Laktate (g/l)						
L-Laktat	0,006 ± 0,000	0,009 ± 0,005	0,007 ± 0,001	0,006 ± 0,001	0,007 ± 0,001	0,007 ± 0,003
D-Laktat	0,001 ± 0,001	0,004 ± 0,004	0,001 ± 0,000	0,002 ± 0,000	0,000 ± 0,000	0,002 ± 0,002
Ges. Laktat	0,008 ± 0,001	0,013 ± 0,008	0,008 ± 0,001	0,008 ± 0,001	0,006 ± 0,000	0,010 ± 0,005

**Tabelle 19: Blutkenndaten bei Einsatz von propylenglykol- bzw. glyzerinhaltiger TMR**

Parameter	Glucose mmol/l	BHB mmol/l	Bilirubin µmol/l	GGT U/l	GLDH U/l	Harnstoff mmol/l	Phosphor mmol/l
Beginn mit Prop. (n=6)	3,47 ± 0,3	0,63 ± 0,1	2,45 ± 1,4	30,37 ± 8,2	23,12 ± 23,4	3,22 ± 0,5	1,59 ± 0,3
nach 24 Tagen mit Prop. (n=6)	3,39 ± 0,5	0,74 ± 0,3	2,77 ± 1,6	37,70 ± 12,2	36,03 ± 36,1	4,06 ± 0,7	1,44 ± 0,2
Beginn mit Glyzerin (n=6)	3,47 ± 0,4	0,54 ± 0,1	1,55 ± 0,7	38,28 ± 12,4	51,87 ± 51,5	2,94 ± 0,7	1,36 ± 0,3
nach 24 Tagen mit Glyzerin (n=6)	3,44 ± 0,1	0,66 ± 0,2	2,40 ± 1,0	33,35 ± 6,7	23,10 ± 15,6	4,53 ± 1,4	1,56 ± 0,3

**Tabelle 20: Harnkenndaten bei Einsatz von propylenglykol- bzw. glyzerinhaltiger TMR**

Parameter	pH	Basen mmol/l	Säuren mmol/l	NH <sub>4</sub> mmol/l	ges. NSBA mmol/l
Beginn mit Prop.(n=6)	8,45 ± 0,13	288 ± 43	109 ± 26	8,9 ± 2,7	177 ± 32
Beginn mit Glyzerin (n=6)	8,37 ± 0,25	307 ± 97	126 ± 34	9,2 ± 3,9	172,5 ± 97,1
nach 21 Tagen mit Prop.	8,17 ± 0,25	200 ± 82	100 ± 22	9,7 ± 3,8	91,1 ± 68,5
nach 21 Tagen mit Glyzerin	8,27 ± 0,11	209 ± 81	108 ± 34	9,4 ± 2,4	97,9 ± 80,1

### 6.3.2 Verabreichung von Propylenglykol bzw. Glycerin über Transponderabrufstation

**Tabelle 21: Lebendmasseentwicklung, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe in den ersten 56 Laktationstagen (Milchleistungsfutter, Propylenglykol und Glycerin über Transponderabrufstation)**

		Propylenglykol	Glycerin
LM Versuchsbeginn	kg	590 ± 83	561 ± 63
LM Versuchsende	kg	587 ± 85	569 ± 67
Milchleistungsfutter	kg TM/Tag	1,68 ± 1,0	1,64 ± 0,72
Milchmenge je Kuh	kg/Tag	39,3 ± 8,1	36,9 ± 9,4
Fett	%	3,86 ± 0,4	4,10 ± 0,5
Eiweiß	%	3,21 ± 0,2	3,38 ± 0,2
ECM	kg/Tag	38,0 ± 6,9	37,3 ± 8,0
Fett	kg/Tag	1,50 ± 0,3	1,36 ± 0,3
Eiweiß	kg/Tag	1,25 ± 0,2	1,13 ± 0,3
Harnstoff	mg/kg	140 ± 48	152 ± 65
Zellzahl	je ml x 1000	165 ± 64	175 ± 35

In keiner Milchprobe wurde Aceton nachgewiesen (LKV- Labor Lichtenwalde).

**Tabelle 22: Blutkenndaten bei Einsatz von Propylenglykol und Glycerin über Transponderabrufstation**

Parameter	Glucose mmol/	BHB mmol/l	Bilirubin µmol/l	GGT U/l	GLDH U/l	Harnstoff mmol/l	Phosphor mmol/l
Beginn mit Prop. (n = 13)	3,58 ± 0,5	0,51 ± 0,2	3,50 ± 1,7	22,95 ± 5,1	31,72 ± 17,7	2,96 ± 0,8	1,74 ± 0,4
nach 56 Tagen mit Prop. (n = 13)	3,74 ± 0,3	0,64 ± 0,3	1,65 ± 0,8	35,00 ± 17,5	71,34 ± 10,8	3,69 ± 0,7	1,75 ± 0,3
Beginn mit Glycerin (n = 13)	3,56 ± 0,6	0,44 ± 0,1	2,18 ± 1,0	19,41 ± 5,8	33,82 ± 18,3	3,08 ± 0,7	1,78 ± 0,2
nach 56 Tagen mit Glycerin (n = 13)	3,78 ± 0,3	0,68 ± 0,3	1,40 ± 0,4	25,20 ± 5,2	34,25 ± 13,9	3,48 ± 0,5	1,98 ± 0,3

## 6.4 Schlussfolgerungen

In der Früh-laktation wurden je Kuh und Tag 250 g Propylenglykol bzw. 310 g Rohglycerin mit der TMR oder über die Kraffutterabrufstation verabreicht. Von der glycerinhalten TMR wurden durchschnittlich 0,4 kg TM je Kuh und Tag mehr gefressen als von der propylenglykolhalten, dennoch hatten die Kühe mit der propylenglykolhalten TMR eine um 1,4 kg höhere ECM-Leistung je Kuh und Tag. Bei Verabreichung von Propylenglykol bzw. Glycerin über die Transponderabrufstation lag die Leistung bei Propylenglykoleinsatz um 0,7 kg ECM je Kuh und Tag höher.

Die Pansensaft-, Blut- und Harnkennzahlen unterschieden sich bei Einsatz von Propylenglykol bzw. Glycerin nicht.

# 7 Untersuchungen zur Pansenfermentation ausgewählter Milchkuhmischrationen (TMR)

Dr. Hans-Joachim Alert, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

## 7.1 Einleitung

Im Rahmen der bundesländerübergreifenden Zusammenarbeit wurden im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Lehr- und Versuchsgut Köllitsch) in Verbindung mit zwei Milchkuheinzelfütterungsversuchen in der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt (Zentrum für Tierhaltung und Technik Iden) Untersuchungen zur Pansenfermentation durchgeführt (KLUTH et.al. 2008). Außerdem wurden zwei TMR aus Praxisbetrieben in diese Untersuchungen einbezogen.

