

Versuche zum Einsatz eines pansenstabilen Sojaschrotes bei laktierenden Kühen

PETER LEBZIEN, REINHARD DAENICKE und DIETER GÄDEKEN

Institut für Tierernährung

1 Einleitung

Wenn der Stickstoffbedarf der Pansenmikroben für eine maximale mikrobielle Proteinsynthese gedeckt ist, führt jeder weitere intraruminale Futterproteinabbau zu Ammoniaküberschüssen. Diese werden nach der Resorption in der Leber zu Hamstoff entgiftet und im Harn ausgeschieden. Energieverluste (Hamstoffsynthese), Leber- und Umweltbelastungen sind die Folge. Zudem ist es unökonomisch, aus hochwertigem Futterprotein Ammoniaküberschüsse zu produzieren. Um dies zu vermeiden, sollte, sobald der N-Bedarf der Mikroben gedeckt ist, der die mikrobielle Proteinsynthese überschreitende Proteinbedarf der Tiere durch möglichst gering abbaubares Futterprotein gedeckt werden. Aus diesem Grunde wurden Verfahren entwickelt, um die Abbaubarkeit wertvoller Futterproteine im Pansen zu reduzieren. Hierbei sind thermische und chemische Behandlungen zu unterscheiden. Unter den verschiedenen Methoden hat sich in der Praxis die chemische Behandlung mit Formaldehyd bisher am meisten durchgesetzt. Daneben wurde vor einigen Jahren ein Verfahren entwickelt, das die Abbaubarkeit von Futterproteinen durch eine Behandlung mit "Sulfid-Wasser", einem xylosehaltigen Nebenprodukt der Zellstoffindustrie, reduziert (Winowiski und Stern, 1987; Windschitl und Stern, 1988; Nakamura et al., 1992; Mc Allister et al., 1993). Diese Methode basiert auf einer Reaktion, die als Maillard-Reaktion bekannt ist.

Ziel der vorliegenden Versuche war es, die in situ Abbaubarkeit eines mit zuckerhaltigen Lignosulfonaten behandelten Sojaschrotes (SoyPass, Borregaard Lignotech, Norwegen) und des entsprechenden unbehandelten Schrotes zu bestimmen. Außerdem sollte untersucht werden, wie sich eine Reduktion der Rohproteinzufuhr auf die Pansenfermentation, die Stickstoffbilanz und die Leistung von Milchkühen auswirkt, wenn entweder die Abbaubarkeit der eingesetzten Proteinträger unverändert blieb oder aber herabgesetzt war. Letzteres wurde durch den Ersatz von unbehandeltem Sojaschrot durch SoyPass erreicht.

2 Material und Methoden

2.1 N-Bilanz-Versuche mit pansenfistulierten Kühen

Für die Versuche standen 6 laktierende Kühe der Rasse Deutsche Schwarzbunte mit einer mittleren Milchleistung von 26 kg fettkorrigierter Milch (FCM) zur Verfügung. Jedes Tier war mit einer Pansenfistel ausgestattet. Die Aufstallung erfolgte

strohlos in Einzelanbindung. Wasser stand über Selbsttränken zur freien Verfügung. Während der 9wöchigen Versuchsperiode erhielt jede Kuh 8,5 kg Trockenmasse (T) aus angelegelter Grassilage und 9,2 kg Kraftfutter T in zwei Teilgaben je Tag. Dabei wurde an jede Kuh nacheinander über jeweils drei Wochen eine von drei verschiedenen Kraftfuttermischungen verfüttert, deren Zusammensetzung aus Tabelle 1 hervorgeht. Zusätzlich erhielten alle Tiere 350 g einer vitaminisierten Mineralstoffmischung je Tag.

Nach einer 14-tägigen Vorfütterung erfolgte jeweils eine 5-tägige Bilanzperiode, in der die Futteraufnahme sowie die Kot-, Harn- und Milchausscheidungen quantitativ erfasst wurden. Die Analysen der Rohnährstoffgehalte in Futter und Kot bzw. des N-Gehaltes in Harn und Milch erfolgten nach den Vorschriften des VDLUFA (1976).

Zusätzlich zur N-Bestimmung in der Milch mit Hilfe der Kjeldahlmethode (VDLUFA, 1976) erfolgte eine Harnstoffanalyse (UV-Test-Kombination, BOEHRINGER, Mannheim). Während der Bilanzperioden wurden an je drei Tagen jeweils drei Stunden nach der Morgenfütterung per fistulam Saftproben aus dem ventralen Pansensack zur Ermittlung des pH-Wertes und der Konzentration an flüchtigen Fettsäuren entnommen. Die Bestimmung des pH-Wertes erfolgte unmittelbar nach der Entnahme mit einer Einstabmeßkette. Die Konzentration an flüchtigen Fettsäuren wurde gaschromatographisch (Hewlett Packard 5880 mit FID) bestimmt. An einem

	Mischung		
	A (pos. Kontrolle)	B (SoyPass)	C (neg. Kontrolle)
Weizen	26	-	-
Gerste	20	-	-
Roggen	-	30	30
Tapioka	11	24	24
Citrustrerster	10	25	25
Trockenschnitzel	19	10	10
Sojaschrot	12	-	9
SoyPass	-	9	-
Sojaöl	2	2	2

Tabelle 1: Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen %

Tag der Bilanzperiode wurden im Laufe der ersten fünf Stunden nach Fütterungsbeginn zu sechs verschiedenen Zeitpunkten Saftproben aus dem Pansen zur Bestimmung der Ammoniakkonzentration gezogen. Hierzu diente eine modifizierte Conway-Methode (Voigt und Steger, 1967).

