

00-Rapskuchenmehl bzw. 00-Rapsextraktionsschrot in der Schweinemast

Peter STOLL

Eidgenössische Forschungsanstalt
für viehwirtschaftliche Produktion
1725 Posieux

1. Einleitung

Bisher hielt sich der Einsatz von Rapsextraktionsschrot bzw. Rapskuchen in Schweinerationen in engen Grenzen. Im Wesentlichen muss der Gehalt des Rapses an Glukosinolaten dafür verantwortlich gemacht werden. Beim Abbau der Glukosinolate entstehen senfölarartige Verbindungen, die die Schmackhaftigkeit eines Futters vermindern und die toxisch auf die Leber und die Nieren wirken. Zusätzlich hemmen sie die Jod-Aufnahme der Schilddrüse und beeinflussen damit die T_4 und T_3 Biosynthese (Thyroxin bzw. Trijodthyronin). Das Tier reagiert auf diese Hemmung durch eine Vergrösserung der Schilddrüse (Kropfbildung). Ueberschreiten die obgenannten Effekte die Korrekturmöglichkeiten des Organismus, so sind neben anderen Wirkungen ebenfalls Wachstumsdepressionen zu verzeichnen.

In Rapsneuzüchtungen, den sogenannten 00-Sorten, konnte der Glucosinolatgehalt um 50-90 % gesenkt werden. In der EG wurde die Umstellung auf 00-Sorten beschlossen, was für die Schweiz ohne eigene Rapszüchtung richtungsweisend ist. In- und ausländische Arbeiten berichten, dass der Einsatz von 00-Rapsextraktionsschrot in Schweinemastrationen ohne nachteilige Folgen möglich sei. Ausländische Autoren nennen 20-25 % Rapsextraktionsschrot auch in Ferkelrationen als problemlos.

Um die Situation unter schweizerischen Verhältnissen abzuklären wurden mehrere Versuche in Grangeneuve durchgeführt. Dabei sollte insbesondere eine mögliche Einsatzgrenze von 00-Rapsprodukten in Schweinemastfutter überprüft werden.

2. Versuche Grangeneuve

Im Frühjahr 1987 importierte die FAG für einen ersten Abklärungsversuch mit Mastschweinen ein 00-Rapsextraktionsschrot aus einer Oelmühle in Hamburg. Es handelte sich dabei, wie sich später herausstellte, um einen 00-Raps aus Däne-

mark. Aufgrund des sehr tiefen Glucosinolatgehaltes (2.0 uMol/kg) wurde die Saat als Sommerraps identifiziert. Die Forschungsanstalten Changins und Reckenholz vermittelten uns im Sommer 1988 - unter der Mithilfe verschiedener Organisationen - Erntegut von Jet Neuf (inländische Herkunft) und einen Posten 00-Rapssaat (Liradonna) aus Oesterreich. Die Firma Plüss-Staufe verarbeitet diese Saaten zu Kuchenmehl. Die eine Hälfte dieses Kuchenmehls wurde in einem ersten Schweinemastversuch verfüttert und die andere Hälfte wurde durch die Firma SABO extrahiert und in einem weiteren Mastversuch sowie einem Ferkelversuch eingesetzt.

In Tabelle 1 sind die durchgeführten Verfahren dargestellt.

Tabelle 1: Versuchsverfahren

Versuch 1		Versuch 2	
Name	Rapskuchen	Name	Rapsschrot
AK1	0 %	AS2	0 %
BK1	5 % 0	BS2	10 % 00
CK1	5 % 00	CS2	15 % 00
DK1	15 % 00		

2.1 Futter und Fütterung

Wie aus der Zusammenstellung der Analysen ersichtlich ist (Tabelle 2), unterscheidet sich das Rapsextraktionsschrot von Rapskuchenmehl in erster Linie durch den Fettgehalt. Dieser Umstand wurde bei der energetischen Bewertung dieser Rohkomponenten berücksichtigt.

Die Mischanteile der Rohkomponenten wurden nach einheitlichen Nährstoffgehalten (isonitrogen und isoenergetisch) zwischen den Verfahren optimiert. Als Proteinquelle wurde neben Raps Sojaextraktionsschrot und Lysin bzw. Methionin herangezogen. Der Rohfaserausgleich wurde mit Weizenkleie erzielt (die Rezepturen sind im Anhang in den Tabellen 5 und 6 aufgeführt).

