

Proteinabbau einheimischer Futtermittel im Pansen

Schriftenreihe, Heft 15/2013



Proteinabbau einheimischer Futtermittel im Pansen

Dr. Hans-Joachim Alert

1	Problemstellung.....	7
2	Vorhabensziel	9
3	Durchgeführte Arbeiten (zum Teil bundesländerübergreifend).....	10
3.1	Ruminaler Nährstoffabbau von Einzelfuttermitteln nach der in situ-Methode.....	10
3.1.1	Ermittlung des ruminalen Trockenmasse- und Rohproteinabbaus der einheimischen Proteinfuttermittel Rapsextraktionsschrot, Rapskuchen und Roggenpressschlempe im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot.....	10
3.1.2	Ermittlung des ruminalen Trockenmasse- und Stärkeabbaus bei trockenem und feucht konserviertem Körnermais	14
3.1.3	Schätzung der in situ-Abbauparameter des Rohproteins und UDP-Berechnung von jeweils drei Sorten Ackerbohnen, Körnerfuttererbsen und blauer Lupine	16
3.1.4	Schätzung der in situ-Abbauparameter des Rohproteins und UDP-Berechnung bei Rotschwingel (Reinsaat) und Leguminosen-Gras-Gemengen.....	17
3.2	Bestimmung der TMR bezogenen Pansenstoffkennzahlen pH-Wert, NH ₃ -Gehalt und Gehalt an flüchtigen Fettsäuren in der Hochleistungsphase der Milchkühe	20
3.2.1	Einsatz von Rapsextraktionsschrot, Roggenpressschlempe bzw. Weizen/Gerste-Trockenschlempe in der TMR .	20
3.2.2	Einsatz von Körnermaisschrot (trocken bzw. feucht) in der TMR	21
3.2.3	Einsatz von geschütztem Sojaextraktionsschrot in der TMR	23
3.2.4	Vollständiger Ersatz von Sojaextraktionsschrot in der TMR durch verschiedene Rapsprodukte (Rapsexpeller, Goldraps, Wisan Raps, micronisierte Rapssaat.....	24
4	Zusammenfassung	31
	Literatur	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Erforderlicher Gehalt an nutzbarem Eiweiß (nXP) in der Gesamtration	8
Abbildung 2:	Prinzipieller Ablauf der Pansenbeuteltechnik (in situ-Methode) nach einer Vorlage des Instituts für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie der Universität Kiel (2001).....	11
Abbildung 3:	Ruminale Abbaubarkeit des Rohproteins von Schlempen, Soja- und Rapsextraktionsschrot sowie Rapskuchen.....	13
Abbildung 4:	Ruminaler Stärkeabbau im Pansen von geschrotetem Körnermais (trocken und feucht)	15
Abbildung 5:	Verminderte NH ₃ -Freisetzung im Pansensaft bei Einsatz von SoyPass 50 (Versuch) im Vergleich zu HP-SES (Kontrolle).....	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Abbaubarkeit des Futterproteins im Pansen (ermittelt auf der Basis von in vivo-Versuchen)	9
Tabelle 2:	Rohproteingehalte der untersuchten Futtermittel (lt. Analyse, 88 % T)	12
Tabelle 3:	Ermittelter UDP-Gehalt der untersuchten Futtermittel (UDP 5)	13
Tabelle 4:	Ermittelte Abbauparameter bei der in situ-Methode	15
Tabelle 5:	Ergebnisse der UDP-Schätzung bei drei Sorten Ackerbohnen, Körnererbsen und blaue Lupinen	17
Tabelle 6:	Effektiver RP-Abbau nach der in situ-Methode im Pansen und der chemischen Fraktionierung bei angenommenen Passageraten von 2, 4, 5, 6, 8 %/h (UDP2, 4, 5, 6, 8).....	19
Tabelle 7:	Zusammensetzung der Versuchsrationen je Kuh und Tag (TM)	21
Tabelle 8:	Zusammensetzung und Gehaltswerte der am ZTT Iden bzw. LVG Köllitsch eingesetzten TMR	22
Tabelle 9:	pH-Wert-Verlauf im Pansensaft bei Einsatz von trockenem bzw. feuchtem Körnermais in der TMR, 1. Messperiode	22
Tabelle 10:	pH-Wert-Verlauf im Pansensaft bei Einsatz von trockenem bzw. feuchtem Körnermais in der TMR, 2. Messperiode	23
Tabelle 11:	TMR-Vergleich der Rohnährstoff- und Energiegehalte.....	24
Tabelle 12:	Nährstoff- und NEL-Gehalt der in den beiden Versuchen eingesetzten Rapsprodukte (je kg TM)	25
Tabelle 13:	Zusammensetzung- und NEL-Gehalt der von der Agrar GmbH „Steinerne Heide“ Großgeschwenda für die pansenphysiologischen Untersuchungen bereitgestellten TMR	25
Tabelle 14:	Einfluss der Fütterung von Rapskuchen bzw. Rapssaat auf das Fettsäuremuster der Milch	27
Tabelle 15:	Kumulative Trockenmasseaufnahme und pH-Wert sowie NH ₃ -Konzentrationsverlauf (mmol/l) im Pansensaft nach der Morgenfütterung (Mittelwert von vier Kühen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen)	29
Tabelle 16:	Anteil flüchtiger Fettsäuren im Pansensaft (mmol/l) nach Einsatz von micronisierter Rapssaat bzw. Rapskuchen	30

Abkürzungsverzeichnis

N	Stickstoff
XP	Rohprotein
nXP	nutzbares Rohprotein
UDP	im Pansen unabbaubares Rohprotein
RNB	ruminale Stickstoff-Bilanz
ED	effektive Abbaubarkeit
in situ	Nylonbeutelmethode

1 Problemstellung

Fortschritte in der Rinderzucht, -haltung und -fütterung haben in den letzten Jahren zu beachtlichen Leistungssteigerungen der Milchkühe geführt. Mit steigenden Milchleistungen erhöhen sich die Ansprüche an die Syntheseleistungen der Kühe, d. h. an verschiedene Organe und Gewebe beträchtlich. Milchleistungen von über 30 kg/Tier charakterisieren heute das Leistungsniveau. Oft ist es dabei nur schwer möglich, die Protein- und Energieversorgung dem gewachsenen Bedarf der Hochleistungstiere anzupassen. Vor allem im ersten Laktationsdrittel bleibt das Futteraufnahmevermögen der Kühe hinter dem Energiebedarf zurück. Das daraus resultierende Energie- und Proteindefizit wird von den Tieren teilweise durch Mobilisierung von Körpersubstanz ausgeglichen. Ketotische Stoffwechsellagen, Leberschäden und damit verbundene Minderleistungen sowie Reproduktionsstörungen können die Folgen sein. Die Wirtschaftlichkeit und die Forderung nach minimaler Belastung der Umwelt durch die Tiere verlangt eine möglichst genaue Deckung des Energie- und Proteinbedarfs von Hochleistungskühen.

Weil der Proteinstoffwechsel beim Wiederkäuer sehr kompliziert ist, ist das Rohprotein bei hohen Leistungen kein geeigneter Maßstab für die Beurteilung der Proteinversorgung der Milchkühe. Deshalb wurde 1997 von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) für Milchkühe ein neues Proteinbewertungssystem eingeführt, das in die DLG-Futterwerttabellen (1997) aufgenommen wurde. Danach hat jedes Futtermittel drei Kennzahlen:

- Nutzbares Rohprotein (nXP)
- Unabbaubares Futterprotein (UDP)
- Ruminale Stickstoff-Bilanz (RNB)

Mit allen drei Werten muss gerechnet werden. Das nutzbare Rohprotein ist die Rohproteinmenge, die am Dünndarm vorhanden ist. Es besteht aus dem im Pansen gebildeten Mikrobenprotein und dem unabgebauten Futterprotein, das bei den einzelnen Futtermitteln sehr unterschiedlich ist. In den Futterwerttabellen (DLG 1997) ist es in 5 %-Schritten angegeben. Die Anteile liegen zwischen 5 und 65 %.

Nur wenn bekannt ist, ob neben der notwendigen Energiemenge im Pansen auch genügend Stickstoff für die Bildung von Bakterienprotein vorhanden ist, steht die berechnete Bakterienproteinmenge am Dünndarm zur Verfügung. In der Mehrzahl der Milchkuhrationen ist die Energieversorgung der begrenzende Faktor. Bei Leistungen ab 40 kg/Tag wird in zunehmendem Maße aber auch die Proteinversorgung kritisch (RNB). Wie monogastrische Nutztiere haben auch Wiederkäuer letztlich einen Bedarf an essentiellen Aminosäuren im Dünndarm. Zurzeit ist es noch nicht möglich, völlig abgesicherte Fütterungsempfehlungen zu geben, die den Aminosäurebedarf beschreiben (SPIEKERS & RODEHUTSCORD 1999). Insbesondere Herstellerfirmen für Aminosäuren versuchen, über Rechenprogramme auch für Kühe den Bedarf an umsetzbaren Aminosäuren zu kalkulieren (z. B. Degussa AG 1999). Danach befindet sich bei Hochleistungskühen häufig Methionin im Minimum (MÜLLER 1996). Erst wenn eine genauere und zuverlässigere Bewertung der Futtermittel erreicht ist und die Vorhersage der Futteraufnahme präzisiert wird, können dynamische Tierversorgungsmodelle entwickelt werden.

Der erforderliche milchleistungsabhängige Gehalt an nutzbarem Rohprotein (nXP) in der Gesamtration wird von SPIEKERS & EDMUNDS (2012) in Abbildung 1 dargestellt.

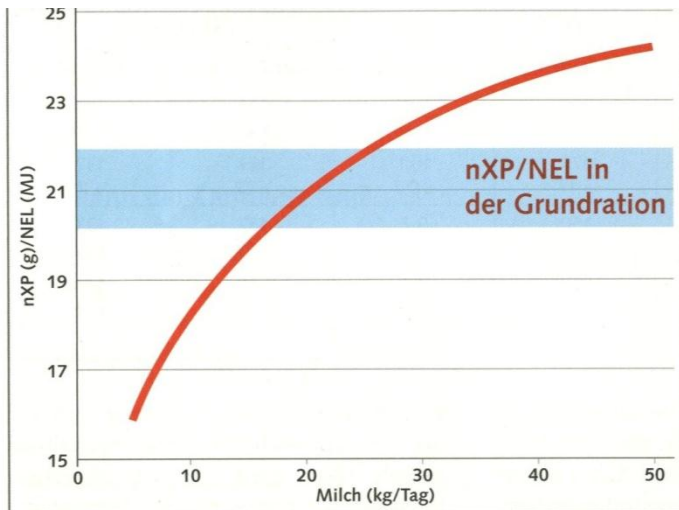


Abbildung 1: Erforderlicher Gehalt an nutzbarem Eiweiß (nXP) in der Gesamtration

Quelle: SPIEKERS & EDMUNDS (2012)

Über die Variation des Futterproteinanteils, der den Pansen unabgebaut verlässt, ist es möglich, die Rohproteinanflutung am Dünndarm bei gleichem Rohproteingehalt der Ration zu beeinflussen (VOGT & HAGEMASTER 1997).