2.2 In situ-Versuche zum Proteinabbau

Für die in situ-Versuche standen drei mit Pansenfisteln ausgestattete Milchkühe zur Verfügung. Die Futtertrockenmasse bestand zu zwei Dritteln aus Grassilage und zu einem Drittel aus einem praxisüblichen Kraftfutter (32% Gerste, 10% Weizen, 15% Hafer, 15% Trockenschnitzel, 24% Sojaschrot, 2% Sojaöl, 2% Mineralstoffmischung). Die Tiere wurden zweimal täglich gefüttert und waren strohlos in Einzelanbindung aufgestallt. Wasser stand über Selbsttränken zur freien Verfügung.

Es kamen Sojaschrot, SoyPass sowie die drei in den unter 2.1 und 2.3 beschriebenen Versuchen eingesetzten Kraftfuttermischungen (Tabelle 1) zum Einsatz. Proben von jedem dieser Futtermittel wurden durch ein 3 mm-Sieb vermahlen und anschließend in Nylonbeutel verbracht. Die Beutel bestanden aus Nylongewebe mit 40 µm Porengröße und waren 9 x 14cm groß. Die eingewogene Probenmenge pro Beutel betrug ca. 3,0 g (15,0 mg/cm² Beuteloberfläche). Im Pansen der drei Kühe wurden jeweils zwei Beutel von jeder Probe für 2, 4, 8, 16, 24 und 48 Stunden inkubiert.

Nach der Entnahme aus dem Pansen wurden die Beutel unter fließendem kaltem Wasser gesäubert und anschließend in einem Schüttelwasserbad unter ständiger Bewegung und permanentem Wasseraustausch 30 Minuten lang ausgewaschen. Danach wurden die Beutel in einem Trockenschrank bei 60°C bis zur Gewichtskonstanz (bis zu 48 Std.) getrocknet. Die Bestimmung der Trockensubstanz, der organischen Substanz sowie des Stickstoffgehaltes in den Probenrückständen in den Beuteln erfolgte nach den Verbandsmethoden des VDLUFA (1976).

Um die Auswaschverluste zu bestimmen, wurden drei Parallelen von jeder Probe ohne vorherige Inkubation im Pansen nach oben beschriebener Methode behandelt. Die mathematische Auswertung der N-Verluste aus den Beuteln zu den verschiedenen Inkubationszeiten erfolgte nach Ørskov und McDonald (1979).

2.3 Fütterungsversuch mit hochleistenden Milchkühen

Zur Überprüfung des Einflusses der verschiedenen Kraftfuttermischungen auf die Leistungsparameter wurde ein 12 Wochen dauernder Fütterungsversuch mit schwarzbunten Milchkühen durchgeführt. Nach einer dreiwöchigen Vorperiode wurden drei Gruppen zu je acht Tieren mit im Mittel gleicher Milchmenge, Milchzusammensetzung und Lebendmasse gebildet. Gruppe A diente als positive Kontrolle, in Gruppe B wurde das Kraftfutter mit SoyPass eingesetzt und Gruppe C war die negative Kontrolle. Während der Rohproteinbedarf der Tiere - entsprechend den im folgenden dargestellten Berechnungen - in Gruppe A und B gedeckt war, bestand in Gruppe C ein Defizit. Die Zusammensetzung der

Kraftfuttermischungen entsprach der in Tabelle 1 aufgeführten. Für die Versorgung mit Rohprotein wurden folgende Berechnungen zugrunde gelegt (Rohr und Lebzien, 1991):
Nettobedarf (g/d):

$$\text{endog. Hamprot. (UPe)} = (5,906 \log W - 6,76) \times 6,25$$

$$\text{endog. Kotprot. (FPe)} = (7 \times \text{kg unverd. T}) \times 6,25$$

$$\text{Oberflächenverluste (VPe)} = (0,018 \times W^{0,75}) \times 6,25$$

$$\text{Milchprotein} = (\text{g Prot./kg}) \times \text{kg Milch}$$

$$\text{Verwertung der Aminosäuren für Erhaltung: } 66 \%$$

$$\text{Verwertung der Aminosäuren für Milchbildung: } 75 \%$$

$$\text{Wahre Verdaulichkeit der Aminosäuren } 85 \%$$

$$\text{Aminosäurenanteil am Rohprotein: } 73 \%$$

$$\text{Verfügbares Rohprotein am Duodenum (dRP):}$$

$$\text{dRP (g)} = 10,06 \times \text{MJ ME} + \text{UDP}$$

$$\text{Mikrobenprotein (MP): } \text{MP (g)} = 10,06 \times \text{MJ ME}$$

wobei unterstellt wurde, daß max. 20 % des MP aus rezirkuliertem N gebildet werden.

Für die Proteinabbaubarkeit in den einzelnen Kraftfutterkomponenten und in der Grassilage wurden die Tabellenwerte der GfE (1986) zugrunde gelegt. Die Abbaubarkeit von Kraftfutter B wurde entsprechend den Nylon-bag-Versuchen um 7 Prozentpunkte geringer als die von Kraftfutter C angenommen. Die Berechnung der Aufnahme an umsetzbarer Energie (ME) und Nettoenergie (NEL) erfolgte aus den ermittelten Rohnährstoffgehalten (Tabelle 2) sowie den Verdauungswerten der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (DLG 1991). Zu Beginn der Versuchsperiode befanden sich die Tiere im Mittel in der siebenten Laktationswoche. Die Haltung erfolgte im Anbindestall ohne Einstreu bei individueller Fütterung.

