(Aus dem Institut für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur, Vorstand: o. Univ.-Prof. Dr. A. Haiger, Abteilung Tierernährung, Leiter: o. Univ.-Prof. Dr. F. Lettner

Einsatz von inländischem Sojaexpeller in Schweinemastrationen

Von W. Zollitsch, W. Wetscherek und F. Lettner

Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde unbehandelter (nicht erhitzter) Sojaexpeller, der aus österreichischen Sojabohnen der Sorten Simpson, Evans und McCall erzeugt worden war, in Schweinemastrationen eingesetzt. Es wurden die Effekte auf Mast- und Schlachtleistung sowie Fleisch- und Fettbeschaffenheit untersucht.

Ein Versuch wurde mit 112 Tieren (8 Boxen mit je 14 Schweinen), die in zwei Gruppen geteilt wurden, auf einem Praxisbetrieb durchgeführt. Die Fütterung erfolgte mit 77 % Maiskornsilage (MKS) und 23 % eines Ergänzungskraftfutters (EKF), das 63 % Sojaexpeller (Gruppe 2) im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot und Ackerbohne (Gruppe 1) enthielt.

Ein zweiter Versuch wurde in einer Mastleistungsprüfanstalt mit insgesamt 48 Tieren, die auf Boxen zu je zwei Tieren aufgeteilt wurden, durchgeführt. Es standen zwei Gruppen, die pelletiertes Alleinfutter auf Gerstenbasis erhielten, im Versuch. Im Futter der Gruppe 2 waren Gerste und Sojaextraktionsschrot gegen Sojaexpeller ausgetauscht worden.

Die wichtigsten Ergebnisse sind in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12
Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

Markmal	Merkmal		KS+EKF	Ration Al	lleinfutter	
Wiei Kiliai		Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 1	Gruppe 2	
Tageszunahmen Rohverwertung Fettsäuren im tierischen Fett:	g kg	716 2,92	659 2,99	806 2,90	783 2,96	
Linolsäure Linolensäure	% %	14,93 1,23	19,62 1,90	7,26 1,15	10,67 1,46	

Im ersten Versuch führte der Einsatz von unbehandeltem Sojaexpeller zu durchwegs negativen Effekten auf die Mastleistung: die Tageszunahmen der Gruppe 2 lagen um fast 8 % unter denen der Gruppe 1. Im zweiten Versuch waren die Gruppendifferenzen statistisch nicht signifikant.

Die Zusammensetzung des tierischen Fettgewebes wurde in beiden Versuchen in gleicher Weise beeinflußt: Durch Sojaexpeller in der Ration wurde der Gehalt an gesättigten und einfach ungesättigten Fettsäuren reduziert, der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren wurde deutlich erhöht.

Der Einsatz von unbehandeltem Sojaexpeller in Schweinemastrationen ist wegen negativer Leistungsbeeinflussung nicht zu empfehlen, aus Gründen der Produktqualität sollten vor allem bei Rationen auf Maisbasis keine größeren Sojaöl-Anteile in der Ration enthalten sein.

Schlüsselworte: Schweinemast, Sojaexpeller, Trypsininhibitoren, Fettsäuren.

Use of soya-expeller in rations for pig fattening

Summary

Non-roasted soya-expeller which had been produced from Austrian soybeans (varieties Simpson, Evans, McCall) was used in rations for pig fattening. Effects on fattening performance, carcass yield, meat quality and composition of fat were investigated in two experiments.

The first experiment was conducted at a practical farm using two groups with 112 pigs total (8 boxes with 14 animals each).

Rations consisted of 77 % corn cob mix (CCM) and 23 % supplementary feed (SF) which contained 63 % of soya-expeller (group 2) instead of soybean meal and faba beans (group 1).

The second experiment was conducted at a test-station using two groups with 24 pigs each. Two pigs were kept together in one box. They were fed barley-based pelleted all-mash feed. In the ration of group 2 soybean meal and barley were substituted by soya-expeller.

The most important results are shown in the table.

Results of experiments

criterion		ration C	ration CCM+SF		ıll-mash
		group 1	group 2	group 1	group 2
daily weight gain feed efficiency fatty acids in adipose tissue:	g kg	716 2.92	659 2.99	806 2.90	783 2.96
linoleic acid linolenic acid	% %	$14.93 \\ 1.23$	$19.62 \\ 1.90$	$7.26 \\ 1.15$	$10.67 \\ 1.46$

In the first experiment use of non-roasted soya-expeller resulted in deterioration of fattening performance: daily weight gain of group 2 was about 8 % lower compared to group 1. In the second experiment differences between groups were statistically not significant.

It was shown in both experiments that use of soya-expeller caused significant changes of the composition of animal adipose tissue: percentage of saturated and single unsaturated fatty acids decreased whereas percentage of linoleic and linolenic acid increase.

Use of non-roasted soya-expeller should not be recommended for pig fattening because of negative effects on fattening performance.

Due to product quality high amounts of soya oil should not be incorporated especially in corn-based rations.

Key-words: pig fattening, soya-expeller, trypsin-inhibitors, fatty acids.

1. Einleitung

Bekanntlich führt Österreich pro Jahr rund 425.000 t Rückstände aus der Sojaölerzeugung im Wert von ca. 1,6 Mrd. S als Eiweißfuttermittel ein (Österreichisches Statistisches Zentralamt 1990).

Seit den siebziger Jahren wurden auch in Österreich die Anstrengungen verstärkt, diese Importabhängigkeit zu vermindern. Neben der Verwertung von Kuchen und Schroten aus heimischen Ölsaaten und dem Anbau der Körnerleguminosen Erbse, Ackerbohne und Lupine wurden 1990 rund 9300 ha Sojabohne kultiviert (Österreichisches Statistisches Zentralamt 1991).