Die Stabilität des Rohproteins von Rationen sollte bei Hochleistungskühen nicht unter 30 % liegen. Für die Kuh sind die Aminosäuren aus dem Mikrobenprotein und die Aminosäuren aus dem unabgebauten Futterprotein die wichtigsten Aminosäurequellen. Die Aminosäurenversorgung der Hochleistungskuh wird nach FLACHOWSKY & LEBZIEN (1999) durch folgende Parameter beeinflusst:

- Energieversorgung
- Aminosäurenprofil des Proteins
- Mikrobenproteinsynthese
- Abbauraten des Rohproteins
- Verdaulichkeit des Rohproteins im Dünndarm
- Zu- und Abfluss aus dem Körperprotein

Weil es mit herkömmlichen Futtermitteln nicht möglich ist, das Aminosäuremuster des Dünndarmproteins mit dem des Milchproteins in Übereinstimmung zu bringen (ideales Protein), werden neuerdings verstärkt pansengeschützte Proteinfuttermittel bzw. pansengeschützte Aminosäuren eingesetzt. Durch technische und chemische Behandlung kann der Abbau des Futtereweißes in den Vormägen vermindert werden (DLG 1984; SPIEKERS 1988; SPIEKERS & POTTHAST 2004).

Bei der weltweit zunehmenden Rohstoffverknappung gilt es, durch die verstärkte Nutzung einheimischer Futtermittel nachhaltig Versorgungssicherheit zu garantieren. Die gestiegenen Einzelfuttermittelpreise und die politische Diskussion über Regelungen für den Umgang und die Zulassung von Produkten aus gentechnisch veränderten Futterpflanzen, insbesondere Soja, führen z. T. zur Verunsicherung der Tierhalter. Etwa 70 % des pflanzlichen Eiweißbedarfs der EU werden größtenteils als Soja aus Brasilien, Argentinien und den USA importiert. Für Deutschland waren es 2010 6,8 Mio. Tonnen (WEHLING et al. 2012).

Der Abbau von Kohlenhydraten im Vormagen und Darm hat entscheidende Auswirkungen auf die Futteraufnahme und damit auf die Versorgung der Kuh mit Energie und Nährstoffen, wovon Leistung und Gesundheit der Kühe beeinflusst werden. Neben dem Abbau des Proteins im Rahmen der Proteinbewertung werden daher heute auch Kohlenhydratabbau und Gleichzeitigkeit des Abbaus der Nährstoffe betrachtet (Synchronismus). Eine nicht zeitgleich erfolgende Freisetzung von Energie und N liefernden Verbindungen im Pansen ist grundsätzlich verbunden entweder mit N-Verlusten in Form von Ammoniak, der aus dem Pansen in die Blutbahn gelangt und nach Harnstoffbildung in der Leber vor allem über die Nieren mit dem Harn ausgeschieden wird, oder mit einer geringen Menge an mikrobiell gebildetem Protein.

2 Vorhabensziel

Das Rohprotein ausgewählter einheimischer Futtermittel bezüglich der Eignung zur Proteinversorgung der Milchkühe im Hochleistungsbereich soll bewertet werden. SÜDEKUM (2002, 2005) hält dafür die Anwendung der in situ-Technik für erforderlich. Die ruminalen Abbaucharakteristiken von Futtermitteln müssen zukünftig besser als bisher in der Futterwertschätzung für Wiederkäuer Verwendung finden. Die Angaben in Tabelle 1 sind zu präzisieren und zu erweitern.

Tabelle 1: Abbaubarkeit des Futterproteins im Pansen (ermittelt auf der Basis von in vivo-Versuchen)

65 (55 – 75) %	75 (65 – 85) %	85 (75 – 95) %
Trockengrün	Maissilage	Frischgras
Sojaextraktionsschrot	Sonnenblumenextraktionsschrot	Grassilage
Baumwollsaatextraktionsschrot	Sonnenblumenexpeller	Heu
Baumwollsaatexpeller	Erdnussextraktionsschrot	Weizen (Korn)
Trockenschnitzel	Erdnussexpeller	Hafer (Korn)
Maiskleber	Palmkernextraktionsschrot	Gerste (Korn)
Biertreber	Palmkernexpeller	Ackerbohnen
Mais (Korn)	Rapsextraktionsschrot	
	Maiskeimschrot	
	Maiskleberfutter	
	Hefe	

Quelle: KIRCHGESSNER (2011)

Zur Schätzung des nutzbaren Proteins muss die intraruminale Abbaurate des Rohproteins bekannt sein. Die bisher vorliegenden Proteinabbauraten der Futtermittel im Pansen variieren z. T. erheblich, sodass derzeit UDP und nXP oft fehlerhaft geschätzt werden. Weil das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie 2007 erfolgreich an einem Ringversuch zur Ermittlung des intraruminalen Proteinabbaus teilgenommen hat (Leiter des Ringversuches: Prof. Schwarz, Technische Universität München), war eine wesentliche Voraussetzung zur Bearbeitung der Thematik erfüllt. Im Ergebnis des Ringversuches stand eine überarbeitete Methodenvorschrift, die im vorliegenden Projekt angewendet wurde.

Die vorgesehenen Untersuchungen sollen helfen, die Milchkühe in der Hochleistungsphase mit einer konzentrierten, aber noch ausreichend strukturierten Ration zu versorgen als Voraussetzung für Gesundheit und Leistungsfähigkeit. Dafür ist es wichtig, sowohl das ruminale Abbauverhalten einzelner Futtermittel als auch den Einfluss einzelner Futtermittel auf die Pansenfermentation im Rahmen einer Ration bei hoher Milchleistung zu kennen. SPIEKERS & EDMUNDS (2012) verweisen diesbezüglich auf die große Bedeutung der Silagequalitäten und geben als Zielstellung an, dass der Anteil des Reinprotein-N in der Silage über 50 % des Gesamt-N liegen sollte.

Für das genannte Vorhaben wurden im Lehr- und Versuchsgut (LVG) Köllitsch folgende Versuchskühe genutzt:

- zwei bzw. drei permanent trockenstehende, zuchtuntaugliche Kühe mit großer permanenter Pansenfistel zur Durchführung der Pansenbeuteltechnik (in situ)
- vier laktierende Kühe mit kleiner permanenter Pansenfistel zur Pansensaftprobenahme für die Bestimmung von Fermentationsparametern

3 Durchgeführte Arbeiten (zum Teil bundesländerübergreifend)

3.1 Ruminaler Nährstoffabbau von Einzelfuttermitteln nach der in situ-Methode

3.1.1 Ermittlung des ruminalen Trockenmasse- und Rohproteinabbaus der einheimischen Proteinfuttermittel Rapsextraktionsschrot, Rapskuchen und Roggenpressschlempe im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot

In Zusammenarbeit mit: Universität Leipzig, Universität Rostock

Der zunehmende Einsatz pflanzlicher Rohstoffe in der Treibstoffproduktion macht eine zuverlässige nutritive Einschätzung der dabei anfallenden Nebenprodukte notwendig, weil diese meist zur Verfütterung an landwirtschaftliche Nutztiere verwendet werden.

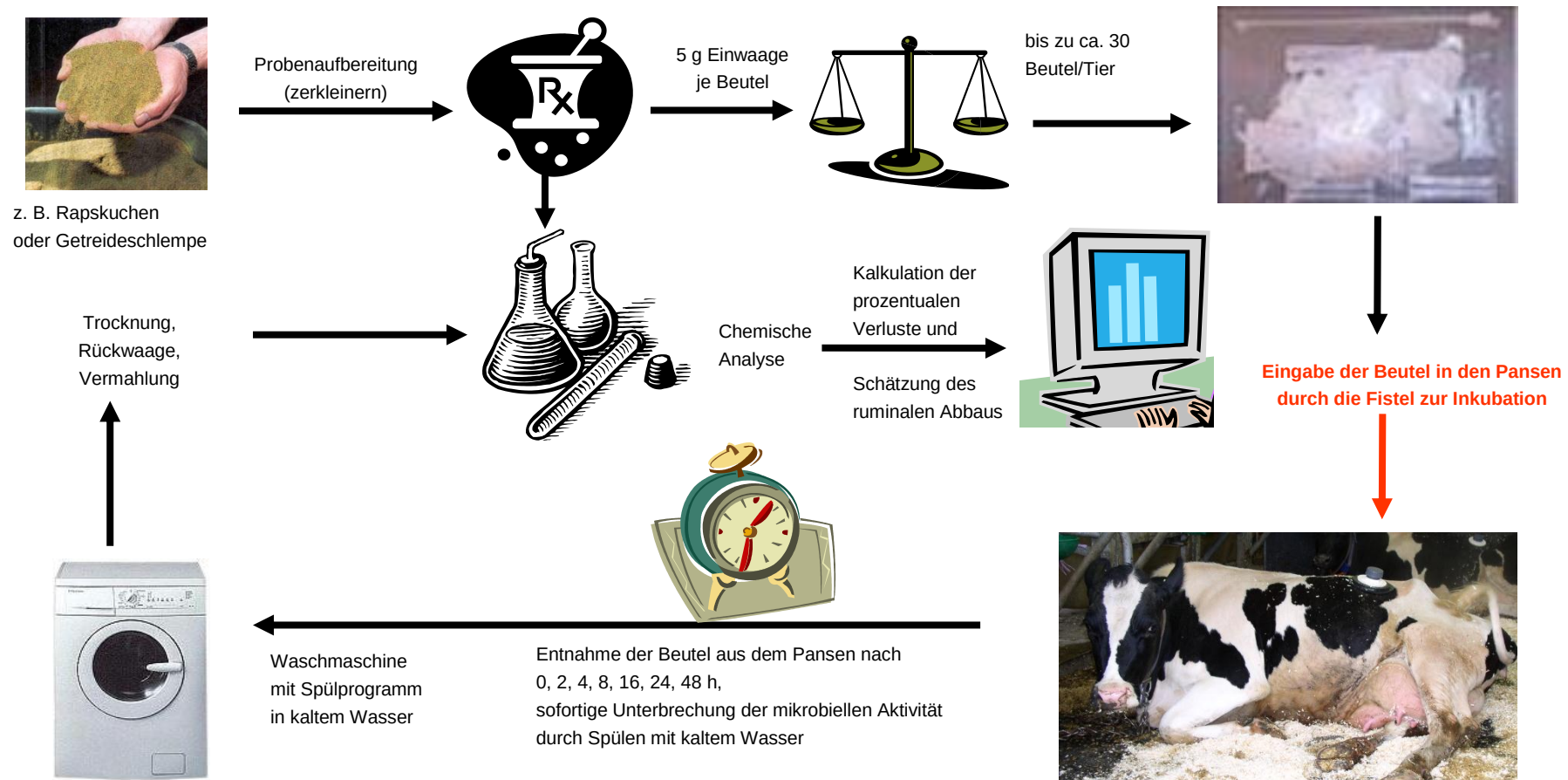


Abbildung 2: Prinzipieller Ablauf der Pansenbeuteltechnik (in situ-Methode) nach einer Vorlage des Instituts für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie der Universität Kiel (2001)