Sämtliche Kühe sollten konstant über die gesamte Versuchsdauer 8,5 kg Trockenmasse je Tag aus angewellter Grassilage erhalten. Daneben wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Kraftfuttermischungen verabreicht. Zusätzlich erhielten die Tiere der Gruppe A entsprechend dem ermittelten Bedarf ab einer täglichen FCM-Leistung von 31 kg steigende Mengen an Sojaschrot und sämtliche Tiere 350 g/Tag einer vitaminisierten Mineralstoffmischung. Die in drei Mahlzeiten je Tag verabreichte Kraftfuttermenge wurde im vierwöchigen Abstand dem aktuellen Leistungsstand angepaßt.

Bei exakter Erfassung der täglichen Futteraufnahme wurden die Rohnährstoffgehalte der Futtermittel dreimal (Silage) bzw. zweimal (Kraftfutter) im Laufe des Fütterungsversuchs in Form von Sammelproben bestimmt. Die Ermittlung der Milchmenge bzw. der Milchzusammensetzung erfolgte zweimal wöchentlich. Die Lebendmasse der Kühe wurde an zwei aufeinanderfolgenden Tagen jeweils zu Beginn und am Ende des Versuchs erfaßt.

3 Ergebnisse

3.1 Rohnährstoffgehalte der Futtermittel

Die Ergebnisse der Rohnährstoffanalysen der Futtermittel sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Die Grassilage wies mit rund 19 % einen relativ hohen Rohproteingehalt in der Trockenmasse auf. Kraftfutter A (mit ungeschütztem Sojaschrot) hatte einen Rohproteingehalt von

	Grassilage	Krafftuttermischungen			Soja-schrot
		A	B	C	
Trockensubstanz	38,4 ± 1,3	89,6 ± 0,4	89,5 ± 0,1	89,5 ± 0,2	86,5
i. d. Trockensubst. organ. Substanz	89,5 ± 0,6	95,5 ± 0,1	94,9 ± 0,2	94,9 ± 0,2	92,7
Rohprotein	18,9 ± 1,2	15,4 ± 0,3	11,2 ± 0,3	11,8 ± 0,2	52,6
Rohfett	3,1 ± 0,7	4,3 ± 0,5	3,6 ± 0,4	3,5 ± 0,6	1,7
Rohfaser	26,3 ± 0,3	8,3 ± 0,3	7,9 ± 0,3	8,0 ± 0,6	3,6
NfE	41,3 ± 1,1	67,4 ± 0,2	72,2 ± 2,9	71,6 ± 0,6	34,8

Tabelle 2: **Rohnährstoffgehalte der eingesetzten Futtermittel (%)**

	Trocken-substanz	organ. Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	NfE
Ration A (n = 6)	78,0 ± 2,36	80,1 ± 1,88	68,4 ^a ± 3,17	67,6 ± 9,20	77,5 ± 3,24	85,4 ± 1,29
Ration B (n = 5)	76,5 ± 1,70	78,6 ± 1,66	62,6 ^b ± 4,28	67,4 ± 7,58	74,8 ± 2,46	84,6 ± 1,49
Ration C (n = 6)	76,3 ± 2,10	78,8 ± 2,11	63,8 ^b ± 3,03	66,4 ± 7,58	75,1 ± 3,40	84,6 ± 2,31

a, b: unterschiedliche Buchstaben in einer Spalte kennzeichnen signifikante Differenzen ($p \leq 0,05$)

Tabelle 3: **Mittlere Rohnährstoffverdaulichkeiten (%)**

	Zufuhr (g N/d)	Kot (g N/d)	Harn (g N/d)	Milch			Ansatz (g N/d)	
				(% N)	(g N/d)	(% Urea)		
A (n=5)	486 ^c ±16,1	152 ±13,6	174 ^a ±30,1	0,5 ±0,05	127 ±17,0	0,028 ^c ±0,006	3,0 ±2,02	+33 ±12,5
B (n=5)	419 ^d ±17,6	157 ±20,7	119 ^b ±23,3	0,5 ±0,05	120 ±13,1	0,017 ^d ±0,003	1,9 ±0,61	+24 ±17,8
C (n=6)	438 ^d ±11,3	159 ±16,7	128 ^b ±15,4	0,5 ±0,03	127 ±16,8	0,018 ^d ±0,004	2,1 ±0,58	+25 ±16,85

a > b ($p < 0,05$) c > d ($p < 0,01$)

Tabelle 4: **N-Bilanzen in Abhängigkeit von der eingesetzten Krafftuttermischung**

15,4 %, Krafftutter B (mit SoyPass) enthielt 11,2 % Rohprotein und Krafftutter C (mit ungeschütztem Sojaschrot) 11,8 % Rohprotein.

3.2. N-Bilanz-Versuche mit fistulierten Kühen

Die aus den Bilanzversuchen errechneten mittleren Verdaulichkeiten für die Rohnährstoffe finden sich in Tabelle 3. Gegenüber der Ration A lagen die Verdaulichkeiten des Rohproteins in den Rationen B und C signifikant niedriger. Bei den übrigen Rohnährstoffen war kein signifikanter Rationseinfluß zu verzeichnen.