Die Verfütterung roher Sojabohnen an Monogastriden ist wegen der in den Samen enthaltenen Enzymhemmstoffe (Trypsininhibitoren) nicht möglich bzw. führt zu deutlichen Leistungsdepressionen. Daher werden Sojabohnen vor der Verfütterung einer Hitzebehandlung unterzogen, wodurch diese Hemmstoffe inaktiviert werden. Diese Behandlung, die einen gewissen technologischen Aufwand erfordert, wird üblicherweise nicht vom einzelnen Landwirt, sondern von Mischfutterwerken und ähnlichen Betrieben durchgeführt.

Darüber hinaus kann die Verfütterung von nicht entfetteten Sojabohnen die Produktqualität (Zusammensetzung des tierischen Fettgewebes) negativ beeinflussen.

In der Steiermark wurde versucht, mit einfachen Schneckenpressen Sojakuchen (Sojaexpeller) und Sojaöl zu erzeugen.

Von diesem Verfahren wurden folgende Vorteile erwartet:

- Reduzierung des Fettgehaltes durch Pressen auf weniger als die Hälfte des Ausgangswertes,
- weitestgehende Inaktivierung der Trypsininhibitoren durch den Temperaturanstieg beim Pressen, dadurch
- Verzicht auf weitere aufwendige Technologien zum Erhitzen des Preßkuchens (Kosteneinsparung) und
- Möglichkeit der dezentralen Produktion eines hochwertigen Futtermittels in kleinen Einheiten (Einzelbetrieb bzw. Erzeugergemeinschaften).

Im Rahmen einer Arbeit zur Verwertung inländischer Sojabohnen in der Fütterung von Monogastriden (Zollitsch 1991) sollte unter anderem untersucht werden, ob es mit der dargestellten Produktionsmethode gelingt, ein hochwertiges Eiweißfuttermittel (mit möglichst geringem Gehalt an Fett und Trypsinhemmstoffen) zu erzeugen, das im Ergänzungskraftfutter für die Schweinemast mit Maiskornsilage bzw. im Alleinfutter für die Schweinemast auf Gerstenbasis erfolgreich eingesetzt werden kann.

2. Literatur

Während der Einsatz von Sojaextraktionsschrot sowie unterschiedlich hitzebehandelter, vollfetter Sojabohnen in der Schweinemast mehrfach untersucht wurde, gibt es über die Verfütterung von Sojakuchen an Mastschweine keine wissenschaftlichen Berichte. Dies dürfte nach Wöhlber und Fangauf (1983) auf der Überlegenheit der heutigen Extraktionstechnologien, die damit indirekt zur wirtschaftlichen Bedeutungslosigkeit von Preßverfahren führten, beruhen.

In Österreich versuchte Leodolter, Landwirtschaftliche Fachschule Silberberg, Steiermark, Sojaexpeller zu erzeugen, der ohne weitere Hitzebehandlung für die Verfütterung an Monogastriden geeignet ist. Das Pressen führte zu einer Reduktion der Trypsininhibitoren von 59 %.

Aus der Arbeit von Nelson et al. (1987), die extrudierte Sojabohnen mit Schneckenpressen verarbeiteten, läßt sich schließen, daß es beim Preßvorgang nur zu einer geringfügigen Inaktivierung der Hemmstoffe kommt, wobei jedoch der niedrige Ausgangsgehalt an Inhibitoren berücksichtigt werden muß.

Da aus diesen Überlegungen eine nicht immer ausreichende Inaktivierung der Trypsinhemmstoffe durch Pressen abzuleiten ist, werden im folgenden Versuche, die mit rohen bzw. gering hitzebelasteten, vollfetten Sojabohnen durchgeführt wurden, zur Einschätzung möglicher Effekte bei Verfütterung des beschriebenen Expellers herangezogen. Dabei ist zu beachten, daß nach Yen et al. (1973) und Liener und Karade (1980) auch die Sorte einen Einfluß auf die Höhe des Hemmstoffgehaltes haben kann.

Aus der Arbeit von Hanke et al. (1972) ist zu entnehmen, daß rohe Sojabohnen auch für die Endmast von Schweinen kein geeignetes Eiweißfuttermittel darstellen. Das bloße Erhitzen des Mischfutters durch Pelletieren, einer Verfahrenstechnik, die bezüglich Wärmebelastung des Futtermittels mit dem oben beschriebenen Preßverfahren am ehesten vergleichbar erscheint, führte zu keiner ausreichenden Verbesserung der tierischen Leistung.

Crenshaw und Danielson (1985) verfütterten an Mastschweine rohe Sojabohnen und beobachteten signifikante Leistungsdepressionen in verschiedenen Gewichtskategorien.

Auch Pontif et al. (1987) untersuchten die Eignung von rohen Sojabohnen in maisbetonten Rationen für die Endmast von Schweinen (Gewichtsbereich über 59 kg). Der Einsatz von rohen Bohnen führte zu einer signifikant schlechteren Mastleistung, die Fläche des *Musculus longissimus dorsi* wurde signifikant reduziert, die Jodzahl deutlich linear erhöht.

Castell und Cliplef (1988) steigerten den Anteil roher Sojabohnen in Schweinemastrationen auf Gerstebasis schrittweise von 0 auf 22,5 %. Es wurden männliche Tiere von 30 auf 95 kg aufgemästet. Anteile von über 4,5 % rohen Sojabohnen führten zu einer signifikant schlechteren Mast- und Schlachtleistung, einem geringeren Proteingehalt im *M. longissimus dorsi* und einer erhöhten Jodzahl im Rückenspeck. Auch organoleptische Eigenschaften wurden negativ beeinflußt.

Cook et al. (1988) untersuchten die Effekte eines Einsatzes von rohen Sojabohnen mit unterschiedlich hohen Gehalten des KUNITZ-Inhibitors in Rationen für die Schweine-Endmast.

Die täglichen Zunahmen lagen in der Kontrollgruppe bei 950 g; die Gruppe 2 (rohe Sojabohnen mit niedrigem Inhibitorgehalt) nahm 870 g, Gruppe 3 (rohe Sojabohnen mit hohem Inhibitorgehalt) 830 g täglich zu.

Roth-Maier und Kirchgessner (1989) ersetzten in einem Schweinemastversuch in zwei Abstufungen Sojaextraktionsschrot gegen rohe bzw. extrudierte Sojabohnen. Die Verfütterung von rohen Sojabohnen führte zu Minderzunahmen zwischen 12 und 23 % und einer signifikant erhöhten Futterverwertung.

