

## **Einsatz von Sojabohnen in der Bullenmast**

*A. Steinwider und R. Leitgeb*

### **1. Einleitung und Problemstellung**

Um die Importabhängigkeit bei Eiweißfuttermitteln abzubauen und gleichzeitig die Überproduktion an Getreide zu verringern, werden in Europa vermehrt eiweißreiche Ackerfrüchte angebaut. Die Sojabohne stellt wegen des hohen Eiweißgehaltes eine günstige Alternative zum Sojaextraktionsschrot dar. In der vorliegenden Arbeit wurde rohe sowie hydrothermisch behandelte Sojabohne hinsichtlich ihrer Eignung als Eiweißfutter in der Bullenmast untersucht. Neben der Mast- und Schlachtleistung wurde die scheinbare Verdaulichkeit der Rationen bestimmt. Weiters wurde die Fleisch- und Fettzusammensetzung sowie die Fleischqualität organoleptisch ermittelt.

### **2. Literatur**

In den rohen Sojabohnen sind vor allem Trypsininhibitoren, Urease und Hämagglutinine als unerwünschte Stoffe enthalten. Der größte Einfluß auf die Verwertung der Nährstoffe der Sojabohnen geht von den Trypsininhibitoren aus, doch reagieren die Tierarten sehr unterschiedlich.

WÖHLBIER und FANGAUF (1983) stufen Wiederkäuer bezüglich Trypsininhibitoren als nicht empfindlich ein. Versuche mit Wiederkäuern von TAGARI et al. (1962), DAVIS und STALLCUP (1967), PERRY und MACLEOD (1968), EDWARDS et al. (1969), SUDWEEKS et al. (1978), SCHINGOETHE und AHRAR (1979), MIELKE und SCHINGOETHE (1981), PLEGGE et al. (1982), JILG (1986) und DAVENPORT et al. (1987) deuten darauf hin, daß keine negativen Auswirkungen auf die Verdauungsvorgänge durch Protease-Inhibitoren bei Wiederkäuern zu erwarten sind. DAVENPORT et al. (1987) verglichen rohe Sojabohnen mit Sojaextraktionsschrot in zwei Konzentrationsstufen hinsichtlich der Mastleistungsergebnisse von männlichen und weiblichen Jung-rindern. Die Autoren stellten keine Unterschiede in den Mastleistungsergebnissen zwischen den Gruppen fest, denen vergleichbare Proteinkonzentrationen in den

Rationen gefüttert wurden. Demgegenüber stellten DANIELS et al. (1973) eine verringerte Verdaulichkeit der Trockenmasse (TM), des Rohproteins (Rp) und der Energie beim Einsatz von rohen Sojabohnen im Vergleich mit extrudierten bzw. gerösteten Sojabohnen sowie Sojaextraktionsschrot, fest. Die Autoren führen dies auf eine mögliche unvollständige Zerstörung der Trypsininhibitoren im Pansen der Wiederkäuer zurück. Hinsichtlich der Tageszunahmen wurden keine Unterschiede festgestellt, jedoch war die Futtermittelverwertung der Sojaextraktionsschrotgruppe am günstigsten. Untersuchungen von STERN et al. (1985) deuten auch darauf hin, daß durch eine Hitzebehandlung der ernährungsphysiologische Wert der Sojabohnen steigt. Die Autoren stellten bei Versuchen mit rohen und extrudierten Sojabohnen und Sojaextraktionsschrot bei Milchkühen eine gesteigerte Proteinverdaulichkeit im Dünndarm durch das Extrudieren fest. Die Autoren führen dies ebenfalls auf die Verringerung der hitzelabilen Trypsininhibitoren zurück.

Der hohe energetische Futterwert der Sojabohnen ist vor allem auch auf den Rohfettgehalt zurückzuführen. Jedoch weisen ROHR et al. (1978), JENKINS und PALMQUIST (1984) und ZINN (1989) auf eine mögliche Verringerung der Verdaulichkeit der Strukturkohlenhydrate bei hohen Fettgehalten in Wiederkäuerrationen hin. Demgegenüber führen JILG et al. (1988) an, daß das Fett in Ölsaaten als teilgeschütztes Fett zu betrachten ist. Durch die natürlich geschützte Form des Fettes erfolgt die Freisetzung aus den Zellen nur langsam und unvollständig.

FLACHOWSKY (1990) stellte durch Fettzulagen (0 bis 450 g/Tier und Tag) einen Rückgang der TM-Aufnahme fest, trotzdem nahmen die Tiere mehr Nettoenergie auf. Die Ausschachtung und Fleischzusammensetzung wurden nicht beeinflusst, jedoch nahm das Gewicht an Nieren- und Beckenhöhlenfett zu. BRANDT und ANDERSON (1990) stellten bei 3,5 % Fettzulagen gesteigerte Tageszunahmen und eine höhere Ausschachtung fest. Auf Veränderungen im Fettsäuremuster bei Fetteinsatz weisen DRYDEN und MARCHELLO (1973), BRANDT und ANDERSON (1990) und CLINQUART et al. (1991a, b) hin.

### **3. Versuchstiere und Methoden**

#### **3.1 Versuchsdurchführung**

Jeweils 12 männliche Fleckviehkälber wurden an 7 Terminen mit einem Gewicht von 90 - 120 kg angekauft. Nach der Ankunft auf dem Betrieb bekam jedes Kalb etwa 2 l Tee verabreicht. In der ca. 6-wöchigen Umstellungsphase wurden Wiesenheu, Maissilage und Jungrinderanzuchtfutter mit geringen Anteilen verschiedener Sojaprodukte gefüttert.

Bei Versuchsbeginn wurden die Kälber eines Ankauftermines nach der Lebendmasse (LM) auf die 4 Futtergruppen bzw. Boxen zu je 3 Stück aufgeteilt und auf Stroheinstreu gehalten. Die Grundfutterbasis stellte Maissilage dar. Maissilage und Eiweißergänzungsfutter (EEGF) wurden zweimal täglich gefüttert. Die Maissilage wurde so zugefüttert, daß die Tiere 4 - 5 Stunden vor der nächsten Fütterung den Trog bis auf kleine Futterreste leergefressen hatten. Das EEGF wurde auf die Maissilage gestreut. Die

Tiere wurden in 28-tägigen Abständen und am Schlachttag vor der Verladung gewogen.

