

Einsatz von „SOYPASS“ in der Milchviehfütterung

R. Maierhofer, L. Dempfle, A. Obermaier, H.G. Zens und J. Kosinsky

1 Einleitung

Eine bedarfsgerechte Versorgung der Milchkuh mit Aminosäuren ist auf mehreren Wegen möglich.

Viele Milchviehbetriebe halten mit Rohprotein in der Ration vor, um so eine ausreichende Aminosäurenversorgung im Dünndarm zu erreichen. Diese Anhebung des Rohproteingehaltes führt durch den Abbau im Pansen zu einer zusätzlichen Leber- und Stoffwechselbelastung. Des weiteren benötigt die Milchkuh zusätzlich Energie, um frei werdenden Ammoniak im Pansen in Harnstoff umzuwandeln und diesen zu entsorgen. Die mögliche Proteinversorgung durch Futtermittel mit hoher Abbaurate im Pansen wird schnell ein Problem mangelnder Energieversorgung.

Die Pansenstabilität der Grundfuttermittel ist vom Trockenmassegehalt, dem Rohproteingehalt und dem Schnittzeitpunkt abhängig. Zusätzlich spielt die Beifütterung, wie fettreiche Rationen, Anteile an pansenstabilen Kohlenhydraten, eine Rolle (FICKLER und HEIMBECK, 1994). Große Unterschiede bestehen auch in der Einschätzung der Pansenstabilität einzelner Futtermittel zwischen den verschiedenen Bewertungssystemen, wie INRA (Frankreich), CVB (Niederlande), NRC (USA), GEH (Deutschland) und Degussa-Modell (FICKLER und HEIMBECK, 1994). Die Problematik in der Proteinversorgung beim Wiederkäuer besteht darin, daß der Pansen mit seiner Mikrobenproduktion, die den überwiegenden Teil der Proteinversorgung im Dünndarm darstellt, sozusagen als „black box“ wirkt. Die Aminosäurezusammensetzung des Proteins am Duodenum kann nicht vorausbestimmt werden. Um dies zu verdeutlichen, ist in Tabelle 1 ein Auszug aus einer Zusammenstellung von 44 Versuchen mit 147 Behandlungen (LEBZIEN, 1997) zum Aminosäuremuster des duodenalen Proteins wiedergegeben. In der Tabelle 1 sind auch entsprechende Werte von CLARK ET AL (1992) vom Mikrobenprotein aufgeführt.

Erhöht werden kann die Aminosäurenversorgung im Dünndarm, indem gezielt Futtermittel eingesetzt werden, die eine hohe Pansenstabilität des Rohproteins aufweisen. Insbesondere durch den Einsatz von geschütztem Protein kann eine Verbesserung hinsichtlich Proteinversorgung am Duodenum durch die Fütterung erreicht werden. Der Schutz kann sich auf das Protein insgesamt oder auf eine spezielle Aminosäure beziehen. Als limitierende Aminosäuren werden im Wiederkäuerbereich vor allem Methionin, Leucin, Lysin und Isoleucin diskutiert. Eine klare Rangierung, welche der Aminosäuren letztlich erstlimitierend ist, ist derzeit nicht möglich, wengleich Methionin am meisten diskutiert wird.

In der vorliegenden Untersuchung wurde deshalb der Einsatz eines geschützten Proteins gewählt. Auf dem Markt wird mit Xylose geschütztes Sojaextraktionsschrot (Soypass) angeboten. In einem Fütterungsversuch sollte geklärt werden, inwieweit dieses Futter die Milchleistung und -inhaltsstoffe positiv beeinflusst.

Übersicht 1: Mittleres Aminosäurenmuster des duodenalen Proteins, zusammengestellt von Lebzién, sowie mittlere Zusammensetzung des Mikrobenproteins nach CLARK ET AL., 1992 (es sind nur essentielle Aminosäuren aufgeführt, für Tryptophan liegen zu wenige Werte vor)

Aminosäure	AS- Duodenum			Mikroben
	Mittel ± s (g/100 g Aminosäuren)	min.	max.	
Arginin	4,9 ± 0,5	3,4	6,1	5,1
Histidin	2,5 ± 0,5	1,8	4,4	2,0
Isoleucin	5,2 ± 0,6	3,3	6,8	5,7
Leucin	9,3 ± 1,1	6,8	11,9	8,1
Lysin	6,7 ± 0,8	4,7	9,5	7,9
Methionin	2,0 ± 0,5	0,6	3,0	2,6
Phenylalanin	5,3 ± 0,5	3,4	6,8	5,1
Threonin	5,2 ± 0,4	3,9	6,2	5,8
Valin	5,8 ± 0,6	4,3	7,6	6,2