Mit Hilfe von zwei bzw. drei trockenstehenden pansenfistulierten Kühen der Rasse Holstein Friesian im LVG Köllitsch wurde die scheinbare ruminale Abbaubarkeit von Rohprotein, in Anlehnung an MADSEN & HVELPLUND (1994), nach der in situ-Methode untersucht (HIENDL et al. 2009; HIENDL 2010). Den prinzipiellen Ablauf dazu zeigt Abbildung 2. Dabei kamen folgende Futtermittel zum Einsatz:

- Roggenpressschlempe
- Trockenschlempe (Ausgangskomponenten 85 % Weizen, 15 % Gerste)
- Rapskuchen
- Rapsextraktionsschrot
- Sojaextraktionsschrot

Die Rapsprodukte stammten aus der Ölmühle Riesa, beide aus derselben Produktionscharge. Die Roggenpressschlempe lieferte das Bioethanolwerk Zörbig, die Trockenschlempe das Werk in Zeitz.

Tabelle 2: Rohproteingehalte der untersuchten Futtermittel (lt. Analyse, 88 % T)

Futtermittel	Roggenpressschlempe	Weizen/Gerste-Trockenschlempe	Rapskuchen	Rapsextraktions-schrot	Sojaextraktions-schrot
XP (% TS)	22,8	38,7	30,8	39,5	55,1

Tabelle 2 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 (ORSKOV & 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⁻¹]
t = Inkubationszeit [h]

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

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

Bei der Pansenpassagerate (k [%/h]) wurde ein Wert von 5 %/h angenommen wegen der Vergleichbarkeit mit bereits tabellierten Werten (DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer 1997).

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

Ergebnisse

Abbildung 3 zeigt die ruminale Abbaubarkeit des Proteins (UDP %) der geprüften Futtermittel.

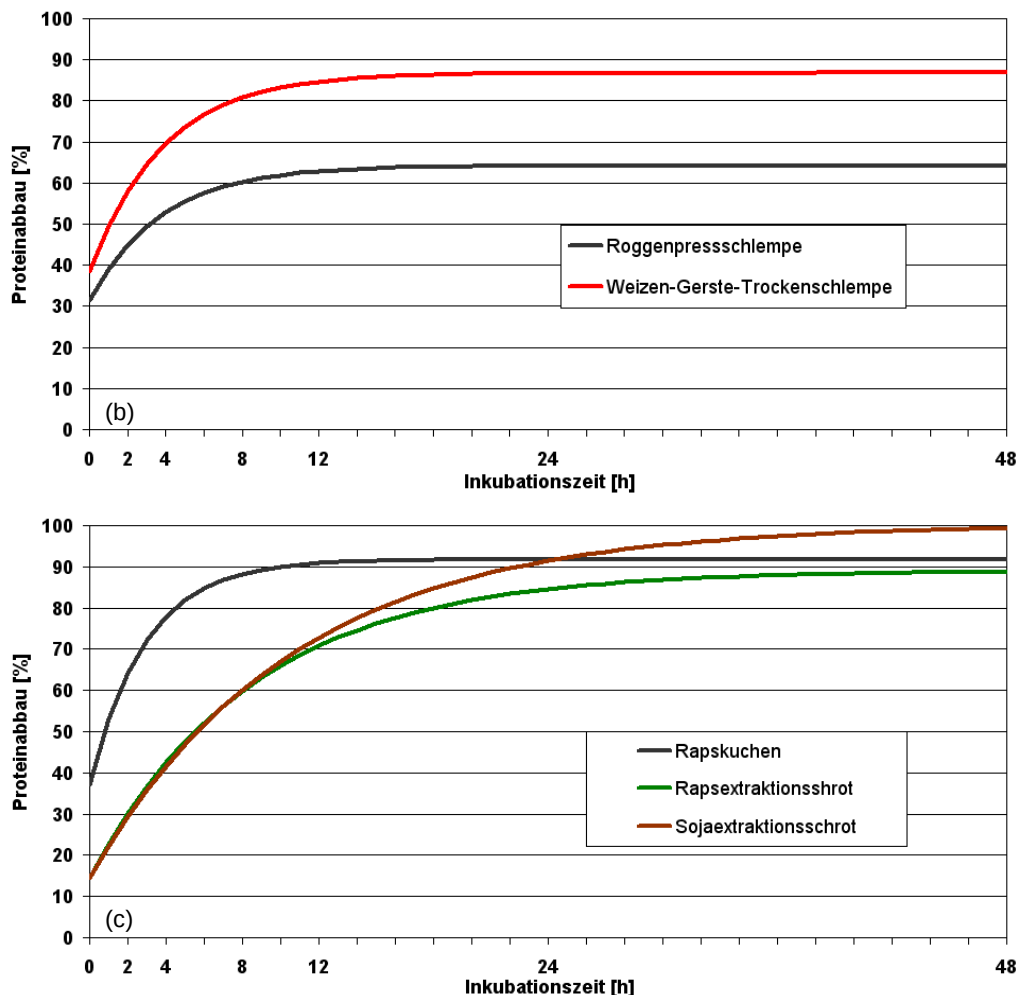


Abbildung 3: Ruminale Abbaubarkeit des Rohproteins von Schlempen, Soja- und Rapsextraktionschrot sowie Rapskuchen

Roggenpressschlempe beinhaltet im Vergleich zur Weizen/Gerste-Trockenschlempe mehr schnelllösliches Rohprotein. Die Abbaugeschwindigkeit des Rohproteins ist bei Roggenpressschlempe ebenfalls höher als bei der Weizen/Gerste-Trockenschlempe. Vergleicht man Sojaextraktionsschrot mit Rapsextraktionsschrot, so findet man ähnliche Gehalte an schnell löslichem Rohprotein. Rapskuchen besitzt mehr schnelllösliches Rohprotein als Rapsextraktionsschrot.

Tabelle 3: Ermittelter UDP-Gehalt der untersuchten Futtermittel (UDP 5)

Futtermittel	Roggen- pressschlempe	Weizen/Gerste- Trockenschlempe	Rapskuchen	Rapsextraktions- schrot	Sojaextraktions- schrot
UDP (%)	43	25	15	33	30

Der UDP-Gehalt ist bei der Pressschlempe deutlich höher als bei der Trockenschlempe. Beim Vergleich von Rapsextraktionsschrot und Sojaextraktionsschrot sind dagegen keine nennenswerten Unterschiede im UDP-Gehalt feststellbar (Tabelle 3). Letzterer ist jedoch beim Rapsextraktionsschrot mehr als doppelt so hoch wie beim Rapskuchen. Die UDP-Gehalte von Rapskuchen, Raps- und Sojaextraktionsschrot sind 2011 in die DLG-Futtermitteldatenbank aufgenommen worden (SPIEKERS et al. 2011).

Schlussfolgerungen

Im Unterschied zur Weizen/Gerste-Trockenschlempe geht bei der Roggenpressschlempe scheinbar ein Teil des löslichen Proteins beim Pressen durch Auswaschung verloren, wodurch das in der Pressschlempe verbleibende Protein einen höheren UDP-Gehalt besitzt, während beim Trocknen von Schlempe dieser Effekt nicht auftritt. 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 orientierend zu betrachten, weil auf dem Markt aus dezentralen Anlagen viele unterschiedliche Arten von Rapskuchen erhältlich sind.

3.1.2 Ermittlung des ruminalen Trockenmasse- und Stärkeabbaus bei trockenem und feucht konserviertem Körnermais

In Zusammenarbeit mit: Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt

Moderne Silierverfahren mit Folienschläuchen und Propionsäure ermöglichen es heute, auch geschroteten und gequetschten Körnermais als Feuchtkornmais in Milchkuhmischrationen einzusetzen. Unter bestimmten betrieblichen Bedingungen kann dies ökonomisch sein. Weil bekannt ist, dass Futterbehandlungen (z. B. Schroten, Quetschen und Silieren) und unterschiedliche Feuchtegehalte von Maiskörnern die Geschwindigkeit und das Ausmaß der ruminalen Stärkeverdauung beeinflussen (SPIEKERS et al. 2009), wurde in Verbindung mit einem Milchkuh -Einzelfütterungsversuch am Zentrum für Tierhaltung und Technik Iden (ENGELHARDT & ALERT 2010; ENGELHARDT et al. 2010a, b) die ruminale Abbaubarkeit der Stärke der in diesem Fütterungsversuch eingesetzten Maischargen nach der in situ-Methode untersucht.

Der Stärkegehalt des trockenen Körnermaises lag bei 69,72 % in der Trockenmasse, der des Feuchtkornmaises bei 69,41 %. Zur Kalkulation des ruminalen Stärkeabbaus als Funktion der Zeit wurde die in Kapitel 3.1.1 genannte Gleichung von ORSKOV & MC DONALD (1979) genutzt.

Aus den ermittelten Parametern wurde für die vorgegebenen Pansenpassageraten ($k = 2 \text{ %/h}$, $k = 5 \text{ %/h}$ und $k = 8 \text{ %/h}$) der effektive Abbau ($E \text{ %}$) der Stärke berechnet: $E[\text{ %}] = a + b \cdot c / (c + k)$.

