Untersuchungen zum Einsatz von thermisch-physikalisch behandeltem Rapsextraktionsschrot in der Milchkuhfütterung

Versuchsbericht

SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

Untersuchungen zum Einsatz von thermisch-physikalisch behandeltem Rapsextraktionsschrot in der Milchkuhfütterung

Versuchsbericht

SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

UNIVERSITÄT HOHENHEIM 1818

IMPRESSUM

Herausgeber: Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
Strenzfelder Allee 22, 06406 Bernburg
Tel.: (03471)334-0; Fax: (03471)334-105
Mail: poststelle @llg.mlu.sachsen-anhalt.de
www.llg.sachsen-anhalt.de
August 2023

Arbeitsgruppe: **Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt**
Zentrum für Tierhaltung und Technik (ZTT)
Lindenstraße 18, 39606 Iden
Thomas Engelhard, Marleen Zschiesche
thomas.engelhard@llg.mule.sachsen-anhalt.de

Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Wunstorfer Landstraße 9, 30453 Hannover
Andrea Meyer
Andrea.Meyer@LWK-Niedersachsen.de

Universität Hohenheim
Institut für Nutztierwissenschaften
Nicolas Klein, Prof. Dr. Markus Rodehutscord
nicolas.klein@uni-hohenheim.de

Foto Titelseite: LLG

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt.
Eine Veröffentlichung und Vervielfältigung (auch auszugsweise) ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet.

1. Einleitung

In aktuell gültigen Empfehlungen (GfE, 2001) werden für die Versorgung von Milchkühen mit nutzbarem Rohprotein (nXP) für die Erhaltung 470 g/Kuh/Tag (700 kg Lebendmasse +/- 20 g je 50 kg) und für die Milchleistung 85 g/kg (3,4 % Eiweiß, +/- 4 g je 0,2 %) bei einer ausgeglichenen ruminalen N-Bilanz (RNB) angegeben. Fütterungsempfehlungen der DLG (2001, 2023) für die Nährstoffgehalte von Total-Mischrationen (TMR) für frischmelkende und hochleistende Kühe bei 10.000 bis 12.000 kg Herdenleistung (42 bis 47 kg Milch/Kuh/Tag) weisen nXP-Gehalte von ≥ 155 g bis 175 g nXP/kg TM (RNB 0 bis -1 g) bei zu erwartenden Futteraufnahmen von 24 bis 27 kg TM/Kuh/Tag aus. Aus der zusammenfassenden Einordnung dieser Orientierungsbereiche ergibt sich ein Gehalt von ca. 165 g nXP/kg TM für Frischmelker- bzw. Hochleistungsrationen. Dies erfordert hohe Anteile an unabbaubarem Rohprotein (UDP) und hohe nXP-Gehalte der eingesetzten Eiweißfuttermittel.
Durch unterschiedliche chemische und physikalische Behandlungsverfahren sollen die UDP-Anteile in Rapsextraktionsschroten (RES) und dadurch deren nXP-Gehalte erhöht werden. So könnten gegenüber der Fütterung von unbehandeltem RES eine gleichbleibende Bereitstellung an nXP mit den Rationen bei reduzierten RES-Anteilen oder höhere nXP-Angebote bei unveränderten RES-Anteilen ermöglicht werden. Zielstellungen dabei wären eine Steigerung der Milcheiweißleistung je Kuh und/oder die Erhöhung der Futter-N-Effizienz und/oder die Reduzierung der N-Ausscheidungen und N-Bilanzen.
Die firmenseitigen Angaben und die vorliegenden Ergebnisse zum Umfang der Erhöhung der UDP-Anteile variieren mit den angewendeten Behandlungsverfahren. Auch für vergleichbare Behandlungsverfahren werden mit Produktinformationen im Rahmen des Vertriebs und in der Beratung unterschiedliche und in der Ableitung nicht immer sicher nachzuvollziehende UDP-Werte und nXP-Gehalte angegeben.
Ein thermisch-physikalisch behandeltes RES wurde in einem *in situ*-Versuch zum ruminalen Abbau des Rohproteins (XP) und in seiner Wirkung in einem Milchkuhfütterungsversuch unter spezifischen praxisnahen Rahmenbedingungen mit einem unbehandeltem RES verglichen.