Auch die Möglichkeit der Beeinflussung der Fettsäurenzusammensetzung des tierischen Fettgewebes durch fettreiche Sojaprodukte wurde wissenschaftlich mehrfach untersucht:

Aus den Arbeiten von Brooks (1971), Wahlstrom et al. (1971), Villegas et al. (1973), Seerley et al. (1974), McConnell et al. (1975), Pontif et al. (1987) sowie Castell und Cliplef (1988) geht hervor, daß Sojaöl in den Rationen zu einer Erhöhung des Anteils ungesättigter Fettsäuren im tierischen Fett und damit zu einer erhöhten Jodzahl und einer weicheren Fettkonsistenz führt.

Nach VILLEGAS et al. (1973) tritt dieser Effekt beim Rückenspeck stärker als beim Filz auf.

In diesem Zusammenhang fordert Wood (1984) aus Gründen der Produktqualität einen Höchstgehalt an Linolsäure im Schweinefett von 15 %.

Wiseman (1987) postuliert als Folgen eines Einsatzes von vollfetten Sojabohnen in Mastrationen Probleme bezüglich Akzeptanz von weichem Schweinespeck und eine schlechtere Lagerfähigkeit des Fleisches.

3. Versuchsanlage und Versuchsdurchführung

3.1 Schweinemastversuch mit inländischem Sojaexpeller im Ergänzungskraftfutter zur Maiskornsilage

Der Mastversuch wurde am Praxisbetrieb J. Zenz in Marchtring bei Wolfsberg im Schwarzautal, Steiermark, durchgeführt.

Als Versuchsstall stand ein Auslaufstall in Massivbauweise mit außenliegendem Kotgang (Betonspaltenboden) zur Verfügung. Die Versuchstiere wurden in insgesamt acht Boxen zu je 14 Tieren einstreulos gehalten.

Es standen zwei Gruppen mit zu Beginn je 56 F_1 -Ferkeln (Edelschwein \times Pietrain) mit einem durchschnittlichen Gewicht von 29 kg im Versuch.

Der Versuchsplan ist in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 Versuchsplan

Gruppe	Eiweißträger im EKF¹)	EKF¹)-Anteil in der Ration	Wiederholungen = Boxen	Tierzahl
1	50 % Sojaextr.²) 11 % Ackerbohne	23	4	56
2	63 % Sojaexpeller	23	4	56

EKF = Ergänzungskraftfutter
 Sojaextr. = Sojaextraktionsschrot 44

Fütterung und Futterzusammensetzung:

Die Ergänzungskraftfutter unterschieden sich in der Zusammensetzung im wesentlichen nur durch den Ersatz von Sojaextraktionsschrot und Ackerbohne durch Sojaexpeller, der aus Sojabohnen der Sorten Simpson, Evans und McCall erzeugt worden war.

Die Ergänzungskraftfutter wurden mit der betriebseigenen Mischanlage hergestellt. Die Beimischrate zur Maiskornsilage betrug bei beiden Gruppen 23 %. Daraus resultiert für die Gruppe 2 ein Expelleranteil an der Gesamtration von 14,5 %.

Die Ergänzungskraftfutter wurden vor jeder Mahlzeit mit einer auf einer Waage stehenden CCM-Mischanlage mit der Maiskornsilage vermischt.

Die Fütterung erfolgte zu zwei Mahlzeiten "etwa ad libitum". Es wurde soviel eingefüttert, daß die Tröge erst nach einigen Stunden leergefressen waren. Es wurde jedoch darauf geachtet, daß das Futter vor der nächsten Mahlzeit verzehrt war.

Die Wasserversorgung der Tiere erfolgte über Selbsttränken.

Etwa 12 bis 14 Stunden vor der Schlachtung wurde das letzte Futter zugeteilt.

Die Zusammensetzung der Ergänzungskraftfutter wird in Tabelle 2 angegeben.

Der Gehalt der wichtigsten wertbestimmenden Bestandteile in den Futtermitteln ist in Tabelle 3 angegeben.

Datenerhebung:

Der Mastversuch umfaßte den Gewichtsabschnitt von etwa 30 bis ca. 100 kg Lebendmasse. Die Schlachtung erfolgte an zwei Terminen, 52 Schweine wurden nach 105 Tagen Mastdauer und 56 nach 112 Tagen geschlachtet.

Tabelle 2 Zusammensetzung der Ergänzungskraftfutter (Angaben in %)

Futtermittel	Gru 1	.рре 2	
Sojaextraktionsschrot 44 Sojaexpeller Ackerbohne Rapsextraktionsschrot Kürbiskernkuchen Fischmehl Weizenfuttermehl Kohlensaurer Kalk Mineralstoffmischung	50,0 — 11,0 15,0 6,0 5,0 2,0 3,0 8,0	63,0 15,0 6,0 5,0 3,0 8,0	

Tabelle 3 Wertbestimmende Inhaltsstoffe der Futtermittel (Angaben in g bzw. MJ/kg Futtermittel)

TD -11			v	vertbe	stimme	ender I	nhalts	stoff		
Futtermittel	TM	Rp	Rfe	Rfa	St¹)	Zu²)	Ca	P	Na	UE, MJ
EKF-1	907	375	28	65	76	60	36	14	2,6	10,63
EKF-2	921	382	70	55	46	73	33	14	2,6	11,73
MKS³)	638	65	29	18	497	5	_			9,72
Mischung-1	699	139	27	29	426	19	_			9,93
Mischung-2	701	137	36	25	393	23		_		10,18
Sojaexpeller										
ŠIMPSON	908	426	76	47	54	103	2	8	0,2	14,93
EVANS	908	413	92	47	48	96	2	7	0,2	15,05
MC CALL	909	417	97	48	65	105	2	7	0,2	15,34

- 1) St = Stärke
 2) Zu = Zucker
 3) MKS = Maiskornsilage

Am Einzeltier wurden die Merkmale Anfangs- bzw. Endgewicht, Mastdauer, Schlachtkörpergewicht, Ausschlachtung und die Handelsklasse nach dem LSQ-Wert erhoben. Letztere wurde für die statistische Auswertung folgendermaßen codiert: EE=1, E=2, I=3, usw.