Ergebnisse

Die in situ-Untersuchungen mit pansenfistulierten Kühen zeigten, dass die Stärke aus feucht konserviertem Mais schneller und umfangreicher im Pansen abgebaut wird als trockene Maisstärke (Abbildung 4).

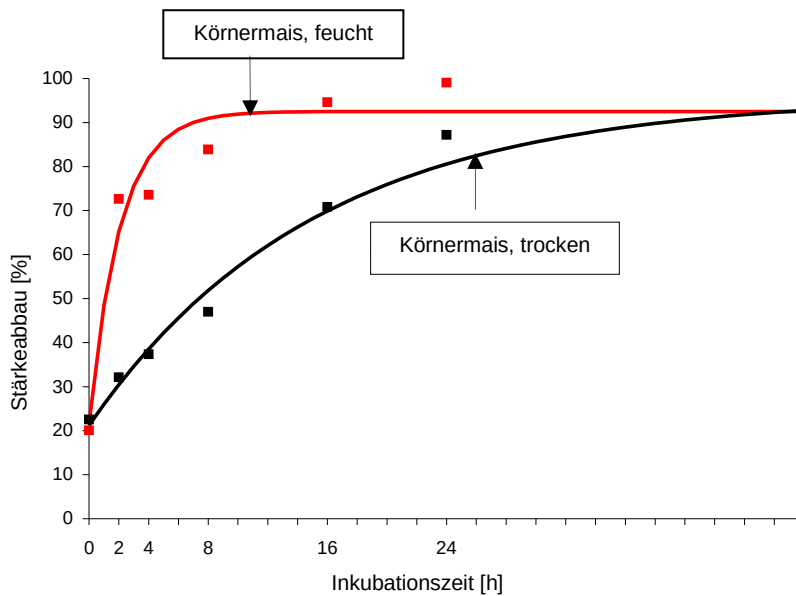


Abbildung 4: Ruminale Stärkeabbau im Pansen von geschrotetem Körnermais (trocken und feucht)

Nach der genannten Gleichung von ORSKOV & MC DONALD (1979) wurden für die im Milchkuhfütterungsversuch in Iden eingesetzten Maischargen folgende Werte gefunden:

Tabelle 4: Ermittelte Abbauparameter bei der in situ-Methode

Körnermais, geschrotet

trocken (91,9 % TS)	feucht (67,4 %)
a = 21,2	a = 21,6
b = 74,7	b = 70,9
c = 0,066	C = 0,477
k = 2 %/h, E = 78,5 %	E = 89,6 %
k = 5 %/h, E = 63,7 %	E = 85,8 %
k = 8 %/h, E = 55,0 %	E = 82,3 %

Bei der für den Hochleistungsbereich kalkulierten Passagerate von 8 %/h wurde in den vorliegenden Untersuchungen die für Körnermais laut DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung (2009) angegebene Stärkebeständigkeit von 42 % als Größenordnung erreicht (45 %). Bei Feuchtkornmais wurde die lt. DLG-Arbeitskreis zu erwartende Stärkebeständigkeit von 25 % nicht gefunden, sondern lediglich 18 %.

3.1.3 Schätzung der in situ-Abbauparameter des Rohproteins und UDP-Berechnung von jeweils drei Sorten Ackerbohnen, Körnerfuttererbsen und blauer Lupine

Die jeweils drei verschiedenen Sorten Ackerbohnen, Körnerfuttererbsen und blaue Lupinen stammten aus Anbauversuchen (2011) des Referates Grünland, Feldfutterbau des LfULG.

Kalkulation des ruminalen Abbaus des Rohproteins

Der prozentuale Verlust an RP aus den Residuen wurde mit Hilfe der Methode "Marquardt" der NLIN-Prozedur von SAS (2002) durch iterative Verfahren an nachstehende Funktion angepasst (ØRSKOV 2000):

$$p_t = a + b (1 - e^{-c \times [t - \text{lag}]}) \text{ für } t > \text{lag}$$

Dabei entspricht p dem prozentualen Verlust der untersuchten Stoffgruppe zum Zeitpunkt (Inkubationszeit); t , a , b und c sind Schätzwerte für die verschiedenen Fraktionen des Rohproteins, welche von der NLIN-Prozedur geschätzt werden. Der Parameter a entspricht dem Anteil der sofort löslichen Fraktion, b entspricht dem Anteil der unlöslichen, potenziell abbaubaren Fraktion und c schätzt die Abbaurrate der unlöslichen potenziell abbaubaren Fraktion (b) des Rohproteins. 'lag' steht für die geschätzte Verzögerungszeit (in h) bis der Abbau des Rohproteins beginnt. Die potenzielle Abbaubarkeit d wird aus der Summe ($a + b$) berechnet.

Eine Korrektur der RP-Verluste um die mikrobielle Kontamination wurde nicht vorgenommen, weil sie nach KRAWIELITZKI et al. (2006) bei diesen Futtermitteln zu vernachlässigen ist.

Kalkulation des effektiven Abbaus des RP

Weiterhin wurde aus den geschätzten Parametern der effektive Abbau des RP (ERP) nach folgender Gleichung von McDONALD (1981, modifiziert nach WULF & SÜDEKUM (2005) berechnet:

$$\text{ERP} = a + [b \cdot c / (c + k)] \cdot e^{-k \cdot \text{lag}}$$

Dabei stellt ERP den effektiven Abbau des RP in % und k die Passagerate aus dem Pansen/h dar. Es wurden Passageraten (k) von 2, 4, 5, 6 und 8 %/h aus dem Pansen für unterschiedlich hohe Futteraufnahmen angenommen.

Ergebnisse der UDP-Anteil-Schätzung

Die Anteile des UDP bei angenommenen Passageraten von 2, 4, 5, 6 und 8 %/h (g/kg RP) errechnen sich nach der Gleichung:

$$1.000 - \text{ERP} (2, 4, 5, 6, 8) = \text{UDP} (2, 4, 5, 6, 8)$$

Tabelle 5: Ergebnisse der UDP-Schätzung bei drei Sorten Ackerbohnen, Körnererbsen und blaue Lupinen

Sorte	ERP2	ERP4	ERP5	ERP6	ERP8	UDP2	UDP4	UDP5	UDP6	UDP8
Ackerbohne Espresso	87,6	77,9	73,9	70,3	64,1	12,4	22,1	26,1	29,7	35,9
Ackerbohne Fuego	89,0	80,4	76,8	73,5	67,9	11,0	19,6	23,2	26,5	32,1
Ackerbohne Tangenta	89,7	81,5	77,9	74,7	69,0	10,3	18,5	22,1	25,3	31,0
Körnerfuttererbse Nette	90,6	83,3	80,1	77,2	72,0	9,4	16,7	19,9	22,8	28,0
Körnerfuttererbse Casablanca	89,0	80,2	76,5	73,1	67,2	11,0	19,8	23,5	26,9	32,8
Körnerfuttererbse Rocket	89,5	81,4	78,0	74,9	69,5	10,5	18,6	22,0	25,1	30,5
Blaue Lupine Sonate	86,9	77,0	73,0	69,3	63,2	13,1	23,0	27,0	30,7	36,8
Blaue Lupine Boregine	86,1	75,7	71,4	67,5	61,0	13,9	24,3	28,6	32,5	39,0
Blaue Lupine Borlu	83,0	70,2	65,0	60,4	52,6	17,0	29,8	35,0	39,6	47,4

Die Berechnung der in situ-RP-Abbauparameter erfolgte durch Dr. Susanne Kirchhof (Arbeitsgruppe des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung zur Aktualisierung der UDP Werte).

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Für die untersuchten Ackerbohnen, Körnerfuttererbsen und blauen Lupinen wurden generell höhere UDP5-Werte gefunden als in den DLG -Futterwerttabellen Wiederkäuer (1997) ausgewiesen. In dieser Tabelle sind für Bohnen- und Erbsensamen 15 % und für alle Lupinen 20 % UDP (UDP5) angegeben. Die blaue Lupinensorte „Borlu“ erreicht mit 35 % UDP5 das Niveau von Soja- und Rapsextraktionsschrot. Das zeigt: „Züchtungsforschung kann heimische Leguminosen für die Tierernährung attraktiver machen.“ (WEHLING et al. 2012).

3.1.4 Schätzung der in situ-Abbauparameter des Rohproteins und UDP-Berechnung bei Rotschwingel (Reinsaat) und Leguminosen-Gras-Gemengen

In Zusammenarbeit mit: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LFA)

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung des betriebseigenen Grundfutters müssen praxisrelevante Empfehlungen hinsichtlich Ertrag und Futterqualität, insbesondere der Eiweißqualität erarbeitet werden. Untersuchungen dazu werden seit Jahren auf dem ökologischen Versuchsfeld der LFA in Gülzow durchgeführt (JÄNICKE et al. 2009).

Auf einem Klee gras-Schlag des ökologisch bewirtschafteten Versuchsfeldes der LFA wurden folgende Mischungen, jeweils mit Rotschwingel, ausgesät. Während der Rotschwingelanteil in der Mischung 2009 20 bzw. 30 % betrug, waren es 2010 60 %.

4 Gemenge

2009, 3. Schnitt:

A = 80 % Sichelluzerne, 20 % Rotschwingel

B = 70 % Saatluzerne, 30 % Rotschwingel

C = 70 % Weideluzerne, 30 % Rotschwingel

D = 70 % Hornklee, 30 % Rotschwingel

10 Gemenge mit 60 % Rotschwingelanteil und 2 Reinsaaten

2010, 1. Schnitt

A = Weideluzerne (Knospe), Rotschwingel (Rispen-schieben)

B = Saatluzerne (Knospe), Rotschwingel (Rispen-schieben)

C = Sichelluzerne (Knospe), Rotschwingel (Rispen-schieben)

D = Hornklee (Beginn Blüte), Rotschwingel (Rispen-schieben)

E = Rotschwingel Reinsaat, Mitte Rispen-schieben

F = Rotklee (Beginn Blüte), Wiesenschweidel (Rispen-schieben)

2010, 2. Schnitt (gleiche Sorten wie beim 1. Schnitt 2010)

G = Weideluzerne, (Knospe), Rotschwingel (Rispen-schieben)

H = Rotschwingel (Reinsaat, Mitte Rispen-schieben)

I = Saatluzerne (Knospe), Rotschwingel (Rispen-schieben)

K = Sichelluzerne (Beginn Knospe), Rotschwingel (Rispen-schieben)

L = Hornklee (Beginn Blüte), Rotschwingel (Rispen-schieben)

M = Rotklee (Beginn Blüte), Wiesenschweidel (Ähren geschoben)

Kalkulation des ruminalen Abbaus des Rohproteins RP

Der prozentuale Verlust an RP aus den Residuen wurde wie in Kapitel 3.1.3 beschrieben, wieder mit Hilfe der Methode "Marquardt" berechnet, allerdings erfolgte eine Korrektur der RP-Verluste. Die Korrektur der RP-Verluste um die mikrobielle Kontamination der Residuen (MA: mg/g residuales RP) ($t \geq 16$ h) erfolgte auf Vorschlag von EDMUNDS et al. (unveröffentlicht) nach der von KRAWIELITZKI et al. (2006) vorgeschlagenen Vorgehensweise.