Die Nährstoffanalysen der Mischfutter zeigten weitgehend identische Werte.

Die Tiere wurden über die ganze Mastperiode rationiert gefüttert. Die Futtermengen wurden wöchentlich der Gewichtsentwicklung der Tiere angepasst.

Tabelle 2: Rapsanalysen (bezogen auf die Originalsubstanz)

	Rapskuchen Versuch 1		Rapsschrot Versuch 2	Sojaschrot
	0- Jet Neuf (CH)	00- Liradonna (AU)	00- Liradonna (AU)	1)
TS	90.9	93.7	93.8	87.8
RA	6.1	6.6	7.4	6.4
RP	28.3	35.6	38.7	44.9
SF	10.0	11.2	1.0	2.2
RF	11.9	10.3	11.4	5.8
Lys	16.5	18.1	19.7	27.2
Met	6.0	6.5	7.1	6.2
Cys	7.6	8.8	9.5	7.0
Pep-HCl 2)	23.9	31.2		
S	11.6	6.8		
Tannin	10.6	12.6		
GS 3)	130.2	19.2		
VTO 4)	1998	386		

- 1) Durchschnitt der ersten zwei Versuche
- 2) pepsin-HCl-lösliches Rohprotein
- 3) Glucosinolat in $\mu\text{Mol/g}$ entfettetes Rapsmehl
- 4) Goitrin in mg/kg

3. Resultate und Diskussion

3.1 Mastleistung

Mit 5 % 00- (CK1) wurden bessere Leistungen erzielt als mit 5 % 0-Rapskuchen (BK1). Der Einsatz von 15 % 00-Kuchen (Variante DK1) verlängerte jedoch die Mastdauer um 4 %. Entsprechend waren die Resultate der Zuwachsraten und der Futtermittelverwertung beeinflusst. Es fällt auf, dass der Trend der Wachstumsdepression in der Behandlung DK1 schon in der Jägerphase festzustellen ist, wohingegen die 5 % Jet Neuf (BK1) erst in der Ausmastphase eine Reduktion bewirken (siehe Tabelle 3). Die Leistungseinbußen der Variante BK1 betragen dabei gut 8 %, was sich dann in der durchschnittlichen Zuwachsrate noch mit 5 % bemerkbar macht. Im Endeffekt konnte der Rapsanteil von 5 % der 0- auf 15 % der 00-Sorte mit demselben Resultat erhöht werden.

Im Versuch 2 mit 10 und 15 % 00-Rapsextraktionsschrot konnten keine Wachstumseffekte mehr gefunden werden (Tabelle 3).

Tabelle 3: Mastleistungen der Tiere aus Versuch 1 und 2 1)

Rapsanteil	Versuch 1 (Rapskuchen)				Versuch 2 (Rapsschrot)			
	AK1	BK1	CK1	DK1	AS2	BS2	CS2	
	-	5-0	5-00	15-00	-	10-00	15-00	
Tierzahl	23	23	23	23	16	16	16	
Gewicht								
Beginn	kg	26.0	26.0	26.1	26.0	26.2	26.2	26.3
Ende	kg	103.4	103.7	103.4	103.3	103.4	103.4	103.3
Versuchsdauer	Tg	88.0 ^a	91.9 ^b	89.8 ^{ab}	91.6 ^b	93.2	93.6	94.1
Zuwachs								
Jäger	g	774 ^b	775 ^b	771 ^b	744 ^a	764	768	742
Ausmast	g	1012 ^c	925 ^a	970 ^b	968 ^b	902	888	908
Mittel	g	882 ^b	847 ^a	863 ^{ab}	845 ^a	830	826	820
Mittel 80% 2)	g	894 ^b	849 ^a	882 ^b	857 ^a	850	848	838
Futtermittelnutzung 3)								
Jäger		27.2 ^b	27.5 ^b	27.4 ^b	28.6 ^a	29.5	28.8	29.8
Ausmast		37.8 ^c	41.0 ^a	39.2 ^b	39.5 ^b	39.3	39.4	38.4
Mittel		32.7 ^b	34.6 ^a	33.6 ^{ab}	34.3 ^a	34.6	34.4	34.4
Mittel 80% 2)		32.3 ^b	34.6 ^a	32.9 ^b	33.8 ^a	33.8	33.5	33.6

1) Werte einer Zeile mit ungleichen Buchstaben sind statistisch verschieden

2) auf 80 % Schlachtausbeute korrigierter Zuwachs

3) Futtermittelnutzung in MJ verdauliche Energie pro kg Zuwachs

3.2 Einflüsse auf Organ- und Blutparameter

Rapskuchenmehl der 0-Sorte führte zu markanten Leber- und Schilddrüsenvergrößerungen (Tabelle 4). Bei den Tieren der Variante BK1 erhöhte sich das Lebergewicht um 42 % und das Schilddrüsengewicht verdreifachte sich nahezu.

Die 00-Sorte schwächte diese Effekte wesentlich ab. Sie sind jedoch immer noch zu beobachten, auch wenn der Rapsanteil bloss 5 % beträgt (CK1). Der Plasma-Thiocyanatgehalt (HCN) und die Thyroxinspiegel (T4) bestätigen die obgenannten Beobachtungen. Das Thiocyanat ist unter anderem ein Abbauprodukt der Glukosinolate und des Goitrins. Die verschiedensten Faktoren können Ursache für den hohen HCN-Spiegel sein (Glukosinolataufnahme und -muster, Myrosinaseaktivität, Hydrolysebedingungen u.a.). Die Glukosinolataufnahme ist dabei sicher ein wesentlicher Punkt. Bei den 00-Rapsvarianten DK1 und CS2 wurde der T4 Gehalt um 15 % erniedrigt und die HCN-Werte stiegen um einen Faktor 3 an. Es ist jedoch zu beachten, dass eine Veränderung der gemessenen Blutparameter noch nicht die Aussage zulässt, dass ein vermindertes Wachstum der Tiere zu erwarten sei. Die Ausgleichsmöglichkeiten des Organismus sind nicht zu unterschätzen.

Eine Literaturübersicht sowie diese Arbeit zeigen, dass mit den 00-Rapszüchtungen die unerwünschten Auswirkungen auf die Organe abgeschwächt werden. Wegdiskutieren lassen sie sich jedoch auch da nicht (siehe Anhang Tabelle 7). Futtermischungen mit 5 - 15 % Rapsschrot weisen einen sehr tiefen Glukosinolatgehalt auf. Dieser ist jedoch noch genügend hoch, dass Abbauprodukte in toxischen Dosierungen gebildet werden können.

Tabelle 4: Organgewichte aus Versuch 1 und 2

Rapsanteil	Versuch 1 (Rapskuchen)				Versuch 2 (Rapsschrot)		
	AK1	BK1	CK1	DK1	AS2	BS2	CS2
	-	5-0	5-00	15-00	-	10-00	15-00
Leber g	1685 ^a	2398 ^d	1819 ^b	1957 ^c	1683 ^a	1864 ^b	1889 ^b
Schilddrüse g	8.3 ^a	23.6 ^c	9.1 ^a	12.6 ^b	7.4 ^a	9.2 ^b	9.8 ^b
Niere g	312 ^a	325 ^b	304 ^a	316 ^{ab}	267	282	277

Werte einer Zeile mit ungleichen Buchstaben sind statistisch verschieden

Die goitrogene Wirkung der Glukosinolate beziehungsweise der Abbauprodukte, die Schilddrüsenvergrößerungen verursachen, sind genügend belegt. Die Lebervergrößerungen dürften mit der Metabolisierung der Schadstoffe in der Leber zusammenhängen, wobei insbesondere den Nitrilen hepatotoxische Eigenschaften zugeschrieben werden.

4. Literaturvergleich

Aus der Fülle an Literatur sei insbesondere auf die Uebersichtsarbeiten von Rundgren (1983) sowie Henkel und Mosenthin (1989) verwiesen (eine Zusammenstellung aus Rundgren bezüglich Organeffekte ist in Anhang 1 zu finden). Letztere haben neuere Arbeiten und neben Versuchen mit Schweinen auch Geflügel und Wiederkäuer miteinbezogen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Futter mit 00-Raps besser gefressen wird als mit 0-Raps. Vermorel et al. (1987) wiesen eine enge Beziehung zwischen Futteraufnahme und Glukosinolatgehalt nach. Unter ad libitum Bedingungen bestehen aber für den 00-Raps weiterhin Akzeptanzprobleme, wobei junge Tiere wie Ferkel und Kücken besonders empfindlich reagieren. Bei halbem oder vollständigem Sojaersatz ist bei den von Rundgren (1983) zusammengestellten Versuchen mit 00-Raps ein mehrheitlicher Trend zu verminderter Futteraufnahme festzustellen, auch wenn dieser innerhalb eines Versuches nicht immer statistisch abgesichert werden konnte. Bei den damit verbundenen tieferen Zuwachsraten ist es oft schwierig, die Einflüsse der Glukosinolate von denjenigen der Nährstoffzufuhr zu trennen. Unsere Rationen wurden nach isonitrogenen und isoenergetischen Gesichtspunkten optimiert, ein Vorgehen, das in vielen publizierten Versuchen nicht eingehalten wurde.

Unter rationierten Fütterungsbedingungen spielt die Schmackhaftigkeit des Futters eine untergeordnete Rolle. Ueber den Einfluss von 00-Raps auf das Wachstum von Schweinen herrscht kein Konsens. Verschiedene Arbeiten belegen, dass mehr als 20 % 00-Rapsschrot in Schweinemastrationen keine Probleme bieten. Andere Publikationen weisen in die andere Richtung. So resultieren bei Bourdon et al. (1981), Singam und Lawrence (1979) und Pearson (1980), alle zitiert bei Rundgren (1983), Wachstumsreduktionen bei Rapsanteilen von über 20 %. Allgemeine Einigkeit herrscht jedoch in der überwiegenden Mehrheit der Publikationen darüber, dass beim Einsatz von mehr als 5 % 00-Raps die Schilddrüse beeinflusst wird (siehe Anhang 1).

5. Schlussfolgerungen

Aufgrund unserer Versuche darf man davon ausgehen, dass unter schweizer Verhältnissen zukünftig 00-Rapsanteile bis 15 % in Schweinemastrationen möglich sind.

Momentan verbleiben jedoch noch offene Fragen zum Themenkreis 00-Rapskuchen. Diesbezüglich werden weitere Versuche durchgeführt. In der zweiten Hälfte Oktober 1990 werden die ersten Tiere eingestallt. Erstmals werden Rapskuchenschrot und Rapsextraktionsschrot aus inländischem Anbau eingesetzt. Zum Zeitpunkt der vollständigen Umstellung von 0- auf 00-Sorten werden diese Mastleistungsdaten grösstenteils verfügbar sein und den gezielten Einsatz von höheren Anteilen der für die Schweinemast interessanten Proteinquelle 00-Raps erleichtern.

6. Literatur

Henkel H., Mosenthin R., 1989: Rapssaat und Rapsprodukte in der Tierernährung. Uebers. Tierernährung 17, 139-190.

Rundgren M., 1983: Low-glucosinolate rapeseed products for pigs - a review. Anim. Feed Sci. and Techn. 9, 239-262.

Vermorel M., Davicco M.-J., Evrard J., 1987: Valorization of rapeseed meal.

3. Effects of glucosinolate content on food intake, weight gain, liver weight and plasma thyroid hormone levels in growing rats. Reprod. Nutr. Dévelop. 27 (1), 57-66.

Ein ausführliches Literaturverzeichnis ist beim Autor erhältlich.

7. Anhang

Tabelle 5: Zusammensetzung der Futterrationen in Versuch 1 (Rapskuchen)

Rohkomponenten	Jagerfutter				Ausmastfutter			
	AK2	BK2	CK2	DK2	AK2	BK2	CK2	DK2
0-Rapskuchen %		5.0			5.0			
00-Rapskuchen %			5.0	15.0		5.0	15.0	
Weizen %	24.8	41.4	32.0	11.2	4.1	42.5	33.1	2.9
Mais %				37.6				40.0
Gerste %	42.4	28.0	39.2	21.3	74.0	31.0	42.2	34.2
Weizenkleie %	8.6	6.0	4.2		3.4	10.0	8.2	
Fett %	2.8	1.6	1.6		3.3	2.2	2.3	0.4
Sojaextr. %	19.0	15.7	15.6	12.7	12.7	6.9	6.8	5.2
DL-Methionin %	.06	.03	.03		.08	.01	.02	
L-Lysin-HCl %	.25	.27	.27	.24	.24	.30	.30	.25
KSK %	1.18	1.11	1.12	1.00	.99	1.16	1.17	.94
DCP %					.33			.15
Salz %	.53	.52	.54	.56	.51	.53	.55	.53
Premix %	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40

Tabelle 6: Zusammensetzung der Futterrationen in Versuch 2 (Rapsschrot)

Rohkomponenten	Jagerfutter			Ausmastfutter		
	AS3	BS3	CS3	AS3	BS3	CS3
00-Rapsschrot %		10.0	15.0		10.0	15.0
Weizen %	57.4	57.0	19.0	41.0	17.1	4.4
Mais %			20.0			
Gerste %			19.4	8.2	2.6	
Weizenkleie %	17.2	8.6		20.0	16.2	14.4
Weizenstärke %	2.0	8.4	10.0	13.2	40.0	53.6
Fett %	2.4	0.8	0.8	3.1	2.1	1.7
Sojaextr. %	18.4	12.8	13.4	11.6	9.2	8.2
DL-Methionin %	.04			.04	.01	
L-Lysin-HCl %	.26	.27	.21	.26	.21	.18
KSK %	1.35	1.16	1.01	1.25	.97	.82
DCP %	.02	.16	.24		.24	.36
Salz %	.57	.49	.52	.56	.57	.56
Premix %	.40	.40	.40	.40	.40	.40
Chromoxid %				.40	.40	.40

**Tabelle 7: Schilddrüsen- und Lebereffekte bei Verfütterung von
00-Rapsextraktionsschrot (HG-RSM : 0-RES) an Schweine
(nach Rundgren, 1983). Kontrolle : 100%**

7 a) Schilddrüsengewicht

Cultivar	RSM in diet (%)					Author(s)
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	
LG-RSM (French)	—	116	—	110	—	Bourdon et al. (1981)
HG-RSM	—	131	—	—	—	
Erglu	—	122	153	—	192	Hansen et al. (1979)
Canola	—	134	—	138	—	Homb and Matre (1982)
Line	—	109	121	—	124	Just et al. (1982)
LG-RSM	—	115	—	178	—	Kramp et al. (1981)
HG-RSM	—	138	—	—	—	
Tower	—	—	136	—	150	McKinnon and Bowland (1979)
HG-RSM	—	—	236	—	214	
Erglu	100	107	94	120	137 ¹	Petersen and Schulz (1978)
Sv 751516	—	112	123	—	—	Thomke et al. (1983)
Sv 751516	—	130 ²	156	—	—	Thomke et al. (1983)
Turnip rape	—	129	—	—	—	
HG-RSM	—	263	—	—	—	
Karat	—	99 ²	107	—	—	Thomke (1983) (Expt. 3 and 5)
HG-RSM	—	226 ³	—	—	—	
Karat	—	104 ²	132	133	—	Thomke (1983) (Expt. 6)
HG-RSM	—	139	—	—	—	

¹ Average value for 20.5 and 24.6% RSM.

² Average value for 6 and 9% RSM.

³ Average of values for two experiments (303 and 148).

7 b) Lebergewicht

Cultivar	RSM in diet (%)					Author(s)
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	
French LG	—	120	—	118	—	Bourdon et al. (1981)
HG	—	142	—	—	—	
Erglu	—	101	104	—	116	Hansen et al. (1979)
Line	—	101	103	—	106	Just et al. (1982)
Erglu	107	105	108	113	119 ¹	Petersen and Schulz (1978)
Tower	—	—	—	102	—	Thacker and Bowland (1981)
Sv 751516	—	101	104	—	—	Thomke et al. (1983)
Karat	—	102 ²	108	—	—	Thomke (1983) (Expt. 3 and 5)
HG-RSM	—	131 ³	—	—	—	
Karat	—	104 ²	109	109	—	Thomke (1983) (Expt. 6)
HG-RSM	—	124	—	—	—	

¹ Average value for 20.5 and 24.6% RSM.

² Average value for 6 and 9% RSM.

³ Average of values for two experiments (139 and 123).