

Einsatz von Sojabohnenschalen in der intensiven Bullenmast

B. Spann¹⁾, A. Obermaier¹⁾, H.-G. Zens¹⁾, G. Stark²⁾

1 Einleitung und Problemstellung

Die Rationsgestaltung in der intensiven Bullenmast hat zum Ziel, bei hoher Energiekonzentration noch wiederkäuergerecht zu sein. Neben dem notwendigen Rohfasergehalt spielt dabei der Anteil an schnell verfügbaren Kohlenhydraten im Pansen eine entscheidende Rolle. Die zuletzt genannte Komponente beeinflusst den pH-Wert im Pansen, dies kann z. B. bei Verfütterung einer zu großen Weizenmenge zu einem Absinken der Futteraufnahme führen. Da die Eiweißfuttermittel, wie Sojaextraktionsschrot wenig schnell verfügbare Kohlenhydrate beinhalten, kann bei Verfütterung dieser Komponente eine gewisse Stabilisierung der Pansenverhältnisse erzielt werden. Werden jedoch Eiweißfuttermittel als Energiefuttermittel eingesetzt, kommt es zu einer deutlichen Eiweißübersorgung, die den Stoffwechsel belastet, die Effizienz der Stickstoffverwertung herabsetzt und zu höheren Stickstoffausscheidungen führt.

In der intensiven Bullenmast werden in Bayern hohe Mengen an Sojaextraktionsschrot eingesetzt. Die Mäster begründen dies mit der hohen Energiekonzentration, der guten Schmackhaftigkeit, des geringen Stärke- und Zuckeranteils und des hohen Proteingehaltes. Energiekonzentration und Schmackhaftigkeit führen dabei zu einer hohen Futteraufnahme, der geringe Stärke- und Zuckergehalt zu stabileren Pansenverhältnissen. Die Folge ist aber eine hohe Stickstoffausscheidung bei steigender Leistung.

Sojabohnenschalen könnten deshalb aufgrund ihrer Nährstoffzusammensetzung und ihres Energiegehalts bei der Rationsgestaltung in der intensiven Bullenmast sehr wertvoll sein.

Bohnschalen können wegen ihres relativ niedrigen Gehaltes an Rohprotein (129 g/kg T) und NfE (411 g/kg T) bei hoher Energiekonzentration (11,35 MJ ME), die sich aus einer hohen Verdaulichkeit der Rohfaser ergibt, kann eine Rationskomponente darstellen, die positiv auf die Situation im Pansen wirkt, ohne die Energiekonzentration der Gesamtration negativ zu beeinflussen oder den Eiweißgehalt der Ration zu hoch werden zu lassen.

Sojabohnenschalen fallen bei der Herstellung von Hochprotein-Sojaschrot an, bei der entweder vor der Zerkleinerung der Sojabohnen oder nach der Trocknung über Windsichtung bzw. Siebe die Schalen abgetrennt werden.

2 Versuchsdurchführung

2.1 Versuchstiere

Als Versuchstiere standen 60 Fleckvieh-Kälber zur Verfügung. Die Tiere wurden auf den Kälbermärkten eingekauft. Das Anfangsgewicht lag im Durchschnitt bei 85 kg. Das Alter der Kälber beim Ankauf lag zwischen 5 und 7 Wochen. Es wurden nur Kälber von fleischgeprüften Vätern zugekauft, der Fleischwert dieser Väter lag über 105.

¹⁾ BLT Grub – Sachgebiet 4.1 Tierernährung–Wiederkäuer Pferd

²⁾ Bayerische Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur

2.2 Aufzucht

Im Kälberaufzuchtstall des Versuchsguts Karolinenfeld wurden tägliche Zunahmen von über 1150 g erreicht. In Tabelle 1 ist die Futterration dargestellt.