## 7.2 Material und Methoden

Während der Durchführung von Einzelfütterungsversuchen in der Milchkuherde in Iden wurden jeweils vier Wochen hintereinander 1,5 t der im laufenden Fütterungsversuch eingesetzten TMR bzw. der im Produktionsbetrieb eingesetzten TMR nach Köllitsch geholt, in 25 kg-Portionen in Foliensäcke eingewogen und bis zur Verfütterung an vier pansenfitilierte, laktierende Kühen in einer Kühlzelle bei -5 °C zwischengelagert. Die fitilierten Kühe wurden jeweils drei Wochen angefüttert, in der vierten Woche wurden im Tagesverlauf Pansensaftproben gewonnen und bis zur Analyse auf NH<sub>3</sub>-Gehalt und Gehalt an flüchtigen Fettsäuren bei -20 °C eingefroren. Der pH Wert wurde sofort nach Entnahme des Pansensaftes durch die Fistel gemessen. Auf diese Weise wurden folgende Rationen geprüft:

- pressschnitzelhaltige TMR im Vergleich mit einer entsprechenden pressschnitzelfreien TMR (Tabelle 23)
- getreidereiche TMR im Vergleich zu einer getreidereduzierten TMR (Tabelle 24)
- TMR ohne Maissilage (TMR aus einem sächsischen Milchviehbetrieb (Tabelle 25)
- TMR nur mit Maisschrot als Getreide (TMR aus einem Milchviehbetrieb in Sachsen Anhalt) (Tabelle 26).

**Tabelle 23: Zusammensetzung der Rationen in Iden im Pressschnitzelversuch**

Futtermittel	mit Pressschnitzel		ohne Pressschnitzel erhöhter Maissilageanteil	
	kg FM	kg TM	kg FM	kg TM
Maissilage (6,5 MJ, 26 % XS)	15	5,1	25	8,8
Grassilage 1. Schnitt (6,0 MJ)	9	2,7	9	2,7
LKS (7,8 MJ NEL, 55 % XS)	3	1,6	5,5	2,9
Pressschnitzelsilage (7,4 MJ)	30	7,2	-	-
Gerste, gequetscht	1	0,9	3,4	3,0
Extraktionsschrotmischung (behandelt)	2,2	1,9	2,5	2,2
Rapsextraktionsschrot	2,6	2,3	2,8	2,5
Stroh	0,6	0,5	0,6	0,5

Futtermittel	mit Pressschnitzel		ohne Pressschnitzel erhöhter Maissilageanteil	
	kg FM	kg TM	kg FM	kg TM
Heu	0,6	0,5	0,6	0,5
Mineralfutter	0,3	0,3	0,3	0,3
Futterkalk	-	-	0,08	0,08
Summe	64	23	50	23
Gehalt je kg TM (lt. Analyse)				
MJ NEL	6,9		6,9	
g nXP	169		169	
RNB	0,3		0,7	
g Rohfaser	169		151	
g Stärke + Zucker	156		279	
Strukturwert	1,25		1,2	
g CA	7,4		7,0	
g P	4,6		5,6	
Ergänzung beider Rationen mit 400 g Glycerin und 400 g pansenstabilem Futterfett (Gehaltswert nach Zulage 7,2 MJ NEL und 164 g nXP je kg TM beider Rationen)				

**Tabelle 24: Zusammensetzung der Rationen in Iden, getreidereiche und getreidereduzierte TMR (Engelhard, 2008)**

Futtermittel	Getreidereiche TMR		Getreidereduzierte TMR	
	kg FM	kg TM	kg FM	kg TM
Maissilage	19	6,7	21	7,3
Grassilage	9,0	4,4	12,0	5,9
Luzernesilage	4,0	1,5	4,0	1,5
Heu	0,6	0,5	0,6	0,5
Stroh	0,6	0,5	0,6	0,5
Gerste	3,5	3,1	1,3	1,1
Feuchtkornmais	4,3	2,8	4,0	2,6
Rapsextraktionsschrot	3,0	2,7	2,8	2,5
Sojaextraktionsschrot	1,0	0,9	0,5	0,4
Fett, pansenstabil	0,4	0,4	0,4	0,4
Rohglycerin	0,3	0,3	0,3	0,3
Mineral	0,3	0,3	0,3	0,3
Kalk	0,08	0,08	0,08	0,04
Summe	46,1	24,0	47,9	22,5
Gehalt je kg TM (lt. Analyse)				
MJ NEL	7,1		7,15	
g nXP	160		157	
RNB	1		0	
g Rohfaser	167		178	
g Stärke + Zucker	262		240	
g Ca	7,88		7,75	
g P	4,72		4,47	

**Tabelle 25: Zusammensetzung der TMR, die keine Maissilage enthält**

Futtermittel	TMR ohne Maissilage	
	kg FM	kg TM
Anwelksilage	28	11,8
Melasseschnitzel	1,5	1,3
Biertrebersilage	8	2,0
Mischfutter in Teil TMR (16/4)	2	1,8
Mischfutter Abruf (16/4)	4	3,5
Viehsalz	80,03	0,03
Mineralfutter R60	0,018	0,16
Summe	43,7	20,5
Gehalt je kg TM (lt. Analyse)		
MJ NEL	6,1	
g nXP	154	
RNB	7	
g Rohfaser	247	
g Stärke + Zucker	127	
g Ca	10,22	
g P	2,95	

**Tabelle 26: Zusammensetzung der TMR, die nur Maisschrot als Getreide enthält**

Futtermittel	TMR ohne Getreide	
	kg FM	kg TM
Maissilage	29	9,6
Grassilage	15	4
Stroh	0,8	0,7
Minimix <sup>1</sup>	0,9	0,9
UDP 39 (Rapsex.)	4,8	4,3
Maisschrot	4,9	3,1
Propylenglykol	0,17	0,17
Kartoffelpülpe	6,50	1,2
Summe	62,1	24,0
Gehalt je kg TM (lt. Analyse)		
MJ NEL	7,4	
g nXP	163	
RNB	0	
g Rohfaser	153	
g Stärke + Zucker	265	
g Ca	7,77	
g P	4,69	

(<sup>1</sup>) 250 g T 300Fett, 400 g M1-Lactat, 100 g Viehsalz, 100 g Carotin, 100 g Natriumbicarbonat)

## 7.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Verlaufsuntersuchungen im Pansensaft zu den genannten Rationen sind in den Abbildungen 7 bis 12 (pH-Wert bzw. NH<sub>3</sub>-Gehalt) und in den Tabellen 27 bis 32 (flüchtige Fettsäuren) dargestellt.