2. Material und Methoden

An der Universität Hohenheim erfolgten Untersuchungen zum ruminalen Abbau von XP an jeweils vier Proben aus unterschiedlichen und im Milchkuhfütterungsversuch verwendeten Chargen von thermisch-physikalisch behandeltem oder unbehandeltem RES.
Der ruminale Abbau wurde in einem *in situ*-Versuch nach standardisierter Vorgehensweise (GfE, 2022) ermittelt. Die TMR setzte sich wie folgt zusammen (Anteile i. d. TM).

- Maissilage 18,3 %
- Grassilage 21,6 %,
- Heu 1. + 2. Schnitt 14,5 %, Stroh 2,5 %
- Mischfutter 34,8 % (Gerste, Ackerbohnen, Rapskuchen, Mais, Erbsen, Mineral)
- Sojakuchen 1,2 %
- RES 7,1 %

Die fistulierten Tiere fraßen 18,8 kg TM/Tag und hatten eine durchschnittliche Milchleistung von 28 kg/Tag. Die Bestimmung der TM und des Stickstoffs (N) erfolgte gemäß Methodenbuch (VDLUFA, 2012). Die RES-Proben wurden zusätzlich nach dem Cornell-Net-Carbohydrate-Protein-System auf ihre chemischen Rohproteinfraktionen analysiert. Diese erfolgte nach dem Prinzip von Licitra et al. (1996).
Anhand der Ein- und Rückwaagen der Proben sowie der Analyse der N-Konzentration in Proben und Rückständen aus den verwendeten Polyesterbeuteln wurde der TM- und XP-Abbau nach den verschiedenen Inkubationszeiten berechnet. Zusätzlich erfolgte die Bereinigung um die kleine Partikelfraktion sowie die Auswertung der Abbauparameter und die Berechnung des effektiven Abbaus mit der wasserlöslichen Fraktion (a), der potenziell abbaubaren Fraktion (b) und der Abbaurate (c). Die Berechnung der XP-Fraktionen erfolgte nach Sniffen et al (1992).
Die statistische Auswertung erfolgte mittels der MIXED-Prozedur des Softwarepakets SAS für Windows (Version 9.4., SAS Institute, Cary, NC, USA). Es wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse durchgeführt, wobei die zwei untersuchten RES (behandelt, unbehandelt) als fixer Effekt und die verwendeten Tiere als zufälliger Effekt berücksichtigt wurden. Das Signifikanzniveau lag bei $P \leq 0{,}05$. Bei signifikantem F-Wert wurden signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten mittels LSD-Test ermittelt. Alle Ergebnisse wurden als Mittelwerte der kleinsten Quadrate angegeben.

Der Milchkuhfütterungsversuch wurde von 09/2021 bis 03/2022 am Zentrum für Tierhaltung und Technik in Iden durchgeführt. Dabei wurde eine Kuhgruppe (Versuchsgruppe, VG) mit einer Ration versorgt, in der als Eiweißfuttermittel zu $^1/_3$ konventionelles RES (unbehandelt) und zu $^2/_3$ thermisch-physikalisch behandeltes RES eingesetzt wurde. Eine andere Gruppe (Kontrollgruppe, KG) erhielt ausschließlich unbehandeltes RES in der Ration.
In dem Versuch wurden 76 Mehrkalbskühe der Rasse Deutsche Holstein einbezogen (Tabelle 1). Diese wurden zwischen dem 5. und 34. Laktationstag (LT) (VG) bzw. 22. LT (KG) in den Versuch aufgenommen. Dabei erfolgte die Zuordnung zu den Gruppen zufällig unter Berücksichtigung der Verteilung von Laktationsnummern, Leistungsparametern sowie der Lebendmassen (LM) und der Rückenfettdicken (RFD).