Kalkulation des effektiven Abbaus des RP

Weiterhin wurde aus den geschätzten Parametern der effektive Abbau des RP nach der eingangs genannten Gleichung von McDONALD, modifiziert nach WULF & SÜDEKUM (2005) berechnet.

Für unterschiedlich hohe Futteraufnahmen wurden Passageraten (k) von 2, 4, 5, 6 und 8 %/h aus dem Pansen angenommen (Tabelle 6).

$$p_t = a + b (1 - e^{-c \times (t - \text{lag})}) \text{ für } t > \text{lag}$$

Tabelle 6: Effektiver RP-Abbau nach der in situ-Methode im Pansen und der chemischen Fraktionierung bei angenommenen Passageraten von 2, 4, 5, 6, 8 %/h (UDP2, 4, 5, 6, 8)

Ökofeld Gülzow, Schlag 4, Versuchsjahr 2009

Variante	ERP2 %	ERP4 %	ERP5 %	ERP6 %	ERP8 %	UDP2 (1) %	UDP4 %	UDP5 (1) %	UDP6 %	UDP8 (1) %
A	85,7	80,9	78,8	76,8	73,4	14,3 (10)	19,1	21,2 (27)	23,2	26,6 (39)
B	85,9	81,3	79,3	77,4	74,2	14,1 (8)	18,7	20,7 (24)	22,6	25,8 (36)
C	82,6	73,9	70,4	67,3	62,0	17,4 (15)	26,1	29,6 (32)	32,7	38,0 (45)
D	86,3	81,2	79,0	76,9	73,4	13,7 (11)	18,8	21,0 (26)	23,1	26,6 (39)

Ökofeld Gülzow, Schlag 4, Versuchsjahr 2010, 1. Schnitt

A	86,5	80,0	77,4	75,1	71,4	13,5(8)	20,0	22,6 (20)	24,9	28,6 (29)
B	87,3	81,5	79,1	76,9	73,2	12,7 (5)	18,5	20,9 (19)	23,1	26,8 (30)
C	89,1	84,0	82,0	80,1	77,0	10,9 (10)	16,0	18,0 (22)	19,9	23,0 (30)
D	86,0	78,7	75,6	72,9	68,2	14,0 (9)	21,3	24,4 (22)	27,1	31,8 (30)
E	83,8	74,6	71,1	68,1	63,2	16,2 (21)	25,4	28,9 (33)	31,9	36,8 (41)
F	87,2	79,2	76,0	73,2	68,5	12,8 (12)	20,8	24,0 (24)	26,8	31,5 (34)

Ökofeld Gülzow, Schlag 4, Versuchsjahr 2010, 2. Schnitt

G	84,4	78,0	75,3	72,9	68,8	15,6 (13)	22,0	24,7 (27)	27,1	31,2 (38)
H	82,0	69,8	65,0	60,9	54,2	18,0 (30)	30,2	35,0 (45)	39,1	45,8 (54)
I	84,9	77,5	74,6	72,1	67,8	15,1 (8)	22,5	25,4 (22)	27,9	32,2 (34)
K	85,7	78,6	75,7	73,2	69,0	14,3 (8)	21,4	24,3 (21)	26,8	31,0 (29)
L	79,5	71,2	67,8	64,8	59,8	20,5 (9)	28,8	32,2 (23)	35,2	40,2 (32)
M	80,1	70,9	67,0	63,6	57,9	19,9 (14)	29,1	33,0 (27)	36,4	42,1 (37)

(1) Klammerwerte wurden in der LFA M-V nach der chemischen Fraktionierung ermittelt (SHANNAK et al. 2000)

Die Berechnung der in situ-RP-Abbauparameter erfolgte durch Dr. Susanne Kirchhof (Arbeitsgruppe des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung zur Aktualisierung der UDP-Werte) nach den bei KIRCHHOF (2007) angegebenen Arbeitsschritten.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Für Grünland werden in der DLG-Tabelle (1997) UDP5 Werte von 15 % angegeben, für Luzerne-Gras-Gemenge, unabhängig vom Vegetationsstadium, 15 bis 20 %.

Die auf ihre ruminale Abbaubarkeit geprüften Leguminosen-Gras-Gemenge zeigen in ihren UDP-Gehalten größere Unterschiede, insbesondere bei der Passagerate von 8 %, wie sie für den Hochleistungsbereich der Milchkühe anzunehmen ist. Einen besonders hohen UDP-Gehalt hat Rotschwingel in Reinsaat (E, H).

Beim Vergleich der nach der in situ-Methode ermittelten UDP-Werte mit denen nach der chemischen Fraktionierung fällt auf, dass im Versuchsjahr 2010, 1. Schnitt, die UDP5-Werte nach beiden Methoden sich um weniger als 5 % unterscheiden. In diesem Falle sind die Ergebnisse beider Methoden gleichwertig praxistauglich (SPIEKERS et al. 2011). In zukünftigen Untersuchungen ist zu klären, warum eine derartige hinreichende Übereinstimmung der Ergebnisse beider Methoden noch nicht generell erreicht wird.

Wie Kapitel 1 erwähnt, sollte der UDP-Gehalt des Rohproteins bei Milchkurationen im Hochleistungsbereich (UDP 8 %) nicht unter 30 % liegen. Die Ergebnisse liegen bei UDP 8 z. T. über 30 % und sind deshalb besonders für die ökologische Milchviehhaltung interessant, weil hier der UDP-Gehalt der Ration nicht wie in der konventionellen Milchviehhaltung durch den Einsatz von Extraktionsschroten angehoben werden kann.

3.2 Bestimmung der TMR-bezogenen Pansensaftkennzahlen pH-Wert, NH_3 -Gehalt und Gehalt an flüchtigen Fettsäuren in der Hochleistungsphase der Milchkühe

3.2.1 Einsatz von Rapsextraktionsschrot, Roggenpressschlempe bzw. Weizen/Gerste-Trockenschlempe in der TMR

In Zusammenarbeit mit: Universität Leipzig, Universität Rostock

Die in Tabelle 7 dargestellten Versuchsrationen wurden nacheinander im Abstand von 16 Tagen an zwei pansenfistulierte Kühe in der Hochleistungsphase verfüttert (durchschnittliche Milchleistung bei beiden Kühen 42 kg). Weil die drei Rationen auf der gleichen Grundration aufbauten, wurde jeweils 14 Tage angefüttert und anschließend an zwei aufeinanderfolgenden Tagen im Tagesverlauf mehrfach Pansensaft gezogen und auf pH-Wert, NH_3 -Gehalt und Gehalt an flüchtigen Fettsäuren untersucht. Zu jeder Pansensaftentnahme wurde außerdem die kumulative Trockenmasse- und Wasseraufnahme registriert (ALERT et al. 2008; HIENDL 2010).

Tabelle 7: Zusammensetzung der Versuchsrationen je Kuh und Tag (TM)

	mit Rapsextraktionsschrot			mit Roggenpressschlempe			mit Weizen/Gerste-Trockenschlempe ¹⁾		
	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 ²⁾	-	-	-
Trockenschlempe	-	-	-	-	-	-	3,00	1160	22,2 ³⁾
Rapsextraktions-schrot	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

¹⁾ 85 % Weizen, 15 % Gerste

²⁾ errechnet aus Verdauungsversuchen mit Hammeln (ALERT et al. 2007)

³⁾ errechnet aus Verdauungsversuchen mit Hammeln (LOSAND et al. 2007)

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Bildung der flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft wird durch Rapsextraktionsschrot, Roggenpressschlempe und Weizen/Gerste-Trockenschlempe nicht unterschiedlich beeinflusst. In Milchkuhrationen kann Sojaextraktionsschrot vollständig durch Rapsextraktionsschrot, Weizen/Gerste-Trockenschlempe oder Roggenpressschlempe ersetzt werden.

3.2.2 Einsatz von Körnermaisschrot (trocken bzw. feucht) in der TMR

In Zusammenarbeit mit: Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt

In Verbindung mit dem in Kapitel 3.1.2 beschriebenen Einzelfütterungsversuch am Zentrum für Tierhaltung und Technik (ZTT) Iden wurden im LVG Köllitsch kontinuierliche pH-Wert-Messungen im Pansensaft durchgeführt (ALERT & ENGELHARDT 2010). Dazu wurden die beiden am ZTT Iden eingesetzten TMR im LVG Köllitsch nachgestellt (Tabelle 8) und an zwei pansenfistulierte hochleistende Milchkühe verfüttert (aktuelle Milchleistung laut MLP für Kuh 1: 46,7 kg, 3,64 % Fett, 3,23 % Eiweiß, für Kuh 2: 31,0 kg, 3,52 % Fett, 3,5 % Eiweiß).

Tabelle 8: Zusammensetzung und Gehaltswerte der am ZTT Iden bzw. LVG Köllitsch eingesetzten TMR

Futtermittel	Maisschrot			
	getrocknet		feucht konserviert	
	% in der TM der TMR			
Gras- + Luzernesilage	11,3 + 13,2		11,3 + 13,2	
Maissilage	36,9		37,1	
Maisschrot	16,9		16,7	
Getreideschrot	3,6		3,7	
Soja- + Rapsextraktionsschrot	7,6 + 8,1		7,5 + 8,1	
Gehaltswerte	Iden	Köllitsch	Iden	Köllitsch
TM, g/kg Frischmasse	443	487	427	456
Energie MJ NEL/kg TM	7,1	7,15	7,1	7,1
nXP, g/kg TM	162	153	162	152
Rohfaser, g/kg TM	146	149	149	152
Stärke + Zucker, g/kg TM	317	312	312	316

In den Tabellen 9 und 10 sind die pH-Wert-Verläufe im Pansensaft bei Einsatz von trockenem bzw. feuchtem Körnermais in der TMR dargestellt.