Tab. 1: Futterplan Kälberaufzucht

Woche	Milchaustauscher kg/g/l Tränke l Tränke			Kälber- starter kg	Mais- silage kg	Körner- mais kg	Soja- schrot kg	Mineral- futter kg
1	0,7	100	7	0,2	0,05	-		
2	0,8	100	8	0,5	0,15	0,03		
3	0,8	100	8	0,8	0,25	0,05		
4	0,8	100	8	1,0	0,35	0,07		
5	0,7	100	7	1,2	0,55	0,1		
6	0,6	100	6	1,5	0,85	0,2		
7	0,5	100	5	1,4	1,40	0,3	0,2	
8	0,4	100	4	1,3	2,00	0,4	0,4	
9	0,3	100	3	1,1	2,9	0,6	0,5	
10	0,2	100	2	1,0	3,7	0,7	0,6	0,05
11				1,0	4,7	0,9	0,7	0,05
12				0,8	5,5	1,1	0,8	0,05
13				0,5	6,4	1,3	0,9	0,05
14				0,3	7,0	1,4	1,0	0,05
15				-	7,8	1,5	1,1	0,05

In dem Versuchsabschnitt von ca. 215 kg Lebendgewicht bis zum Ende der Mast mit ca. 600 kg wurden die Versuchstiere im Einzelfütterungsstall der Staatlichen Versuchsgüterverwaltung Grub gemästet.

Die Aufteilung der Tiere erfolgte nach Gewicht auf die drei nachfolgenden Behandlungsgruppen.

Versuchsgruppe 1: Standardmast unter praxisüblichen Bedingungen

Versuchsgruppe 2: teilweiser Ersatz des Sojaschrotes durch Sojabohnenschalen, maximale Zulage von Sojabohnenschalen am Ende der Mast von 0,5 kg.

Versuchsgruppe 3: Zulage von bis zu 1 kg Sojabohnenschalen am Mastende bei entsprechender Reduzierung des Sojaextraktionsschrotes.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Futtermittelqualität

Als Rationskomponenten standen hochwertige Maissilage, Körnermais, Sojaextraktionsschrot, Weizenstroh, sowie Sojabohnenschalen und ein kalziumreiches Mineralfutter zur Verfügung. Die Maissilage wies mit einem Rohfasergehalt von 15,6 % und einem Energiegehalt von 11,45 MJ ME eine hohe Konzentration auf.

Die Trockensubstanz wurde für die eingesetzten Futtermittel Maissilage, die Kraftfuttermischung und den Futterrest einmal pro Woche bestimmt, bei den Einzelfuttermitteln Körnermais, Sojaextraktionsschrot und Sojaschalen einmal im Monat. Weender Analysen wurden bei Maissilage, der Kraftfuttermischung und dem Futterrest einmal pro Woche und bei Sojaextraktionsschrot und bei Sojabohnenschalen einmal im Monat durchgeführt.

Auch der Stärke- und Zuckeranteil der einzelnen Komponenten wurde einmal im Monat ermittelt.

Die Schätzgleichungen wurden auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen erstellt.

Die Verdaulichkeit von Maissilage und Sojaschalen wurden in einem Verdauungsversuch mit Hammeln ermittelt. Der Nährstoffgehalt der einzelnen Futtermittel ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tab. 2: Nährstoffgehalte der eingesetzten Futtermittel in der Trockenmasse

Futtermittel	T g	Rohasche g	Rohprotein g	Rohfaser g	Rohfett g	ME MJ
Maissilage	431	27	78	156	31	11,45
Körnermais	886	20	105	22	45	13,43
Sojaschalen	891	55	232	291	30	11,36
Sojaextr.schrot	875	66	508	64	19	13,77

3.2 Futteraufnahme

Die Maissilage wurde täglich zweimal abgewogen und in einer Kiste zusammen mit Stroh vorgelegt. Das Kraftfutter (Körnermais, Sojaextraktionsschrot, Sojabohnenschalen, Mineralfutter) wurde als Mischung geschrotet in einer 2. Kiste zugeteilt. Die täglich gefressene Menge an Maissilage und Stroh wurde durch Ein- und Rückwaage des Futterrestes ermittelt. Das Kraftfutter wurde einmal pro Woche eingewogen und entsprechend Futterplan täglich zugeteilt. Nicht gefressenes Kraftfutter wurde einmal pro Woche zurückgewogen.

In Tabelle 3 ist die durchschnittliche Futteraufnahme der einzelnen Komponenten dargestellt. Die Aufnahme der Maissilage lag mit durchschnittlich über 5 kg T bei allen drei Behandlungen hoch. Die Ursache ist in der hohen Qualität dieses Futters zu suchen. Das Ziel der Versorgung, bei gleicher Energieversorgung den teilweisen Ersatz des Sojaextraktionsschrotes durch Sojaschalen zur Reduzierung der Proteinaufnahme, wurde erreicht.