Tabelle 1: Beschreibung der Gruppen im Fütterungsversuch
(Mittelwerte *± Standardabweichung*)

	Versuchsgruppe **VG**	Kontrollgruppe **KG**
Kühe, n	37	39
Laktationsnummer	3,9 *± 1,8*	4,2 *± 2,2*
Laktationstag Umstellung Versuchsabteil	10,6 *± 6,9*	9,1 *± 4,2*
Lebendmasse p.p., kg	738 *± 59*	756 *± 47*
Rückenfettdicke p.p., mm	21,3 *± 5,9*	23,2 *± 4,7*
Leistung Vorlaktation		
Milchmenge, kg	12.230 *± 2.209*	12.214 *± 1.793*
Milchfett, %	3,76 *± 0,50*	3,84 *± 0,51*
Milcheiweiß, %	3,52 *± 0,19*	3,50 *± 0,19*

Da aufgrund betrieblicher Futtermittelverfügbarkeit Rationsumstellungen erfolgten, wurde der Versuch in zwei Fütterungsabschnitte unterteilt (Tabelle 2). In beiden erhielten die Kühe der VG

das in gleichen Umfängen in den Rationen eingesetzte RES (13 bis 14 % der TM der TMR, 3,8 kg Frischmasse/Kuh/Tag) anteilig in der „geschützten“ Form. In die Rationsberechnungen und in die Versuchsauswertung wurden die Analysenwerte mehrerer untersuchter Proben der beiden RES übernommen (Tabelle 3). Der nXP-Gehalt für das unbehandelte RES wurde unter Verwendung des tabellierten Anteils von 35 % UDP5 nach GfE (2001) kalkuliert. Für das verwendete behandelte RES werden in firmenseitigen Produktinformationen > 60 % UDP ohne Angabe zur Passagerate ausgewiesen. Für die Berechnungen in der Versuchsfütterung wurden 53 % UDP5 unterstellt. Für die Auswertungen wurden die nXP-Gehalte der beiden RES zusätzlich mittels der aus den durchgeführten *in situ*-Untersuchungen abgeleiteten UDP5-Gehalte neu berechnet.
Die XP-Gehalte beider TMR wurden bei der Rationsplanung im unteren Bereich der aktuellen DLG-Empfehlungen von 150 bis 155 g/kg TM für den Hochleistungsbereich mit dem Ziel des Erreichens hoher N-Effizienz und geringer N-Ausscheidungen eingestellt. Durch den höheren nXP-Gehalt des behandelten RES ergab sich für die TMR der VG mit 160 g/kg TM ein nXP-Gehalt im mittleren Bereich der DLG-Empfehlungen für 10.000 kg Herdenleistung. In der TMR der KG lag der nXP-Gehalt um 5 g/kg TM tiefer.
Aus der betrieblichen Situation des Grobfuttereinsatzes (u. a. Luzernefütterung) und aus der angestrebten Einhaltung der aktuellen DLG-Richtewerte zur Sicherung wiederkäuergerechter Versorgung (XS+XZ max. 260 g/kg TM, aNDFom min. 325 g/kg TM) sowie durch die Verwendung von RES als alleinigem Eiweißfuttermittel konnten die empfohlenen Energiegehalte für HL-Rationen von ≥ 7,1 MJ NEL/kg TM nicht erreicht werden. Auf den Einsatz von pansenstabilem Futterfett wurde verzichtet. Dies trifft insbesondere für eine auf die Ration der VG beschränkte Supplementierung zu, da dann eine mögliche Leistungssteigerung in der VG gegenüber der KG nicht klar einem der eingesetzten Spezialfuttermittel (behandeltes RES, pansenstabiles Fett) hätte zugeordnet werden können.
Vor der Umstellung in das Versuchsabteil wurden alle Kühe im Frischkalberabteil mit einer TMR der betrieblichen Routine versorgt, die kein behandeltes RES enthielt und der Kontrollration ähnelte.