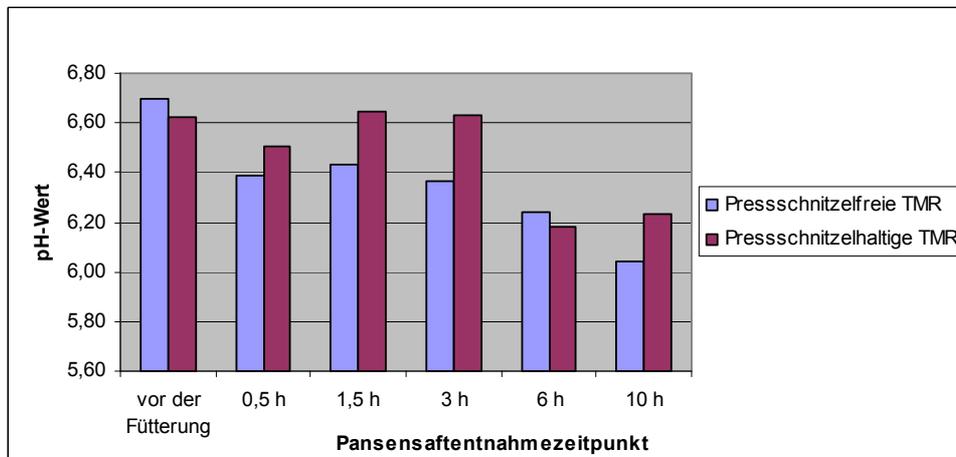


Abbildung 7: pH-Wert; Verlauf bei pressschnittelfreier und pressschnittelhaltiger TMR

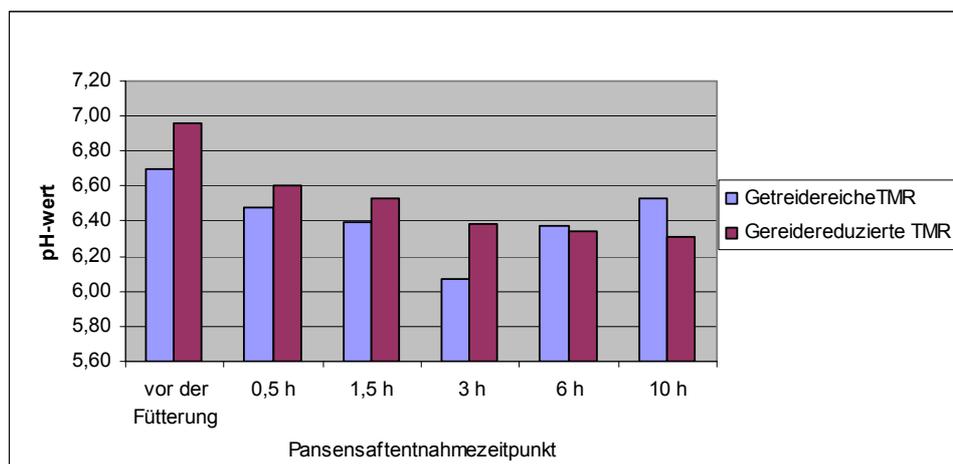


Abbildung 8: pH-Wert; Verlauf bei getreidereicher und getreidereduzierter TMR

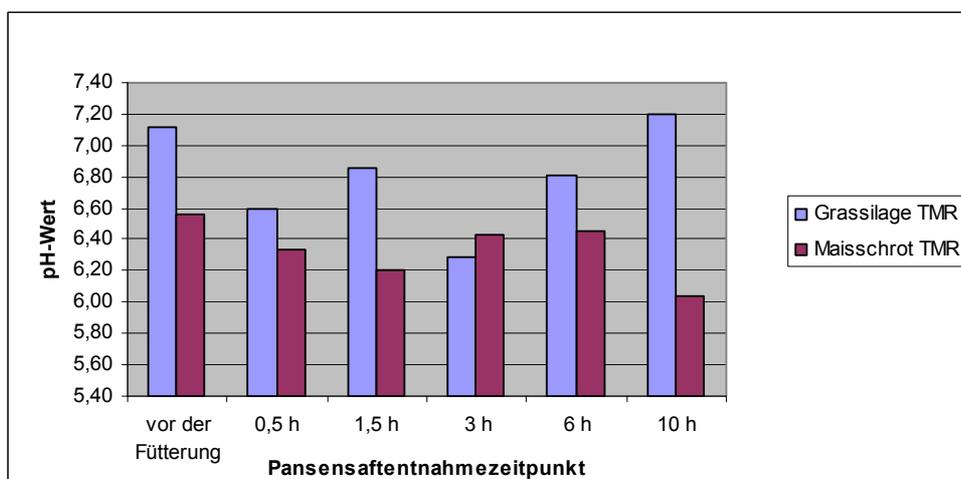


Abbildung 9: pH-Wert; Verlauf Grassilage TMR und Maisschrot TMR

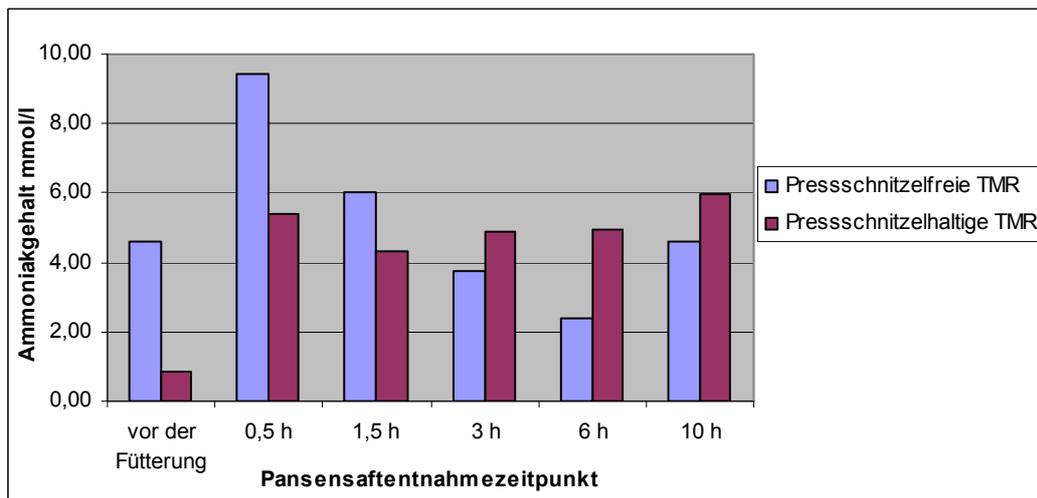


Abbildung 10: Verlauf des Ammoniakgehalts bei pressschnittelfreier und pressschnittelhaltiger TMR