Aus den Tiergewichten und der Mastdauer wurden die täglichen Zunahmen errechnet.

Die Tierverluste wurden je Box erhoben und in % angegeben.

Da der vorliegende Versuch auf einem Praxisbetrieb durchgeführt wurde, war nur eine gruppenweise Fütterung möglich. Daher wurde der tägliche durchschnittliche Futterverzehr je Tier (bezogen auf Frischsubstanz bzw. Futter mit 88 % Trockensubstanz) gruppenweise erhoben.

Aus Futterverzehr und Zunahmen wurden dann die Rohverwertung (in kg Futter mit 88 % Trockensubstanz je kg Zuwachs), die Energieverwertung und die Eiweißverwertung errechnet.

Von je acht Tieren pro Gruppe wurden bei der Zerlegung zwei Schnitten vom langen Karree entnommen.

An diesen Proben wurden die Gehalte an Trockenmasse, Rohprotein, Rohfett

und Rohasche, das Fettsäurenmuster des Rückenspecks (objektive Merkmale der Fleisch- und Fettbeschaffenheit) chemisch bestimmt und die Kriterien Zartheit, Saftigkeit und Geschmack (subjektive Merkmale der Fleischbeschaffenheit) mittels organoleptischer Beurteilung von Grillproben durch vier unabhängige Personen bewertet. Die genannten Kriterien wurden mit Punkten von 1 (sehr gut) bis 4 (schlecht) benotet, außerdem wurden die Proben nach dem subjektiven Gesamteindruck rangiert (es gab die Möglichkeit, die Ränge 1, 2 oder den "Zwischenrang" 1,5 zu vergeben).

Biometrische Auswertung:

Dazu wurden alle Daten, die in Form von Prozentangaben vorlagen, winkeltransformiert: $x' = \arcsin \sqrt{(p/100)}$.

Mit Ausnahme der gruppenweise erhobenen Merkmale wurden alle Daten varianzanalytisch ausgewertet.

Bei den Merkmalen der Mast- bzw. Schlachtleistung und der objektiven Fleisch- bzw. Fettbeschaffenheit erfolgte die varianzanalytische Auswertung mit dem Modell 1 des LSMLMW (Least Squares and Maximum Likelihood) — Computerprogrammes nach Harvey (1985).

Für die Mast- und Schlachtleistungsdaten wurde folgendes Merkmalsmodell unterstellt:

$$Y_{iikl} = \mu + G_i + S_i + B_{ik} + b(AG - \overline{AG}) + e_{iikl}$$

 Y_{ijkl} = Beobachtungswert l

= gemeinsame Konstante = gemeinsame Konstante = fixer Effekt der Gruppe i, i=1,2 = fixer Effekt des Geschlechts j, j=1,2 = genesteter Effekt der Box k (k=1 bis 4) innerhalb Gruppe i

innerhalb Gruppe i,

= Regressionskoeffizient

AG = Anfangsgewicht $e_{ijkl} = Residue$

Die Leistungsdaten wurden auf ein durchschnittliches Anfangsgewicht von 30 kg korrigiert.

Für die Daten der objektiven Fleisch- und Fettbeschaffenheit wurde folgendes Merkmalsmodell unterstellt:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + S_j + b_1(EG - \overline{EG}) + b_2(EG - \overline{EG})^2 + e_{ijk}$$

 $b_1, b_2 = linearer, quadratischer Regressionskoeffizient EG = Endgewicht$

Die Beobachtungswerte wurden auf ein durchschnittliches Endgewicht von 103,6 kg korrigiert.

Das Merkmal Handelsklasse bzw. die Kriterien der subjektiven Fleischbeschaffenheit wurden mit nicht parametrischen Testverfahren (H-Test nach Kruskal und Wallis bzw. Friedman-Test für verbundene Stichproben) ausgewertet (Essl 1987).

3.2 Schweinemastversuch mit inländischem Sojaexpeller im Alleinfutter

Der Mastversuch wurde an der Mastleistungsprüfanstalt Tieberhof in Gleisdorf, Steiermark durchgeführt.

Als Versuchstiere standen 48 F1-Ferkel (Edelschwein × Pietrain) mit einem Durchschnittsgewicht von 30 kg zur Verfügung.

Die Schweine wurden in zwei Gruppen zu je 24 Tieren geteilt. Die Haltung erfolgte in Boxen zu je zwei Tieren (ein männlich kastriertes und ein weibliches) auf wenig Einstreu. Somit wurde jede Gruppe mit zwölf Wiederholungen (Boxen) geprüft. Der Versuchsplan ist in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4
Versuchsplan

Gruppe	Eiweißkomponente	Wiederholungen = Boxen	Tierzahl	
$\frac{1}{2}$	Sojaextraktionsschrot Sojaexpeller	12 12	24 24	

Im Versuchsfutter wurden Sojaextraktionsschrot und Gerste gegen inländischen Sojaexpeller, der aus Sojabohnen der Sorte Simpson erzeugt worden war, ausgetauscht.

Fütterung und Futterzusammensetzung:

Die pelletierten Alleinfutter wurden den Tieren in Automaten zur freien Aufnahme angeboten. Die Wasserversorgung erfolgte durch Nippeltränken.