2 Material und Methoden

2.1 Versuchsort, Versuchstiere, Versuchsanordnung

Der Einsatz von Soypass in der Milchviehfütterung wurde auf dem Staatsgut Hübschenried, einem Außenbetrieb der staatlichen Versuchsgüterverwaltung Achselschwang, in der Zeit von Januar - April 1999 erprobt. Bei den Versuchskühen in Hübschenried handelt es sich um eine Kreuzungsherde Fleckvieh x Red Holstein mit einem Genanteil von ca. 75 % Red Holstein. Die Aufteilung der 20 Versuchstiere erfolgte aufgrund einer Blockbildung anhand der erreichten Milchleistung in einer dreiwöchigen Vorperiode in der Weise, daß sich die zwei geblockten Tiere möglichst wenig in der Milchleistung unterschieden. An eine der zwei Kühe wurde in den ersten sechs Wochen ein Leistungskraftfutter mit einem Anteil geschütztem Sojaextraktionsschrot (Soypass) gefüttert. In einer zweiten sechswöchigen Versuchsperiode erhielt die andere Kuh innerhalb eines Blockes Leistungskraftfutter mit Soypass (switch over Versuch). Welche der beiden Kühe eines Blockes das Soypass in den ersten sechs Wochen erhielt, wurde durch Zufall bestimmt. Milchinhaltstoffe und Fütterungsparameter wurden in der Vorperiode ebenfalls erfaßt.

2.2 Statistisches Modell

Für die Analyse wurde folgendes Modell verwendet:

$$Y_{ijkl} = \mu + \text{Woche}_i + \text{Ration}_j + \text{Block}_k + \text{Woche} * \text{Ration}_{ij} + \text{Woche} * \text{Block}_{ik} + \text{Ration} * \text{Block}_{jk} + e_{ijkl};$$

e symbolisiert den Effekt des Tieres kl in der Woche i . e ist ein zufälliger Effekt, wobei Abhängigkeiten innerhalb der Tiere bestehen. Alle anderen Effekte sind fix. Im Programm SAS wurde die Prozedur „mixed“ verwendet, um eine angenäherte Varianz-Covarianz-Matrix für e zu erstellen. Geprüft wurde CS (Compound Symmetry), CSH (Compound Symmetry Heterogeneous), AR(1) (Autoregressive), ARH(1) (Autoregressive Heterogeneous), UN (Unstructured). Bei der Verwendung des Kriteriums von Akaike und einigen zusätzlichen Bewertungen wurde beschlossen, daß CSH die am besten geeignete Covarianz-Matrix darstellt. In den Tabellen sind die LS-Means

angegeben, sowie die Wahrscheinlichkeiten extremere Unterschiede bei Gültigkeit der Nullhypothesen zu erhalten.