Aus den Futteraufnahmen, den Rohnährstoffanalysen und den Verdaulichkeiten errechneten sich folgende Mengen an aufgenommener Nettoenergie-Laktation (NEL):

positive Kontrolle (A): 127,7 ± 3,9 MJ NEL/Tag,

SoyPass (B): 125,0 ± 3,9 MJ NEL/Tag,

negative Kontrolle (C): 125,1 ± 3,7 MJ NEL/Tag.

Dies reichte im Mittel für 28,5 kg FCM einer Kuh von 600 kg Lebendgewicht. Die Proteinversorgung war in Gruppe A und B nach den für die Fütterungsversuche (Versuch 3) dargelegten Berechnungen ebenfalls ausreichend, um diese Leistung abzudecken. Letzteres gilt sowohl im Hinblick auf die N-

Versorgung der Pansenmikroben als auch auf die Versorgung der Tiere mit darmverfügbarem Rohprotein.

Die Daten für die N-Bilanz der Tiere sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Trotz einer um 67 g bzw. 48 g geringeren Stickstoffaufnahme bestand kein Unter-

schied hinsichtlich der täglichen Stickstoffausscheidung mit dem Kot und der Milch zwischen Ration B bzw. C und Ration A. Dagegen wurde die Stickstoffausscheidung mit dem Harn signifikant um 55 g (Ration B) bzw. 46 g (Ration C) je Tag reduziert. Gleichzeitig war auch der Harnstoffgehalt in der Milch signifikant geringer. Letztes entsprach jedoch lediglich etwa 1 g N je Tag. Zusätzlich zeichnete sich bei den Gruppen B und C eine tendenziell geringere N-Retention ab als bei Gruppe A.

Die Angaben hinsichtlich des pH-Wertes und der Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft finden sich in Tabelle 5.

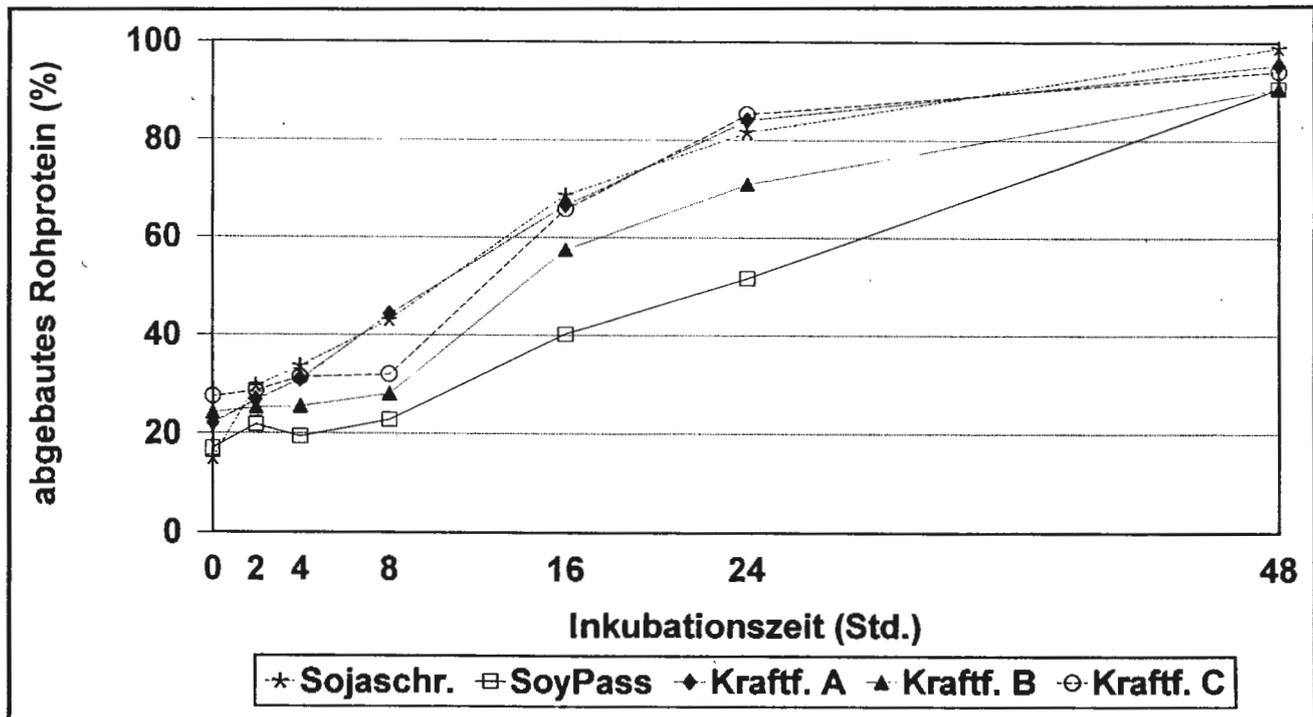
Es bestand kein Einfluß der Kraftfutterzusammensetzung auf den pH-Wert und die Fettsäurenkonzentration im Pansensaft. Was die molaren Anteile der einzelnen flüchtigen Fettsäuren anbelangt, so waren lediglich die Anteile an Isosäuren - die vorwiegend beim Proteinabbau entstehen - bei den Rationen mit proteinärmerem Kraftfutter (B und C) niedriger als bei der Ration mit Kraftfutter A. Zwischen Gruppe B und C bestanden keine Unterschiede. Das gleiche gilt für die Ammoniakkonzentration im Pansensaft zu den verschiedenen Zeitpunkten (Tabelle 6). Ledig-