Die Zusammensetzung der Futtermischungen ist in Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5

Zusammensetzung der Alleinfutter
(Angaben in %)

Futtermittel	Alleinfutter				
r uttermitter	Gruppe 1	Gruppe 2			
Gerste	77,73	73,87			
Sojaextraktionsschrot	11,97				
Sojaexpeller	<u>.</u>	15,83			
Fischmehl	6,49	6,49			
Melasse	2,00	2,00			
Kohlensaurer Futterkalk	1,09	1,09			
DCP	0,51	0,51			
Viehsalz jodiert	0.107	0,107			
Prämix	0,103	0,103			

Tabelle 6
Wertbestimmende Inhaltsstoffe der Alleinfutter
(Angaben in g bzw. MJ je kg Futtermittel)

Inhaltsstoff		Alleinfutter der Gruppe				
	non Set 1997 (1997) makkin nye 1994 mananan kasir.		Z	The state of the s		
Trockensubstanz		902	909			
Rohprotein		163	161			
verdaul. Rohprotein		126	127			
Gesamtfett		21	31			
Rohfaser		39	43			
Stärke		435	410			
Zucker		35	36			
Ca		13	13			
P		8	9			
Na		1	1			
Umsetzbare Energie	MJ	12,18	12,34			

Die wichtigsten Ergebnisse der chemischen Futtermitteluntersuchung und der daraus errechnete Gehalt an Umsetzbarer Energie sind in Tabelle 6 angeführt.

Datenerhebung:

Der Versuch umfaßte den Gewichtsabschnitt von ca. 30 bis 100 kg. Die Schlachtung erfolgte an sieben Terminen im Abstand von je einer Woche. Die Tiere wurden geschlachtet, sobald sie das angestrebte Mastendgewicht von etwa 100 kg erreicht hatten.

Da die Tiere wie angeführt paarweise in Boxen gehalten wurden, wurden die Merkmale Futteraufnahme, Roh-, Energie- und Proteinverwertung aus den Durchschnittswerten von zwei Tieren errechnet.

Anfangs- und Endgewicht, Tageszunahmen, Mastdauer sowie alle Schlachtleistungs- und Fleischbeschaffenheitsmerkmale konnten am Einzeltier erhoben werden. Die Schlachtkörperzerlegung erfolgte nach dem an der Mastleistungsprüfanstalt Gleisdorf üblichen Schema.

Von jedem Tier wurden weiters Proben vom Kotelett (Schnittführung zwischen langem und kurzem Karree) und vom Filz entnommen und analog der im Punkt 3.1 (Datenerhebung) beschriebenen Vorgangsweise bezüglich objektiver und subjektiver Beschaffenheitskriterien analysiert.

Biometrische Auswertung:

Die Auswertung erfolgte analog der in Punkt 3.1 (Biometrische Auswertung) dargestellten Methodik, wobei für die Mast- und Schlachtleistungsdaten jedoch folgendes Merkmalsmodell unterstellt wurde:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + S_j + b_1 (\overline{AG} - AG) + b_2 (EG - \overline{EG}) + b_3 (EG - \overline{EG})^2 + e_{ijk}$$

Die Mast- und Schlachtleistungsdaten wurden dabei auf ein einheitliches Anfangsgewicht von 30 kg und ein Mastendgewicht von 100 kg korrigiert. Bei der Mastleistung wurde im Modell außerdem berücksichtigt, daß die Futteraufnahme, Roh-, Energie- und Proteinverwertung als arithmetische Mittel von zwei Tieren erhoben wurde.

4. Versuchsergebnisse

4.1 Ergebnisse des Schweinemastversuches mit inländischem Sojaexpeller im Ergänzungskraftfutter zur Maiskornsilage

Ergebnisse der Futtermittelanalysen:

Die Sojaexpeller wurden auf ihren Gehalt an Aminosäuren untersucht. Die Werte für die wichtigsten Aminosäuren lauteten im Durchschnitt über die Sorten: Lysin 2,81 %, Methionin+Cystin 1,13 % und Tryptophan 0,58 % je kg Futtermittel. Es traten nur sehr geringe Sortenunterschiede auf.

Außerdem wurde der Trypsininhibitorgehalt der Sojakuchen analysiert. Das Ergebnis ist in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7
Gehalt an Trypsininhibitoren (Angaben in TIU/mg Futtermittel)

Sojaexpeller Sorte	TIU¹)	
SIMPSON EVANS MC CALL	18,5 21,9 14,2	

¹⁾ Trypsin Inhibitor Units

Diese Absolutwerte bedeuten, daß die Sojaexpeller noch eine Restaktivität an Trypsininhibitoren von rund der Hälfte der in den rohen Sojabohnen enthaltenen aufwiesen.

Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung:

Die Mast verlief ohne besondere Zwischenfälle, in der Versuchsgruppe wurden drei Ferkel wegen Kümmerns ausgeschieden, ein Tier der Kontrollgruppe verendete an Kreislaufversagen.

Die wichtigsten Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung sind in Tabelle 8 dargestellt. Bei den Merkmalen Futteraufnahme, Roh-, Energie- und Proteinverwertung sowie der Handelsklasse werden arithmetische Mittel, bei allen anderen Merkmalen LS-Mittel und Residualstandardabweichung angegeben. Bei Irrtumswahrscheinlichkeiten (P) unter 0,05 werden die Gruppenmittel als signifikant verschieden interpretiert.

Tabelle 8

Mast- und Schlachtleistungsergebnisse

Leistungskriterium		Gru 1	.рре 2	s	P	
Endgewicht	kg	106,82	101,78	7,926	0,0016	
Tageszunahmen	g	716	659	85,3	0,0009	
Futteraufnahme	_					
kg Futter mit 88 % TS		2.06	1,88			
Rohverwertung (bezogen		-,	-,			
auf 88 % TS)	kg	2,92	2,99			
Energieverwertung	MJ	36.54	38,20			
					_	
Proteinverwertung	g Rp	511	514	_		
Schlachtkörpergewicht	kg	88,19	83,54	6,595	0,0005	
Ausschlachtung	%	82,56	82,07	0.486	< 0.0001	
Handelsklasse	Punkte	2.08	1.94		0.6341	
TIGHTGESTIASSE	1 ullkie	2,00	1,01		0,0011	

In den angeführten Kriterien schnitt die Gruppe 2 deutlich schlechter als Gruppe 1 ab:

Das Endgewicht eines durchschnittlichen Gruppe 2-Tieres war um $5,04~\rm kg$ $(4,7~\rm \%)$ niedriger als in der Kontrollgruppe. Bei den Tageszunahmen betrugen die Gruppenunterschiede $57~\rm g$ $(7,8~\rm \%)$.