2.3 Futtration, Fütterungsablauf, Futteranalysen

Als Grundration wurde eine aufgewertete Mischsilage (TMR) eingesetzt. Die TMR bestand aus 11 kg Maissilage, 19 kg Grassilage, 1 kg Heu 1. Schnitt, 2 kg Körnermais und 1 kg Trockenschnitzel. Ab einer Milchleistung von 18 kg wurde Leistungskraftfutter gegeben. Der Einsatz wurde aufgrund einer Zuteilliste nach ZIFO berechnet, wobei die Grundfuttermittelverdrängung berücksichtigt wurde. Die Menge wurde für eine Dauer von drei Wochen in Abhängigkeit der aktuellen Milchleistung errechnet. Das Leistungskraftfutter wurde über einen Mobitron, einen umlaufenden geeichten Kraftfutterdosierautomaten, verabreicht. Das Leistungskraftfutter setzte sich aus 20 % Wintergerste, 24 % Winterweizen, 12 % Trockenschnitzel, 15 % Maiskörner, 3 % Mineralfutter und 26 % Sojaextraktionsschrot zusammen. Bei der Soypassfütterung (geschütztes Sojaextraktionsschrot) wurde anstelle von 26 % unbehandeltem Sojaextraktionsschrot 15 % Soypass und 11 % unbehandeltes Sojaextraktionsschrot eingesetzt. Somit war das Leistungskraftfutter isoenergetisch und enthielt den gleichen Rohproteingehalt. Nur das Angebot an nutzbarem Eiweiß (nXP) war durch das geschützte Eiweiß höher. Die Futterraufnahme wurde wöchentlich an drei aufeinanderfolgenden Tagen tierindividuell gemessen, wobei davon ausgegangen wurde, daß das Leistungskraftfutter vollständig verzehrt wurde. An den anderen Tagen erfolgte die Zuteilung in gleicher Höhe. Als Futterrest wurde über 10 % der eingewogenen Menge angestrebt. Die Trockensubstanz wurde für die eingesetzten Grundfuttermittel einmal pro Woche, für die TMR-Mischung an jedem Meßtag bestimmt. Weender Analysen wurden für Grassilage und die TMR-Mischung wöchentlich, für Maissilage, Heu und die Kraftfuttermischungen einmal pro Monat durchgeführt. Das nutzbare Protein und der Energiegehalt der TMR-Mischung wurden aus den Ergebnissen der Rohnährstoffanalysen mit Schätzgleichungen des Programmes ZIFO (Zielwert-Futteroptimierung) ermittelt. Ebenso wurde das nutzbare Protein des Leistungskraftfutters mit ZIFO berechnet. Die Schätzgleichungen wurden auf der Datenbasis der DLG-Futterwerttabellen erstellt. Für die Berechnung des Energiegehaltes des Leistungskraftfutters konnte auf Verdaulichkeitsuntersuchungen mit Hammeln zurückgegriffen werden.

2.4 Milchmenge und -inhaltsstoffe

Die Milchmenge wurde zweimal pro Woche mit Hilfe von Tru-Test-Milchmeßgeräten festgestellt, aus dem Morgen- und Abendgemelk wurden aliquote Proben zur Bestimmung der Milch-inhaltsstoffe entnommen. Die Milch-inhaltsstoffe Fett, Protein, Laktose, Harnstoff und Zellgehalt wurden vom Milchprüfing in Mindelheim bestimmt.

2.5 Gewichtsfeststellung

Das Gewicht der Tiere wurde zu Beginn der Hauptperiode, bei Umstellung der Fütterung nach 6 Wochen und am Ende des Versuchs ermittelt.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Futtermittelqualität

In Übersicht 1 sind die durchschnittlichen Trockensubstanzgehalte sowie die Gehalte an Rohprotein, nutzbarem Protein und Energie angegeben. Die im Versuch eingesetzte Maissilage wies einen durchschnittlichen Energiegehalt auf, der Rohproteingehalt war auffallend niedrig. Die Grassilage zeichnete sich durch einen hohen Trockenmassegehalt aus. Der Rohproteingehalt war leicht überdurchschnittlich bei einem durchschnittlichen Energiegehalt. Die Werte für das Heu waren leicht unter dem Durchschnitt.

Übersicht 2: Trockenmassegehalt (T), Gehalte an Rohprotein (XP), nutzbarem Protein (nXP) sowie Energiegehalt (NEL) (Mittelwerte) der eingesetzten Futtermittel				
Futtermittel je kg T	T (g)	XP (g)	nXP (g)	NEL (MJ)
Maissilage	330	63	125	6,36
Grassilage	450	177	133	5,65
Heu	863	112	110	5,30
Körnermais	869	106	170	8,52
Trockenschnitzel	900	112	156	7,59
TMR- Mischung	458	137	141	6,16
LKF mit Soypass	870	219	220	7,50
LKF ohne Soypass	870	221	196	7,49

3.2 Milchmenge und -inhaltsstoffe

In Übersicht 3 sind die durchschnittlichen Milchparameter wiedergegeben. Die Fütterung von Soypass erbrachte eine in der Tendenz um 0,32 kg höhere Milchleistung. Der Milchfettgehalt unterschied sich in beiden Rationszusammensetzungen sowohl prozentual als auch absolut nicht signifikant. Eine Reaktion auf die Verfütterung von geschütztem Sojaextraktionsschrot war auch nicht zu erwarten. Überraschend dagegen war, daß sich der prozentuale Milcheiweißgehalt bei Fütterung der Kontrollration hoch signifikant absichern ließ. Eine plausible Erklärung kann dafür nicht gegeben werden. Allerdings relativiert sich dieser höhere prozentuale Eiweißgehalt bei der Betrachtung der absoluten Milcheiweißmenge sehr schnell. Hier unterschieden sich beide Rationen nur um 3 g. Nominell gleich war auch der prozentuale Milchzuckergehalt. Er unterschied sich erst drei Stellen hinter dem Komma. Milchzucker ist für den osmotischen Druck der Milch verantwortlich, er unterliegt deshalb nur geringen Schwankungen. Durch den gleichen prozentualen Milchzuckergehalt ergab sich durch die etwas höhere Milchleistung bei Soypassfütterung eine signifikant höhere Milchzuckermenge. Eine Zusammenfassung von Milchleistung und der Milch Inhaltsstoffe Fett und Eiweiß ist der Parameter FPCM (Fat and protein corrected milk). Hier lag der Unterschied bei 0,24 kg FPCM, was sich statistisch ebenfalls nicht absichern ließ.