Tabelle 9: pH-Wert-Verlauf im Pansensaft bei Einsatz von trockenem bzw. feuchtem Körnermais in der TMR, 1. Messperiode

Probenahmezeit	pH-Werte		kumulative TM-Aufnahme in kg	
	Trockenmais TMR	Feuchtmais TMR	Trockenmais TMR	Feuchtmais TMR
06:00 Uhr Fütterung				
05:45 Uhr	6,80	6,37		
06:30 Uhr	6,72	6,28		
07:00 Uhr	6,11	6,11		
07:30 Uhr	6,18	6,48		
08:00 Uhr	6,52	6,05	7,45	4,24
09:00 Uhr	6,05	6,19	10,03	5,47
12:00 Uhr	6,13	6,04	12,22	6,29
15:00 Uhr	5,86	6,10	15,92	10,12
18:00 Uhr	6,34	6,46	17,97	13,22

Tabelle 10: pH-Wert-Verlauf im Pansensaft bei Einsatz von trockenem bzw. feuchtem Körnermais in der TMR, 2. Messperiode

Probenahmezeit 06:00 Uhr Fütterung	pH-Werte		kumulative TM-Aufnahme in kg	
	Trockenmais TMR	Feuchtmals TMR	Trockenmais TMR	Feuchtmals TMR
05:45 Uhr	6,89	6,77		
06:30 Uhr	6,51	6,55		
07:00 Uhr	6,10	6,52		
07:30 Uhr	6,22	6,39		
08:00 Uhr	6,18	6,35	3,41	2,74
09:00 Uhr	6,57	6,66	3,9	3,19
12:00 Uhr	6,38	6,18	7,45	8,48
15:00 Uhr	5,82	6,19	12,37	10,85
18:00 Uhr	6,32	6,01	14,22	17,01

Ergebnisse

Die vergleichenden pH-Wert-Messungen im Pansensaft bei Einsatz von trockenem bzw. feucht konserviertem Körnermais in der TMR ergeben keine Hinweise auf ein höheres Pansenazidoserisiko bei Verwendung von Feuchtkornmais, obwohl bei Feuchtkornmais ein höherer in situ-Trockenmasseverlust und infolge eine höhere Stärkeabbaubarkeit nachgewiesen wurde.

3.2.3 Einsatz von geschütztem Sojaextraktionsschrot in der TMR

In Zusammenarbeit mit: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Haus Riswick

In Verbindung mit einem Milchkuhfütterungsversuch im Haus Riswick (PRIES et al. 2010) zur Prüfung der Frage, ob beim proteinäquivalenten Austausch von HP-SES durch SoyPass 50 die nXP-Versorgung verbessert, die Milchproteinleistung gesteigert und die N-Ausscheidungen gesenkt werden können, wurden in Köllitsch die NH_3 -Gehalte im Pansensaft bei Einsatz dieser Rationen ermittelt. Weil sich die im Haus Riswick und im LVG Köllitsch eingesetzten Mais- und Grassilagen laut Analyse wenig unterschieden, reichte es aus, nur die beiden Milchleistungsfutter (HP-SES bzw. SoyPass 50-haltig) aus dem Haus Riswick nach Köllitsch zu bringen, die Versuchsrationen nachzustellen und an vier pansenfistulierte laktierende Kühe zu verfüttern (Versuchsanstellung im lateinischen Quadrat). Tabelle 11 zeigt vergleichsweise die Rohnährstoff- und Energiegehalte der Rationen.

Tabelle 11: TMR-Vergleich der Rohnährstoff- und Energiegehalte

Inhaltsstoffe	LVG Köllitsch		LZ Haus Riswick	
	HP-SES	SoyPass50	HP-SES	SoyPass50
Energie, MJ NEL/kg TM	7,3	7,2	7,3	7,2
XP, g/kg TM	155	155	161	165
nXP, g/kg TM	162	161	159	163 ²
RNB, g N/kg TM	-1	-1	0,5	0,5
Rohfaser, g/kg TM	143	150	148	144
Stärke, g/kg TM	277	286	256	261

Ergebnisse

Durch den Einsatz von SoyPass 50 wurde der intraruminale Proteinabbau reduziert. Dies wird durch eine geringere, aber innerhalb des Optimalbereiches liegende NH_3 -Konzentration (zwischen 8 und 15 mmol NH_3 pro Liter) im Pansensaft angezeigt (Abbildung 5). Weil sich die Milchleistungen bei den Fütterungsvarianten HP-SES oder SoyPass 50 nicht unterschieden, ist der Einsatz von SoyPass 50 positiv zu bewerten.

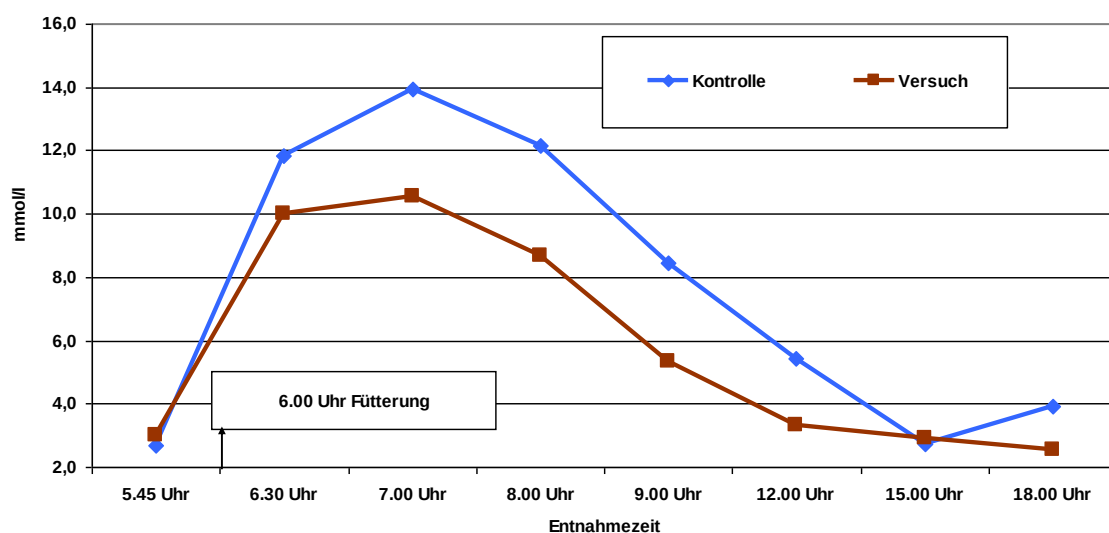


Abbildung 5: Verminderte NH_3 -Freisetzung im Pansensaft bei Einsatz von SoyPass 50 (Versuch) im Vergleich zu HP-SES (Kontrolle)

3.2.4 Vollständiger Ersatz von Sojaextraktionsschrot in der TMR durch verschiedene Rapsprodukte (Rapsexpeller, Goldraps, Wisan Raps, micronisierte Rapssaar)

In Zusammenarbeit mit: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Agrar GmbH Großgeschwenda

Problemstellung

Um die von der Molkerei vorgegebenen Qualitätsparameter für „Herzog“-Milch (erhöhter Anteil von ungesättigten Fettsäuren in der Milch) zu erreichen, wurde Sojaextraktionsschrot durch verschiedene Rapsprodukte ersetzt.

Die Schwierigkeit, ganzjährig Grassilagen mit vorzüglicher Qualität bereitzustellen, führte dazu, dass in Großgeschwenda zurzeit Rapskuchen bzw. micronisierter Rapssamen in Verbindung mit weiteren Rapsprodukten, deren Protein durch technische Verfahren pansenstabiler wurde, eingesetzt werden (Rapsextraktionsschrot, Wisan Raps).

Unabhängig von dem Ziel, die Milch mit ungesättigten Fettsäuren anzureichern, sollte mit den Untersuchungen die Pansenfermentation im Hochleistungsbereich bei Einsatz verschiedener Rapsprodukte beurteilt werden (ALERT et al. 2012).

Die Untersuchungen wurden im LVG Köllitsch an vier hochleistenden pansenfistulierten Kühen im lateinischen Quadrat durchgeführt. Einmal wöchentlich wurden die beiden zeitgleich an jeweils zwei Kühen eingesetzten TMR von der Agrar GmbH „Steinerne Heide“ Großgeschwenda in Plastetaschen zu je 25 kg angeliefert und bis zur Verfütterung bei 2 °C in der Kühlzelle aufbewahrt. Jeweils nach einer 14-tägigen Anfütterungsphase wurden an zwei aufeinanderfolgenden Tagen Verlaufsuntersuchungen im Pansensaft durchgeführt. Tabelle 12 zeigt Gehaltswerte der eingesetzten Rapsprodukte und Tabelle 13 die Zusammensetzung der TMR.

Tabelle 12: Nährstoff- und NEL-Gehalt der in den beiden Versuchen eingesetzten Rapsprodukte (je kg TM)

	g XP	g XL	g XF	MJ NEL
Rapsextraktionsschrot	386	35	143	7,4
Rapskuchen	325	138	132	8,4
Micr. Rapssaat	215	460	99	10,7
Wisan Raps	364	46	141	7,5

Tabelle 13: Zusammensetzung- und NEL-Gehalt der von der Agrar GmbH „Steinerne Heide“ Großgeschwenda für die pansenphysiologischen Untersuchungen bereitgestellten TMR

Futtermittel (TMR)	Versuch 1				Versuch 2			
	mit micronis. Rapssaat		mit Rapskuchen ¹⁾		mit micronis. Rapssaat		mit Rapskuchen	
	TM kg	% TMR	TM kg	% TMR	TM kg	% TMR	TM kg	% TMR
Maissilage	7,98	35,00	6,65	29,17	6,82	32,55	6,82	34,32
Grassilage	7,37	32,32	8,04	35,26	4,59	21,91	4,59	23,10
Stroh	-	-	-	-	0,50	2,39	0,50	2,52
Rapsextr.schrot	1,51	6,62	1,51	6,62	0,44	2,10	0,44	2,10
Rapskuchen	-	-	0,36	1,58	-	-	0,90	4,53
Micron. Rapssaat	1,30	5,70	-	-	1,78	8,50	-	-
Wisan Raps	0,76	3,33	1,71	7,50	0,44	2,10	0,44	2,21
Wintergerste	1,58	6,93	2,20	9,65	5,90	28,16	5,70	28,69
Körnermais	1,76	7,72	1,76	7,72	-	-	-	-

	Versuch 1				Versuch 2			
Futtermittel (TMR)	mit micronis. Rapssaat		mit Rapskuchen ¹⁾		mit micronis. Rapssaat		mit Rapskuchen	
	TM kg	% TMR	TM kg	% TMr	TM kg	% TMR	TM kg	% TMR
Optigen	0,10	0,44	0,10	0,44	0,12	0,57	0,12	0,60
Futterkalk	0,28	1,23	0,28	1,23	0,19	0,91	0,19	0,96
Viehsalz	0,07	0,31	0,07	0,31	0,07	0,33	0,07	0,35
Min.futter Min. 6/6	0,10	0,44	0,10	0,44	0,10	0,48	0,10	0,50
TM ges.	22,8		22,8		21,0		19,9	
Gehaltswerte ²⁾								
TM, g/kg FM	431		464		386		369	
MJ NEL/kg TM	6,7		6,9		8,4		7,4	
RP, g/kg TM	153		173		181		153	
UDP, %	23		23		23		23	
nXP, g/kg TM	151		158		87		144	
RNB (gN/kg TM)	0		2		15		1	
XF, g/kg TM	174		180		149		174	
XL, g/kg TM	54		39		105		68	
XS+XZ, g/kg TM	235 + 37		212 + 59		177 + 29		201 + 30	

¹⁾ Diese TMR wird seit 2009 in der Agrar GmbH „Steinerne Heide“ Großgeschwenda eingesetzt.