		Positive Kontrolle (Gruppe A)	Soy Pass (Gruppe B)	Negative Kontrolle (Gruppe C)
pH-Wert	\bar{x}	6,38	6,29	6,28
	$\pm s$	0,22	0,20	0,16
Gesamtfettsäuren (mMol / l)	\bar{x}	86,5	102,7	100,5
	$\pm s$	16,4	19,8	8,8
Fettsäuren (Mol%)				
C2	\bar{x}	61,9	61,3	61,7
	$\pm s$	0,9	1,8	1,1
C3	\bar{x}	20,5	19,6	20,3
	$\pm s$	1,7	1,6	1,4
C4 iso	\bar{x}	1,0 ^a	0,8 ^b	0,8 ^b
	$\pm s$	0,1	0,1	0,1
C4	\bar{x}	13,0	14,9	14,0
	$\pm s$	1,1	1,7	1,2
C5 iso	\bar{x}	1,8 ^a	1,4 ^b	1,4 ^{ab}
	$\pm s$	0,2	0,1	0,3
C5	\bar{x}	1,9	2,1	1,8
	$\pm s$	0,4	0,3	0,3

a, b: ungleiche Buchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Differenzen ($p \leq 0,05$)

Abbildung 1: Abbau des Futterrohproteins nach Inkubation im Pansen

Tabelle 5: pH-Wert und flüchtige Fettsäuren im Pansensaft (n=5)



		Positive Kontrolle (Gruppe A)	Soy Pass (Gruppe B)	Negative Kontrolle (Gruppe C)
mg NH ₃ -N/100 ml				
30 min	\bar{x}	19,2	15,2	15,7
	$\pm s$	3,6	2,5	3,1
60 min	\bar{x}	21,9 ^a	17,1 ^b	16,7 ^b
	$\pm s$	3,5	2,8	2,9
90 min	\bar{x}	23,4 ^a	18,7 ^{ab}	17,9 ^b
	$\pm s$	3,8	4,7	4,4
120 min	\bar{x}	23,4 ^a	17,6 ^b	17,0 ^b
	$\pm s$	2,7	3,9	5,0
180 min	\bar{x}	18,0 ^a	11,7 ^b	14,9 ^{ab}
	$\pm s$	5,7	3,6	3,6
300 min	\bar{x}	8,4 ^a	3,9 ^b	5,5 ^{ab}
	$\pm s$	2,4	2,3	2,5
a, b: s. Tabelle 5				

Tabelle 6: **Ammoniakkonzentration im Pansensaft zu verschiedenen Zeitpunkten nach Beginn der Morgenfütterung (n=5)**

lich gegenüber Gruppe A bestanden ab 60 Minuten nach Fütterungsbeginn signifikante Differenzen.

3.3 In situ-Versuche zum Proteinabbau

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, deuten die Analysenwerte nach 48-stündiger Inkubation darauf hin, daß zu diesem Zeitpunkt die Abbaubarkeit des SoyPass gegenüber der des ungeschützten Sojaschrotes nicht mehr nennenswert reduziert war. Lag der Rohproteinabbau im Sojaschrot zu diesem Zeitpunkt bei 99%, betrug er auch beim SoyPass bereits 91%. Die größte Differenz ergab sich mit 30 Prozentpunkten nach 24-stündiger Inkubation.

Die aus den in situ-("Nylonbag")-Versuchen errechneten Abbaubarkeiten für das Futterrohprotein bei verschiedenen Passageraten gehen aus Tabelle 7 hervor. Die mathematische Auswertung nach Ørskov und Mc Donald (1979) in

	Passagerate (h ⁻¹)			
	0,02	0,04	0,06	0,08
Sojaschrot	81,8	67,5	58,4	52,0
SoyPass	74,9	51,2	40,8	34,9
Kraftfutter A	80,6	66,8	58,0	52,0
Kraftfutter B (SoyPass)	77,2	59,3	49,8	43,9
Kraftfutter C	81,0	65,7	56,6	50,6

Tabelle 7: **In situ-Abbaubarkeit des Futterrohproteins (in %) in den verschiedenen Proben bei Annahme unterschiedlicher Passageraten**

Tabelle 7 ergibt eine mittlere Reduktion der Abbaubarkeit durch die Behandlung des Sojaproteins von 15,3 ± 2,4 Prozentpunkten für Passageraten zwischen 0,04 und 0,08. Die entsprechende Reduktion für das Protein aus Kraftfutter B gegenüber dem aus Kraftfutter A bzw. C betrug 7,9 ± 0,4 bzw. 6,6 ± 0,2 Prozentpunkte.

3.4 Fütterungsversuch mit hochleistenden Milchkühen

Die Rohnährstoffzusammensetzung der im Fütterungsversuch und im Bilanzversuch eingesetzten Futtermittel war identisch (Tabelle 2). Die Daten zur Futter- und Nährstoffaufnahme sind in Tabelle 8 aufgeführt.