**Tabelle 1: Versuchsplan**  
*Experimental schedule*

Merkmal		K	Futtergruppe		
			S1	S2	S3
Tiere	n	21	21	21	21
Lebendmasse					
Versuchsbeginn	kg	135	135	135	135
Mastende	kg	610	610	610	610
Maissilage	kg		semi ad libitum		
Eiweißergänzungsfutter	kg	1,50	1,50	1,50	1,50

Die hydrothermische Behandlung der geschroteten Sojabohnen erfolgte mit Wasserdampf bei 105° C über einen Zeitraum von 45 min. Nach der hydrothermischen Behandlung wurden die Sojabohnen pelletiert.

Die Zusammensetzung des geschroteten EEGF sowie des Jungrinderaufzuchtfeeders ist in Tabelle 2 ersichtlich.

**Tabelle 2: Zusammensetzung des Eiweißergänzungsfutters**  
*Components of protein concentrate*

Futtermittel		JRAF <sup>1)</sup>	K	Futtergruppe		
				S1	S2	S3
Sojaextraktionsschrot-HP	%	10,0	52,0	26,0	—	—
Sojabohne roh	%	10,0	—	44,0	88,0	—
Sojabohnen hydrothermisch	%	10,0	—	—	—	88,0
Gerste	%	60,0	37,5	19,5	1,5	1,5
Leinsamen	%	5,0	—	—	—	—
Kohlensaurer Futterkalk	%	—	2,0	2,0	2,0	2,0
Dicalciumphosphat-40	%	—	3,5	3,5	3,5	3,5
Mineral-Wirkst.Mischung <sup>2)</sup>	%	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

<sup>1)</sup> Jungrinderaufzuchtfutter  
<sup>2)</sup> Mineral-Wirkstoffmischung (Gehalt je kg): 195 g Ca, 51 g P, 100 g Na, 30 g Mg, 1300 mg Cu, 7000 mg Zn, 1500 mg Mn, 56 mg Co, 130 mg J, 27 mg Se, 800.000 i. E. Vit. A, 80.000 i. E. Vit. D<sub>3</sub>, 800 mg Vit. E

Zur Bestimmung der Verdaulichkeit der Futtermischungen wurde dem EEGF 0,40 % Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> beigemischt. Das EEGF wurde während des Verdauungsversuches (4 Wochen) im Futtertrog mit der Maissilage gründlich durchmischt, um eine gleichmäßige Aufnahme zu erreichen. Am Ende des Verdauungsversuches wurde jedem Tier eine Kotprobe aus dem Mastdarm entnommen und gewichtsmäßig zu einer Mischprobe/Box vereint.

Die Schlachtung erfolgte rund 1 Woche nach Versuchsende. Die Wägung und Verladung erfolgte morgens vor der Fütterung. Danach wurden die Tiere zu einem ca. 25 km entfernten Schlachthof transportiert, wo sie nochmals gewogen wurden. Nach ca. 2 - 3 Stunden wurden sie geschlachtet. Die Schlachtkörpermasse wurde unmittelbar nach Verlassen der Schlachtstraße erhoben und 2 % als Kühlverlust abgezogen. Abdominalfett und Proben des subkutanen Fettes wurden dem warmen Schlachtkörper entnommen, tiefgefroren und das Fettsäurenmuster gaschromatographisch bestimmt.

Die Fleischproben wurden etwa 24 Stunden nach der Schlachtung von den gekühlten Schlachtkörpern entnommen. Je nach Art der Zerlegung wurde zwischen 8. und 9. Rippe bzw. 11. und 12. Rippe ein 3 cm dickes Stück vom Rostbraten abgetrennt. Der M. l. dorsi wurde vom umgebenden Fett- und Bindegewebe gelöst und in zwei gleiche Teile getrennt. Ein Teil wurde auf den Gehalt an Roh Nährstoffen untersucht und der zweite Teil von 4 Personen organoleptisch beurteilt. Die Zubereitung erfolgte ohne Zutaten im Mikrowellenherd (6', 750 W, höchste Stufe).

### 3.2 Versuchsauswertung

Der Großteil der Ergebnisse des vorliegenden Versuches wurde mit dem Computer-Programm PC-1 von HARVEY (1987) ausgewertet. Es werden die LSQ-Mittelwerte ( $\bar{x}$ ), die Fehler der LSQ-Mittelwerte ( $s_{\bar{x}}$ ) und die Irrtumswahrscheinlichkeiten (P) angegeben. Die paarweisen Vergleiche zwischen den einzelnen Futtergruppen wurden mit Hilfe des Bonferroni-Holm-Testes ausgewertet. Signifikante Differenzen aus den paarweisen Gruppenvergleichen werden in den Tabellen mit unterschiedlichen, hochgestellten Buchstaben gekennzeichnet. Die Ergebnisse in Tabelle 7 wurden mit einer einfachen Varianzanalyse ermittelt. Alle Daten, die in Form von Prozentangaben vorlagen, wurden winkeltransformiert ( $x' = \arcsin \sqrt{p/100}$ ).

Das Modell für die täglichen Zunahmen berücksichtigt fixe und zufällige Effekte. Die Mastleistungsergebnisse bei 150, 350 und 550 kg wurden mit Hilfe von Regressionsgleichungen dritten Grades berechnet.

$$\text{Modell 3: } Y_{ijk} = \mu + G_i + T_{ij} + \sum_{n=1}^3 b_{in} (X_{ij} - \bar{X})^n + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Beobachtungswert der abhängigen Variablen  
 $\mu$  = gemeinsame Konstante  
 $G_i$  = fixer Effekt der Gruppe  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4$   
 $T_{ij}$  = zufälliger Effekt des Tieres  $j$ , genestet innerhalb der Gruppe  $i$ ,  
 $j = 1, 2, \dots, 20$  bzw.  $21$   
 $b_{in}$  = individuelle, lineare, quadratische, kubische Regressionskoeffizienten für die Gruppe  $i$

$X_{ij}$  = Covariable Lebendmasse ( $\bar{X} = 150, 350, 550 \text{ kg}$ )  
 $e_{ij}$  = Restkomponente

Das Modell für die Berechnung von TM-, Rp-, Rohfett- (Rfe) und der Energieaufnahme (StE und MEr) unterscheidet sich vom Modell zur Errechnung der täglichen Zunahmen durch die Berücksichtigung von Boxenmittelwerten anstatt von Einzeltieren.

Die Schlachtleistungsergebnisse wurden mit folgendem Modell auf eine durchschnittliche LM am Schlachttag (Schlachthof) von 610 kg korrigiert.

Modell 1:  $Y_{ijkl} = \mu + G_i + E_j + b(LMS_{ijk} - \overline{LMS}) + e_{ijkl}$   
 $Y_{ijkl}$  = Beobachtungswert der abhängigen Variablen  
 $\mu$  = gemeinsame Konstante  
 $G_i$  = fixer Effekt der Gruppe i,  $i = 1, 2, 3, 4$   
 $E_j$  = fixer Effekt des Einstellungstermines j,  $j = 1, 2, \dots, 7$   
 $b$  = linearer Regressionskoeffizient  
 $GS_{ijk}$  = Covariable LM am Schlachthof ( $\overline{LMS} = 610 \text{ kg}$ )  
 $e_{ijkl}$  = Restkomponente

Die Fettsäurenmuster wurden mit folgendem Modell ausgewertet.

Modell 1:  $Y_{ijk} = \mu + G_i + E_j + e_{ijk}$   
 $Y_{ijk}$  = Beobachtungswert der abhängigen Variablen  
 $\mu$  = gemeinsame Konstante  
 $G_i$  = fixer Effekt der Gruppe i,  $i = 1, 2, 3, 4$   
 $E_j$  = fixer Effekt Einstellungstermin j,  $j = 1, 2, \dots, 7$   
 $e_{ijk}$  = Restkomponente

Die Auswertung der Daten der organoleptischen Fleischqualitätsbeurteilung erfolgte mit Hilfe des Friedman-Testes.

## 4. Ergebnisse

Der mittlere TM-Gehalt der Maissilage lag bei 32 % und der Energiegehalt bei 198 StE bzw. 3,44 MJ MEr (Tabelle 3). Die rohen und hydrothermisch behandelten Sojabohnen wiesen knapp 34 % Rp auf. Der Rohfasergehalt (Rfa) in den hydrothermisch behandelten Sojabohnen lag deutlich unter dem in den rohen Sojabohnen, der Rfe-Gehalt verhielt sich umgekehrt. Der Energiegehalt in den rohen Sojabohnen war wesentlich niedriger als in den hydrothermisch behandelten Sojabohnen. Im EEGF nahm der Energiegehalt von 642 StE bzw. 10,49 MJ MEr in der Futtergruppe K auf 862 StE bzw.

13,49 MJ ME<sub>r</sub> in der Futtergruppe S3 zu. Auch der Rfe-Gehalt stieg von 1,6 % im EEGF-K auf 16,3 % im EEGF-S3 an. Im Rp-Gehalt lagen die Werte zwischen 28,6 % (K) und 30,0 % (S3).

**Tabelle 3: Rohrnährstoff- und Energiegehalt der Futtermittel**  
*Nutrient content of feedstuffs*

Futtermittel	n	TM	Rp	g/kg			NfE	StE /kg	ME <sub>r</sub> MJ/kg
				Rfe	Rfa	Ra			
Maissilage	31	319	29	15	70	17	188	198	3,44
EEGF-K	12	889	286	16	41	129	417	642	10,49
EEGF-S1	12	894	294	81	54	129	336	702	11,19
EEGF-S2	12	898	296	148	65	131	258	814	12,58
EEGF-S3	12	902	300	163	44	133	262	862	13,49
Sojaextraktions- schrot HP	4	882	466	12	47	61	296	715	11,68
Sojabohnen, roh	4	894	337	156	80	49	272	890	13,75
Sojabohnen, hydro- thermisch behan.	4	895	339	189	52	51	264	962	15,01
Gerste	3	881	117	20	47	31	66	708	11,60

Der Gehalt an Trypsininhibitoren der rohen Sojabohnen schwankte zwischen 55,1 und 73,9 TIU/mg FM (Tabelle 4). Die hydrothermische Behandlung mit anschließender Pelletierung der Sojabohnen führte zu Gehalten, die unter den festgestellten Werten des Sojaextraktionsschrotes lagen. Der Trypsininhibitorengehalt im EEGF verhielt sich entsprechend dem eingesetzten Anteil des jeweiligen Sojaproduktes.

**Tabelle 4: Gehalt der Sojaprodukte an Trypsininhibitoren während des Mastversuches**  
*Trypsininhibitor content of feedstuffs during the growing trial*

Futtermittel	TIU/mg FM im Jahr		
	1990	1991	1992
Sojabohne, roh	55,1	73,9	56,4
Sojabohne, hydrothermisch	0,5	0,8	1,1
Sojaextraktionsschrot HP	1,7	1,8	1,3
EEGF-K	—	1,8	—
EEGF-S1	—	26,3	—
EEGF-S2	—	51,7	—
EEGF-S3	—	0,8	—

Ein Stier der Futtergruppe K wurde wegen Kümmerwuchs (Ausreißer mit  $P < 0,05$ ; ESSL, 1987) ausgeschieden (Tabelle 5).

**Tabelle 5: Mastleistungsergebnisse**  
*Fattening performance*

Merkmal	n	Futtergruppe								P
		K		S1		S2		S3		
		$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$							
Tiere			20		21		21		21	
Prüfdauer	Tage	413 <sup>ab</sup>	15	416 <sup>b</sup>	10	416 <sup>b</sup>	10	400 <sup>a</sup>	25	< 0,01
<b>Lebendmasse</b>										
Versuchsbeginn	kg	136	14	135	15	138	21	135	12	0,95
Mastende	kg	615	45	620	38	617	38	630	37	0,61
Schlachthof	kg	605	45	607	37	607	38	619	38	0,66
<b>Tageszunahmen</b>										
bei 150 kg LM	g	884	66	884	66	887	65	982	69	0,68
bei 350 kg LM	g	1302	37	1330	37	1310	37	1390	38	0,36
bei 550 kg LM	g	1100	42	1097	40	1074	40	1163	40	0,45
Gesamte Mastdauer	g	1163 <sup>a</sup>	24	1165 <sup>a</sup>	23	1154 <sup>a</sup>	23	1242 <sup>b</sup>	23	0,03
<b>Rohverwertung</b>										
kg TM/kg Zuwachs		5,55 <sup>b</sup>	0,1	5,51 <sup>b</sup>	0,1	5,52 <sup>b</sup>	0,1	5,18 <sup>a</sup>	0,1	< 0,01
<b>Energieverwertung</b>										
MJ ME/kg Zuwachs		60,6	0,8	61,3	0,8	62,9	0,8	60,1	0,8	0,09
<b>Rohproteinverwertung</b>										
g Rp/kg Zuwachs		780 <sup>ab</sup>	10	787 <sup>b</sup>	9	790 <sup>b</sup>	9	748 <sup>a</sup>	9	0,02

Die LM zu Versuchsbeginn lag zwischen 135 und 138 kg. Trotz längerer Mastdauer war die LM zu Mastende der Futtergruppen K, S1, S2 mit 615, 620 bzw. 617 kg geringer als die der Gruppe S3 mit 630 kg.

Die durchschnittlichen Tageszunahmen über die gesamte Mastdauer unterschieden sich signifikant zwischen der Gruppe S3 mit 1242 g einerseits und K, S1 bzw. S2 mit 1163, 1165 und 1154 g andererseits. Auch bei Betrachtung der Tageszunahmen bei einer LM von 150, 350 und 550 kg lag die Futtergruppe S3 besser als K, S1 und S2. Diese Unterschiede konnten jedoch statistisch nicht abgesichert werden. Die Rohverwertung (kg TM/kg Zuwachs) der Gruppe S3 war mit 5,18 kg um ca. 0,35 kg ( $P < 0,01$ ) besser als in den anderen Futtergruppen. Tendenziell wies die Futtergruppe S 2 die schlechteste Energieverwertung auf. In der Rp-Verwertung war die Futtergruppe S3 mit 748 g/kg Zuwachs signifikant besser als S1 und S2 mit 787 bzw. 790 g/kg Zuwachs.

Die TM-Aufnahme wurde durch das EEGF nicht signifikant beeinflusst (Tabelle 6). Bei 150 kg LM nahmen die Stiere durchschnittlich 3,3 kg auf, bei 550 kg waren es 8,2 kg. Die mittlere Aufnahme an Maissilage-TM stieg von 2,0 kg bei 150 kg LM auf 6,9 bei 550 kg LM.

Die tägliche Rp-Aufnahme betrug im Durchschnitt der gesamten Mastperiode 905 g, wobei keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt wurden.

Die Energieaufnahme stieg von der Futtergruppe K bis hin zur Futtergruppe S3 an. Die durchschnittliche Nettoenergieaufnahme pro Tag über die gesamte Mastdauer lag in den Futtergruppen K und S1 bei 4124 und 4193 StE signifikant unter S2 und S3 mit 4366 bzw. 4398 StE. Die MEr-Aufnahme zeigte ein ähnliches Bild, jedoch erbrachten die Paarvergleiche zwischen den Gruppen keine signifikanten Differenzen.

Mit dem Einsatz von Sojabohnen stieg in allen LM-Abschnitten auch die Rfe-Aufnahme. Die höchste Rfe-Aufnahme wurde in Gruppe S3 festgestellt. Die Tiere der Futtergruppe K nahmen täglich ca. 100 g weniger als die Tiere der Futtergruppe S1 und ca. 200 g weniger als jene von S2 und S3 auf. Im Mittel lagen die Rfe-Gehalte in den Rationen bei den Futtergruppen K, S1, S2 und S3 bei 4,0, 5,5, 7,0 und 7,4 % in der TM.

**Tabelle 6: TM- und Nährstoffaufnahme/Tier u. Tag**  
*Dry matter and nutrient intake/animal a. day*

Merkmal		Futtergruppe								P
		K		S1		S2		S3		
	n	$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$							
Tiere	n	20		21		21		21		
<b>150 kg LM</b>										
Trockenmasse	kg	3,2	0,2	3,2	0,2	3,3	0,2	3,4	0,2	0,88
Maissilage-TM	kg	1,9	0,2	1,9	0,2	2,0	0,2	2,0	0,2	0,97
Rohprotein	g	603	13	615	14	625	14	630	14	0,53
Rohfett	g	110 <sup>d</sup>	7	207 <sup>c</sup>	7	311 <sup>b</sup>	7	333 <sup>a</sup>	7	< 0,01
StE		2135	91	2221	94	2440	93	2504	97	0,03
MEr	MJ	36,1	1,6	37,1	1,6	40,1	1,6	41,3	1,7	0,11
<b>350 kg LM</b>										
Trockenmasse	kg	6,6	0,1	6,5	0,1	6,5	0,1	6,4	0,1	0,63
Maissilage-TM	kg	5,3	0,1	5,2	0,1	5,1	0,1	5,0	0,1	0,34
Rohprotein	g	913	8	917	8	915	8	914	8	0,99
Rohfett	g	261 <sup>d</sup>	4	355 <sup>c</sup>	4	453 <sup>b</sup>	4	472 <sup>a</sup>	4	< 0,01
StE		4225	52	4259	53	4390	53	4420	54	0,04
MEr	MJ	72,5	0,9	72,6	0,9	74,1	0,9	74,7	0,9	0,28
<b>550 kg LM</b>										
Trockenmasse	kg	8,3	0,1	8,2	0,1	8,2	0,1	8,0	0,1	0,20
Maissilage-TM	kg	7,0	0,1	6,9	0,1	6,8	0,1	6,8	0,1	0,43
Rohprotein	g	1072	9	1077	8	1072	8	1074	8	0,98
Rohfett	g	339 <sup>d</sup>	4	433 <sup>c</sup>	4	530 <sup>b</sup>	4	550 <sup>a</sup>	4	< 0,01
StE		5294	59	5335	57	5453	57	5494	57	0,07
MEr	MJ	91,2	1,0	91,4	1,0	92,6	1,0	93,4	1,0	0,36
<b>Durchschnitt der gesamten Mastdauer</b>										
Trockenmasse	kg	6,4	0,1	6,4	0,1	6,4	0,1	6,3	0,1	0,81
Maissilage-TM	kg	5,1	0,1	5,1	0,1	5,1	0,1	5,0	0,1	0,86
Rohprotein	g	898	8	907	9	911	9	908	8	0,61
Rohfett	g	254 <sup>d</sup>	4	349 <sup>c</sup>	4	451 <sup>b</sup>	5	469 <sup>a</sup>	4	< 0,01
StE		4124 <sup>b</sup>	49	4193 <sup>b</sup>	51	4366 <sup>a</sup>	55	4398 <sup>a</sup>	47	< 0,01
MEr	MJ	70,8	0,8	71,5	0,9	73,6	0,9	74,4	0,8	< 0,01

Die scheinbare Verdaulichkeit der organischen Masse (OM) stieg tendenziell von der Futtergruppe K bis hin zur Futtergruppe S3 an (Tabelle 7). Der Unterschied bezüglich

der scheinbaren Verdaulichkeit des Rp der Futtergruppen K und S3 war mit 72,2 bzw. 75,6 % signifikant. Die scheinbare Verdaulichkeit des Rfe lag in der Futtergruppe K mit 68,0 % unter der der Futtergruppen S1, S2 und S3 mit 73,8, 74,2 und 75,6 %. Für die anderen Rohnährstoffe wurden keine signifikanten Differenzen festgestellt.

**Tabelle 7: Verdauungskoeffizienten, %**  
*Digestibility of nutrients, %*

Merkmal	Futtergruppe								P
	K		S1		S2		S3		
	$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$	$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$	$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$	$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$	
Boxen, n	5		5		5		5		
Rohprotein	72,2 <sup>b</sup>	1,3	73,8 <sup>ab</sup>	2,4	75,2 <sup>ab</sup>	1,3	75,6 <sup>a</sup>	1,5	0,02
Rohfett	68,0 <sup>b</sup>	1,9	73,8 <sup>a</sup>	1,5	74,2 <sup>a</sup>	2,4	75,6 <sup>a</sup>	2,1	< 0,01
Rohfaser	67,6	3,6	68,0	5,2	70,4	2,7	71,0	2,3	0,39
N-freie Extr.	75,0	0,7	75,4	2,2	75,2	2,3	75,8	1,3	0,90
Organische Masse	72,6	1,5	73,4	2,0	74,2	1,6	75,0	0,7	0,12

Wie aus den Schlachtleistungsergebnissen der Tabelle 8 hervorgeht, schwankte das Gewicht des Abdominalfettes zwischen 9,3 in der Futtergruppe K und 11,4 kg in der Futtergruppe S2. Die Differenzen zwischen den Futtergruppen waren nicht signifikant. Die Ausschachtungsprozente (Schlachtkörpermasse, bezogen auf die LM am Schlachthof) der Futtergruppen K, S1, S2 und S3 lagen bei 55,9, 56,3, und 57,4 %. Die Futtergruppen K und S1 lagen mit  $P < 0,05$  signifikant unter der Futtergruppe S3.

**Tabelle 8: Schlachtleistungsdaten**  
*Slaughtering performance*

Merkmal	Futtergruppe								P	
	K		S1		S2		S3			
	$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$	$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$	$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$	$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$		
Tiere	n	20	21	21	21	21	21	21		
Schlachtkörpermasse	kg	340,7 <sup>b</sup>	1,8	342,9 <sup>b</sup>	1,7	346,7 <sup>ab</sup>	1,7	350,3 <sup>a</sup>	1,7	< 0,01
Abdominalfett	kg	9,3	0,7	10,5	0,7	11,4	0,6	11,0	0,7	0,13
Ausschlachtung	%	55,9 <sup>b</sup>	0,3	56,3 <sup>b</sup>	0,3	56,8 <sup>ab</sup>	0,3	57,4 <sup>a</sup>	0,3	< 0,01

Der M. i. dorsi setzte sich im Durchschnitt aus 245 g TM, 215 g Rp, 17 g Rfe und 11 g Ra zusammen (Tabelle 9). Die Rohnährstoffe wiesen nur geringe Schwankungen zwischen den Futtergruppen auf. Der Ra-Gehalt der Futtergruppe S3 lag mit  $P < 0,05$  über dem der Futtergruppe K.

**Tabelle 9: Chemische Analyse des M. I. dorsi**  
*Chemical analysis of M. I. dorsi*

Merkmal		Futtergruppe								P
		K		S1		S2		S3		
		$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$	$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$	$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$	$\bar{x}$	$\pm s\bar{x}$	
Tiere	n	20		21		21		21		
Trockenmasse	g/kg	244,1	0,2	246,0	0,2	243,9	0,2	243,7	0,2	0,86
Rohprotein	g/kg	214,9	0,1	215,1	0,1	216,9	0,1	213,4	0,1	0,42
Rohfett	g/kg	17,8	1,8	18,4	1,7	15,6	1,7	17,3	1,7	0,70
Rohasche	g/kg	10,9 <sup>a</sup>	0,1	11,1 <sup>ab</sup>	0,1	11,2 <sup>ab</sup>	0,1	11,3 <sup>b</sup>	0,1	< 0,05

In Tabelle 10 sind die Ergebnisse der sensorischen Fleischqualitätsuntersuchung angeführt. Durch den Einsatz von rohen bzw. hydrothermisch behandelten Sojabohnen kam es zu keiner Beeinflussung der organoleptischen Beurteilung des Fleisches.

**Tabelle 10: Organoleptische Beurteilung des M. I. dorsi**  
*Organoleptic test of M. I. dorsi*

Merkmal		Futtergruppe				P
		K	S1	S2	S3	
		$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	
Anzahl	n	20	20	20	20	
Zartheit	Punkte <sup>*)</sup>	2,9	2,9	3,0	3,0	0,74
Saftigkeit	Punkte <sup>*)</sup>	2,2	2,4	2,4	2,3	0,55
Geschmack	Punkte <sup>*)</sup>	1,9	2,0	1,9	2,0	0,43
Rang	Punkte <sup>**)</sup>	2,4	2,5	2,5	2,6	0,66

<sup>\*)</sup> Skala von 1 - 4 (1 = sehr gut, 4 = schlecht)  
<sup>\*\*)</sup> Subjektive Gesamtbeurteilung von 1 - 4, (1 = sehr gut, 4 = schlecht)

Tabelle 11 zeigt die Veränderungen im Fettsäurenmuster des subkutanen Fettes und des Abdominalfettes durch die Verfütterung von Sojabohnen an Mastbullen. Sowohl im subkutanen Fett, als auch im Abdominalfett stieg der Anteil an Linolsäure (C18:2) und Linolensäure (C18:3) an den Gesamtfettsäuren signifikant an. Im subkutanen Fett erhöhte sich zusätzlich der Ölsäuregehalt (C18:1) mit  $P < 0,05$  und im Abdominalfett der Stearinsäuregehalt (C18:0) mit  $P < 0,01$  signifikant.

**Tabelle 11: Fettsäuremuster des subkutanen Fettes und des Abdominalfettes, %**  
*Fatty acid pattern of subcutaneous fat and abdominal fat, %*

Merkmal	K		S1		Futtergruppe S2		S3		P
	$\bar{x}$	$\pm s_x$	$\bar{x}$	$\pm s_x$	$\bar{x}$	$\pm s_x$	$\bar{x}$	$\pm s_x$	
Tiere, n	20		21		21		21		
<b>Subkutanes Fett</b>									
C14:0	3,5	0,2	3,4	0,2	3,6	0,2	3,2	0,2	0,64
C14:1	2,0	0,1	1,6	0,2	1,8	0,2	1,6	0,2	0,11
C16:0	33,0 <sup>a</sup>	0,7	30,1 <sup>b</sup>	0,7	28,5 <sup>bc</sup>	0,7	27,6 <sup>c</sup>	0,7	< 0,01
C16:1	5,8 <sup>a</sup>	0,3	4,9 <sup>ab</sup>	0,2	4,7 <sup>b</sup>	0,2	4,4 <sup>b</sup>	0,2	< 0,01
C18:0	11,7	0,8	14,0	0,8	14,4	0,8	13,3	0,8	0,06
C18:1	39,9 <sup>b</sup>	0,9	41,3 <sup>ab</sup>	0,9	41,5 <sup>ab</sup>	0,9	43,6 <sup>a</sup>	0,9	0,03
C18:2	1,0 <sup>c</sup>	0,2	1,7 <sup>b</sup>	0,2	2,6 <sup>a</sup>	0,2	2,7 <sup>a</sup>	0,2	< 0,01
C18:3	0,4 <sup>c</sup>	0,1	0,6 <sup>bc</sup>	0,1	0,9 <sup>b</sup>	0,1	1,8 <sup>a</sup>	0,1	< 0,01
nicht identifizierte FS	2,0 <sup>a</sup>	0,1	2,1 <sup>ab</sup>	0,1	1,8 <sup>ab</sup>	0,1	1,6 <sup>b</sup>	0,1	0,02
<b>Abdominalfett</b>									
C14:0	4,2 <sup>a</sup>	0,2	3,3 <sup>b</sup>	0,2	3,0 <sup>b</sup>	0,2	3,3 <sup>b</sup>	0,2	< 0,01
C14:1	1,3	0,1	1,1	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1	0,07
C16:0	30,5 <sup>a</sup>	0,7	26,1 <sup>b</sup>	0,7	25,0 <sup>b</sup>	0,7	25,3 <sup>b</sup>	0,7	< 0,01
C16:1	2,7 <sup>a</sup>	0,1	2,0 <sup>b</sup>	0,1	1,7 <sup>b</sup>	0,1	1,8 <sup>b</sup>	0,1	< 0,01
C18:0	30,2 <sup>b</sup>	1,2	36,8 <sup>a</sup>	1,2	37,9 <sup>a</sup>	1,2	34,5 <sup>a</sup>	1,2	< 0,01
C18:1	25,8	0,8	24,9	0,8	25,1	0,8	27,8	0,8	0,05
C18:2	0,9 <sup>c</sup>	0,1	1,9 <sup>b</sup>	0,1	2,8 <sup>a</sup>	0,1	2,8 <sup>a</sup>	0,1	< 0,01
C18:3	0,2 <sup>c</sup>	0,1	0,5 <sup>b</sup>	0,1	0,8 <sup>a</sup>	0,1	0,7 <sup>ab</sup>	0,1	< 0,01
nicht identifizierte FS	3,8 <sup>a</sup>	0,1	2,9 <sup>ab</sup>	0,1	2,3 <sup>b</sup>	0,1	2,3 <sup>b</sup>	0,1	< 0,01

## 5. Diskussion

Der Ersatz von Sojaextraktionsschrot durch rohe Sojabohnen hatte keinen Einfluß auf die täglichen Zunahmen der Mastbullen. Die Futtergruppe S3 mit hydrothermisch behandelten Sojabohnen im EEGF erzielte über die gesamte Mastdauer um ca. 80 g signifikant höhere Tageszunahmen als die Futtergruppen mit Sojaextraktionsschrot bzw. rohen Sojabohnen.

DAVENPORT et al. (1987) und DANIELS et al. (1973) stellte bei Vergleichen zwischen rohen Sojabohnen und Sojaextraktionsschrot ebenfalls keine Beeinflussung der Mastleistung fest. Im vorliegenden Versuch konnten trotz steigender Energieaufnahme mit steigendem Anteil von rohen Sojabohnen im EEGF die Tageszunahmen in den Futtergruppen S1 und S2 im Vergleich zu den Tieren der Futtergruppe K nicht gesteigert werden. Nur die Futtergruppe S3 konnte die höhere energetische Versorgung auch in einer gesteigerten Zuwachsleistung und in einer verbesserten Rohverwertung (kg TM/kg Zuwachs) sowie Rohproteinverwertung (g Rp/kg Zuwachs) nützen. Die Ursache dafür könnte in einer schlechteren Verwertung der Nährstoffe bzw. in einer negativen Beeinflussung der Verdauungsvorgänge durch Trypsinhibitoren in

den Futtergruppen S1 und S2 liegen. Auch STERN et al. (1985) und DANIELS et al. (1973) weisen auf eine mögliche unvollständige Zerstörung der Trypsininhibitoren im Pansen hin. Im vorliegenden Versuch konnte jedoch keine verringerte scheinbare Verdaulichkeit des Rp festgestellt werden, worauf DANIELS et al. (1973) hinwies. Die Rohproteinverwertung (g Rp/kg Zuwachs) der Futtergruppen S1 und S2 war jedoch signifikant schlechter als die der Futtergruppe S3.

Die Ergebnisse von FLACHOWSKY (1990), wonach bei Fettzulagen ein Rückgang in der TM-Aufnahme zu beobachten ist, können nur in der Tendenz bestätigt werden.

Auf eine negative Beeinflussung der Verdaulichkeit der Strukturkohlenhydrate bei hohen Fettzulagen bzw. bei fettreichen Rationen weisen ROHR et al. (1978), JENKINS und PALMQUIST (1984) und ZINN (1989) hin. Im vorliegenden Versuch traten hinsichtlich der Verdaulichkeit der Rfa keine Unterschiede auf. Dieses Ergebnis bestätigt die Feststellung von JILG et al. (1988), wonach das Rfe von Ölsaaten wie teilgeschütztes Fett zu betrachten ist.

Die Verdaulichkeit des Rfe nahm mit steigendem Gehalt an Rfe im Futter zu. Als Grund dafür ist der hohe endogene Fettanteil im Kot fettarmer Rationen anzusehen, der bei gesteigerter Fettverfütterung relativ kleiner wird.

Die Ergebnisse der Schlachtleistung zeigen nur beim Gewicht des Abdominalfettes keine signifikanten Unterschiede, wobei die Werte zwischen 9,3 (K) und 11,4 kg (S2) schwankten. FLACHOWSKY (1990) stellte bei Fettzulagen in der Rindermast eine Zunahme des Nieren- und Beckenhöhlenfettgewichtes fest, die Ausschächtung wurde nicht beeinflusst. Diese Ergebnisse können durch den vorliegenden Versuch nicht bestätigt werden. Die Ausschächtungsprozente der Futtergruppen K (55,9) und S1 (56,3) lagen signifikant unter S3 (57,4). Die Futtergruppe S2 lag mit 56,8 % dazwischen, unterschied sich jedoch nicht von den anderen Futtergruppen. Mit steigendem Rfe-Gehalt und damit gesteigertem Energiegehalt nahm die Ausschächtung zu. Vergleichbare Ergebnisse erzielten auch BRANDT und ANDERSON (1990).

Die chemische Zusammensetzung des M. i. dorsi und die organoleptischen Eigenschaften des Fleisches wurden mit Ausnahme des Rohaschegehaltes durch die verschiedenen Sojaprodukte nicht beeinflusst. FLACHOWSKY (1990) erzielte ähnliche Ergebnisse.

Die Zusammensetzung des Abdominal- und subkutanen Fettes wurde von der Zusammensetzung des EEGF beeinflusst. Mit dem Einsatz von Sojabohnen im EEGF nahm sowohl im subkutanen Fett, als auch im Abdominalfett (Talg) der Anteil an Linolsäure und Linolensäure zu. Zusätzlich stieg im subkutanen Fett der Ölsäure- und im Abdominalfett der Stearinsäuregehalt. Auf Veränderungen im Fettsäuremuster bei Fettzulagen weisen auch DRYDEN und MARCHELLO (1973), BRANDT und ANDERSON (1990) sowie CLINQUART et al. (1991a, b) hin.

## 6. Zusammenfassung

In einem Rindermastversuch wurden rohe Sojabohnen bzw. hydrothermisch behandelte und pelletierte Sojabohnen mit Sojaextraktionsschrot verglichen. Es standen 4 Gruppen mit jeweils 21 männlichen Fleckviehkälbern zur Verfügung. Die Kontrollgruppe K enthielt 52 % Sojaextraktionsschrot im Eiweißergänzungsfutter. In der Versuchsgruppe S1 wurde der Sojaextraktionsschrotgehalt auf 26 % gesenkt und 44 % rohe Sojabohnen eingesetzt. In S2 (88 % rohe Sojabohnen) und S3 (88 % hydrothermisch behandelte, pelletierte Sojabohnen) wurden Sojaextraktionsschrot vollständig ersetzt. Die Tiere nahmen während der gesamten Mastperiode (135 - 610 kg) Maissilage semi ad libitum, mit einem durchschnittlichen Trockenmassegehalt von 32 % und 1,50 kg des jeweiligen Eiweißergänzungsfutter auf.

Die Auswertung der Daten ergab hinsichtlich der täglichen Zunahmen zwischen den Futtergruppen K, S1 und S2 mit 1163, 1165, 1154 g keine signifikanten Unterschiede. Die Futtergruppe S3 lag mit 1242 g deutlich ( $P < 0,05$ ) über den anderen Gruppen.

In bezug auf die TM- und Rp-Aufnahme wurden keine Unterschiede festgestellt. Die Energie- und Rfe-Aufnahme stieg von K bis hin zu S3 an. Die Rohverwertung (kg TM/kg Zuwachs) der Futtergruppe S3 war um rund 0,3 kg besser ( $P < 0,01$ ) als die der anderen Gruppen. Die Rohproteinverwertung (g Rp/kg Zuwachs) der Futtergruppe S3 war signifikant besser als die der Futtergruppen S1 und S2.

Die scheinbare Verdaulichkeit der Ration wurde mit der Indikatorermethode bestimmt. Signifikante Differenzen ( $P < 0,05$ ) traten bezüglich der Verdaulichkeit des Rp ( $P < 0,05$ ) und Rfe ( $P < 0,01$ ) auf. Mit steigendem Rfe-Gehalt im Futter (von K bis S3) nahm die Verdaulichkeit des Rfe von 68,0 bis 75,6 % zu. Die Verdaulichkeit des Rp der Futtergruppe S3 lag mit 75,6 % signifikant über der Futtergruppe K mit 72,2 %. S1 und S2 lagen mit 73,8 bzw. 75,2 % dazwischen.

Die Ausschachtung der Futtergruppe S3 lag mit 57,4 % mit  $P < 0,05$  über der von K mit 55,9 % und S1 mit 56,3 %. Mit 56,8 % lag die Futtergruppe S2 dazwischen, unterschied sich statistisch aber nicht von den anderen Gruppen.

Die Schlachtkörpermasse verhielt sich entsprechend den Ausschachtungsprozenten. Keine Unterschiede ergaben sich zwischen den Futtergruppen für das Gewicht des Abdominalfettes.

Die chemische Zusammensetzung des M. l. dorsi wurde mit Ausnahme des Ra-Gehaltes nicht beeinflusst. Der Einsatz von rohen bzw. hydrothermisch behandelten Sojabohnen wirkte sich auf die organoleptischen Eigenschaften des Fleisches nicht aus. Zu Veränderungen kam es dagegen im Fettsäurenmuster des Abdominalfettes und des subkutanen Fettes. Mit dem Einsatz von Sojabohnen nahm der Anteil an Linolsäure und Linolensäure im Abdominalfett sowie im subkutanen Fett zu. Im Abdominalfett stieg weiters der Stearinsäuregehalt und im subkutanen Fett der Ölsäuregehalt.

Der Versuch zeigt, daß der Einsatz von rohen Sojabohnen anstelle von Sojaextraktionsschrot ohne Nachteile Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung von Bullen möglich ist. Durch die hydrothermische Behandlung und das Pelletieren der Sojabohnen konnten die Mast- und Schlachtleistung deutlich verbessert werden.

## Summary

### Use of soybeans for fattening bulls

In a cattle fattening experiment with 84 male calves raw soybeans as well as hydrothermic treated, pelleted soybeans were compared with soybean meal. The animals were randomly divided into four groups (21 animals per group). Each group received one of four experimental ground protein concentrates. The content of soybean meal (52 % group K, 26 % group S1, 0 % groups S2 and S3) was replaced by raw soybeans (44 % in S1 and 88 % in S2) as well as 88 % hydrothermic treated soybeans in the protein concentrates in S3. Experimental diets (135 - 610 kg live weight) consisted of maize-silage (32 % DM) offered semi ad libitum complemented with 1.50 kg per head and day of the ground protein concentrate.

The average daily weight gain of 1242 g in group S3 (hydrothermic treated and pelleted soybeans) was significantly higher than those of the others, which remained the same (K 1163 g, S1 1165 g and S2 1154 g). Dry matter and crude protein intake were not affected by raw or hydrothermic treated soybeans in the concentrate. The average daily intake of energy (net energy, metabolizable energy) and ether extract increased steadily from group K to S3. Feed efficiency (kg DM/kg gain) of S3 (5.2 kg) was significantly better than that of the other groups (average 5.5 kg). The crude protein efficiency (g CP/kg gain) of S3 was significantly better than that of groups S1 and S2. The estimated apparent digestibility of crude protein was significantly lower in group K (72.2 %) than in S3 (75.6 %). S1 (73.8 % and S2 (75.2 %) did not differ from groups K and S3. The digestibility of the ether extract increased steadily from K to S3. There were no significant differences among the four diets in the digestibility of crude fibre, NIE and organic matter.

The dressing percentages of group K, S1, S2 and S3 were 55.9, 56.3, 56.8 and 57.4 %, respectively. The dressing percentages of group K and S1 were significantly lower ( $P < 0.05$ ) than in group S3. The average amount of abdominal fat was not affected by the concentrates. The chemical analysis and subjective tests of meat quality showed no significant effect by the experimental diets with raw or hydrothermic treated soybeans, except the crude ash content. The fatty acid content of subcutaneous fat and abdominal fat was affected by the diets.

The results of this bullfeeding trial show that raw soybeans can replace equal soybean meal as protein source for growing bulls. The use of hydrothermic treated and pelleted soybeans obviously improved fattening and slaughtering performance.

## Literaturverzeichnis

BRANDT, R. T. Jr. und S. J. ANDERSON (1990): Supplemental fat source affects feedlot performance and carcass traits of finishing yearling steers and estimated diet net energy value. *Journal of Animal Science* 68, 2208 - 2216.

- CLINQUART, A., L. ISATASSE, C. van EENAEME, L. DUFRASNE, V. HOLLO und J. M. BIENFAIT (1991a): Soya oil in the diet for growing fattening bulls: Effects on animal performance and fatty acid composition (abstr.). *Animal Production* 52, 591.
- CLINQUART, A., L. ISTASSE, C. van EENAEME, L. DUFRASNE, V. HOLLO und J. M. BIENFAIT (1991b): Effects on animal performance and fat composition of two fat concentrates in diets for growing - fattening bulls. *Animal Production* 53, 315 - 320.
- DANIELS, B. L., S. E. CANTRELL und Q. HORNSBY (1973): Digestibility of and growth on rations containing processed and unprocessed soybeans. *Journal of Dairy Science* 56, 824 - 827.
- DAVENPORT, B. L., S. E. CANTRELL und Q. HORNSBY (1987): Effect of soybean lipid on growth and ruminal nitrogen metabolism in cattle fed soybean meal or ground whole soybeans. *Journal of Animal Science* 65, 1680 - 1689.
- DAVIS, G. V. und O. T. STALLCUP (1967): Effect of soybean meal, raw soybeans, corn gluten feed, and urea on the concentration of rumen fluid components at intervals after feeding. *Journal of Dairy Science* 50, 1638 - 1644.
- DRYDEN, F. D. und J. A. MARCHELLO (1973): Influence of dietary fats upon carcass lipid composition in the bovine. *Journal of Animal Science* 37, 33 - 39.
- EDWARDS, R. L., G. C. SKELLEY Jr., J. T. GILLINGHAM, S. L. MOORE und W. C. GODLEY (1969): Vitamin A, corn silage and raw soybean for finishing steers in drylot. *Journal of Animal Science* 29, 940 - 992.
- ESSL, A. (1987): *Statistische Methoden in der Tierproduktion, eine anwendungsorientierte Einführung*. Verlagsunion Agrar, Wien.
- FLACHOWSKY, G. (1990): Was bringt der Fetteinsatz in der Mastrinderfütterung? *Tierzucht* 44, 444 - 446.
- HARVEY, W. R. (1987): *User's guide for mixed model least-squares and maximum likelihood computer program*. Ohio state University.
- JENKINS, T. C. und D. L. PALMQUIST (1984): Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. *Journal of Dairy Science* 67, 978 - 986.
- JILG, T. (1986): *Zur Wirkung verschiedener Sojaprodukte auf die Stickstoff- und Energiebilanz bei Hochleistungskühen*. Dissertation, Universität Hohenheim.
- JILG, T., K. P. AIPLE und H. STEINGASS (1988): Fettstoffwechsel und Wirkung von Futterfetten bei Wiederkäuern. *Übersicht über die Tierernährung* 16, 109 - 152.
- MIELKE, C. D. und D. J. SCHINGOETHE (1981): Heat-treated soybeans for lactating cows. *Journal of Dairy Science* 64, 1579 - 1585.
- PERRY, F. G. und G. K. MACLEOD (1968): Effect of feeding raw soybeans on rumen metabolism and milk composition of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 51, 1233 - 1238.
- PLEGGE, S. D., L. L. BERGER und G. C. FAHEY Jr. (1982): Effect of roasting on utilization of soybean meal by ruminants. *Journal of Animal Science* 55, 395 - 400.
- ROHR, K., R. DAENICKE und H. J. OSLAGE (1978): Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Fettbeimischungen zum Futter, auf Stoffwechsel und Leistungen von Milchkühen. *Landbauforschung Völkenrode* 28, 139 - 150.
- SCHINGOETHE, D. J. und M. AHRAR (1979): Protein solubility, amino acid composition, and biological value of regular and heat-treated soybean and sunflower meals. *Journal of Dairy Science* 62, 925 - 931.

SUDWEEKS, E. M., L. O. ELY, L. R. SISK und M. E. McCULLOUGH (1978): Effect of roasting sorghum and soybeans on gains and digestibility. *Journal of Animal Science* 46, 867 - 872.

STERN, M. D., K. A. SANTOS und L. D. SATTER (1985): Protein degradation in rumen and amino acid absorption in small intestine of lactating dairy cattle fed heat treated whole soybeans. *Journal of Dairy Science* 68, 45 - 56.

TAGARI, H., I. ASCARELLI und A. BONDI (1962): The influence of heating on the nutritive value of soya-bean meal for ruminants. *British Journal of Nutrition* 16, 237 - 243.

WÖHLBIER, W. und K. W. FANGAUF (1983): in KLING, M. und W. WÖHLBIER: *Handelsfuttermittel* (2. B.). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

ZINN, R. A. (1989): Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: metabolism. *Journal of Animal Science* 67, 1038 - 1049.

## Danksagung

Dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien wird für die finanzielle Unterstützung und der Familie J. Fent, Margarethnerstr. 43, A-2431 Enzersdorf/Fischscha, für die gute Betreuung der Versuchstiere gedankt.

### Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Dr. Andreas Steinwider  
Univ. Dozent Dr. Rudolf Leitgeb  
Universität für Bodenkultur, Abt. Tierernährung  
Gregor Mendel-Straße 33  
A-1180 Wien  
Österreich