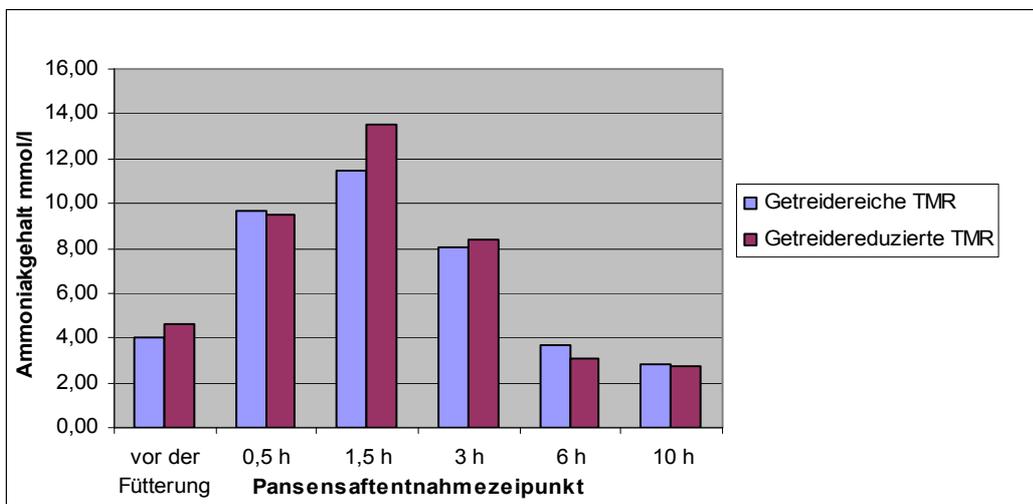


Abbildung 11: Verlauf des Ammoniakgehalts bei getreidereicher und getreidereduzierter TMR

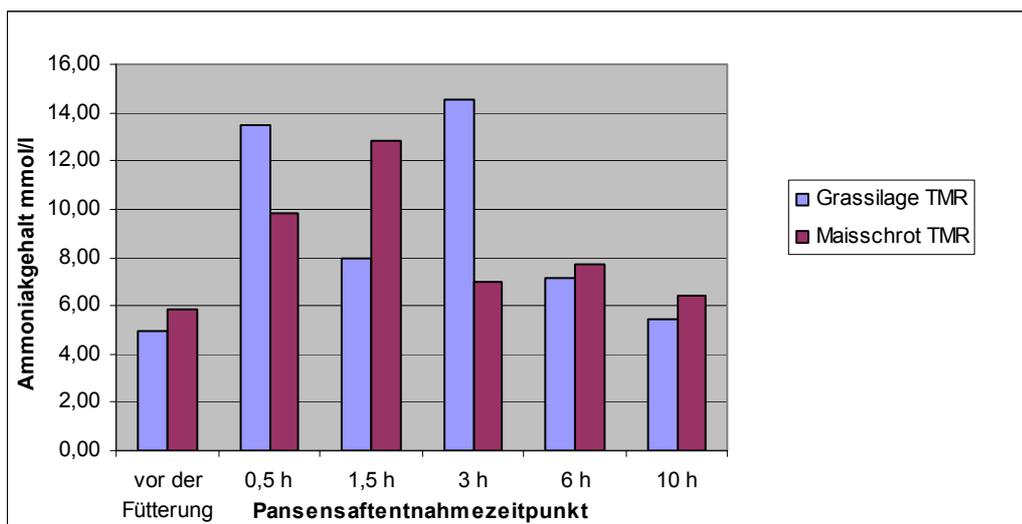


Abbildung 12: Verlauf des Ammoniakgehalts bei Grassilage TMR und Maisschrot TMR

**Tabelle 27: Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft (mmol/l) bei pressschnitzelfreier TMR**

Stunden Kennzahlen	vor der Fütterung	nach der Fütterung				
		0,5 h	1,5 h	3 h	6 h	10 h
Gesamt FFS	235,33	281,46	278,01	316,07	306,54	318,00
±	23,02	9,32	26,12	35,88	37,82	17,40
Essigsäure	79,92	94,31	84,83	95,69	96,04	102,10
±	6,33	4,29	7,35	8,64	4,52	10,03
Propionsäure	49,78	71,17	61,92	67,32	65,28	74,85
±	3,19	3,78	8,57	8,83	8,43	3,94
i-Buttersäure	12,71	10,04	13,93	16,15	15,02	14,28
±	2,10	5,83	1,62	5,32	3,83	1,78
n-Buttersäure	34,57	47,05	43,05	46,57	44,48	50,58
±	5,80	1,69	4,39	5,20	7,58	2,37
i.Valeriansäure	13,75	16,44	16,58	17,65	16,13	17,79
±	2,39	0,79	1,63	3,33	4,00	1,23
n-Valeriansäure	13,07	14,70	16,83	19,04	16,31	18,30
±	1,70	0,50	2,83	3,24	4,76	1,30
n-Caprinsäure	8,34	9,95	12,60	15,78	13,78	15,94
±	1,67	0,58	1,79	3,30	6,31	3,50

**Tabelle 28: Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft (mmol/l) bei pressschnitzelhaltiger TMR**

Stunden Kennzahlen	vor der Fütterung	nach der Fütterung				
		0,5 h	1,5 h	3 h	6 h	10 h
Gesamt FFS	228,86	214,94	217,91	246,79	258,62	243,66
±	12,91	23,96	94,53	23,50	14,27	7,21
Essigsäure	93,54	85,13	84,57	88,26	94,04	92,81
±	5,63	9,59	2,11	5,36	3,69	2,39
Propionsäure	57,31	55,13	53,65	61,90	64,90	62,20
±	3,98	7,55	1,37	7,10	2,92	1,53
i-Buttersäure	10,68	10,26	10,38	11,89	11,34	9,19
±	0,37	0,93	0,62	1,19	1,22	1,28
n-Buttersäure	36,74	34,15	35,31	41,79	43,73	41,06
±	2,44	5,31	0,75	4,26	1,85	1,69
i.Valeriansäure	10,30	11,26	11,91	14,49	14,57	12,18
±	0,78	1,33	1,17	2,55	0,78	1,10
n-Valeriansäure	12,14	11,01	12,30	14,80	15,82	13,99
±	1,00	1,49	1,34	1,73	2,02	0,76
n-Caprinsäure	8,15	8,02	9,80	13,66	14,22	12,23
±	0,98	1,02	2,27	1,89	2,70	1,49

**Tabelle 29: Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft (mmol/l) bei getreidereduzierter TMR**

Stunden Kennzahlen	vor der Fütterung	nach der Fütterung				
		0,5 h	1,5 h	3 h	6 h	10 h
Gesamt FFS	83,45	109,46	120,22	130,62	111,53	96,63
±	16,74	19,44	21,29	22,65	21,23	18,74
Essigsäure	50,33	58,49	62,01	66,66	63,62	55,96
±	4,64	1,19	6,60	8,34	9,04	1,52
Propionsäure	18,13	26,85	32,10	31,33	25,30	23,25
±	3,39	0,68	3,12	8,69	2,39	0,61
i-Buttersäure	0,72	0,76	0,98	0,95	3,21	0,69
±	0,21	0,08	0,14	0,12	4,17	0,05
n-Buttersäure	11,26	14,77	18,77	18,58	15,36	13,48
±	2,56	0,43	2,45	4,25	1,07	0,39
i.Valeriansäure	1,30	1,55	2,07	1,95	1,50	1,03
±	0,86	0,57	0,69	0,59	0,45	0,18
n-Valeriansäure	1,32	1,71	2,53	2,70	1,82	1,65
±	0,37	0,08	0,49	0,92	0,36	0,04
n-Caprinsäure	0,39	0,57	0,95	1,10	0,71	0,57
±	0,08	0,11	0,38	0,56	0,27	0,08