Die nach dem Versuchsplan vorgesehene Zufuhr von 8,5 kg Grassilagetrockenmasse je Tier und Tag wurde in allen drei Gruppen annähernd erreicht. Der Verzehr an Kraftfutter lag in der negativen Kontrollgruppe C um durchschnittlich 0,5 kg niedriger als in den beiden anderen Gruppen. Gegenüber der positiven Kontrollgruppe (A) bestand, wie beabsichtigt, in der SoyPass-Gruppe (B) eine um 18 % und in der negativen Kontrollgruppe eine um 16% geringere tägliche Aufnahme an

Gruppe		A (positive Kontr.) n = 8	B (SoyPass) n = 8	C (negative Kontr.) n = 8
Trockenmasse	(kg/d)			
Grassilage		8,20 ± 0,15	8,07 ± 0,40	8,20 ± 0,21
Kraftfutter A		11,08 ± 1,51	-	-
Kraftfutter B		-	11,45 ± 1,78	-
Kraftfutter C		-	-	10,90 ± 1,29
Sojaschrot		0,25 ± 0,11	-	-
Mineralfutter		0,35	0,35	0,35
gesamt		19,88 ± 1,56	19,87 ± 1,52	19,45 ± 1,29
Rohprotein	(g/d)	3374 ± 276	2784 ± 153	2829 ± 153
(aus Sojaschrot	(g/d)	831	535	516)
Rohfaser	(g/d)	3043 ± 122	3003 ± 100	3009 ± 114
NEL	(MJ/d)	149,0 ± 13,9	149,4 ± 14,1	143,8 ± 11,2
ME	(MJ/d)	241,2	241,9	232,9

Tabelle 8: **Futter- und Nährstoffaufnahme im Fütterungsversuch**

Gruppe		A (pos. Kontrolle) n = 8	B (SoyPass) n = 8	C (neg. Kontrolle) n = 8
Milchmenge	(kg/d)	33,7 ± 4,7	32,1 ± 4,1	32,3 ± 2,8
Milchfett	(%)	4,02 ± 0,32	4,03 ± 0,26	3,92 ± 0,47
	(g/d)	1340 ± 141	1287 ± 158	1260 ± 143
Milcheiweiß	(%)	3,15 ± 0,14	3,00 ± 0,16	3,09 ± 0,09
	(g/d)	1055 ± 125	955 ± 95	997 ± 78
FCM (4 %)	(kg/d)	33,6 ± 3,8	32,1 ± 3,9	31,8 ± 2,7
LM-Zunahme	(g/d)	145 ± 155	191 ± 162	24 ± 167

Tabelle 9: **Milchmengen, Milchinhaltsstoffe und Lebendmassezunahmen im Fütterungsversuch**

Rohprotein. Hinsichtlich der Zufuhr an Rohfaser und NEL zeigten sich nur geringe Unterschiede zwischen den Gruppen. In Tabelle 9 sind die Leistungsparameter zusammengestellt.

Die höchsten Milchleistungen sowie Milchfett- und Milcheiweißmengen waren in der positiven Kontrollgruppe zu verzeichnen. Dagegen bestanden zwischen den Gruppen B und C diesbezüglich nur vergleichsweise geringe Unterschiede ($p > 0,05$). Die täglich produzierten Mengen an Milcheiweiß lagen gegenüber Gruppe A in Gruppe B um 9,5% und in Gruppe C um 5,5% niedriger. Die bei den einzelnen Leistungsparametern aufgetretenen Differenzen erwiesen sich allerdings in keinem Fall nach der üblichen Irrtumswahrscheinlichkeit von $\leq 5\%$ als signifikant. Die Lebendmassezunahmen unterschieden sich gleichfalls nicht signifikant. Die sehr hohen Streuungen der Mittelwerte haben ihre Ursache darin, daß bei den einzelnen Tieren sowohl positive als auch negative Lebendmasseänderungen zu verzeichnen waren.

4 Diskussion

Sowohl die Ammoniakkonzentration im Pansensaft als auch der Gehalt an iso-Fettsäuren - die vorwiegend aus dem Proteinabbau stammen - wurden stärker durch die Menge an zugeführtem Rohprotein als durch den Einsatz von SoyPass beeinflusst. Dies steht in Übereinstimmung mit den in situ-Versuchen, die eine durch den Einsatz von SoyPass reduzierte Abbaubarkeit des Rohproteins im Kraftfutter von im Mittel nur 7 Prozentpunkten ergaben. Da der Anteil des Sojaschrotes am Gesamtrohprotein nur etwa 20 % ausmachte, errechnet sich, bezogen auf die Ration, eine Differenz im Proteinabbau von lediglich 3 Prozentpunkten.

Gemessen an dem von Satter und Roffler (1975) mit 5 mg $\text{NH}_3\text{-N}/100$ ml Pansensaft angegebenen Grenzwert für eine optimale mikrobielle Proteinsynthese lag noch 3 Stunden nach Fütterungsbeginn während des vorliegenden Bilanzversuches - selbst beim Einsatz von SoyPass - eine ausreichende NH_3 -Bereitstellung vor. Ebenso führt eine Berechnung der Menge an pansenabbaubarem Rohprotein zu dem Ergebnis, daß in allen drei Gruppen des Bilanzversuchs ausreichend

Stickstoff für die mikrobielle Proteinsynthese ($\text{MJ ME} \times 10,1$) vorhanden war, ohne auf rezirkulierten N zurückgreifen zu müssen. Ein Unterschied hinsichtlich der Menge an darmverfügbarem Rohprotein zwischen den Gruppen kann somit lediglich das unabgebaute Futterprotein (UDP) betroffen haben. Während sich für Ration A und B etwa gleiche Mengen an UDP errechnen, war diese bei Ration C deutlich geringer. Trotzdem lag die Menge an produktivem Stickstoff (Milch-N + angesetzter N) bei Gruppe B mit 144 g je