Tabelle 2: Zusammensetzungen und Gehaltswerte der Rationen im Fütterungsversuch[1)]

Futtermittel *(Anzahl durchgeführter Futtermittelanalysen, im Versuchszeitraum gefütterte Silos)*	Fütterungsabschnitt 1 24.09.2021 – 24.01.2022		Fütterungsabschnitt 2 25.01.2022 – 25.03.2022	
	Versuch	**Kontrolle**	**Versuch**	**Kontrolle**
	% TM der TMR			
Maissilage *(14, 3)*	24,5	24,8	25,3	25,4
Grassilage, 1. Aufwuchs *(11, 2)*	15,9	16,1	22,0	22,3
Luzernesilage *(9, 2)*	10,4	10,3	7,4	7,2
Luzernetrockengrün *(1)*	3,7 / 1,5	3,3 / 1,3	- / 1,9	- / 1,8
Stroh *(1)*				
Mais-Getreide-Mix[2)] *(2)*	23,1	23,5	10,9	10,8
Feuchtkornmais *(1)*			11,2	11,4
Trockenschnitzel *(1)*	5,6	5,2		
Pressschnitzel *(2)*			5,2	5,2
Rapsextraktionsschrot, unbehandelt *(3)*	**4,1**	**13,4**	**5,0**	**14,2**
Rapsextraktionsschrot, behandelt *(5)*	**9,1**	**-**	**9,4**	**-**
Futterharnstoff / Rationsergänzungen[3)]	0,2 / 1,9	0,2 / 1,9	0,3 / 1,4	0,3 / 1,4
Kraftfutteranteil, % TM der TMR	44		43	
Gehalt	je kg TM der TMR			
NEL, MJ	6,83	6,83	6,92	6,90
nXP, g	**160**	**155**	**159**	**154**
Rohprotein, g	**155**	**155**	**153**	**153**
aNDFom, g / davon aus Grobfutter	338 / 241	337 / 239	328 / 237	329 / 238
Stärke / Zucker, g	221 / 39	224 / 39	246 / 30	246 / 30
Rohfett, g	33	32	36	36
Ca / P, g	7,9 / 4,1	7,9 / 4,2	7,5 / 4,2	7,4 / 4,2
DCAB, meq	161	165	155	166

[1)] Berechnet aus Lademengen und TM-Bestimmungen sowie Futtermittelanalysen der Einzelfuttermittel.

[2)] 42 % Mais, 27 % Gerste, 27 % Roggen, 2 % Zuckerrübenmelasse, 2 % Rohglycerin

[3)] Mineralfutter P-frei, NaHCO3, CaCO3, Konservierungsmittel (Organische Säuren)
42 % TM-Gehalt der TMR Versuch und Kontrolle, jeweils 8 Liter Wasser/Tier/Tag in der TMR.

Tabelle 3: Ausgewählte Analysenergebnisse von im Fütterungsversuch eingesetzten Rapsextraktionsschroten (Mittelwerte *(Min – Max)*)

Gehalt	Einheit	Rapsextraktionsschrot	
		behandelt (n=5)	**unbehandelt** (n=3)
		je kg TM	
NEL	MJ/kg TM	7,4 *(7,2 – 7,5)*	7,2 *(7,2 – 7,3)*
ME	MJ/kg TM	12,1 *(11,8 – 12,4)*	11,9 *(11,9 – 12,0)*
Rohprotein,	g/kg TM	365 *(350 – 373)*	362 *(350 – 379)*
UDP5 unterstellt	%	*53*	*35*
nXP	g/kg TM	304 *(289 – 305)*	244 *(240 – 251)*