Eine genauere Betrachtung der Varianzanalysen für die einzelnen Milchparameter ergab sehr oft eine hoch signifikante Absicherung der Interaktionen Ration * Block. In den Parametern Milchmenge, Milcheiweiß und Milchzucker in Gramm konnte man innerhalb der Blöcke eine gerichtete Abhängigkeit feststellen. Die Parameter Milchzucker und Milcheiweiß sind nur

unwesentlich durch entsprechende Körperdepots zu beeinflussen, sie hängen deshalb vor allem von der aktuellen Versorgungslage am Dünndarm ab. Durch die höheren Mengen Leistungskraftfutter in diesen Blöcken wurde eine höhere Anflutung an Aminosäuren am Dünndarm erreicht. Diese höhere Menge an Aminosäuren könnte offenbar zum einen zu einer höheren Milcheiweißsynthese verwendet worden sein und zum anderen könnten glucoplastische Aminosäuren durch Denitrifikation wertvolle Vorstufen zu der notwendigen Milchzuckerproduktion geliefert haben. Je höher das Leistungsniveau des Blockes, um so wahrscheinlicher erschien es, daß die Zufütterung von Soypass Vorteile brachte. Die Leistung (LS-Means) in FPCM der sechs Blöcke mit höherer Leistung betrug 27,52 kg Milch bei Fütterung der Kontrollration und 28,25 kg bei der Fütterung der Soypassration.

Im Gegensatz zu der Interaktion Ration* Block brachte die Interaktion Ration* Woche keine signifikanten Unterschiede in der Varianzanalyse. Das gleiche Ergebnis zeigte sich in der Auswertung der sechs höher leistenden Blöcke. Es wären im ersten Laktationsdrittel mit einer höheren Milchleistung höhere Differenzen zu erwarten. Der durchschnittliche Abstand zum Laktationsbeginn von 86 Tagen zu Beginn der Hauptperiode bzw. 64 Tage der höher leistenden Tiere war hier bereits offenbar zu lang. Hier zeigt sich ein Problem aller Versuchsanstellungen, die Grundgesamtheit der Kühe, die für die Auswahl zur Verfügung stehen, ist in der Regel zu klein. Der Harnstoffgehalt unterschied sich nur nominal.

In einem Versuch an der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Völkenrode ergaben sich hinsichtlich der Leistungsparameter keine signifikanten Unterschiede. In dem Versuch mit acht Kühen pro Gruppe wurde zu Grassilage als Grundfutter ca. 11 kg einer Kraftfuttermischung eingesetzt, das Soypass bzw. unbehandeltes Sojaextraktionsschrot enthielt (LEBZIEN ET AL, 1995). In einem weiteren Fütterungsversuch mit 18 Milchkühen je Gruppe setzten NAKAMURA ET AL (1992) eine TMR-Mischung mit 13,6 % unbehandeltem Sojaschrot bzw. 6,8 % Soypass in Verbindung mit einer höheren Menge Körnermais ein. Die Reduktion des Rohproteingehaltes von 16,6 % auf 13,6 % hatte keinen Einfluß auf die Milchleistungsparameter. In einem Übersichtsartikel zum Einsatz pansenstabiler Aminosäuren in der Milchviehfütterung stellten JOCHMANN ET AL (1996) fest: Eine zuverlässige Vorhersage der Wirkung einer Zulage geschützter Aminosäuren auf die Leistungsparameter während der Laktation ist bisher nicht möglich.