Tag nicht höher als bei Gruppe C (152 g/Tag), aber um im Mittel 12 g (d.h. 8 %) niedriger als bei Gruppe A (160 g/Tag). Obwohl diese Differenz nicht signifikant ist ($P > 0,05$), könnte sie darauf hindeuten, daß entweder der Schutz des SoyPass-Proteins zu gering ist oder das aus SoyPass stammende UDP nur unzureichend im Dünndarm absorbiert wird. Eine andere Erklärung könnte sein, daß die Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese durch SoyPass reduziert wird. In Versuchen von Windschitl und Stern (1988) an Kühen führte Sojaschrot, welches mit Xylose bzw. Lignosulfonaten behandelt war, gegenüber unbehandeltem Sojaschrot zu einer um nahezu 25 % reduzierten Menge an Bakterien-N und einer um 4,7 bzw. 3,1 Prozentpunkte herabgesetzten Absorption im Dünndarm. Windschitl und Stern (1988) diskutieren zwar einen Mangel an pansenverfügbarem Stickstoff in ihrem Versuch als Ursache für die reduzierte mikrobielle Proteinsynthese sowie den gleichzeitig verminderten intraruminalen Kohlenhydratabbau, kommen jedoch zu dem Ergebnis, daß dies nicht der alleinige Grund sein kann. Hierauf deutete auch der mittlere Ammoniakgehalt von immerhin 15,2 bzw. 14,8 mg $\text{NH}_3\text{-N}/100$ ml Pansensaft in den beiden Gruppen mit behandeltem Sojaschrot hin.

Die geringere Rohproteinverdaulichkeit in den Gruppen B und C gegenüber Gruppe A im Bilanzversuch läßt sich dadurch erklären, daß aus den Rationen B und C, bezogen auf die aufgenommene Menge an Rohprotein, mehr Rohprotein das Duodenum erreichte und - bei gleicher Verdaulichkeit im Darm - dann auch mit dem Kot ausgeschieden wurde.

Aus den Ergebnissen des vorliegenden Fütterungsversuchs errechnet sich unter der Annahme einer mikrobiellen Proteinsynthese von 10,1 g/MJ ME für die Tiere der Gruppe B ein Mangel an pansenverfügbarem Stickstoff (RDN) von ca. 45 g. Das heißt, daß etwa 12% des mikrobiellen Proteins aus rezirkuliertem N gebildet werden müßten. Vom Ausschluß für Bedarfsnormen (GfE, 1986) wird ein Wert von 20 % für die N-Rezirkulation angenommen. Läßt man jedoch eine mögliche Rezirkulation von N unberücksichtigt und addiert zum UDP lediglich die Menge an Mikrobenprotein, die aus dem zur Verfügung stehenden RDP gebildet werden kann ($\text{UDP} + \text{RDP} =$

Rohproteinaufnahme), so liegt die Menge an darmverfügbarem Rohprotein (dRP) in Gruppe B immer noch um 61 g über dem errechneten Bedarf der Tiere. Das bedeutet, die Menge an dRP hätte für gut 30 g mehr Milchprotein (1 kg Milch mit 3 % Eiweiß) ausgereicht als von den Tieren der Gruppe B produziert worden ist. Auch in der negativen Kontrolle (Gruppe C) überschritt die Menge an darmverfügbarem Rohprotein den Bedarf. Ebenso deuten die mittleren Lebendmassezunahmen in allen drei Gruppen an, daß die Energie- und Proteinversorgung der Tiere über ihrem Bedarf lag. Somit können auch die in Gruppe B und C gegenüber Gruppe A tendenziell geringeren Milchleistungen nicht mit einem Energie- oder Proteinmangel erklärt werden.

Die vorliegenden Versuche haben gezeigt, daß beim Einsatz einer rohproteinreichen Grassilage der Rohproteingehalt im Kraftfutter von 15,4 % auf 11,8 % reduziert werden konnte, ohne die Leistung der Tiere signifikant zu verschlechtern. Gleichzeitig nahm jedoch die N-Ausscheidung über den Harn um 26% ab, was auch die Ammoniakbelastung der Tiere deutlich reduziert. Demgegenüber brachte der Einsatz von geschütztem Sojaschrot (SoyPass) keine weiteren Vorteile.

Um zu überprüfen, inwieweit sich die Leistung von frisch laktierenden (2.-14.Laktationswoche) Hochleistungskühen steigern läßt, wenn zusätzlich zu sulfidwasserbehandeltem Sojaschrot Harnstoff - als N-Lieferant für die Pansenmikroben - eingesetzt wird, führten Nakamura et al. (1992) einen Versuch mit 54 Kühen durch. Sie verglichen eine Ration mit 1,6 kg behandeltem Sojaschrot und 13,2% Rohprotein mit einer Ration, die zusätzlich 230 g Harnstoff enthielt - entsprechend einem Rohproteingehalt von 16,0%. - Hinsichtlich der Leistung der Tiere konnten sie zwischen den Behandlungen keine Unterschiede feststellen. Nakamura et al. (1992) folgern aus dem Ergebnis, daß der Ammoniakbedarf der Pansenmikroben trotz des Einsatzes von geschütztem Sojaschrot und nur geringem Rohproteingehalt in der Ration auch ohne Harnstoffzulage gedeckt war.

5 Zusammenfassung

In drei Versuchen an schwarzbunten Milchkühen wurde der Einsatz eines mit Lignosulfonaten behandelten Sojaschrotes (SoyPass) untersucht. Die eingesetzten Kraftfuttermischungen (KF) enthielten 12 % bzw. 9% ungeschütztes Sojaschrot (KFA bzw. KFC) oder 9 % SoyPass (KFB). Die entsprechenden Rohproteingehalte lagen bei 15,4%, 11,8% bzw. 11,2%. Als Grundfutter kam eine Grassilage mit 18,9 % Rohprotein in der Trockenmasse zum Einsatz.

Die Reduktion der Proteinabbaubarkeit durch die Behandlung des Sojaschrotes wurde mit Hilfe der Nylon-bag-Methode bestimmt. Im Mittel betrug sie für SoyPass 15,3 ± 2,4 Prozentpunkte gegenüber unbehandeltem Sojaschrot und für Kraftfutter B gegenüber KFA bzw. C 7,9 ± 0,4 bzw. 6,6 ± 0,2 Prozentpunkte.

Im N-Bilanzversuch an fistulierten Kühen blieb die N-Ausscheidung mit Kot und Milch durch die Ration unbeeinflusst. Dagegen lag die N-Ausscheidung mit dem Ham in den Gruppen B und C signifikant (um 32% bzw. 26%) unter der Ausscheidung in Gruppe A. Gleichzeitig war bei Gruppe A

der Harnstoffgehalt in der Milch signifikant und die N-Retention tendenziell höher.

Der Gehalt an iso-Fettsäuren sowie an Ammoniak im Pansensaft war bei Gruppe A höher als bei den Gruppen B und C. Die übrigen pansenphysiologischen Parameter zeigten keine Unterschiede.

Im Fütterungsversuch ergaben sich hinsichtlich der Leistungsparameter keine signifikanten Differenzen.

In den Versuchen beobachtete Effekte waren somit ausschließlich auf die Höhe des Rohproteingehaltes im Kraftfutter, nicht jedoch auf die Abbaubarkeit des Sojaproteins zurückzuführen.

Studies on the use of protected soyabean meal in rations for lactating cows

Three experiments with lactating Friesian cows were conducted. The concentrates (KF) which were fed contained 12 % or 9 % unprotected soyabean meal (KFA or KFC) or 9 % SoyPass (KFB). The corresponding crude protein contents amounted to 15.4 %, 11.8 % or 11.2%. A grass silage with 18.9% crude protein in the dry matter was given as roughage.

The reduction in protein degradability of soyabean meal, which was determined by the nylon bag technique amounted to 15.3 % U for SoyPass as compared to untreated soyabean meal and to 7.9 % U or 6.6 % U for KF B as compared to KFA or KFC.

N-excretion with faeces and milk, as studied in N-balance trials with fistulated cows, were not affected by ration type. But N-excretion with urine was significantly reduced by 32 % or 26 % respectively, when KFB or KFC was fed instead of KFA. Feeding KFA showed also a significantly increased urea content in the milk and a tendency towards a higher N-retention.

Iso fatty acids contents and NH₃-concentration in the rumen fluid were higher in group A than in the groups B and C. The other rumen parameters did not show any differences.

Concerning performance data no significant differences between groups could be detected.

The effects as found in the experiments were only due to the protein contents in the concentrates and not to the degradability of the soybean protein.

Literatur

DLG, 1991: Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 6.Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) 1986: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 3, Milchkühe und Aufzuchttrinder, Ausschuß für Bedarfsnormen, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

McAllister, T.A., Cheng, K.-J.; Beauchemin, K.A.; Bailey, D.R.C.; Pickard, M.D.; Gilbert, R.P. (1993). Use of lignosulfonate to decrease the rumen degradability of canola meal protein. Can. J. Anim. Sci. 73, 211-215.

- Nakamura, T.; Klopfenstein, T.J.; Owen, F.G.; Britton, R.A.; Grant, R.J.; Winowiski, T.S. (1992): Nonenzymatically browned soybean meal for lactating dairy cows. - J. Dairy Sci. 75, 3519-3523.
- 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.
- Rohr, K.; Lebzien, P. (1991): Present knowledge of amino acid requirements for maintenance and production. - Proc. 6th Int. Symp. Protein Metabolism and Nutrition. Herning Denmark, 9-14 June 1991, 127-137.
- Satter, L.D.; Roffler, R.E. (1975): Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. - J. Dairy Sci. 58, 1219-1237.
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) 1976: Methodenbuch, Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln (Eds. K. Naumann, R. Bassler), Verlag J. Neumann, Neudamm.
- Voigt, J.; Steger, H. (1967): Zur quantitativen Bestimmung von Ammoniak, Harnstoff und Ketokörpern in biologischem Material mit Hilfe eines modifizierten Mikrodiffusionsgefäßes. - Arch. Tierernährg. 17, 289-293.
- Windschitl, P.M.; Stern, M.D. (1988): Evaluation of calcium lignosulfonate-treated soybean meal as a source of rumen protected protein for dairy cattle. - J. Dairy Sci. 71, 3310-3322.
- Winowiski, T.S.; Stern, M.D. (1987): Identification of process factors affecting degradability of lignosulfonate-treated soybean meal by rumen microbes. - J. Anim. Sci. 65, 468 (Abstr.).
- Verfasser: Lebzien, Peter, Dr.; Daenicke, Reinhard Dr.; Gädeken, Dieter, Dr., Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Leiter: Prof. Dr. Gerhard Flachowsky.