Die Gruppendifferenz im Schlachtkörpergewicht betrug 4,65 kg (5,3 %). Die Ausschlachtung der Gruppe 2 war um relativ 0,6 % schlechter als die der Gruppe 1.

Ergebnisse der Fleisch- und Fettbeschaffenheitsuntersuchung:

Der Nährstoffgehalt im Karreefleisch betrug im Durchschnitt über beide Gruppen: Trockensubstanz 33,6 %, Rohprotein 23,4 % und Rohfett 9,1 %. Die Gruppen unterschieden sich nur zufällig.

Die Fettsäurenzusammensetzung des tierischen Fettes ist in Tabelle 9 dargestellt.

Das Fettsäurenmuster war bei den Tieren der Gruppe 2 deutlich verändert: Der Gehalt an Palmitin- und Ölsäure war signifikant geringer, der Gehalt an Linol- und Linolensäure höher als in der Gruppe 1.

In den Merkmalen der subjektiven Fleischqualität (organoleptische Beurteilung) bestanden nur zufällige Unterschiede zwischen den Gruppen, wobei die

Durchschnittswerte über beide Gruppen für Zartheit 2,30, Saftigkeit 2,06 und Geschmack 1,69 betrugen.

Tabelle 9
Fettsäurenmuster des Rückenspecks
(Angaben in % aller Fettsäuren)

Fettsäure	Gru	ppe		
reitsaure	1	2	S	P
C 14.0	1,37	1,29	0,135	0,2500
C 16.0	26,05	24,47	0,726	0,0007
C 16.1	1,05	0,99	0,304	0,6995
C 18.0	11,79	11,16	1,385	0,3775
C 18.1	42,13	39,08	1,351	0,0005
C 18.2	14,93	19,62	1,718	0,0001
C 18.3	1,23	1,90	0.292	0,0004

4.2 Ergebnisse des Schweinemastversuches mit inländischem Sojaexpeller im Alleinfutter

Mast- und Schlachtleistungsergebnisse:

Die Mast verlief ohne besondere Zwischenfälle, es fielen keine Tiere aus. Die Werte für die wichtigsten Merkmale sind in Tabelle 10 angeführt.

Tabelle 10

Mast- und Schlachtleistungsergebnisse

T adaption and other advance		Gru	рре	_	D	
Leistungskriterium		1	2	S	P	
Mastdauer	Tage	90,3	91,5	9,11	0,6955	
Tageszunahmen	g	806	783	92,4	0,4591	
Futterverbrauch	kg	203,32	207,13	10,857	0,2720	
Rohverwertung	kg	2,90	2,96	0.156	0,2883	
Energieverwertung	MJ	35,38	36,51	1,906	0,0743	
Proteinverwertung	g Rp	473	476	25,2	0,7156	
Hälftengewicht	kg	38.53	38.41	0.929	0.6787	
Rückenspeckdicke	cm	2,46	2,51	0.275	0,5988	
Schinkenanteil	%	24,61	24,76	1,251	0.7264	
Rückenspeckgewicht	kg	2,15	2,10	0,326	0.6017	
Filzgewicht	kg	0.46	0,45	0.113	0.9295	
Fleisch: Fett-Verhältnis	:1	4,29	4,45	0,701	0,5070	
LSQ		0.25	0.27	0.043	0.1261	

Bezüglich der oben angeführten Merkmale der Mast- und Schlachtleistung bestanden zwischen den Gruppen nur zufällige Differenzen. Bei der Energieverwertung wurde die Signifikanzgrenze von 5 % jedoch nur knapp überschritten. Der Mittelwert der Gruppe 2 liegt um 1,13 MJ bzw. um 3,2 % höher als jener der Gruppe 1.

Ergebnisse der Fleisch- und Fettbeschaffenheitsuntersuchung:

Der Nährstoffgehalt des Kotelettfleisches (Musculus longissimus dorsi) betrug im Durchschnitt über beide Versuchsgruppen: Trockensubstanz 26,5 %, Rohprotein 23,8 % und Rohfett 1,6 %.

Die Gruppen unterschieden sich nur zufällig.

Die Fettsäurenzusammensetzung des Filzes ist in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11 Fettsäurenmuster des Filzes (Angaben in % aller Fettsäuren)

Fettsäure	Gru 1	.ppe 2	S	P	
C 14.0	1,47	1,49	0,136	0,7620	
C 16.0	29,36	28,55	1,232	0,0467	
C 16.1	1,69	1,47	0,322	0,0436	
C 18.0	21,55	20,48	1,810	0,0766	
C 18.1	36,63	34,84	2,509	0,0330	
C 18.2	7,26	10,67	2,086	<0,0001	
C 18.3	1,15	1,46	0,388	0,0301	

Mit Ausnahme von Myristin- (C 14.0) und Stearinsäure (C 18.0) bestanden bei allen Fettsäuren signifikante Gruppenunterschiede. Das Fett der Gruppe 2-Tiere wies einen niedrigeren Gehalt an gesättigten bzw. einfach ungesättigten und einen höheren Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren als das der Gruppe 1-Tiere auf.

Bei den organoleptischen Tests (subjektive Bewertung der Fleischbeschaffenheit) wurden keine Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt, die Werte betrugen im Durchschnitt über beide Gruppen: Zartheit 2,08, Saftigkeit 2,35 und Geschmack 1,89.

5. Diskussion

Die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Sojaexpeller wurden nur beim Preßvorgang einer Erwärmung ausgesetzt. Es erfolgte vor der Verfütterung keine zusätzliche Wärmebehandlung.

Von den rohen Sojabohnen, die als Ausgangsmaterial für das Pressen dienten, konnte aus technischen Gründen nur ein nicht näher definiertes Gemenge analysiert werden. Daher muß die Beurteilung des Grades der Inaktivierung der Trypsininhibitoren entsprechend vorsichtig erfolgen, da nach Yen et al. (1973), Liener und Kakade (1980) und Cook et al. (1988) der Gehalt an Hemmstoffen unter anderem auch von der Sorte abhängig ist.