Übersicht 3: Milchparameter bei Soypass- und Kontrollfütterung (LS-Means, Signifikanzniveau)

Parameter		Soypass	Kontrolle	Signifikanz
Milchmenge	(kg)	26,24	25,92	+ ($p < 0,06$)
Milchfett	(%)	4,11	4,13	ns ($p < 0,81$)
Milchfett	(g)	1065	1054	ns ($p < 0,45$)
Milcheiweiß	(%)	3,33	3,37	** ($p < 0,01$)
Milcheiweiß	(g)	868	865	ns ($p < 0,63$)
Milchzucker	(%)	4,71	4,71	ns ($p < 0,93$)
Milchzucker	(g)	1241	1222	* ($p < 0,02$)
FPCM	(kg)	26,26	26,02	ns ($p < 0,24$)
Harnstoffgehalt	(mg/100 ml)	22,3	21,9	ns ($p < 0,16$)

ns: nicht signifikant; +: tendenziell, $p < 0,10$; *: signifikant, $p < 0,05$; **: hoch signifikant, $p < 0,01$;

3.3 Fütterungsparameter

Übersicht 4 zeigt einige wichtige Fütterungsparameter auf. Nur geringe nominale Differenzen ergaben sich bei der Futteraufnahme zwischen den beiden Fütterungssystemen. Die Futteraufnahme setzte sich aus 12,21 kg T aufgewertetem Grundfutter und 4,04 kg T Kraftfutter bei Soypassfütterung zusammen. Die entsprechenden Werte bei der Kontrollfütterung betragen 12,30 kg T und 3,90 kg T. So ist auch naheliegend, daß sich die Werte für die Energie- und Rohproteinaufnahme auch nicht signifikant unterschieden. Hoch signifikant verschieden war versuchsbedingt die Anflutung an nutzbarem Rohprotein am Duodenum. In der Berechnung wurde eine Pansenabbaubarkeit von 65 % für unbehandeltes Sojaextraktionsschrot und von 35 % für geschütztes Sojaextraktionsschrot (Soypass) unterstellt. Geringe Unterschiede in der Milchleistung und Futteraufnahme ergaben auch keine Differenzen in der Energiebilanz zwischen beiden Fütterungssystemen. Bei der Berechnung der Energiebilanz wurden für den Erhaltungsbedarf Näherungswerte in Abhängigkeit vom Gewicht festgelegt. Für ein kg FPCM wurden 3,17 MJ NEL veranschlagt. Das durchschnittliche Minus von 13,6 MJ NEL/Tag äußerte sich in einem mittleren Körpergewichtsverlust von 11,6 kg Körpermasse während der Hauptperiode. Insgesamt war die erreichte Futter- und Energieaufnahme nicht ganz zufriedenstellend. Der mittlere Rohproteingehalt in der Ration betrug 157 g/kg T, die Energiedichte lag bei 6,48 MJ NEL/kg T.

Übersicht 4: Fütterungsparameter von Soypass- und Kontrollfütterung (LS-Means, Signifikanzniveau)

Parameter	Soypass	Kontrolle	Signifikanz
Futteraufnahme (kg T/Tag)	16,25	16,20	ns ($p < 0,76$)
Energieaufnahme (MJ NEL/Tag)	105,4	104,9	ns ($p < 0,60$)
Rohproteinaufnahme (g/Tag)	2552	2537	ns ($p < 0,48$)
Nutzbare Protein (g/Tag)	2594	2491	** ($p < 0,01$)
Energiebilanz (MJ NEL/Tag)	-13,7	-13,5	ns ($p < 0,80$)

Ns: nicht signifikant; +: tendenziell, $p < 0,10$; *: signifikant, $p < 0,05$; **: hoch signifikant, $p < 0,01$;