**Tabelle 30: Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft (mmol/l) bei getreidereicher TMR**

Stunden Kennzahlen	vor der Fütterung	nach der Fütterung				
		0,5 h	1,5 h	3 h	6 h	10 h
Gesamt FFS	77,12	105,64	111,42	119,53	116,86	112,23
±	15,42	17,57	19,05	21,57	22,27	20,58
Essigsäure	45,76	51,20	55,19	62,21	64,65	59,12
±	7,35	6,15	8,62	11,25	5,10	1,57
Propionsäure	17,39	26,14	30,72	32,56	32,55	32,86
±	2,22	1,72	3,84	4,88	5,86	0,87
i-Buttersäure	0,64	0,67	0,78	0,97	0,77	0,70
±	0,05	0,15	0,07	0,14	0,11	0,02
n-Buttersäure	11,26	10,77	15,34	17,05	14,86	15,37
±	2,03	2,42	3,84	4,40	1,76	0,78
i.Valeriansäure	0,84	1,01	1,44	1,64	1,26	1,02
±	0,09	0,10	0,12	0,38	0,45	0,09
n-Valeriansäure	1,01	1,25	2,02	2,86	2,05	2,35
±	0,24	0,36	0,58	0,87	0,28	0,08
n-Caprinsäure	0,22	0,35	1,48	2,22	0,71	0,83
±	0,11	0,19	1,71	1,53	0,31	0,05

**Tabelle 31: Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft (mmol/l) bei Grassilage TMR**

Stunden Kennzahlen	vor der Fütterung	nach der Fütterung				
		0,5 h	1,5 h	3 h	6 h	10 h
Gesamt FFS	81,78	165,16	126,24	146,40	112,07	89,05
±	17,52	28,13	23,30	26,84	111,60	18,61
Essigsäure	52,64	80,55	69,38	81,34	66,26	55,26
±	2,52	1,77	3,03	1,17	0,26	4,16
Propionsäure	15,60	22,56	26,30	32,30	27,23	19,96
±	1,20	0,55	3,81	0,47	0,09	3,14
i-Buttersäure	0,63	0,69	0,86	0,74	0,74	0,55
±	0,06	0,02	0,17	0,02	0,01	0,07
n-Buttersäure	10,76	11,80	12,37	12,64	12,80	10,92
±	1,06	0,59	1,73	0,34	0,08	1,49
i.Valeriansäure	0,81	1,00	1,23	1,23	1,98	0,71
±	0,10	0,06	0,23	0,03	0,01	0,10
n-Valeriansäure	0,98	1,25	1,62	1,57	1,98	1,20
±	0,10	0,08	0,26	0,06	0,02	0,21
n-Caprinsäure	0,35	0,56	0,59	0,57	0,60	0,44
±	0,04	0,02	0,04	0,04	0,01	0,09

**Tabelle 32: Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft (mmol/l) bei Maisschrot TMR**

Stunden Kennzahlen	vor der Fütterung	nach der Fütterung				
		0,5 h	1,5 h	3 h	6 h	10 h
Gesamt FFS	115,810	142,130	151,420	108,200	120,100	141,980
±	23,410	28,410	30,390	21,050	24,250	28,460
Essigsäure	70,190	85,950	90,320	63,470	72,910	84,010
±	4,400	1,060	20,500	23,210	5,170	19,850
Propionsäure	25,200	29,720	32,620	23,370	25,260	31,080
±	2,180	2,990	4,020	0,900	5,820	8,290
i-Buttersäure	0,850	0,510	0,910	0,790	0,820	0,940
±	0,100	0,710	0,100	0,100	0,060	0,160
n-Buttersäure	14,200	16,190	17,850	13,760	14,440	17,510
±	0,950	0,760	1,780	1,610	2,520	3,790
i.Valeriansäure	2,170	2,440	2,860	2,710	2,760	3,370
±	0,730	0,410	0,060	0,800	0,360	0,320
n-Valeriansäure	1,870	2,250	2,580	2,350	2,260	2,880
±	0,160	0,010	0,650	0,040	0,660	0,860
n-Caprinsäure	0,840	1,230	1,750	1,750	1,660	2,180
±	0,070	0,230	0,750	0,260	0,550	0,680

## 7.4 Schlussfolgerungen

### 7.4.1 Pressschnitzelfreie und pressschnitzelhaltige TMR

Zwischen beiden TMR bestanden keine Unterschiede in der Futteraufnahme. Aufgrund des hohen Anteils an Pektinen und Hemizellulosen in den Pressschnitzeln wird aber die pressschnitzelhaltige TMR im Pansen länger fermentiert und Pansenfermentationsstörungen vorgebeugt. Der Pansen-pH-Wert fällt erst sechs Stunden nach der Fütterung auf unter 6,5 ab. Bei der pressschnitzelfreien TMR wird dies bereits 30 Minuten nach der Fütterung beobachtet. Auch der nach der Fütterung der pressschnitzelhaltigen TMR gemessene, relativ konstante  $\text{NH}_3$ -Gehalt im Pansensaft charakterisiert die Pansenfermentation in der genannten Weise.

### 7.4.2 Getreidereduzierte und getreidereiche TMR

Getreidereich bedeutet 3,1 kg TM Gerste und getreidearm nur 1,1 kg TM Gerste (Tab. 24). Unterstellt man für beide Rationen die gleiche Futteraufnahme von 22 kg, so werden über die getreidereiche Ration 5,9 kg Stärke und Zucker je Kuh und Tag aufgenommen. Bei der getreidearmen Ration sind es hingegen nur 5,3 kg Stärke und Zucker je Kuh und Tag. Damit lässt sich der stärkere pH-Wert-Abfall bei der getreidereichen TMR bis drei Stunden nach der Fütterung erklären. Der Verlauf des  $\text{NH}_3$ -Gehaltes zeigt zwischen beiden Rationen keine signifikanten Unterschiede.