Im Mittel wurden dabei von der Gruppe zwei 0,34 kg Sojabohnenschalen und von der Gruppe drei 0,68 kg Schalen aufgenommen. Die gesamte T-Aufnahme war in allen Gruppen gleich. Die höhere

Kraftfutteraufnahme in den Gruppen 2 und 3 wurde durch reduzierte Maissilageaufnahmen kompensiert.

Die aufgenommene Menge an Stärke und Zucker unterschied sich in der jeweiligen Gruppe nicht.

Bedingt durch den höheren Einsatz von Sojaschalen stieg der Rohfasergehalt von Gruppe 1 zu 2 und 3 deutlich an. Die Strukturwirksamkeit dieser Rohfaser ist allerdings gering. Eine Verbesserung des Pansen-pH-Wertes, die zu einer Erhöhung der Futteraufnahme und Verbesserung der Leistung hätte führen können, war nicht zu beobachten.

Tab. 3: Durchschnittliche Futteraufnahme in kg T

	Gruppe/Behandlung		
	1	2	3
Maissilage	5,3	5,1	5,1
Stroh	0,1	0,1	0,1
Sojaschalen	-	0,34	0,68
Körnermais	0,80	0,87	0,92
Sojaextrakt.schrot	1,44	1,27	1,03
Mineralfutter	0,06	0,06	0,06
T-Aufnahme ges.	7,7	7,7	7,9
T aus Kraftfutter	2,30	2,54	2,70
RP-Aufnahme in g	1266	1235	1185
ME-Aufnahme MJ	87,8	87,7	88,3
Stärke + Zucker g	2154	2144	2158
Rohfaser g	1024	1083	1167

Tabelle 3 zeigt eine gleiche Energieaufnahme in allen drei Behandlungen, gleichzeitig aber eine Reduzierung der Proteinaufnahme von Gruppe 1 zu Gruppe 3 um ca. 80 g je Tier und Tag. Gerade im Hinblick auf eine möglicherweise Reduzierung der N-Ausscheidung ist dies von Bedeutung. Die N-Ausscheidung pro Mastplatz u. Jahr sinkt dadurch um ca. 4,5 kg.

3.3 Mastleistung

In Tabelle 4 ist die Mastleistung der einzelnen Gruppen dargestellt. Von den insgesamt 60 aufgestellten Tieren mußten fünf vorzeitig geschlachtet werden. Diese sind in der Auswertung nicht enthalten. Im Abstand von vier Wochen wurden die Tiere zur selben Zeit gewogen. Alle drei Behandlungen zeigen sehr hohe Zunahmen. Ab Versuchsbeginn konnte in der Gruppe in der ausschließlich Sojaextraktionsschrot verwendet wurde, eine tägliche Zunahme von 1426 g erreicht werden. Die Nettozunahme lag bei 781 g. Gruppe 2 erreichte Zunahmen von 1365 bzw. 763 g und Gruppe 3 von 1355 bzw. 759 g.

Die Unterschiede zwischen den Behandlungen 1 und 2 bzw. 1 und 3 konnten statistisch nicht abgesichert werden. Die tendenziell höheren Zunahmen bei der Gruppe 1 führten wegen des

gleichen Schlachalters dann zu einer Reduzierung der Mastdauer um ca. 20 Tage. Die, wenn auch nicht signifikant, so doch höheren Tageszunahmen bestätigen doch die von vielen Bullenmästern immer wieder gemachte Beobachtung des besseren Wachstums bei höherer Sojaschrotmenge in der Mast.

Tab. 4: Mastleistung

Merkmal	Behandlung		
	1	2	3
Tierzahl	16	20	19
Anfangsgewicht, kg	223	216	218
Endgewicht, kg	600	608	608
tgl. Zunahmen, g			
ab Geburt	1310	1262	1267
im Versuch	1426	1365	1355
Nettozunahmen, g	781	763	759
Schlachalter, Tage	429	451	451
Mastdauer, Tage	268	289	291

3.4 Schlachtleistung

Die Schlachtleistung erfolgte im eigenen Schlachthaus der BLT. Dabei ergaben sich die in Tabelle 5 dargestellten Ergebnisse der erreichten Handelsklassen und der Fettklassifizierung. Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungen traten bei den Handelsklassen nicht auf. Bei den Fettklassen zeigte sich in der Tendenz bei der Kontrollgruppe eine stärkere Verfettung. Die Mäster argumentieren aber immer umgekehrt. Ein Proteinüberschuss würde der Verfettung entgegenwirken, d. h. das mögliche Muskelansatzvermögen besser ausschöpfen. Im vorliegenden Versuch konnte diese Meinung nicht bestätigt werden. Der Effekt zeigte sich eher umgekehrt, war aber nur tendenziell feststellbar.