Die Futteraufnahmen der Einzeltiere wurden fortlaufend an mit automatischer Tiererkennung ausgestatteten Fresswiegetrögen erfasst und mit den täglichen Ladeprotokollen des Futtermischwagens sowie den TM-Bestimmungen und den Analysenwerten (LKSmbH Lichtenwalde) der Einzelfuttermittel verrechnet. Die Messung der Milchmengen erfolgte zu jeder Melkzeit im Melkstand, die Untersuchung der Milchinhaltsstoffe (LKV Sachsen-Anhalt) im Rahmen des wöchentlich durchgeführten Probemelkens.
Die Lebendmassen (LM) und die Rückenfettdicken (RFD) der Tiere wurden p.p. sowie zum 14. und 75. LT erfasst.
Die statistische Auswertung der Daten für die Futter-, Energie und Nährstoffaufnahmen, die Milchleistung sowie für die Parameter der N-Effizienz und der N-Ausscheidungen erfolgte mit RStudio Team (2020). Für den Vergleich aller gemessenen Parameter zwischen der VG und der KG wurde ein gemischtes Modell (CRAN-package lme4) genutzt. Als fixe Effekte wurden die Behandlung, die Versuchswoche und deren Wechselwirkung (Behandlung × Versuchswoche) in das Modell aufgenommen. Das Einzeltier innerhalb der VG und KG wurde als zufälliger Effekt im Model berücksichtigt. Das Signifikanzniveau lag bei 5% (*P<0,05*).

3. Ergebnisse

Die beiden RES waren sowohl in ihrem XP-Gehalt als auch in ihren XP-Fraktionen auf einem numerisch ähnlichen Niveau. Die pufferunlösliche Fraktion (B2) und das zellwandgebundene unlösliche Reinprotein (B3) waren beim behandelten RES tendenziell höher als beim unbehandelten RES (Tabelle 4).

Tabelle 4: Rohprotein (XP) und XP-Fraktionen der Rapsextraktionsschrote im *in situ*-Versuch[1)]

	XP	A[2)]	B1	B2	B3	C
	g/kg TM	% von XP				
RES **behandelt**	353	6,2	7,9	59,2	16,9	10,8
RES **unbehandelt**	361	6,7	13,0	54,6	17,2	8,5
SEM[3)]	*3,1*	*1,05*	*1,98*	*1,49*	*1,56*	*0,715*
P-Wert	*0,118*	*0,574*	*0,188*	*0,070*	*0,542*	*0,087*

[1)]n=4 Proben je RES [2)]A, Nichtproteinstickstoff; B1, pufferlösliches Reinprotein; B2, pufferunlösliches Reinprotein; B3, zellwandgebundenes Reinprotein; C, zellwandgebundenes unlösliches Reinprotein [3)]SEM, Standardfehler des Mittelwerts

Die Auswertungen zum TM- und XP-Abbau (Tabelle 5) ergaben eine signifikant höhere wasserlösliche Fraktion (a) und potenziell abbaubare Fraktion (b) beim unbehandelten RES. Die Abbaurate (c) war hingegen beim behandelten RES signifikant höher. Bei niedriger und höherer ruminalen Passagerate von 2 % und 5 % wurden beim unbehandelten RES signifikant mehr TM und XP abgebaut als beim behandelten RES. Dieser Unterschied war bei einer angenommenen ruminalen Passagerate von 8 % nicht erkennbar. Es ist daher davon auszugehen, dass die Unterschiede zwischen den beiden RES umso geringer werden, je höher die Futteraufnahme der Kühe ist.