### 7.4.3 Grassilage TMR und Maisschrot TMR

Es fällt auf, dass bei der Maisschrot TMR der pH-Wert in der Zeit von 0,5 Std. bis 3 Std. nach der Fütterung unter 6,4 abfällt, obwohl die TMR 100 g Natriumbicarbonat je Kuh und Tag enthielt. Die bei der Grassilage erhöhten  $\text{NH}_3$ -Gehalte 0,5 Std. und 3 Std. nach Beginn der Fütterung deuten an, dass die Grassilage wahrscheinlich einen relativ hohen NPN-Anteil aufweist, sodass jeweils kurz nach der Futteraufnahme der  $\text{NH}_3$ -Gehalt stärker ansteigt. Aber auch diese Werte bewegen sich im „Normalbereich“ von 5 bis 15 mmol/l Pansensaft (KIRCHGESSNER 2008).

# 8 Verdaulichkeit von Calciumsalz von Palmfettsäuren unterschiedlicher Mahlfeinheit durch laktierende Milchkühe

Dr. Hans-Joachim Alert - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Dr. Jürgen Voigt - Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere

## 8.1 Einleitung

Zur Verbesserung der Energieversorgung der Milchkühe im Hochleistungsbereich werden zunehmend pansengeschützte, pflanzliche Fette eingesetzt. Bisher gibt es wenig Untersuchungen dazu, inwieweit es dabei durch technische Verfahren gelingt, die ruminale Abbaubarkeit der Fette im Pansen zu verringern. Eine Möglichkeit dazu könnten unterschiedliche Mahlfeinheiten der Futterfette sein. Um dieser Frage nachzugehen, sollte die Verdaulichkeit von HAJENOL-LIPICAFETT in zwei Mahlfeinheiten bei laktierenden Milchkühen bestimmt werden.

## 8.2 Material und Methoden

### 8.2.1 Versuchsanlage

In die Untersuchung wurden folgende Produkte einbezogen:

- Hajenol-Lipicafett grobe Ware, Charge 2008/0506
- Hajenol-Lipicafett feine Ware, Charge p2008/0506

Das Experiment wurde an vier laktierenden Milchkühen in drei Versuchsperioden durchgeführt.

### 8.2.2 Versuchsanlage

Periodenversuch mit Zulagen der Fettpräparate zu einer Grundration (GR).

- Periode 1 Grundration
- Periode 2 Grundration + 800 g Lipicafett grobe Ware
- Periode 2 Grundration + 800 g Lipicafett feine Ware

Jede Periode bestand aus einer 12-tägigen Adaptionszeit und aus einer fünftägigen Periode zur Kotsammlung. Die Versuchsdurchführung zur Ermittlung der Verdaulichkeit erfolgte auf der Grundlage der methodischen Empfehlungen der GfE (1991).

### 8.2.3 Versuchstiere

Vier Milchkühe der Rasse Holstein-Friesian wurden mit gasdichten Pansenfisteln ausgerüstet und befanden sich in der 2. Laktation. Die Haltung erfolgte auf Stoffwechselständen. Die Tiere hatten ständig Zugang zu Wasser. In Periode 3 musste ein Tier wegen zu geringer Futteraufnahme nach Sprunggelenkentzündung aus dem Versuch genommen werden.

**Tabelle 33: Lebendmasse und Milchleistung der Kühe**

Kuh	LM			Laktationstage			FCM kg/d	
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2/P3
06277	630	638		201	218		34,1	
17105	632	649	640	278	295	324	39,4	36,2
89072	633	658	663	176	193	222	34,8	30,9
89073	647	677	669	62	79	108	35,9	37,2

### 8.2.4 Rationen und Fütterung

Die Ration wurde als totale Mischration (TMR) täglich um 06:00 Uhr und 16:00 Uhr zu gleichen Anteilen verabfolgt. Die TMR wurde für jedes Tier in Foliensäcke für jeweils eine Woche eingewogen und in der Kühlzelle bei 4 °C bis zur Fütterung gelagert. Während der Einwaage wurden aliquote Proben von allen Komponenten für die chemische Analyse entnommen.

**Tabelle 34: Zusammensetzung der Rationen**

	Periode 1 GR	Periode 2 GR + LF <sub>grob</sub>	Periode 3 GR + LF <sub>fein</sub>
TMR <sup>a</sup> , kg x Kuh <sup>-1</sup> x d <sup>-1</sup>	50,0	51,0	50,0
Mineralstoffgemisch	0,2	0,2	0,2
Fettsupplement, kg/d	0,0	0,8	0,8
Tr.-Subst., kg x Kuh <sup>-1</sup> x d <sup>-1</sup>	24,25	24,41	24,54
Rohfaser, g/kg TS	169	158	182
Stärke, g/kg TS	246	247	211
Rohprotein, g/kg TS	157	152	142
Rohfett, g/kg TS	35	61	58

<sup>a</sup> Totale Mischration (48 % Maissilage, 12,0 % Grassilage, 3,2 % Heu, 2,4 % Rapsextraktionsschrot, 3,2 % Sojaextraktionsschrot, 6,4 % Milchleistungsfutter, 8,0 % Gerste, 4,4 % Pressschnitzel und 0,4 % Mineralstoffgemisch in der Originalsubstanz).

GR = Grundration

GR + LF<sub>grob</sub> = GR + Lipicafett grobe Ware

GR + LF<sub>fein</sub>R + Lipicafett feine Ware

### 8.2.5 Analysemethoden

Die Kotproben wurden nach Weender, wie im Methodenbuch 3 VDLUFA beschrieben, analysiert. Die Stickstoffbestimmung erfolgte nach Dumas. In den Futterproben wurden die Nährstoffe mittels NIR-Technik ermittelt.

### 8.2.6 Berechnungen

Die Berechnungen der Fettverdaulichkeit der Präparate erfolgten durch Differenzbildung zur Grundration für jedes Tier wie folgt: Fettaufnahme aus dem Supplement – (Gesamt – Kotfett – Kotfett der Grundration) Fettaufnahme aus dem Supplement. Statistik (t – Test für abhängige Stichproben) mittels SPSS, Vers. 10.

## 8.3 Ergebnisse

Die Kühe nahmen durch die Fettzulage zusätzlich 665 g Fett mit der Tagesration auf. Dadurch erhöhte sich die Fettkonzentration in der Trockensubstanz der Rationen von 3,5 auf 6,0 %. Die TMR wurde in allen Versuchsperioden problemlos aufgenommen, sodass nur vereinzelt geringfügige Futterreste vorhanden waren.

Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen aufgeführt. Im Vergleich zur Grundration wurde durch die Zulage beider Fettchargen die scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz und des Rohfettes signifikant erhöht ( $P < 0,05$ ). LFfein erhöhte die Verdaulichkeit der Stärke um zwei Einheiten (Tabelle 35). In der Verdaulichkeit des zugelegten Fettes bestand zwischen den Mahleinheiten keine signifikante Differenz (Tabelle 36).

**Tabelle 35: Verdaulichkeit der Nährstoffe (Mittelwerte ± Standardabweichung; n = 4, bei GR + LFfein n = 3**

	GR	GR + LFgrob	GR + LFfein
Tr.-Subst., %	66,8 ± 0,5	67,2 ± 0,4	67,9 ± 0,1
Org. Substanz, %	64,5 <sup>a</sup> ± 0,5	66,2 <sup>b</sup> ± 0,5	67,0 <sup>b</sup> ± 0,1
Stärke, %	94,7 <sup>a</sup> ± 0,7	95,9a ± 1,1	96,9 <sup>b</sup> ± 0,4
Rohprotein, %	62,0 ± 1,4	61,4 ± 1,4	61,3 ± 0,4
<b>Rohfett, %</b>			
Kuh 06277	67,4	73,8	
Kuh 17105	60,2	67,5	73,9
Kuh 89072	61,2	75,5	70,6
Kuh 89073	65,6	73,7	73,1
<b>Mittelwert</b>	<b>63,6<sup>a</sup> ± 3,4</b>	<b>72,6<sup>b</sup> ± 3,5</b>	<b>72,5<sup>b</sup> ± 1,7</b>

<sup>a, b</sup> Werte innerhalb einer Zeile mit verschiedenen Buchstaben sind signifikant verschieden (P < 0,05; gepaarter t – Test)

**Tabelle 36: Verdaulichkeit des Fettes der Mahlchargen**

Versuchstier	LIPICAFETT grobe Ware Charge 2008/0506 (n = 4)	LIPICAFETT feine Ware Charge P2008/0506 (n = 3)
Kuh 06277	82,9	
Kuh 17105	78,2	94,6
Kuh 89072	93,8	85,9
Kuh 89073	84,6	86,0
Mittelwert ± Sx	85,5 ± 7,8	88,8 ± 5,0

## 8.4 Diskussion und Schlussfolgerung

Die scheinbare Verdaulichkeit des Fettes der Rationen wurde durch die Fettzulage erwartungsgemäß signifikant erhöht und war zwischen den geprüften Produkten nahezu identisch (Tabelle 36). Die Erhöhung um knapp 10 Einheiten wirkte sich auch auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz aus.

Die durch Differenzrechnung ermittelte Verdaulichkeit des Lipicafettes, die der wahren Verdaulichkeit nahekommt, war zwischen den beiden Chargen des Lipicafettes nicht signifikant verschieden (Tabelle 36). Im Vergleich zu früheren Messungen an jungen, wachsenden Bullen mit einem Ernährungsniveau von 1,2 wurden beide Chargen bei den laktierenden Milchkühen (Ernährungsniveau 4,5) um 7 bis 10 Einheiten höher verdaut (Tabelle 36). Offensichtlich sind der voll ausgebildete Verdauungstrakt und der höhere Nährstoffbedarf der Tiere dafür als Ursache anzusehen.

Auf der Grundlage dieser Verdaulichkeitsmesswerte an laktierenden Kühen kann die Energiekonzentration der Produkte geschätzt werden. Die Werte sind zusammenfassend in Tabelle 37 aufgeführt. Danach besitzt 1 kg Lipicafett beider Mahlchargen eine Energiekonzentration von 18,4 MJ NEL. Das entspricht dem Bedarf von 5,9 kg FCM.

**Tabelle 37: Energiekonzentration der untersuchten Lipicafettchargen**

	LIPICAFETT grobe Ware Charge 2008/0506 (n = 4)	LIPICAFETT feine Ware Charge P2008/0506 (n = 3)
Fettgehalt, g/kg	840	840
Verdaulichkeit des Fettes, %	85,5 ± 7,8	88,8 ± 5,0
Verdauliches Fett, g/kg	718	746
Umsetzbare Energie, MJ/kg <sup>a</sup>	25,0	26,0
NEL. MJ/kg <sup>b</sup>	18,0	18,7

<sup>a</sup> 0,0348 x verdauliches Fett (HOFFMANN 1996)

<sup>b</sup> umsetzbare Energie x 0,72 (HOFFMANN 1996)

## 9 Zusammenfassung

Dr. Hans-Joachim Alert, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

In einem Gruppenfütterungsversuch mit Milchkühen im Hochleistungsbereich wurden in der TMR 20 % Pressschlempe eingesetzt (5,2 kg TM je Kuh und Tag). Die Milchleistung wurde dadurch nicht verringert, obwohl durch die Schlempe die Komponenten Rapsextraktionsschrot, Quetschgerste und Weizenkleie vollständig ersetzt wurden und der Sojaextraktionsschroteinsatz um 50 % gesenkt werden konnte.

Nach in situ-Untersuchungen zum Proteinabbau der Schlempe im Pansen besitzt Roggenpressschlempe einen UDP-Anteil von 43 % und Weizentrockenschlempe von nur 25 %, bei einer angenommenen Passagerate von 8 % pro Stunde, wie sie für den Hochleistungsbereich zu veranschlagen ist. Diese Unterschiede im UDP-Anteil sind bei der Rationsgestaltung zu berücksichtigen.

Im Rahmen eines Mehrländerprojekts wurde der energetische Futterwert von Roggenpressschlempe in Hammelversuchen bestimmt. Die in der vorliegenden Arbeit ermittelten NEL-Gehalte für Pressschlempe lagen bei 5,3 bzw. 5,5 MJ NEL je kg TM.

Der Einsatz von 310 g Rohglyzerin im Vergleich zu 250 g Propylenglykol je Kuh und Tag über die TMR in der Früh-laktation führte bei der glyzerinhaltigen TMR nur zu einer geringfügigen Erhöhung der Futteraufnahme von 0,4 kg TM je Kuh und Tag. Die Milchleistung wurde dadurch nicht erhöht.

In Verlaufsuntersuchungen zur Pansenfermentation konnte eine günstige Wirkung von Pressschnitzeln auf den Pansensaft-pH-Wert und die NH<sub>3</sub>-Freisetzung im Pansensaft nachgewiesen werden.

Bei erhöhten Stärkegehalten in der Ration Maisschroteinsatz in der TMR sollten 100 g Natriumbicarbonat je Kuh und Tag über die TMR angeboten werden, um ein längerfristiges Absinken des Pansen-pH-Wertes unter 6 zu verhindern, denn dann spricht man von Pansenazidose (JEROCH et al.2008).

In Verdauungsversuchen mit Kühen ergab sich für Lipicafett eine Energiekonzentration von 18,4 MJ NEL/kg.