Tab. 5: Klassifizierung

	Behandlung		
	1	2	3
Handelsklassen	2,8	2,7	2,8
Fettklassen	2,86	2,75	2,68

Handelsklassen: E = 1; U = 2; R = 3; O = 4; P = 5

Fettklassen: 1 – 5

4 Ökonomische Bewertung des Sojaschaleneinsatzes in der Bullenmast (LBA)

Für die ökonomische Bewertung des Einsatzes von unterschiedlichen Mengen von Soja und Sojaschalen wurden die Mittelwerte der im Versuch der BLT Grub gewonnenen produktionstechnischen Kennwerte aus drei Versuchsreihen herangezogen. Soweit keine betrieblichen Kennwerte verfügbar waren, wurden die Preise und Kosten auf der Basis der an der LBA gepflegten Daten für das Kalenderjahr 1998 zu Grunde gelegt.

Tab. 6: Wichtige Einflüsse für die Kalkulation der Wirtschaftlichkeit

	Soja	Sojaschalen I	Sojaschalen II
tägliche Zunahmen, g	1.426	1.365	1.355
Anfangsgewicht, kg LG	223	216	218
Endgewicht, kg LG	600	608	608
Mastdauer, Tage	268	289	291
Kraftfutterkosten, DM	264	292	290
Grundfutterkosten, DM	230	239	241
Schlachtleistung, Fettklasse	2,86	2,75	2,68
Schlachtpreis, DM/kg SG	5,49	5,55	5,53

Im Versuchsergebnis zeigte sich, daß Bullen mit Zufütterung von Sojaschalen bei etwa gleichem Mastendgewicht das hohe Zunahmenniveau wie bei reinem Sojaeinsatz nicht erreichen konnten. Mit 61 bzw. 71 g war der Abstand der beiden Sojaschalengruppen relativ deutlich, wenn auch nicht signifikant.

Bei insgesamt niedrigen Schlachtgewichten leitete sich auf Grund der Unterschiede in den Fettklassen für die Gruppe mit nur Soja ein um 0,09 DM/kg SG, für die beiden Sojaschalengruppen ein um 0,03 bzw. 0,05 DM/kg SG niedrigerer Schlachtpreis als im bayerischen Mittel 1998 ab. Daraus resultierte für die reine Sojagruppe eine um DM 67,-- niedrigere Marktleistung als die mit niedrigem Sojaschaleneinsatz.

Auf das erzeugte Tier bezogen summierte sich folgender Futteraufwand auf:

Körnermaisschrot	dt	2,4	2,8	3,0
Sojaschalen	dt	0	1,1	2,2
Sojaschrot	dt	4,4	4,2	3,4
Kraftfutteraufwand	DM	264	292	290

Insgesamt errechnen sich bei Einsatz der Sojaschalen nach den Versuchsvorgaben ein um DM 28,-- bzw. DM 26,-- höherer Kraftfutteraufwand. Der Mehraufwand bzw. die Mehrkosten waren überwiegend auf die längere Mastdauer bzw. niedrigeren Einstallgewichte zurückzuführen. Dies führte auch beim Grundfutterverbrauch in den beiden Sojaschalengruppen zu etwas höheren Grundfutterkosten je Einheit.

Hinsichtlich der Tiergesundheit und der daraus resultierenden Verluste waren keine signifikanten Unterschiede feststellbar, die entsprechend ökonomisch wirksam wären.

Versuchsplan-Nr. R 390, BLT Grub

Produktionstechnische Kennwerte			I	II	III
1	Mastbeginn	kg LG	223	216	218
2	Mastende	kg LG	600	608	608
3	Tageszunahmen	g/Tg.	1426	1365	1355
4	Mastdauer	Tage	268	289	291
5	Futtermittelverbrauch	MJ ME/E.	25331	27365	27912
6	Krautfutter	MJ ME/E.	8194	9547	9971
7	Grundfutter	MJ ME/E.	17137	17818	17942
8	T - Aufnahme	kg T/Tg.	8,1	8,2	8,3
9	Energieeinsatz	MJ ME/Tg.	95	95	96
10	Futtermittelverwertung	MJ ME/kg LG	66	69	71
11	Verluste	%	0,75	0,75	0,75
12	Ausschlachtung	%	57,6	58,0	57,5
13	Nüchterungsabzug von LG	%	3	3	3
14	Schlachtgewicht	kg SG	335	342	339
15	Schlachtpreis netto ¹⁾	DM/kg SG	5,49	5,55	5,53
16	Preiszuschlag ²⁾	DM/kg SG	0,35	0,35	0,35
16	Vermarktungskosten Mastbulle	DM/E.	45	45	45
17	Preis Zukauffresser: Basis 180 kg LG ³⁾	DM/kg LG	6,21	6,21	6,21
18	Preis je kg Mehrgewicht	DM/kg LG	2,80	2,80	2,80

Deckungsbeitragsrechnung						Bullenmast ab Fresser			
1	Marktleistung	dt	dt	dt	DM/dt	DM	2086	2153	2127
2	Fresser	223	216	218		DM	1325	1304	1310
5	Getreide	2,4	2,8	3,0	22	DM	53	62	66
7	Sojaschalen	0,0	1,1	2,2	24	DM	0	26	53
6	Soja	4,4	4,2	3,4	43	DM	190	180	147
7	Mineralfutter	0,3	0,3	0,3	80	DM	21	23	23
8	Schroten, Mischen				2,5	DM	6	10	13
9	var. Maschinenkosten (Futtermittel)					DM	12	12	12
10	Tierarzt, Medikamente					DM	10	10	10
11	Strom, Heizst., Wasser					DM	29	30	30
12	Beiträge, Gebühren					DM	20	20	20
13	Summe variable Kosten					DM	1666	1679	1686
14	Deckungsbeitrag I / Einh. (ohne Grundfutter)					DM	421	475	441
15	Maissilage *)	16264	16876	16993		MJ ME DM	213	221	222
16	Stroh **)	874	942	949		MJ ME DM	17	19	19
17	Grundfutterkosten gesamt					DM	230	239	241
18	agg. Deckungsbeitrag II / Einh. (mit Grundfutter)					DM	191	236	200
19	Nutzungskosten Fläche					DM	129	134	135
20	agg. Deckungsbeitrag II / Einh. (nach Nutzungskosten)						62	102	65
21	agg. Deckungsbeitrag II / Platz (nach Nutzungskosten)						84	128	81

Unterstellte Angaben:

*) Silomais: 11,45 MJ ME/kg T, 113.390 MJ ME/ha; var. Kosten 1458; 5,93 DM/dt

**) Stroh: 6,52 MJ ME/kg T, 12,00 DM/dt

1) Handelsklassensortiment lt. Versuch; amtl. Preisfeststellung Bayern; zzgl. gesetzl. MwSt.

2) Preiszuschläge in Markenfleischprogramm

3) Fresserpreise FV, Preismeldungen der Fresser-EG, zzgl. MwSt., 1998: 6,21 DM/kg LG bei 180 kg LG; 2,80 DM je zus. kg LG;

Trotz der niedrigeren Zuwachsleistung beim Einsatz von Sojaschalen schlug sich die höhere Marktleistung deutlich auf den Deckungsbeitrag II nieder, der in beiden Sojaschalenvarianten um DM 45,- bzw. DM 9,- höher lag.

Entscheidend für die ökonomische Bewertung ist der Stallplatz-DB bzw. der DB pro Futtertag. Mit diesem Maßstab werden geringfügige Unterschiede bei Anfangs- und Endgewichten und der daraus resultierenden unterschiedlichen Mastdauer ausgeglichen.

Im Ergebnis zeigte sich, daß die Gruppe bei geringer Sojaschalenzufütterung mit Abstand die höchste Stallplatzverwertung erzielen konnte. Die beiden anderen Versuchsgruppen mit reiner Sojafütterung bzw. mit höheren Gaben von Sojaschalen erreichten auf gleichem Niveau ein schlechteres Ergebnis.

Konsequenzen für die Praxis

Die Versuchsergebnisse bestätigen, daß die Zufütterung von Sojaschalen und die damit einhergehende geringere Eiweißgabe ökonomisch vertretbar ist. Je billiger dabei die Sojaschalen im Vergleich zu Sojaschrot bezogen werden können, um so wettbewerbsfähiger und vorteilhafter wird der Sojaschaleneinsatz. Beim derzeitigen Preisunterschied von knapp DM 20,- ergab die Zufütterung von Sojaschalen unter den Versuchsbedingungen einen leichten Wettbewerbsvorteil.

Gleichzeitig wird beim Einsatz von Sojaschalen die Nährstoffbilanz durch einen geringeren Stickstoffaustrag verbessert. Dies ist vor allem in flächenknappen und viehintensiven Betrieben positiv zu bewerten.

5 Zusammenfassung

In der intensiven Bullenmast werden in vielen Betrieben hohe Mengen an Sojaextraktionsschrot eingesetzt. Die Gründe dafür sind die hohe Energiekonzentration, die Schmackhaftigkeit dieses Futters, der hohe Proteingehalt und der günstige Preis je dt. Der hohe Sojaschroteinsatz führt zwar zu einer deutlichen Eiweißübersorgung, ist aber nach Meinung vieler Betriebe notwendig, da dadurch die Futteraufnahme und die täglichen Zunahmen steigen.

In einem Fütterungsversuch mit 60 Fleckviehbullen an der Staatlichen Versuchsgüterverwaltung Grub wurde nun der teilweise Ersatz von Sojaschrot durch Sojaschalen durchgeführt. Ziel war es, eine evtl. vorhandene spezifische Wirkung des Sojaeinsatzes beizubehalten, die Proteinversorgung und damit auch die Stickstoffausscheidung aber zu reduzieren. Lag die durchschnittliche Aufnahme von Sojaextraktionsschrot in der Kontrollgruppe bei 1,40 kg, wurde sie in der Gruppe 2 auf 1,20 kg und in der Gruppe 3 auf 1,03 kg Sojaextraktionsschrot je Tier und Tag im Durchschnitt reduziert. Gleichzeitig wurden in Gruppe 2 zusätzlich 0,34 kg je Tier und Tag und in Gruppe 3 0,68 kg Sojaschalen eingesetzt. Die tägliche Rohproteinaufnahme wurde durch diese Maßnahme in den Gruppen 2 und 3 um 30 bzw. 80 g je Tier und Tag reduziert. Die Energieaufnahme war gleich.

Im Gewichtsabschnitt von ca. 220 bis 600 kg Lebendgewicht wies die Kontrollgruppe eine tägliche Zunahme von ca. 1420 g, Gruppe 2 von 1365 g und Gruppe 3 von 1355 g auf. Die Unterschiede in den täglichen Zunahmen waren tendenziell, d. h. nicht abzusichern. Bei den Schlachtleistungsdaten gab es bei den Handelsklasseneinstufungen keine Unterschiede zwischen den 3 Behandlungen. Auch die Unterschiede bei den Fettklassen waren nicht signifikant.

Die ökonomische Bewertung zeigte bei dem aktuellen Preisunterschied zwischen Sojaextraktionsschrot und Sojaschalen von DM 20,- trotz der um 20 g geringeren täglichen Zunahmen einen leichten Vorteil bei der Verfütterung von durchschnittlich 0,34 kg Sojaschalen und der entsprechenden Reduzierung des Sojaschrotes. Die reduzierte N-Ausscheidung wurde dabei nicht berücksichtigt.

Literatur

BLANK, R., SÜDEKUM, K.H., IMMIG, J., KLEINMANN, J., 1998: Synchroner Abbau von Kohlenhydraten und Rohprotein in den Vormägen. Übersichten Tierernährung 26, 157-188

GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (GfE), 1995: Energie- und Nährstoffversorgung für Mastriinder. DLG-Verlag, Frankfurt

KIRCHGESSNER, M., 1997: Tierernährung, 10., neubearbeitete Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt

LEBZIEN, P., 1998: Bedeutung der Protein- und Stärkeumsetzung im Pansen für die Versorgung der Hochleistungskuh. Lohmann Informationen 2, 7-14

SÜDEKUM, K.H., HASSELMANN A., 1989: Ausmaß und Ort der Verdauung von Zellwandbestandteilen in Wiederkäuern. Übersichten Tierernährung 17, 191-217