Tabelle 5: TM- und XP-Abbauparameter und geschätzter effektiver Abbau (%), bereinigt um die kleinen Partikelverluste[1)]

	a[2)] (%)	b (%)	c (%/h)	ED2[3)]	ED5	ED8
	TM-Abbau					
RES **behandelt**	11,9[b]	48,4[b]	14,9[a]	54,4[b]	47,9[b]	43,2
RES **unbehandelt**	15,0[a]	56,1[a]	9,5[b]	61,2[a]	51,6[a]	45,3
SEM[4)]	*0,67*	*0,69*	*1,22*	*1,07*	*1,07*	*1,14*
P-Wert	*0,004*	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*	*0,026*	*0,170*
	XP-Abbau					
RES **behandelt**	5,0[b]	65,0[b]	16,4[a]	62,8[b]	54,4[b]	48,4
RES **unbehandelt**	7,3[a]	76,5[a]	10,3[b]	71,1[a]	58,5[a]	50,1
SEM[4)]	*0,26*	*1,1*	*1,32*	*1,06*	*1,15*	*1,3*
P-Wert	*0,001*	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*	*0,016*	*0,255*

[1)]n=12 Werte je RES (3 Tiere, 4 Proben je RES) [2)]wasserlösliche Fraktion (a), potenziell abbaubare Fraktion (b) Abbaurate (c) [3)]Effektiver Abbau (ED) bei niedriger (2), hoher (5) und sehr hoher (8) ruminaler Passagerate, [4)]SEM, Standardfehler des Mittelwerts

Im Milchkuhfütterungsversuch traten bis auf die RNB (Berechnung unter Verwendung untersuchter XP-Gehalte und nXP-Gehalte auf Basis unterstellter UDP5-Anteile der RES) zwischen VG und KG keine signifikanten Mittelwertdifferenzen in den Parametern zur Energie- und Nährstoffversorgung sowie in den Leistungsdaten der Kühe auf (Tabelle 6). Ebenso unterschieden sich die Milchharnstoffgehalte sowie die Ergebnisse zur Futter-N-Ausnutzung und zu den N-Ausscheidungen nicht zwischen den Gruppen.
Werden in die Auswertungen die aus dem *in situ*-Versuch (Tabelle 4) abgeleitete UDP5-Anteile der RES übernommen (45,6 % behandelt, 41,5 % unbehandelt) und wird mit den sich daraus

ergebenden nXP-Gehalten gerechnet (278 g/kg TM behandelt, 263 g/kg TM unbehandelt), verändern sich die Mittelwerte für die nXP-Aufnahmen und die RNB (nXP VG: 4.171g/Tier/Tag, KG: 4.235 g/Tier/Tag, P = 0,775; RNB VG: -16 g/Tier/Tag, KG: -11 g/Tier/Tag, P < 0,001). Die Mittelwertdifferenzen zwischen VG und KG nehmen ab.

Tabelle 6: Ergebnisse des Fütterungsversuchs

Parameter	Einheit	**VG**	**KG**	Differenz	SEM	*P-Wert*
Trockenmasse	kg/Kuh/Tag	26,0	26,5	-0,5	0,5	*0,838*
Stärke	g/Kuh/Tag	5.996	6.177	-181	111	*0,750*
aNDFom	g/Kuh/Tag	8.577	8.727	-150	157	*0,827*
Rohprotein	g/Kuh/Tag	4.039	4.113	-74	73	*0,838*
RNB	g/Kuh/Tag	-19	3	22	0,6	***<0,001***
nXP	g/Kuh/Tag	4.144	4.085	+59	74	*0,716*
NEL	MJ/Kuh/Tag	178	181	-3	3,3	*0,844*
Milchmenge	kg/Kuh/Tag	48,5	48,6	-0,1	1,0	*0,974*
ECM	kg/Kuh/Tag	47,4	47,6	-0,2	0,9	*0,685*
Milchfettgehalt	%	3,88	3,94	-0,06	0,07	*0,650*
Milcheiweißgehalt	%	3,29	3,27	+0,02	0,04	*0,854*
Milchfettmenge	g/Kuh/Tag	1.875	1.891	-16	42	*0,469*
Milcheiweißmenge	g/Kuh/Tag	1.586	1.582	+4	30	*0,837*
Milchharnstoffgehalt[1)]	mg/l	184	179	+5	4	*0,111*
N-Ausscheidung[2)]	g/Kuh/Tag	349	345	+4	5	*0,300*
Futter-N-Ausnutzung	%	39	38	+1	1	*0,952*