²⁾ laut Prüfbericht der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft des Freistaates Sachsen

Tabelle 14: Einfluss der Fütterung von Rapskuchen bzw. Rapssaat auf das Fettsäuremuster der Milch

Fettsäuregehalte in der Rohmilch (%)							
		Normalmilch ¹⁾	Herzgut-Milch ²⁾	Versuch 1		Versuch 2	
Fettsäuren				mit micr. Rapssaat	mit Rapskuchen	mit micr. Rapssaat	mit Rapskuchen
C 4:0	Buttersäure	1,83	1,83	1,09	1,24	1,24	1,15
C 6:0	Capronsäure	1,77	1,60	2,19	2,25	1,94	1,93
C 8:0	Caprylsäure	1,46	1,27	1,31	1,36	1,26	1,29
C 10:0	Caprinsäure	3,79	3,14	2,89	3,06	2,84	2,94
C 12:0	Laurinsäure	4,57	3,65	3,10	3,36	3,14	3,25
C 14:0	Myristinsäure	13,89	12,48	10,96	11,25	11,07	11,04
C 14:1	Myristoleinsäure	1,21	1,18	0,80	0,82	0,20	0,19
C 15:1	Pentadecansäure	1,51	1,09	0,93	0,99	0,99	1,01
C 15:1	Pentadecensäure	0,14	0,22	0,21	0,26	0,20	0,19
C 16:0	Palmitinsäure	34,79	25,37	25,95	30,21	25,84	26,01
C 16:1	Palmitoleinsäure	2,02	1,48	1,49	1,76	1,35	1,20
C 17:0	Heptadecansäure	0,65	0,44	0,50	0,59	0,50	0,50
C 17:1	Heptadecensäure	0,31	0,28	0,22	0,27	0,19	0,18
C 18:0	Stearinsäure	8,09	12,57	13,73	11,40	14,19	15,54
C 18:1	Ölsäure	20,55	28,64	28,22	25,86	29,82	29,07
C 18:2	Linolsäure	2,49	3,17	3,10	3,06	2,82	2,62
C 18:3 g	gamma-Linolensäure	0,13	0,72	0,20	0,25	0,09	0,09
C 18:3 a	alpha-Linolensäure	0,39	0,85	0,79	0,96	0,56	0,53
C 20:0	Arachinsäure	0,37	0,00	0,76	0,37	0,62	0,56
C 20:1	Eicosensäure	0,10	0,00	0,21	0,15	0,15	0,16
Verhältnis C 18:1 zu C 16:0		0,59	1,33	1,09	0,86	1,15	1,12
Summe gesättigte Fettsäuren:		72,72	63,44	63,41	66,08	63,63	65,25
Summe einfach ungesättigte FS:		24,33	31,80	31,15	29,12	31,92	31,11
Summe mehrfach ungesättigte FS:		3,00	4,74	4,09	4,27	3,47	3,25

¹⁾ Mittelwert aus drei Thüringer Betrieben lt. Angaben der Landmolkerei Schwarza eG

²⁾ Mittelwert Großgeschwenda nach SCHÖNE (2009) lt. Angaben der Landmolkerei Schwarza eG

Fettsäuremuster im Milchfett

Wie aus Tabelle 14 ersichtlich, führte der erhöhte Verzehr von Rapsöl durch den Einsatz von Rapskuchen bzw. Rapssaat in der TMR von Großgeschwenda zu deutlichen Veränderungen im Fettsäuremuster der Milch. Die gesättigten Fettsäuren waren bei Einsatz von Rapskuchen bzw. Rapssaat bis zur Margarinsäure (C 17:0) meist in geringeren Anteilen im Milchfett enthalten als bei Einsatz von Soja- oder Rapsextraktionsschrot (Normalmilch). Ein umgekehrtes Bild zeigte sich dagegen beim Gehalt an längerkettigen Fettsäuren (ab Stearinsäure C 18:0). Beginnend mit der Ölsäure (C 18:1) waren bei Fütterung von rapskuchen- und rapssaathaltigen Rationen höhere Anteile an einfach ungesättigten Fettsäuren enthalten. Die zweifach ungesättigte Fettsäure, die Linolsäure, wurde zu größeren Anteilen nach Einsatz von Rapskuchen und micronisierter Rapssaat nachgewiesen. Das Verhältnis von Ölsäure (C 18:1) zu Palmitinsäure (C 16:1) wurde durch die Fütterung von micronisierter Rapssaat bzw. Rapskuchen verändert, sodass der von der Landmolkerei Schwarza eG vorgegebene Wert von > 1 erreicht wurde.

Futtermaufnahme und Pansensaftparameter

Alle Rationen enthielten ausreichend strukturierte Rohfaser, dadurch fiel der Pansen-pH-Wert zu keiner Zeit unter 6,2, d. h., es bestand keine Acidosegefahr (Tabelle 15).

Die NH_3 -Gehalte befanden sich im Normalbereich (5-15 mmol NH_3 /l Pansensaft), abgesehen von den 16:00 Uhr-Proben (zehn Stunden nach Beginn der Fütterung), die bei drei Rationen nur 4 bis 5 mmol NH_3 /l aufwiesen. Außer vom tendenziell verringerten Gehalt an Butyrat bei Einsatz von Rapskuchen im Vergleich zum Einsatz von micronisierter Rapssaat (Version 1), zeigte sich kein unterschiedlicher Einfluss von micronisierter Rapssaat und Rapskuchen auf die Pansenfermentation (Tabelle 16).

Tabelle 15: Kumulative Trockenmasseaufnahme und pH-Wert sowie NH₃-Konzentrationsverlauf (mmol/l) im Pansensaft nach der Morgenfütterung (Mittelwert von vier Kühen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen)

Probenahmezeit	Versuch 1				Versuch 2			
	mit micr. Rapssaat		mit Rapskuchen		mit micr. Rapssaat		mit Rapskuchen	
06:00 Uhr und 18:00 Uhr Fütterung	kg TM Aufnahme	pH-Wert	kg TM Aufnahme	pH-Wert	kg TM Aufnahme	pH-Wert	kg TM Aufnahme	pH-Wert
05:45 Uhr	-	6,74	-	6,70	-	6,92	-	6,63
09:00 Uhr	6,3	6,22	8,7	6,24	8,4	6,52	8,2	6,58
12:00 Uhr	11,3	6,32	10,5	6,24	11,8	7,10	15,7	6,80
16:00 Uhr	14,7	6,26	15,0	6,27	18,4	6,85	20,1	7,08
21:00 Uhr	-	-	-	-	23,3	6,90	24,0	6,46
06:00 – 06:00 Uhr	22,4	-	22,7	-	25,8	-	26,2	-
NH ₃ Konzentration (mmol/l)	-	-	-	-				
05:45 Uhr	4,84		5,21		5,46		6,98	
09:00 Uhr	8,44		8,40		10,79		10,11	
12:00 Uhr	6,75		4,04		8,39		6,15	
16:00 Uhr	4,03		4,55		4,40		6,14	
21:00 Uhr	-		-		4,65		7,01	

Tabelle 16: Anteil flüchtiger Fettsäuren im Pansensaft (mmol/l) nach Einsatz von micronisierter Rapssaat bzw. Rapskuchen

Parameter	Versuch 1									
	mit micronisierter Rapssaat					mit Rapskuchen				
Uhrzeit ¹⁾	05:45	09:00	12:00	16:00	21:00	05:45	09:00	12:00	16:00	21:00
Gesamt FFS	106,8	131,5	127,0	125,4	117,4	106	128,1	122,9	125,5	120,8
Acetat	60,4	71,9	69,9	69,2	62,8	59,9	68,3	66,8	68,2	65,0
Propionat	17,5	25,8	23,9	23,5	21,9	17,9	26,7	24,7	25,2	24,1
i-Butyrat	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7
n-Butyrat	11,4	15,8	15,7	15,1	15,2	11,0	15,0	13,8	14,5	14,1
i-Valeriat	0,4	1,2	0,8	0,9	0,8	0,8	1,3	0,9	0,9	0,9
n-Valeriat	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
n-Capronat	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	Versuch 2									
Gesamt FFS	106,1	112,7	103,5	99,3	103,1	109,6	109,3	100,9	97,0	108,4
Acetat	60,4	63,0	58,7	57,4	59,8	60,0	61,2	58,0	54,8	60,2
Propionat	19,9	22,2	20,5	18,3	18,2	22,4	22,3	18,4	17,7	21,9
i-Butyrat	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	0,8	0,7	0,6	0,7	0,7
n-Butyrat	14,2	15,3	12,1	12,3	13,7	14,7	13,8	13,1	12,9	13,9
i-Valeriat	1,1	1,4	1,5	1,0	1,1	1,5	1,3	1,1	1,1	1,5
n-Valeriat	1,8	2,1	1,9	1,7	1,7	2,2	2,0	1,7	1,8	2,2
n-Capronat	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0

¹⁾ 06:00 und 18:00 Uhr-Fütterung

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Mit den Rationen im zweiten Versuch (> 6 % Rohfett in der TM) wurde die Zielstellung der Landmolkerei Schwarza eG für die Rohmilch erreicht (Verhältnis Ölsäure zu Palmitinsäure > 1). Trotz erhöhter Rohfettmengen von 7-10 % in der Rationstrochkenmasse konnten keine negativen Auswirkungen auf die Pansenfermentation festgestellt werden. Welche Rolle dabei die Micronisierung spielt, wäre durch in situ-Untersuchungen der Einzelfuttermittel im Pansen zu klären.