# 10 Literaturverzeichnis

- ALERT, H.-J., HIENDL, J.-G., ZEYNER, A. (2008): Einfluss von Rapsextraktionsschrot, Roggenpressschlempe bzw. Weizen/Getreidetrockenschlempe auf die Pansenfermentation bei Milchkühen. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, Tagungsunterlage 40-44
- ALERT, H.-J., LOSANO, B., PRIEBER, R. (2007): Energetische Bewertung von Roggenpressschlempe beim Wiederkäuer 119. VDLUFA-Kongress, Göttingen Kurzfassungen der Referate, 105
- ALERT, H.-J., FRÖHLICH, B. (2008): Propylenglykol bzw. Glycerin als TMR-Bestandteil oder Futterabrufkomponente bei Milchkühen. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, Tagungsunterlagen, 62-66
- ALERT, H.-J., FRÖHLICH, B., HIENDL, J.-G., ZEYNER, A. (2007): Einsatz von Roggenpressschlempe als TMR-Komponente bei Milchkühen, Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, Tagungsunterlagen, 36-38
- ALERT, H.-J., LOSANO, B., PRIEBER, R. (2007): Energetische Bewertung von Roggenpressschlempe und Pressschnitzelsilage im Hammeltest. 119. VDLUFA-KONGRESS, Göttingen, Kurzfassungen der Referate, 105
- ENGELHARD, T. (2008): Persönliche Mitteilung
- ENGELHARD, T., STEINHÖFEL, O. (2006): Roggenpressschlempe: Neues Safffutter auf dem Fütterungsplan, dlz, H 2, 114 – 116
- GfE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1991): Leitlinien zur Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern, J.anim. Physiol. A. Anim. Nutr. 65, 229- 234
- GfE (2001) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder, DLG-Verlag, Frankfurt/Main
- GIRSCHEWSKI, H., VOIGT, J., PIATKOWSKI, B. (1977): Untersuchungen über Vorkommen, Erfassung und Behandlung der subklinischen Ketose bei Hochleistungskühen, Monatshefte für Veterinärmedizin 32,6, 201-203
- HIENDL, J.-G., ALERT, H.-J., SÜDEKUM, K.-H., GABEL, M., ZEYNER, A. (2007): Rohproteinabbau von Roggenpressschlempe und Weizen/Getreidetrockenschlempe im Pansen von Milchkühen im Vergleich zu Soja- und Rapsprodukten (Degradation of crude protein from differend feedstuffs in the rumen of diary cows meanured sacco). 13th International Conference Production Diseases in farm Animals, Leipzig, Proceedings, 308
- HOFFMANN, M., STEINHÖFEL, O. (2010): Futtermittelspezifische Restriktionen, 5. Auflage, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH München, 48 Seiten
- JEROCH, H., DROCHNER, W., SIMON, O. (2008): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere, 2. überarbeitete Auflage, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 118, 555 Seiten
- KIRCHGESSNER, M. (2008): Tierernährung, 12. neu überarbeitete Auflage, DLG-Verlag Frankfurt/Main, 111, 635 Seiten
- KLUTH, H., BOGUHN, J., BULANG, M., ALERT, H.-J. (2008): „Pressschnitzel: Das Neueste aus der Verbundforschung“ Tagungsunterlagen, 2. Fachtagung Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 20.02.2008 Halle/Saale
- MADSEN, J., HVELPLUND, T. (1994): Prediction of in situ degradability in the rumen. Results of a European ringtest. Livest. Prod. Sci. 39, 201- 212
- ØRSKOV, E. R., MCDONALD, I. (1979): The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agriculture Science 92: 499-503
- PIATKOWSKI, B., STEGER, H., GIRSCHEWSKI, H., VOIGT, J. (1973): Einfluss der Fütterung auf die Gesundheit frischlaktierender Kühe unter besonderer Berücksichtigung der Ketose, Tierzucht 27, 14, 427-428
- PIATKOWSKI, B., VOIGT, J., GIRSCHEWSKI, H., STEGER, H. (1974): Zur Feststellung und Behandlung der subklinischen Ketose bei Milchkühen, Monatshefte für Veterinärmedizin 29, 14, 532-534
- PIEPER, R., RADKE, M., GABEL, M., PIEPER, B. (2005): Kritische Betrachtungen zur Energieversorgung der Milchkühe bei hohen Leistungen, Übersicht Tierernährung 33, 17-35
- SCHWARZ, F. J., SÜDEKUM, K.-H., KAMPHUES, J. (2005): Beiträge zum Workshop Nutzung der in situ-Technik zur Schätzung von Futterwertmerkmalen für Wiederkäuer 117. VDLUFA-Kongress 2005, Bonn Übersicht Tierernährung 33, 69 – 70 ,Sonderdruck, H11, 1- 5
- STAUFENBIEL, R. (2007): Pansenfermentationsstörung und Pansenazidose - zwei grundlegende fütterungsbedingte Tiergesundheitsstörungen in der Milchkuhhaltung, REKASAN-Journal, 14. Jg., H27/28, 9- 14

- STEINGASS, H., LEBERL, P. (2008): In vitro-Verfahren - Eine notwendige Ergänzung zur Nährstoffanalytik bei Futtermitteln  
Übersicht Tierernährung 36, 31 – 46
- STEINHÖFEL, O., ENGELHARD, T. (2006): Untersuchungen zur Lagerung, Konservierung und Fütterung von Roggenpressschlempe  
aus der Bioethanolherstellung an Milchrinder, Forum angewandte Forschung, Fulda, Tagungsunterlagen, 79-83
- STEINHÖFEL, O., WEBER, U., ALERT, H.-J. (2005): Je früher, desto besser, DLZ-Agrarmagazin
- VOIGT, J., PIATKOWSKI, B. (1973): Stoffwechsel von Propylenglycol im Pansen von Kühen, Arch. Tierernährung 23,4 323-327

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
Telefon: + 49 351 2612-0  
Telefax: + 49 351 2612-1099  
E-Mail: [lfulg@smul.sachsen.de](mailto:lfulg@smul.sachsen.de)  
[www.smul.sachsen.de/lfulg](http://www.smul.sachsen.de/lfulg)

**Autoren:**

Dr. Hans-Joachim Alert, Brigitte Fröhlich, Dr. Olaf Steinhöfel  
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Johannes Hiendl  
Universität Leipzig, Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik  
Prof. Dr. Karl-Heinz Südekum  
Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften  
Prof. Dr. Annette Zeyner, Prof. Dr. Martin Gabel  
Universität Rostock, Institut für Nutztierwissenschaften und Technologie  
Dr. Bernd Losand  
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern  
Dr. Reinhard Pribe  
Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung  
Brandenburg  
Dr. Udo Weber  
Budissa Agroservice GmbH, Kleinbautzen  
Dr. Jürgen Voigt  
Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Dummerstorf

**Redaktion:**

LfULG, Abteilung Tierische Erzeugung/Referat Tierhaltung, Fütterung  
Dr. Hans-Joachim Alert  
Telefon: + 49 34222 46-2201  
Telefax: + 49 34222 46-2099  
E-Mail: [joachim.alert@smul.sachsen.de](mailto:joachim.alert@smul.sachsen.de)

**Redaktionsschluss:**

31.08.2010

**ISSN:**

1867-2868

**Hinweis:**

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF unter <http://www.smul.sachsen.de/lfulg/6447.htm> heruntergeladen werden.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.