[1)] nach DLQ-Richtlinie 1.13, kontinuierliche Durchflussanalyse, nasschemisch
[2)]kalkuliert nach Bannink und Hindle (2003)

Aus den Veränderungen von RFD und LM vom 1. bis zum 75. LT ergibt sich für die KG eine höhere Mobilisation (-12 mm, -65 kg) als für die VG (-10 mm, -51 kg). In die Interpretation der Leistungsdaten können die Annahmen einbezogen werden, dass 1 mm Rückenfett ≈ 4,8 kg Körperfett entspricht (Klawuhn, 1992), dass für 1 kg Körperfettabbau ein mögliches Milcherzeugungspotenzial von ≈ 11 kg FCM besteht (Staufenbiel, 1993) und aus 1 kg LM-Abbau 20 bis 21 MJ NEL zur Verfügung stehen (GfE, 2001). Das würde einem Milchmengenäquivalent von ca. 100 kg FCM (RFD) oder ca. 90 kg ECM (LM) vom 1. bis 75. LT entsprechen. Zu beachten ist aber, dass die Kühe zum ca. 10. LT in den Versuch einbezogen wurden. Der RFD-Abbau vom 14. bis zum 75. LT lag für beide Gruppen auf einem identischen Niveau von -7 mm.

4. Zusammenfassung und Fazit

Im *in situ*-Versuch wurde der ruminale XP-Abbau in thermisch-physikalisch behandeltem und unbehandeltem RES geprüft. Es handelte sich dabei nicht um Untersuchungen an jeweils einer RES-Charge entstammendem Material vor und nach der Behandlung. Aus den ermittelten Versuchsergebnissen kann auf einen Behandlungseffekt zu einem reduzierten XP-Abbau geschlossen werden. Darauf deuten auch die Ergebnisse aus den durchgeführten XP-Fraktionierungen hin. Die berechneten UDP5-Anteile lagen aber mit 46 % im behandelten RES 7 Prozentpunkte unter dem angenommenen Erwartungswert von 53 %. Die UDP5-Anteile im unbehandelten RES

lagen mit 41 % 6 Prozentpunkte über dem verwendeten Erwartungswert von 35 %. Damit reduzierte sich der erwartete Abstand in den UDP5-Anteilen der beiden RES von 18 auf 5 Prozentpunkte. Bei der Berechnung der UDP8-Anteile ergab sich aus den *in situ*-Untersuchungen eine Differenz von 2 Prozentpunkten (52 % behandelt, 50 % unbehandelt).

Im Milchkuhfütterungsversuch wurden zwei weitestgehend an DLG-Empfehlungen ausgerichtete TMR mit 13 bis 14 % RES in der TM ausgestattet. In der Versuchsration wurden $^{2}/_{3}$ des RES in thermisch-physikalisch behandelter Form eingesetzt. Es resultierten unter den konkreten im Versuchsplan für die Rationsgestaltung festgelegten und sich aus der Situation der betrieblichen Grobfutterverfügbarkeit ergebenden Rahmenbedingungen der Fütterung keine signifikanten Unterschiede in den erfassten Leistungsparametern sowie in den Milchharnstoffgehalten und in den Parametern der N-Ausnutzung und der N-Ausscheidungen aus der Fütterung mit behandeltem oder unbehandeltem RES.

Die Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen der *in situ*-Untersuchungen und der XP-Fraktionierung an den RES sowie denen aus dem Fütterungsversuch sind schlüssig. Sie lassen in diesem Projekt nicht auf das Erreichen angestrebter und erwarteter Effekte schließen, die sich aus der speziellen Behandlung und Verfütterung des verwendeten thermisch-physikalisch behandelten RES ergeben sollen.