In den untersuchten Expellern wurden Restaktivitäten von ca. 14 bis 22 TIU/mg festgestellt. Dies würde unter der Annahme eines durchschnittlichen Sojabohnen-Ausgangsmaterials einer Inaktivierungsrate von 40 bis 60 % entsprechen. Diese Werte stimmen auch gut mit denen von Leodolter überein, der Kuchen, die mit der gleichen Anlage erzeugt worden waren, untersuchte. Nelson et al. (1987) untersuchten die Auswirkungen des Pressens von Sojabohnen nach Trockenextrusion. Das Pressen erbrachte eine Reduktion der Inhibitoren von relativ 18 %; das Ausgangsniveau war mit 3,4 mg/g allerdings schon sehr niedrig.

Nach Wöhlbier und Fangauf (1983) sollten Sojaprodukte mit Restaktivitäten wie in den untersuchten Expellern nicht an Monogastriden verfüttert werden.

Der Restfettgehalt lag in den Expellern mit 7,6 bis 9,7 % Rohfett relativ hoch, der Proteingehalt betrug immerhin rund 42 %. Diese Resultate stimmen auch gut mit den Angaben von Wöhlbier und Fangauf (1983) überein.

Leodolter fand in einem Sojaexpeller einen Restfettgehalt von 7,5 % bei einem Proteinanteil von 39 %.

Die Rohfaserwerte der Expeller (unter $5\,\%$) lagen ebenfalls in der erwarteten Größenordnung.

In der Literatur werden keine Versuche, die mit einem ähnlichen Sojaprodukt durchgeführt worden sind, beschrieben, da die Bedeutung von Sojaexpeller nach Wöhlbier und Fangauf (1983) wegen der Überlegenheit der Extraktionsverfahren als gering einzustufen ist. Somit können zu Vergleichen nur Untersuchungen mit gering behandelten (z. B. pelletierten) bzw. rohen Sojabohnen herangezogen werden.

In der vorliegenden Arbeit führte der Einsatz von unbehandeltem Sojaexpeller in zwei Schweinemastversuchen zu recht unterschiedlichen Ergebnissen:

Im Versuch mit Fütterung auf Maiskornsilage-Basis wurde die Mastleistung signifikant negativ beeinflußt. Die Mastdauer wurde um 1,6 % verlängert, das Endgewicht bzw. die täglichen Zunahmen der Versuchsgruppe lagen um 4,7 % bzw. 7,8 % unter der der Kontrollgruppe. Da der Versuch auf einem Praxisbetrieb durchgeführt wurde, war eine statistische Auswertung der Futteraufnahme und Futterverwertung nicht möglich; in der Tendenz wiesen die Versuchstiere eine um 1,66 MJ bzw. 4,5 % schlechtere Verwertung der Umsetzbaren Energie je kg Zunahme auf.

Die Depression in der Mastleistung steht im Einklang mit den bei den Analysen gefundenen Trypsininhibitorgehalten des Sojakuchens.

Hanke et al. (1972) beobachteten, daß durch Pelletieren von rohen Sojabohnen in der Schweineendmast keine zufriedenstellenden Leistungen erreicht wurden. Pontif et al. (1987) stellten fest, daß auch die Deckung von nur einem Drittel des Proteinbedarfs durch rohe Sojabohnen in der Endmast zu signifikant schlechterer Mastleistung führte.

Aus der Arbeit von Cook et al. (1988) ist zu entnehmen, daß bei Schweinen in der Endmast die Zuwachsleistung direkt vom Trypsininhibitorgehalt der verfütterten rohen Sojabohnen abhängt; Sojaextraktionsschrot schneidet besser als rohe Sojabohnen mit niedrigem Inhibitorgehalt ab.

Die Ergebnisse dieser Autoren stimmen mit denen des ersten Versuches gut überein, im zweiten Schweinemastversuch, der in der vorliegenden Arbeit mit pelletiertem Fertigfutter auf Gerstenbasis erfolgte, resultierten bei höherem Leistungsniveau jedoch sowohl bezüglich Mast- als auch Schlachtleistung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen; der Gruppenunterschied bezüglich der Verwertung der Umsetzbaren Energie betrug 1,13 MJ bzw. 3,2 % und lag mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 7,4 % an der Signifikanzgrenze. Dieser Wert ist mit dem des ersten Versuches vergleichbar.

Die im ersten Mastversuch beobachteten niedrigeren Zunahmen der Versuchsgruppe wirkten sich auch auf das Gewicht des Schlachtkörpers aus: die Gruppendifferenz betrug 4,65 kg oder 5,3 %. Auch die Ausschlachtung der Versuchsgruppe war um relativ 0,6 % signifikant schlechter.

Die negative Beeinflussung der Ausschlachtung wird auch von Castell und Cliplef (1988) bestätigt. Im zweiten Versuch und in der Arbeit von Pontif et al. (1987) konnte dies nicht beobachtet werden.

Die in den Arbeiten von Seerley et al. (1974), McConnell et al. (1975) und Castell und Cliplef (1988) beschriebene stärkere Verfettung von Schweinen, die mit vollfetten Sojabohnen gemästet worden waren, konnte durch die vorliegenden Versuche nicht bestätigt werden.

In allen untersuchten Fleischbeschaffenheitskriterien (subjektiv und objektiv) unterschieden sich die Gruppen nicht signifikant. Auch Seerley et al. (1974) und McConnell et al. (1975) berichten, daß durch die Verfütterung von vollfetten, hitzebehandelten Sojabohnen die organoleptischen Eigenschaften des Fleisches nicht beeinflußt wurden. Im Gegensatz dazu geht aus der Arbeit von Castell und Cliplef (1988) hervor, daß der Nährstoffgehalt (Trockenmasse und Rohprotein)

und die organoleptischen Eigenschaften des Fleisches durch rohe Sojabohnen

negativ beeinflußt werden können.