3.4 Wirtschaftliche Betrachtung

In den höher leistenden Blöcken betrug die Leistungssteigerung in etwa 0,75 kg Milch. Für diese Milch schlagen nur zusätzliche variable Fütterungskosten zu Buche. Bei Kraftfutterkosten von 30,-- DM/dt ergibt für ca. 400 g Kraftfutterbedarf ein Aufwand von 12 Pf. Dazu kommen die erhöhten Kosten von 15,-- DM/dt für das geschützte Sojaextraktionsschrot. Im vorliegenden Versuch wurde die um 0,75 kg höhere Milchleistung bei einer Leistungshöhe von 28 kg Milch erreicht, wobei 5 kg Leistungskraftfutter mit 750 g geschütztem Sojaextraktionsschrot zum Einsatz kamen. Dies ergibt höhere Kosten von 11 Pf. Dazu kommen noch Kosten für das zusätzliche Milchkontingent von 12 Pf. Die zusätzlichen Kosten kann man somit auf rund 35 Pf veranschlagen. Bei einem Milchpreis mit allen Zuschlägen von 60 Pf/kg entsprechen 0,75 kg Milch 45 Pf. Ein um 10 Pf höherer Ertrag pro Tag ergibt für einen Einsatzzeitraum von 100 Tagen 10,-- DM/Kuh bzw. 500,-- DM für einen Betrieb mit 50 Kühen. Dagegenzurechnen ist der zusätzliche Aufwand für die Lagerung und Fütterung einer weiteren Kraftfuttermischung. Auf eine Berechnung mit einer Abstockung des Kuhbestandes und ohne anfallende Kosten für das Milchkontingent sowie einer alternativen Nutzung des Stallplatzes wird verzichtet.

Zusammenfassung

In einem Fütterungsversuch mit 20 Milchkühen wurde geschütztes Sojaextraktionsschrot (Soypass) eingesetzt. Das geschützte Sojaextraktionsschrot ersetzte im Leistungskraftfutter unbehandeltes Sojaextraktionsschrot zu 15 %. Als Grundration wurde eine TMR-Mischung aus den Komponenten Gras-, Maissilage, Heu, Trockenschnitzel, Körnermais verfüttert. Ab 18 kg Milch wurde Leistungskraftfutter gemäß einer Zuteilliste nach ZIFO eingesetzt. Die Versuchsergebnisse wurden mit dem Programmpaket SAS mit der Prozedur „mixed“ ausgewertet.

Die Verfütterung von Soypass brachte eine tendenziell um 0,32 kg höhere Milchmenge. Bei den prozentualen und absoluten MilCHFettgehalten waren nur nominale Unterschiede vorhanden. Hoch signifikant konnte der 0,04 % höhere Milcheiweißgehalt bei der Kontrollration abgesichert werden, was sich aber bei den absoluten Milcheiweißgehalten wieder aufhob. Der prozentuale Laktosegehalt war nominal gleich. Signifikant abzusichern war die höhere Laktoseproduktion bei Soypassfütterung. Der Harnstoffgehalt unterschied sich nur nominal. Nur nominale Differenzen ergaben sich auch in den Fütterungsparametern Futter-, Energie- und Rohproteinaufnahme. Beim nutzbarem Protein errechnete sich, durch die Versuchsfrage bedingt, ein hoch signifikanter Unterschied von 103 g zugunsten Soypassfütterung. Die Energiebilanz war wiederum gleich. In der statistischen Auswertung konnte die Interaktion Ration*Block hoch signifikant abgesichert werden. Bei den Kühen mit höherer Milchleistung ergaben sich höhere Unterschiede durch Verfütterung von Soypass. Eine wirtschaftliche Betrachtung dieser Mehrleistung von 0,75 kg bei den höher leistenden Tieren ergab eine geringfügige Verbesserung des Deckungsbeitrages, wenn der Arbeitseinsatz gleich gesetzt wird.

Literatur

CLARK ET AL., 1992: Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. J. Dairy Sci. 75, 2304-2323 (übernommen aus der Veröffentlichung von LEBZIEN, P. (1997))

FICKLER, J. und W. HEIMBECK, 1994: Metabolisierbare Aminosäuren in der Milchviehfütterung- ein Kalkulationsmodell. Kraftfutter, 12, 475-478

JOCHMANN, K., LEBZIEN, P., FLACHOWSKY, G., 1996: Zum Einsatz pansenstabiler Aminosäuren in der Milchviehfütterung. Übersicht Tierernährung 24, 255-292

LEBZIEN, P., DAENICKE, R. UND D. GÄDEKEN, 1995: Versuche zum Einsatz eines pansenstabilen Sojaschrotes bei laktierenden Kühen. Landbauforschung Völkenrode 45, S 4-11

LEBZIEN, P., 1997: Zum Einfluß des Futterproteins auf das Aminosäurenmuster des Proteins am Duodenum von Wiederkäuern. Übersicht Tierernährung 25, 137-153

NAKAMURA, T., KLOPFENSTEIN, T.J., OWEN, F.G., BRITTON, R.A. UND R.J. GRANT, 1992: Nonenzymatically browned soybean meal for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 75, 3519-3523

RUTZMOSER, K., 1999: Zielwert Futteroptimierung (ZIFO)