4 Zusammenfassung

Mit Hilfe der Pansenbeutelmethode (in situ) wurde an drei trockenstehenden Kühen der intraruminale Rohproteinabbau folgender Futtermittel ermittelt und daraus der UDP-Gehalt abgeleitet:

- Soja- und Rapsextraktionsschrot
- Rapskuchen
- Getreidepress- und Trockenschlempe
- Ackerbohnen
- Körnerfuttererbsen
- blaue Lupinen
- Leguminosen-Gras-Gemenge

Bei Körnermais (trocken bzw. feucht konserviert) wurde nach dieser Methode der intraruminale Stärkeabbau bestimmt. Außerdem wurde an vier laktierenden, hochleistenden Kühen die Wirkung von Einzelfuttermitteln im Rahmen von Mischrationen auf die Pansenfermentation untersucht (pH-Wert, NH_3 -Gehalt, Gehalt an FFS im Pansensaft).

Die pH-Wert Messungen ergaben, dass der intensivere Stärkeabbau bei Feuchtkornmais wider Erwarten kein erhöhtes Acidoserisiko bewirkt. Anhand der im Pansensaft gemessenen NH_3 -Gehalte wurde ein verminderter Rohproteinabbau bei dem pansengeschützten Sojaextraktionsschrot SoyPass 50 nachgewiesen.

Durch den Einsatz micronisierter Rapssaat konnte der Rohfettgehalt in der Rationstrockenmasse auf $> 6 \%$ erhöht werden. Das bewirkte in der Rohmilch die gewünschte Veränderung des Verhältnisses von Ölsäure zu Palmitinsäure >1 .

Literatur

- ALERT, H.-J.; DUNKEL, S.; TRAUBOTH, K.; ANEMÜLLER, R.; REICHELT, D. (2012): Wie viel Raps vertragen die Milchkühe? Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 37 – 40
- ALERT, H.-J.; HIENDL, J. G.; ZEYNER, A. (2008): Einfluss von Rapsextraktionsschrot, Roggenpressschlempe bzw. Weizen/Gerste-Trockenschlempe auf die Pansenfermentation bei Milchkühen. Forum angewandte Forschung, 09./10.04.2008, Fulda, Tagungsband 40 – 44
- ALERT, H.-J.; ENGELHARDT, TH. (2010): Bestehen Unterschiede im ruminalen Stärkeabbau bei getrocknetem Maisschrot im Vergleich zu feuchtkonserviertem Mais und wird dadurch die Pansenfermentation beeinflusst? Forum angewandte Forschung am 24./25.03.2010, Fulda, Tagungsband 18 – 21
- Degussa AG (1999): Amino Cow 1,0 Calkulator, PC-Version
- DLG (1984): Geschütztes Eiweiß in der Milchviehfütterung, DLG Information 5/1984
- DLG (1997): Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, DLG-Verlag Frankfurt/Main
- EDMUNDS, B.; SÜDEKUM, K.-H.; SPIEKERS, H.; SCHWARZ, F. J. (unveröffentlicht). Estimating ruminal crude protein degradation of forages using *in situ* and *in vitro* techniques.
- ENGELHARDT, TH.; MEYER, A.; ALERT, H.-J. (2010a): Beides geht, dlz primus rind, Februar 2010, 14 – 17
- ENGELHARDT, TH.; MEYER, A.; ALERT, H.-J. (2010b): Trocken oder feucht konservieren? Neue Landwirtschaft, 7, 68 - 70
- ENGELHARDT, TH.; ALERT, H.-J. (2010): Körnermais trocken oder feucht konserviert verfüttern? Rekasen-Journal, 35/36, 28 - 29
- FLACHOWSKY, G.; LEBZIEN, P. (1999): Zum Einsatz von Aminosäuren in der Milchkuhfütterung, Rekasen®-Journal, H. 11/12, 20-22
- HIENDL, J. G.; ALERT, H.-J.; SÜDEKUM, K.-H.; GABEL, M.; ZEYNER, A. (2009): Degradation of crude protein from different feedstuffs in the rumen of dairy cows measured in sacco. In: rumen Digestion And Acid Base Balance, 308
- HIENDL, J. G. (2010): Untersuchungen zum ruminalen Abbau des Proteins von Nebenprodukten aus der Bioethanolherstellung *in situ* und mit einer neuen *in vitro* – Methode sowie Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die praktische Milchkuhfütterung. Univ. Leipzig: med. vet. Diss. 182 Seiten
- KIRCHGEßNER, M. (2011): Tierernährung , 13. Aufl., DLG Verlag GmbH, Frankfurt a.M., 643 Seiten
- KIRCHHOF, S. (2007): Kinetik des ruminalen *in situ*-Nährstoffabbaus von Grünlandaufwüchsen des Alpenraumes unterschiedlicher Vegetationsstadien sowie von Maissilagen und Heu – ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Rationsgestaltung für Milchkühe, Diss. Ch.-A. Universität Kiel, 132 Seiten
- KRAWIELITZKI, K.; SCHMIDT, T.; VOIGT, J.; KOWALCZYK, J.; GABEL, M. (2006): Dynamics of microbial contamination of protein during ruminal *in situ* incubation of feedstuffs. J. Anim. Feed Sci. 15, 313-328.
- JÄNICKE, H.; TITZE, A.; MICHEL, V.; JAKOBS, M.; KLOSTERMANN, I.; PETERS, J.; GEBHARDT, R.; DUNKER, M.; HOFHANSEL, A. (2009): Jahresbericht zur Futterproduktion der LFA M-V, Dummerstorf
- MADSEN, J.; HVELPLUND, T. (1994): Prediction of *in situ* protein degradability in the rumen. Results of an European ringtest. Livest. Prod. Sci. 39:201-212
- MCDONALD, I. (1981): A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. J. Agric. Sci. 96, 251.
- ØRSKOV, E. R. (2000): The *in situ* technique for the estimation of forage degradability in ruminants. In: D.I.Givens / E.Owen / R.F.E.Axford / H.M.Omed (Eds.): Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CAB International, Wallingford, 175-188.
- MÜLLER, A. (1996): Pansengeschütztes Eiweiß für die Hochleistungskuh? Sonderdruck aus Rinderwelt, Agrar Service Verlag, Rheinbach, 1-4
- ØRSKOV, E. R.; MCDONALD, I. (1979): The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci., Camb. 92, 499-503
- PRIES, M.; BEINTMANN, S.; HÜNTING, K.; SCHUG, R.; SÜDEKUM, K.-H. (2010): Einfluss eines reduzierten Proteinabbaus von Sojaextraktionsschrot im Pansen auf Milchleistungskriterien, Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung Fulda, 28 - 31

- SAS® (2002): User's Guide: Statistics. Version 9.1. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
- SHANNAK, S.; SÜDEKUM, K.-H.; SUSENBETH, A. (2000): Estimating ruminal crude protein degradation with in situ and chemical fractionation procedures. Anim. Feed. Sci. Technol. 85: 195 - 214
- SPIEKERS, H. (1988): Untersuchungen an Milchkühen über die Wirkung einer Zulage von „geschütztem“ Methionin auf Milchleistung und einige Kenngrößen im Blut, Diss. Landw. Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität zu Bonn. 160 Seiten
- SPIEKERS, H.; RODEHUTSCORD, M. (1999): Knackpunkte der Proteinversorgung, Untersuchungen zu Mikroben- und Futterproteinen, In: Fütterung der 10.000-Liter-Kuh, Erfahrungen und Empfehlungen für die Praxis. 2. verbesserte Neuauflage, Vorträge der Fachtagung 1999 in Braunschweig, DLG-Verlags GmbH, Frankfurt/M., 65-84
- SPIEKERS, H.; EDMUNDS; BRONWYN (2012): Eiweiß aus Grasprodukten besser nutzen, Milchpraxis 1, 36 – 39
- SPIEKERS, H.; LEBZIEN, P.; SÜDEKUM, K.-H.; KIRCHHOFF, S.; POTTHAST, V.; GRUBER, L.; STEINGASS, H. (2011): Proteinwert der Rapsprodukte neu gefasst, Kraftfutter, 9 – 10, 20 - 22
- SPIEKERS, H.; POTTHAST, V. (2004): Erfolgreiche Milchviehfütterung. 4. völlig neu überarbeitete Auflage, DLG-Verlags GmbH, 347
- SPIEKERS, H.; POTTHAST, V.; NUSSBAUM, H. (2009): Erfolgreiche Milchkuhfütterung, 5. Aufl. 241 – 250, DLG Verlags – GmbH Frankfurt a.M.
- SÜDEKUM, K.-H. (2002): Grundlagen internationaler Futterbewertungssysteme für Milchkühe und Perspektiven für die deutschen Empfehlungen (Energie, Protein und Aminosäuren). Übers. Tierernährung. 30, 135 – 162
- SÜDEKUM, K.-H., (2005); Möglichkeiten und Grenzen einer Standardisierung der in situ-Methode zur Schätzung des ruminalen Nährstoffabbaus. Übers. Tierernährung 33 (2005) 71 – 86
- VOIGT, J.; HAGEMEISTER, H. (1997): Aminosäureversorgung der Milchkuh, Handbuch der tierischen Veredlung, Verlag H. Kamlage, 328-342
- WEHLING, P.; RUNGE-WEHLING, B.; RUDLOFF, E.; JANSEN, G.; BALKO, CH. (2012): Auf den Weg zu einer nachhaltigen Tierernährung, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Forschungsreport 1, 11 - 15
- WULF, M.; SÜDEKUM, K.-H. (2005): Effects of chemically treated soybeans and expeller rapeseed meal on *in vivo* and *in situ* crude fat and crude protein disappearance from the rumen. Anim. Feed Sci. Technol. 118, 215-227.

Herausgeber:

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

Autor:

Dr. Hans-Joachim Alert
Abteilung Tierische Erzeugung/Referat Tierhaltung, Fütterung

Redaktion:

Dr. Olaf Steinhöfel
Abteilung Tierische Erzeugung/Referat Tierhaltung, Fütterung
Am Park 3, 04886 Köllitsch
Telefon: +49 34222 46-2200
Telefax: +49 34222 46-2099
E-Mail: olaf.steinhofel@smul.sachsen.de

Redaktionsschluss:

02.07.2013

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> 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 zu Gunsten 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.