Das Fettsäurenmuster des tierischen Fettes wurde in beiden Versuchen durch den Einsatz des Sojaexpellers deutlich verändert: Der Anteil an gesättigten und einfach ungesättigten Fettsäuren war im Fett der Versuchsgruppe niedriger, der der mehrfach ungesättigten Linol- und Linolensäure höher als im Speck der Kontrollgruppe. Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen Wahlstrom et al. (1971), Brooks (1971), Villegas et al. (1973), Seerley et al. (1974), McConnell et al. (1975), Pontif et al. (1987), Castell und Cliplef (1988).

Diese Resultate könnten nach Wood (1984) und Wiseman (1987) einerseits zu Problemen mit der Akzeptanz des Specks durch Konsumenten und andererseits zu Schwierigkeiten mit der Lagerfähigkeit des Fleisches bzw. von daraus erzeugten Fleischwaren führen. Nach Wood (1984) dürfte dies für den Einsatz von Sojaprodukten mit hohem (Rest)Fettgehalt in Rationen auf Maisbasis verstärkt gel-

ten.

Danksagung

An dieser Stelle soll dem Betrieb J. Zenz in Wolfsberg im Schwarzautal, Steiermark, der Arge Rapsmethylester in Silberberg, Steiermark, und dem Referat für Schweinezucht und Produktion in Gleisdorf, Steiermark, für die Unterstützung bei der Durchführung der Versuche herzlich gedankt werden.

Literatur

Brooks, C. C., 1971: Fatty Acid Composition of Pork Lipids as Affected by Basal Diet, Fat Source and Fat Level. Journal of Animal Science 33, 1224—1231.

Castell, A. G. and R. L. Cliplef, 1988: Performance and Carcass Responses to Dietary Inclusion of Raw Soybeans (cv. Maple Amber) by Boars Fed ad Libitum from 30 to 95 Kilograms Liveweight. Canadian Journal of Animal Science 68, 275—282.

Cook, D. A., A. H. Jensen, J. R. Fraley and T. Hymowrz, 1988: Utilization by Growing and Finishing Pigs of Raw Soybeans of Low Kunitz Trypsin Inhibitor Content. Journal of Animal Science 66, 1686—1691.

Crenshaw, M. A. and D. M. Danielson, 1985: Raw Soybeans for Growing-Finishing Pigs. Journal of Animal Science 60, 725—730.

Essi, A., 1987: Statistische Methoden in der Tierproduktion. Österreichischer Agrarverlag, Wien.

Hanke, H. E., J. W. Rust, R. J. Meade and L. E. Hanson, 1972: Influence of Source of Soybean Protein and of Pelleting, on Rate of Gain and Gain/Feed of Growing Swine. Journal of Animal Science 35, 958—962.

Harvey, W. R., 1985: Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program. Ohio State University.

Liener, I. E. and M. L. Kakade, 1980: in I. E. Liener: Toxic Constituents of Plant Foodstuffs. Academic Press, New York.

McConnell, J. C., G. C. Skelley, D. J. Handlin and W. E. Johnston, 1975: Corn, Wheat, Milo and Barley with Soybean Meal or Roasted Soybeans and Their Effect on Feedlot Performance, Carcass Traits and Pork Acceptability. Journal of Animal Science 41, 1021—1030.

Nelson, A. I., W. B. Wijeratne, S. W. Yeh, T. M. Wei and L. S. Wei, 1987: Dry Extrusion as an Aid to Mechanical Expelling of Oil From Soybeans. Journal of the American Oil Chemists' Society 64/9, 1341—1347.

ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT, 1990: Der Außenhandel Österreichs 1989. Gesamtjahr, Serie 2, 15.

Österreichisches Statistisches Zentralamt, 1991: Statistische Nachrichten 46/2, 190, Österr. Staatsdruckerei, Wien.

Pontif, J. E., L. L. Southern, D. F. Coombs, K. W. McMillin, T. D. Bidner and K. L. Watkins, 1987: Gain, Feed Efficiency and Carcass Quality of Finishing Swine Fed Raw Soybeans. Journal of Animal Science 64, 177—181.

ROTH-MAIER, D. A. und M. KIRCHGESSNER, 1989: Rohe und extrudierte einheimische Sojabohnen in Stoffwechsel- und Mastversuchen mit Schweinen. Landwirtschaftliche Forschung 42, 2—3, 205—215.

- SEERLEY, R. W., J. W. EMBERSON, H. C. McCampbell, D. Burdick and L. W. Grimes, 1974:
- Cooked Soybeans in Swine and Rat Diets. Journal of Animal Science 39, 1082—1091. VILLEGAS, F. J., H. B. HEDRICK, T. L. VEUM, K. L. McFate and M. E. Bailey, 1973: Effect of Diet and Breed on Fatty Acid Composition of Porcine Adipose Tissue. Journal of Animal
- Science 36, 663-668.

 Wahlstrom, R. C., G. E. Libal and R. J. Berns, 1971: Effect of Cooked Soy-Beans on Performance of Park Careass Characteristics. Journal of Animal mance, Fatty Acid Composition and Pork Carcass Characteristics. Journal of Animal Science 32, 891—894.
- Wiseman, J., 1987: The Use of Fullfat Soya in Diets for Growing and Fattening Pigs and Sows. Beitrag bei: Fullfat Soya A Regional Conference, Milan 1987. American Soybean Association, Brüssel. Wöhlbier, W. und K. W. Fangauf, 1983: in Kling, M. und W. Wöhlbier, Handelsfuttermittel
- (2B). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Wood, J. D., 1984: zitiert in Wiseman (1987).

- YEN, J. T., A. H. JENSEN, T. HYMOWITZ and D. H. BAKER, 1973: Utilization of Different Varieties of Raw Soybeans by Male and Female Chicks. Poultry Science 52, 1875-1882.
- Zollitsch, W., 1991: Einsatz inländischer Sojaprodukte in der Schweine- und Hühnermast. Dissertation Universität für Bodenkultur, Wien.

(Manuskript eingelangt am 14. Juni 1991, angenommen am 1. Oktober 1991)

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Dr. Werner Zollitsch, Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Wetscherek und o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Franz Lettner, Institut für Nutztierwissenschaften, Abteilung Tierernährung, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien