

## Einsatz von Rapsextraktionsschrot in der Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere

EDGAR SCHULZ und PETER LEBZIEN

Institut für Tierernährung

Rückstände der Rapsölgewinnung – in der Bundesrepublik Deutschland handelt es sich überwiegend um Rapsextraktionsschrote (RES) – sind seit langem als Eiweißfuttermittel bekannt und eingeführt. So steht das Rapsextraktionsschrot hinsichtlich des Umfangs seines Einsatzes nach dem Sojabohnenextraktionsschrot, wenn auch mit einigem Abstand, an zweiter Stelle der eiweißhaltigen Futtermittel. Ein wesentlicher Grund dafür ist in seiner Preiswürdigkeit gegenüber konkurrierenden Futtermitteln zu sehen, dies sowohl in bezug auf die in ihm enthaltene Menge an Rohprotein als auch an Energie.

Ein Vergleich der Gehalte für einige Inhaltsstoffe im RES mit anderen pflanzlichen Eiweißfuttermitteln ist in Tabelle 1 gegeben.

Die Zahlen in der Tabelle 1 stellen Mittelwerte aus eigenen Untersuchungen und Angaben in der entsprechenden Literatur dar (Schulz und Petersen, 1978; A. L., 1981; Ottesen, 1981; Schmidtborn und Spindler, 1982). Aus den Werten ist zu entnehmen, daß RES nach Sojabohnenextraktionsschrot den höchsten Gehalt an Protein aufweist, der 10 bis 15 % über dem von Ackerbohnen und Erbsen liegt. Die Gehalte an einigen essentiellen Aminosäuren, wie Thioaminosäuren und Threonin, sind im Rapsschrot höher als in den anderen hier aufgeführten Futtermitteln. Nur beim Lysin weist das Raps-

protein einen etwas geringeren Gehalt auf, der aber trotzdem zu einem Ausgleich der Lysingehalte in unseren Grundfuttermitteln, wie Getreide und dessen Nebenprodukte, beitragen kann.

Bei der Rohnährstoffzusammensetzung ist auf den hohen Gehalt an Rohfaser und dem im Vergleich zu anderen Futtermitteln höheren Gehalt an Asche hinzuweisen. Daraus resultiert auch eine etwas geringere Nährstoffverdaulichkeit, die zu einer geringeren Energiekonzentration führt, wie aus der Tabelle 2 zu ersehen ist.

Ein notwendiger Ausgleich des Energiegehaltes von RES in den Futterrationen landwirtschaftlicher Nutztiere ist also zu beachten.

Der Umfang des Einsatzes von RES bei den verschiedenen landwirtschaftlichen Nutztieren wird aber nicht nur durch den Gehalt an Energie, Rohfaser oder an Aminosäuren bestimmt, sondern vor allem auch durch das Vorhandensein von speziellen Inhaltsstoffen, die sowohl den Verzehr als auch einige physiologische Abläufe im Organismus in unerwünschter Form beeinflussen können.

Die wichtigste Gruppe sind die Glucosinolate (GSL), zuvor als Senfölglycoside bezeichnet. Hierunter werden Verbindungen erfaßt, die neben einem einheitlichen Gluco-

Tabelle 1: Rohnährstoff- und Aminosäuregehalte in einigen Proteinfuttermitteln

Futtermittel	% in der Trockensubstanz				Aminosäure (g/100 g Protein)				
	Rohprotein	Rohfaser	NfE	Asche	Lys	Met	Cys	Thr	Try
Rapsextraktionsschrot	39,5	14,5	35,5	8,2	5,5	2,0	2,4	4,4	1,3
Sojabohnenextraktionsschrot	48,0	8,3	35,2	7,0	6,2	1,5	1,6	3,9	1,4
Ackerbohnen	29,0	8,5	57,3	3,8	6,3	0,8	1,4	3,8	0,9
Erbsen	25,0	5,9	64,5	3,5	6,9	0,9	1,2	4,1	1,0

Tabelle 2: Energiegehalt in einigen Proteinfuttermitteln (Gehalt in 1 kg TS)

	Rind MJ-NEL StE	Schwein MJ-ME	Geflügel MJ-ME
Rapsextraktionsschrot	6,52 655	11,75	7,15
Sojabohnenextraktionsschrot	8,05 803	14,91	11,00
Ackerbohnen	8,17 803	14,41	11,70
Erbsen	8,66 843	15,72	12,61
Angaben aus: DLG (1982 und 1984); Petersen, J. (1986).			

sidgerüst sehr unterschiedliche Seitenketten aufweisen können. In Brassicaceen wurden bisher ca. 80 verschiedene Verbindungen ermittelt, wobei sich die Zahl mit der Entwicklung der chemischen Analytik noch vergrößern wird (Gmelin, 1969; Van Etten et al., 1969; Röbbelen und Thies, 1980; Thies, 1985). In den hier interessierenden Rapsprodukten ist die Zahl aber geringer, sie wird mit ca. 15 angegeben.

Aus der Sicht der Tierernährung sind nach gegenwärtigem Kenntnisstand vor allem die Verbindungen Gluconapin, Glucobrassicinapin, Progoitrin und Glucobrassicin sowie Neoglucobrassicin von Interesse.

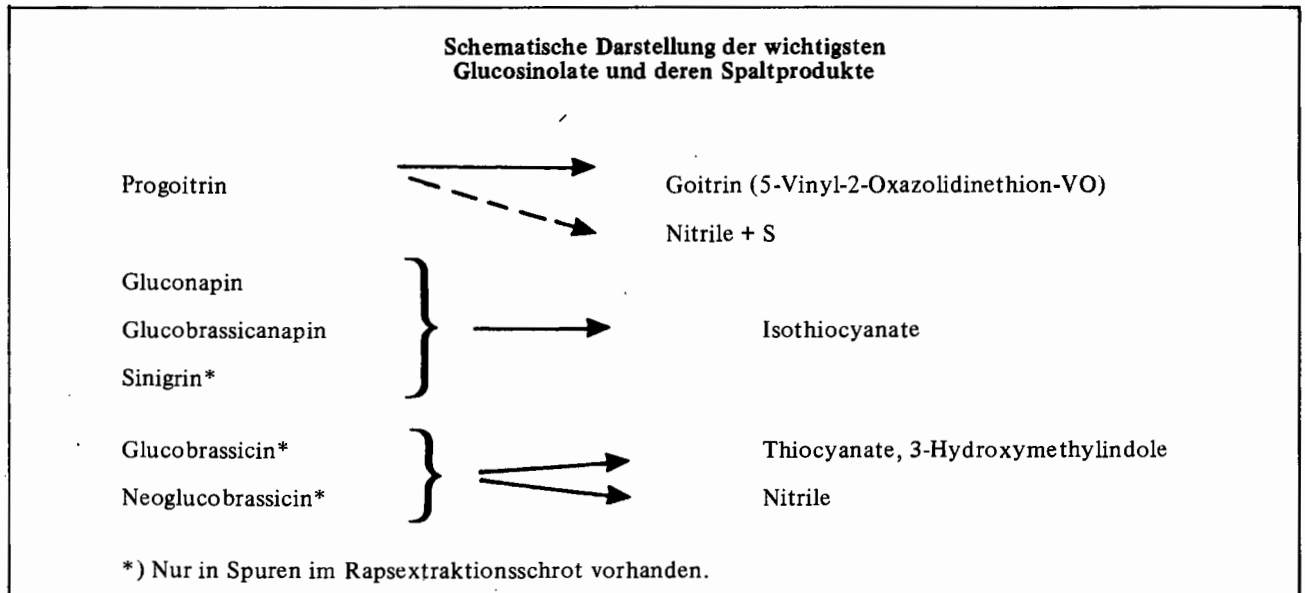
Diese Verbindungen können nach Freisetzen des ebenfalls im Pflanzengewebe des Rapssamens vorhandenen Enzymkomplexes Myrosinase zu z. T. unerwünschten Spaltprodukten hydrolysiert werden. Jüngste Unter-

suchungen haben darüber hinaus ergeben, daß auch durch bakterielle Fermentation im Verdauungstrakt Glucosinolate gespalten werden.

In Abhängigkeit von den Ausgangsverbindungen und den Reaktionsbedingungen (pH, Spurenelemente, Feuchtigkeit) im RES bzw. in der Futtermischung können neben Glucose und Hydrogensulfat sehr unterschiedliche Spaltprodukte auftreten. Ein schematischer Überblick über die möglichen Abbauprodukte ist nachstehend gegeben.

esther, wird im Verdauungstrakt des Geflügels bakteriell zu Trimethylamin (TMA) umgewandelt, das dann enzymatisch oxidiert und über den Kot ausgeschieden wird. Bei bestimmten Linien von Legehennen, die braunschalige Eier legen, ist aber die TMA-Oxidation gehemmt, wodurch ein Teil des TMA in den Eidotter gelangen kann und dann einen unangenehmen fischigen Geschmack hervorruft.

Der Erucasäure kommt bei der Verfütterung von RES aufgrund seines allgemein geringen Gesamtfettgehaltes



Diese Spaltprodukte können bei Verfütterung unterschiedliche Wirkungen haben. So kann die Futteraufnahme bedingt durch die Isothiocyanate aufgrund ihres stechenden Geruchs und evtl. bitteren Geschmacks reduziert werden. Intermediär kann der Jodstoffwechsel negativ beeinflusst werden. So mindern Isothiocyanate das Jodangebot für die Thyroxinsynthese und Goitrin hemmt die Oxidation des Jodids, wodurch weniger jodiertes Tyrosin für die Thyroxinbildung zur Verfügung gestellt wird. Die damit verbundene Reduzierung in der Hormonausschüttung führt letztlich zu einer Kompensationsreaktion in Form einer Hypertrophie des Schilddrüsengewebes. Daneben können auch andere Organe beeinflusst werden, so wurden Veränderungen an der Leber und den Nieren bei Schweinen nach Verfütterung von glucosinolathaltigen Rapsprodukten beobachtet. Derartige Wirkungen hängen sowohl von der Glucosinolatmenge als auch Fütterungsdauer und vor allem von der Tierart und dem Alter der Tiere ab.

Eine sehr wichtige Frage ist die nach einer Auswirkung der Glucosinolat-spaltprodukte auf die tierischen Lebensmittel. Bei Anteilen von ca. 20 % glucosinolatreichem RES im Milchviehfutter soll es zu einer Minderung des Jodgehaltes und zu Spuren von Thiocyanaten in der Milch gekommen sein. Mc Gregor (1978) berichtet über Thiocyanatgehalte in der Milch, die bei Verfütterung von Raps- und Rübsenprodukten gleich hoch waren. Hinweise auf eine Beeinträchtigung des Geschmacks von Schweinefleisch konnten bisher nicht gefunden werden. Dies gilt auch für Geflügelfleisch, wobei aber schon hier darauf hingewiesen wird, daß der Einsatz von RES in der Broilermast äußerst gering ist. Auch in Eiern wurden bisher keine Rückstände aus Glucosinolaten ermittelt. Dagegen kann sich hier ein anderer Inhaltsstoff der Brassicaceen, das Sinapin, unangenehm bemerkbar machen. Sinapin, ein aromatischer Cholin-

keine Bedeutung zu. Daher dürften Bestrebungen, wieder erucasäurehaltige Rapsorten bei gleichzeitig geringem Glucosinolatgehalt anzubauen, auf die Verfütterung keinen negativen Einfluß haben. Restriktiver sind die Einsatzmöglichkeiten derartiger Rapsorten zu beurteilen, wenn man beabsichtigt, unter bestimmten Preis-Kosten-Bedingungen auch die nicht entfettete Rapssaat zu verfüttern.

Wie dargelegt, ist für die Raps- und Rübsenprodukte die Reduzierung des Glucosinolatgehaltes wichtig, wobei der Schwellenwert von 30 Mikromol GSL/Gramm entfetteter Rapssaat für die Anerkennung als "00"-Sorten keinen ernährungsphysiologisch begründeten Gehalt darstellt. Auch bei diesen Gehaltswerten können je nach Umfang des RES-Anteils in den Rationen noch unerwünschte Beeinträchtigungen auftreten. Gegenwärtig liegen aber häufig noch höhere Gehaltswerte als 30 Mikromol GSL/Gramm entfetteter Rapssaat vor, da die Probleme des "Durchwuchses" früher eingesetzter Sorten noch nicht überwunden sind. Dies ist bei Empfehlungen für die RES-Anteile im Mischfutter für die verschiedenen Tierarten und Leistungsrichtungen zu beachten.

Leider gibt es keine exakten Angaben über die Verwendung von RES bei den verschiedenen Tierarten, man ist hier auf Schätzungen angewiesen. Entsprechende Beobachtungen zeigen, daß sich in letzter Zeit ein Rückgang der RES-Anteile im Schweinefutter vollzieht, der aber bisher durch einen Zuwachs im Milchleistungsfutter kompensiert wurde. Allgemein schätzt man, daß ca. 70 % RES über das Rinderfutter verwertet werden und das übrige RES vor allem im Schweinefutter und nur kleine Anteile im Geflügelfutter eingesetzt werden.

### Rapsextraktionsschrot in der Fütterung von Rindvieh

Wie schon hervorgehoben, wird RES vor allem in der Wiederkäuerernährung eingesetzt, da den unerwünschten Inhaltsstoffen wie Glucosinolaten (GSL), Sinapin, Tannin u. a. durch deren teilweise Zerstörung in den Vormägen nicht die Bedeutung zukommt, wie bei einer Verfütterung an Einmäger. Trotzdem ist auf Probleme der Futteraufnahme, evtl. physiologischer Wirkungen der Begleitstoffe auf den Organismus oder ihren Übergang in die Nahrungsmittel und auch auf Fragen der Energieversorgung zu achten. Damit verbunden sind vor allem Probleme der Rationsgestaltung und Fütterungstechnik.

Das Rapsprotein weist mit 75 % eine mittlere Abbaubarkeit in den Vormägen auf. Es leistet somit sowohl einen nennenswerten Beitrag an Stickstoff für die mikrobielle Proteinsynthese als auch an unabgebautem Futterprotein für die Proteinversorgung des Wirtstieres. Dagegen ist der Energiegehalt mit 5,77 MJ-NEL oder 580 StE/kg RES im Vergleich zu den Anforderungen, die im Milchleistungsfutter I und II bei 6,4 bis 6,9 MJ-NEL liegen, nicht voll befriedigend. Dies erfordert einen Energieausgleich bzw. schränkt den Anteil an RES vor allem in den energiereichen Mischfüttertypen ein.

Kraftfuttermischungen mit Rapsschroten, die größere Mengen an Glucosinolaten enthalten, sollten nur trocken und nicht in Verbindung mit Silagen oder anderen Saftfuttermitteln verabreicht werden, da sonst die einleitend erwähnten Spaltprodukte mit ihren negativen Nebenwirkungen freigesetzt werden. Für Rapsschrote, die mehr oder weniger frei sind von Glucosinolaten, gilt diese Einschränkung nicht. Grundsätzlich sollte jedoch bei einem Einsatz von Rapsprodukten eine langsame Angewöhnung der Tiere erfolgen.

Versuche zum Einsatz von RES in der Fütterung von Rindvieh unterschiedlicher Leistungsrichtung liegen vor allem aus Osteuropa und Skandinavien vor. Bei uns werden für den Einsatz von RES konventioneller Rapsorten zum einen noch ältere Versuchsergebnisse (Witt et al., 1959) sowie Beobachtungen aus der Praxis herangezogen. Als Ergebnis wird hieraus für das Milchvieh eine Empfehlung von max. 1,5 kg je Tier und Tag bzw. 15 bis 25 % im Milchleistungsfutter abgeleitet.

Kürzlich haben Lindner et al. (1986) diese Mengeneempfehlungen in einem Fütterungsversuch nochmals geprüft. Der Versuch wurde über eine Zeitspanne von 16 Wochen durchgeführt, wobei neben 2 kg Heu, Gras- und Maissilage ad libitum angeboten wurden. Die Kraftfutterabgabe wurde so aufgeteilt, daß in der Versuchsgruppe in einer Menge von 3 kg = 50 % RES enthalten waren.

Tabelle 3: Futterverzehr (TM) und Leistung bei RES-Einsatz (kg/Tag)  
(nach Lindner et al., 1986)

Gruppe:	I	II
Grundfutter	10,95	9,75
Kraftfutter	6,65	4,60
Versuchsfutter (angestrebt)	-	2,45 (2,65)
FCM	21,80	21,55
Fettgehalt (%)	3,85	3,70
Eiweißgehalt (%)	3,45	3,49

Die wichtigsten Ergebnisse aus diesem Versuch sind in der Tabelle 3 zusammengefaßt.

Hieraus ist abzulesen, daß die angestrebte Versuchsfuttermenge von 2,65 kg TM/Tag nicht von allen Tieren aufgenommen wurde. Außerdem war in der Versuchsgruppe der Verzehr an Grundfutter etwas geringer. Die Milchleistung differierte nur unwesentlich zwischen den Gruppen. Zu diesem Versuch ist anzumerken, daß er noch keine schlüssige Aussage über den Einsatzbereich von RES konventioneller Rapsorten in der Laktation erbracht hat. Das Ergebnis kann nämlich durch die hier praktizierte Fütterungstechnik bzw. durch den sehr hohen Anteil von 50 % RES im Kraftfutter geprägt sein. Zu folgern ist aber, daß auf jeden Fall der RES-Anteil unter 50 % bleiben sollte.

Zur Verwertung von glucosinolatarmen RES liegen keine deutschen Versuche vor. Man kann sich allerdings auf schwedische Untersuchungen stützen, da die dortigen Fütterungsbedingungen den unseren zumindest im norddeutschen Raum ähnlich sind. Aus diesen Arbeiten sollen hier Teilergebnisse einer Langzeitstudie von Ahlin et al. (1985) vorgestellt werden. Die wesentlichsten Daten der Versuchsanstellung sind in der Tabelle 4 zusammengefaßt.

Tabelle 4: Einsatz von Rapsprodukten in der Milchviehfütterung (nach Ahlin et al., 1985)

Grundfutter: 6,6 - 7,1 kg TM - Kleegrassilage + 1,5 - 2,0 kg TM - Heu			
Gruppe:	I	II	III
n:	16	17	14
(RES) %:	0	18	18/52*
(RSA) %:	0	2	2/30*
Rapsprodukte (kg):	0	1,5	3,0

\*) ab 18 kg FCM/Tag zusätzlich verfüttert.  
GSL = 20 - 30 µ mol/1 g fettfr. Substanz.

Neben einer Kontrollgruppe wurde in der Gruppe II ein Kraftfutter mit 18 % RES und 2 % ganzer Rapssaat (RSA) eingesetzt. Davon wurde soviel gefüttert, daß die Tiere täglich 1,5 kg Rapsprodukte erhielten. Für die darüber hinausgehende Milchleistung (> 18 kg FCM) erfolgte der zusätzliche Einsatz eines energiereichen Kraftfutters wie in der Gruppe I. Die Tiere der Gruppe III erhielten neben dem rapsschrothaltigen Kraftfutter der Gruppe II ein energiereiches Kraftfutter, das außer Gerste noch RES (52 %) und ganze Rapssaat (30 %) enthielt. Damit wurde eine Aufnahme an RES (incl. der Rapssaat) von 3,0 kg/Tag erreicht.

Die damit erzielte Leistung ist in der Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Leistung bei Verfütterung von Rapsprodukten  
(nach Ahlin et al., 1985)

Gruppe	I	II	III
tägliche*) Aufnahme RES (kg)	0	1,5	3,0
FCM kg (310 d)	6115	6506	6664
Wiederbelegung φ Tage	91,3 <sup>a</sup>	99,9 <sup>ac</sup>	113,4 <sup>bc</sup>
φ Besamungen	1,89	2,07	2,36

\*) incl. ganzer Rapssaat.

Durch die Verfütterung von RES wurde die Leistung an FCM tendenziell verbessert. Zwischen den Gehalten an Milchfett und Milchprotein der drei Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede. Dagegen war der Anteil an C<sub>18:0</sub> bis C<sub>18:3</sub> im Milchfett der Gruppe III etwas erhöht.

Kritisch anzumerken ist die beobachtete Verlängerung der Wiederbelegungszeit und damit auch Zwischenkalbezeit, was ebenfalls durch die Anzahl an Besamungen deutlich wird (Tab. 5). Dies könnte durch eine hormonelle Wirkung spezieller Inhaltsstoffe der Rapsprodukte bedingt sein.

Einen Zusammenhang zwischen dem Glucosinolatgehalt des RES und der Futteraufnahme bzw. der Leistung von Wiederkäuern haben Bell (1984) und Stedman und Hill (1987) aufgezeigt. Trotzdem führte der Einsatz (bis zu 30 %) von RES aus sogenannten "00"-Sorten im Kraftfutter von Milchkühen zu teilweise widersprüchlichen Ergebnissen. So zitieren DePeters und Bath (1986) sowohl Autoren, die nach einem Austausch von Sojaschrot gegen RES aus "00"-Sorten eine Zunahme der Milchleistung fanden, als auch solche, die keinen Unterschied bzw. sogar eine Abnahme beobachteten. Dies wird von DePeters und Bath (1986) auf eine unterschiedliche Qualität der "00"-Sorten bzw. auf eine zu kurze Versuchsdauer zurückgeführt. Zudem handelt es sich bei den meisten kommerziellen RES um Mischungen von Mehlen aus verschiedenen Rapsorten.

Stedman und Hill (1987) zeigten in ihren Versuchen, daß ein Abbau der Glucosinolate durch NH<sub>3</sub>, Dampf oder NaOH die Futteraufnahme nur geringfügig verbesserte und folgerten daraus, daß die hierbei auftretenden Spaltprodukte den gleichen negativen Einfluß auf die Futteraufnahme haben wie die Spaltprodukte aus dem enzymatischen Abbau. Sie vermuten, daß lediglich eine Extraktion der Glucosinolate mit warmen Wasser erfolgversprechend sei.

So lange nicht eindeutig geklärt ist, inwieweit der Einsatz größerer Mengen an RES aus einheimischen "00"-Sorten ebenfalls die Futteraufnahme reduziert bzw. physiologische Störungen auftreten können, sollte der tägliche Einsatz maximal 2,5 kg RES nicht überschreiten.

Für die Mast hat sich die Regel eingebürgert, ca. 0,5 kg RES/Tag nicht zu überschreiten. Die Vorschläge, bei "00"-Raps die Maximalmenge auf ca. 1 kg/Tag zu erhöhen, sind gegenwärtig noch nicht experimentell abgesichert. Die Anwendung derartiger Mengen dürfte auch stark von dem Mastverfahren und der Futtergrundlage abhängig sein.

Die Empfehlungen für das Milch- und Mastvieh sind in der Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6: Empfehlungen zum Einsatz von Rapsextraktionsschrot

	% Mischfutter	max. kg/Tag
im Milchleistungsfutter (I-IV)		
>30 µ mol GSL/1 g	15 - 25	(1,5)
<30 µ mol GSL/1 g	20 - 30	2,5
im Rindermastfutter (I-II)		
>30 µ mol GSL/1 g	25 - 25	0,5
<30 µ mol GSL/1 g	(30)	(1,0)

## Rapsextraktionsschrot in der Aufzucht und Mast von Schweinen

Für die Protein- und Aminosäurenversorgung von Schwein und Geflügel stellt das Rapsprotein – wie schon erwähnt – aufgrund seines Aminosäuremusters eine gute Basis dar. Leider ist die Verwertung der Aminosäuren durch ihre unbefriedigende Verdaulichkeit eingeschränkt.

Zur Verfütterung von RES an wachsende Schweine wurden fast in jedem rapsanbauenden Land Versuche durchgeführt. Dabei war das Interesse in der vergangenen Dekade fast ausschließlich auf RES mit geringem Glucosinolatgehalt konzentriert. Schlußfolgerungen aus den vorliegenden Ergebnissen für die Praxis setzen aber eine kritische Bewertung der jeweiligen Versuchs-, Fütterungs- und Haltungsbedingungen voraus. So werden z. B. für die Verdaulichkeit des Rohproteins Angaben zwischen 72 % und 86 % (Rundgren, 1983) gemacht, wobei die eigenen Untersuchungen zu einer Proteinverdaulichkeit von 78 % führten. Von besonderem Interesse für die Proteinbewertung sind auch Angaben der praecaecalen Verdaulichkeit. So ermittelten Partridge et al. (1987) für die var. Tandem eine praecaecale Verdaulichkeit des Proteins von 67 %, für das Lysin von 72 %, für das Methionin von 86 % und für das Threonin von 64 %.

Eine vorsichtig kritische Einschätzung der Einsatzmöglichkeiten von RES ist auch deshalb angebracht, weil wir in den letzten Jahren beobachten mußten, daß die Futteraufnahme bei Schweinen modernen Typs rückläufig ist und bei weiblichen Tieren generell eine geringere Futteraufnahme vorliegt, so daß alles vermieden werden sollte, was die Futteraufnahme zusätzlich beeinträchtigen könnte.

In der Periode der Umstellung auf "00"-Sorten, besteht – wie schon dargelegt – eine allgemeine Unsicherheit in der Einschätzung des GSL-Gehaltes und damit auch in der Aussage der günstigen Anteile von RES im Mischfutter. So stützen wir uns gegenwärtig noch auf ältere Versuchsergebnisse und Praxisbeobachtungen und empfehlen für die Mast und Trächtigkeit vorerst nur 3 % bis 5 % RES.

Für die Aufzucht von Ferkeln könnte auch im sog. Ferkelaufzuchtfutter II (1,0 % Lysin bei 17,5 % Rohprotein), das z. T. bis zu ca. 35 kg LM gefüttert wird, RES eingesetzt werden. Dies setzt aber voraus, daß dieser Futtertyp nicht zu früh zum Einsatz kommt, d. h., daß die Ferkel vorher das Ferkelaufzuchtfutter I erhalten haben. Generell ist aber ein sehr vorsichtiges Umstellen bzw. Anfütern angebracht. Besondere Sorgfalt ist bei der Flüssigfütterung Voraussetzung, da hier die Bedingungen für einen Glucosinolatabbau besonders günstig sind und mit dem Auftreten der beschriebenen Spaltprodukte zu rechnen ist.

Im Gegensatz zum Einsatz konventioneller Rapsorten besteht Übereinstimmung in der Beobachtung, daß die Einsatzmöglichkeiten der "00"-Sorten wesentlich besser zu beurteilen sind. Stellvertretend für die Fütterungsversuche mit "00"-Sorten wird hier das Ergebnis aus einem eigenen Versuch (Petersen und Schulz, 1978) mit der Sorte Erglu verkürzt dargestellt (Tabelle 7).

Die Versuchsanlage beinhaltete einen schrittweisen Austausch von Sojaextraktionsschrot gegen Rapsextraktionsschrot auf der Basis gleicher Rohproteingehalte, wobei ein Energieausgleich der Rationen nicht vorgenommen wurde. Aus den Ergebnissen wird deutlich, daß die Futteraufnahme mit steigendem Anteil an RES in der Ration tendenziell an-

Tabelle 7: Einsatz und Leistung von Rapsextraktionsschrot in der Mast von Schweinen (19 kg - 100 kg LM)

RES %		(S*)	4,1	8,2	12,3	16,4	20,5	24,6
Futterverzehr	kg/Tag	2,51	2,54	2,56	2,56	2,57	2,64	2,63
LMZ	g/Tag	840	840	840	820	850	850	820
Futter/LMZ	kg/kg	3,0	3,04	3,04	3,12	3,02	3,13	3,2
ME/LMZ	MJ/kg	37,5	37,7	37,4	38,1	36,5	37,6	38,1

S\*) = 18 % Sojaextr.; 4,1 % RES gegen 3 % Sojaextr. + 1,1 % Gerste ausgetauscht.

stieg, ausgedrückt in energetischer Einheit war der Verzehr allerdings in allen Gruppen gleich. Ein negativer Einfluß war weder auf die Gewichtsentwicklung noch auf den notwendigen Energieaufwand feststellbar.

Trotz dieses guten Ergebnisses, das auch durch Versuche anderer Autoren bestätigt wurde, muß aber darauf hingewiesen werden, daß auch dieses RES zu Organveränderungen geführt hat. So waren in unseren Untersuchungen sowohl die Lebergewichte als auch insbesondere die der Schilddrüse wesentlich erhöht, wobei sich eine Beziehung zum steigenden Anteil an RES im Futter ergab. Diese Beobachtung wurde auch in mehreren anderen Untersuchungen gemacht. So haben Rowan und Lawrence (1986) bei Einsatz der Rapsorte Tower ebenfalls über eine signifikante Vergrößerung der Schilddrüse berichtet. Da schon nach relativ kurzer Fütterungszeit derartige Hypertrophien auftreten können, sollte der Mischungsanteil von RES im Ferkelaufzuchtfutter entsprechend niedrig sein. Wir empfehlen 3 % bis 5 %. Speziell für die Aufzucht von Zuchtieren sollte in deren Ferkelfutter auf RES verzichtet werden.

#### Rapsextraktionsschrot in der Sauenfütterung

Zur Beurteilung der Einsatzmöglichkeiten in der Sauenfütterung werden vor allem kanadische und polnische Untersuchungen herangezogen (Manns und Bowland, 1963; Devilat und Skoknic, 1971; Bowland und Hardin, 1973; Flipot und Dufour, 1977; Mroz et al., 1981). In diesen Versuchen wurde sowohl der Anteil an RES mit 7,8 % bis 15,6 % als auch der GSL-Gehalt im Futter variiert. Die Beziehungen zwischen RES-Anteil und den Leistungskriterien Gewichtsentwicklung der Sau, Zahl und Geburtsgewicht der Ferkel sowie deren Entwicklung während der Säugeperiode waren nicht einheitlich. Dagegen kann aus diesen Versuchen eine eindeutige Beeinflussung der Stoffwechselorgane Schilddrüse und Leber durch die aufgenommene Menge an GSL entnommen werden. Außerdem wurden auch Auswirkungen auf die Aktivität einiger Enzyme (GOT und GPT) und das Zeitintervall zwischen Ferkelabsetzen und Wiederbelegung beobachtet. Allgemein kann gefolgert werden, daß mit Reduzierung des GSL-Gehaltes der Anteil an RES in Sauenfutter erhöht werden kann. Für den "00"-Raps sind aber noch Untersuchungen über die langfristige Wirkung des Einsatzes bei Sauen mit 4 bis 5 Würfen notwendig. Daher wurden vorerst auch nur Empfehlungen für geringe Rationsanteile ausgesprochen, wie dies aus der Tabelle 8 zu entnehmen ist.

#### Rapsextraktionsschrot in der Geflügelfütterung

Die Kriterien Energiekonzentration und Futteraufnahme sind neben den schon erwähnten physiologischen Wirkungen sowie der Geruchs- bzw. Geschmacksveränderung bei braunschaligen Eiern die Gründe, die die Verwendung von

Tabelle 8: Empfehlungen für den Einsatz von Rapsextraktionsschrot (%) in der Schweinefütterung

	>30 µ mol GSL	<30 µ mol GSL
Aufzucht	0	(3 - 5)
Mast (A/E)	3 - 5	10 - 20
Mast (Univ.)	5	15 (20)
Trächtigkeit	3 - 5	5
Laktation	(0)	(3)

RES im Geflügelfutter stark limitieren. In der Bundesrepublik Deutschland haben vor allem Vogt et al., (1974 und 1976) die Wirkungen von RES in der Kükenmast und bei Legehennen untersucht. Sie stellten eine eindeutige Beziehung zwischen der Mast- sowie der Legeleistung und dem Gehalt an Goitrin im RES fest.

Aus diesen Ergebnissen wurde für die Praxis abgeleitet, während der Zeit der Umstellung der Rapsorten nur ca. 3 %, maximal 5 % im Legehennenfutter und Junghennen-aufzuchtfutter einzusetzen. Nach allgemeiner Einführung der "00"-Sorten könnte der Anteil auf 10 % bis maximal 15 % erhöht werden. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß auch bei geringen GSL-Gehalten Einwirkungen auf die Stoffwechselorgane, insbesondere die Schilddrüse, vorliegen, wie dies Menzel (1983) sehr gut nachweisen konnte. Daher ist bei einem langfristigen Einsatz, also Aufzucht plus Legeperiode, nach hohen Anteilen RES eine negative Auswirkung auf die Leistung nicht auszuschließen. Dies ist auch der wesentlichste Grund dafür, bei den Empfehlungen für die Praxis von den z. T. guten Ergebnissen aus Fütterungsversuchen, nach denen teilweise höhere Anteile möglich sind, abzuweichen. Die Empfehlungen für das Geflügelfutter sind in der Tabelle 9 zusammengestellt.

Tabelle 9: Empfehlungen zum Einsatz von Rapsextraktionsschrot (%) im Geflügelfutter

	>30 µ mol GSL	<30 µ mol GSL
Aufzucht	3 - 5	10 - 15
Legehennen*	3 - (5)	10 - (15)
Mast (1 + 2)	0 / 3	(5) / 10

\*) Gilt nur für Hennen mit weißschaligen Eiern.

Die zukünftige Entwicklung der Verwertung von Rapsextraktionsschrot läßt sich schwierig prognostizieren, sie wird aber entscheidend beeinflusst durch den Preis, die Qualität hinsichtlich des Glucosinolatgehaltes und eine gute Beratung für einen sinnvollen Einsatz in der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere.

## Zusammenfassung

Rapsextraktionsschrot (RES) ist das am zweithäufigsten eingesetzte pflanzliche Eiweißfuttermittel. Kennzeichnend für seine Rohnährstoffzusammensetzung sind relativ hohe Gehalte an Rohfaser und Asche, die zu einer vergleichsweise geringen Energiekonzentration führen sowie ein Rohproteingehalt, der über dem von Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen liegt. Auch hinsichtlich der Aminosäurezusammensetzung stellt RES ein gutes Eiweißfuttermittel dar.

Der Umfang des Einsatzes von RES in der Tierernährung wird vor allem durch das Vorhandensein von Inhaltsstoffen beeinflusst, die die Futteraufnahme und die Gesundheit der Tiere sowie den Geschmack der tierischen Produkte beeinträchtigen können. Hier spielen vor allem die Glucosinolate (GSL) eine maßgebliche Rolle. Neue Rapssorten mit geringeren Gehalten an Glucosinolaten können die hierdurch hervorgerufenen Probleme zwar deutlich reduzieren, führten aber bisher noch nicht zu einheitlichen Ergebnissen.

Am wenigsten Probleme stellt aufgrund der Vormagenverdauung der Einsatz von RES in der Wiederkäuerernährung dar. Als Höchstmenge für Milchkühe werden für RES mit mehr als  $30 \mu \text{ mol GSL/g}$  1,5 kg und bei geringeren Gehalten 2,5 kg je Tier und Tag angegeben. Für die Mast sind die entsprechenden Höchstwerte 0,5 bzw. 1,0 kg je Tier und Tag.

Der Umfang des RES-Einsatzes in der Fütterung von Geflügel und Schweinen wird durch den Energiegehalt und insbesondere durch die Konzentration an GSL begrenzt. Daher wird in der Übergangsphase bis zum Vorliegen von GSL-Gehalten unter 30 Mikromol/g fettfreier Substanz für die Trächtigkeit und Mast von Schweinen eine Begrenzung auf 5 % RES im Alleinfutter vorgeschlagen und dies ebenfalls für die Aufzucht und Legeperiode bei Hennen mit weißschaligen Eiern. Erst nach völliger Umstellung aller Rapssaaten können die RES-Anteile bei entsprechendem Energieausgleich verdoppelt, teilweise auch verdreifacht werden.

## Rapeseed meal as animal feed

Rapeseed meal (RSM) is - next to soyabean meal - the most applied vegetable protein feed. Its chemical composition is characterized by comparatively high crude fibre and ash contents, which lead to a relatively low energy density, and by a crude protein content even higher than that of field beans, peas or lupins. Concerning the amino acid composition, RSM can also be considered a good protein feed. The proportion of RSM being used in feed mixtures depends mainly on factors limiting feed intake and affecting health condition of the animals and flavour of their products. In this respect, the glucosinolates are of considerable importance. New rape varieties low in glucosinolates may reduce these problems considerably; conformable results, however, are still lacking.

Feeding of RSM gives least problems in ruminants because of the intensive fermentation in the forestomachs. Maximum daily amounts for dairy cows are 1.5 kg RSM containing more than  $30 \mu \text{ mol glucosinolates/g}$  and 2.5 kg RSM containing a lower concentration of glucosinolates.

The extent of feeding RSM to poultry and pigs is limited by the low energy content and - above all - by the concentration of glucosinolates. 5 % RSM in complete diets for

breeding and fattening pigs as well as for growers and laying hens (producing white-shelled eggs) must be considered the upper limit as long as sufficient amounts of RSM with less than  $30 \mu \text{ mol of glucosinolates/g fat-free matter}$  are not available. Only with the exclusive use of low-glucosinolate RSM the proportion of this feedstuff may be doubled or trebled. A higher proportion of RSM, however, presupposes a compensation of the low energy content.

## Literatur

- Ahlin, K.-A.; Emanuelson, M.; Edqvist, L.-E., Larsson, K. und Wiktorsson, H.: Rapeseed products as feed for dairy cows; Preliminary results from a longterm study. - In: Advances in production and utilization of cruciferous crops (ed. Sørensen, H.), Martinus Nijhoff, 1985, S. 222-229.
- Bell, J. M.: Nutrients and toxicants in rapeseed meal: a review. - Journal of Animal Science 58 (1984), S. 996-1010.
- Bowland, J. P. und Hardin, R. T.: Rapeseed meal as a partial replacement for soybean meal in the diets of growing gilts and of sows for up to three reproductive cycles. - Canadian Journal of Animal Science 53 (1973), S. 355-363.
- A. L.: Aminosäure-Tabellen, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Dummerstorf-Rostock, 6. Aufl., 1981.
- DePeters, E. J. und Bath, D. L.: Canola meal versus cottonseed as the protein supplement in dairy diets. - Journal Dairy Science 69 (1986), S. 148-154.
- Devilat, J. und Skoknić, A.: Feeding high levels of rapeseed meal to pregnant gilts. - Canadian Journal of Animal Science 51 (1971), S. 715-719.
- DLG: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 5. Aufl., Frankfurt/Main 1982.
- DLG: DLG-Futterwerttabellen für Schweine, 5. Aufl., Frankfurt/Main 1984.
- Flipot, P. und Dufour, J. J.: Reproductive performance of gilts fed rapeseed meal cv. Tower during gestation and lactation. - Canadian Journal of Animal Science 57 (1977), S. 567-571.
- Gmelin, R.: Glucosinolate (Senfölglycoside). - Präparative Pharmazie 5 (1969), S. 33-41.
- Lindner, J. P.; Hofmann, P. und Propstmeier, G.: Einsatz von Rapsextraktionsschrot in der Milchviehfütterung. - 98. VDLUFA-Kongreß Oldenburg 1986.
- Manns, J. G. und Bowland, J. P.: Solvent-extracted rapeseed oil meal as a protein source for pigs and rats. I. Growth, carcass characteristics and reproduction. - Canadian Journal of Animal Science 43 (1963), S. 252-262.
- McGregor, D. I.: Thiocyanate ion, a hydrolysis product of glucosinolates from rape and mustard seed. - Canadian Journal of Plant Science 58 (1978), S. 795-800.



- Menzel, Elke: Untersuchungen über die schilddrüsenvergrößernde (strumigene) Wirkung rapshaltiger Rationen in Abhängigkeit von der Rapssorte, dem Glucosinolgehalt und Fütterungszusätzen. - Dissertation Universität Kiel, 1983.
- Mróz, Z.; Krasucki, W. und Lipiec, A.: Verwendung von Rapsextraktionsschrot als Eiweißfuttermittel in Rationen für Sauen. - Züchtungskunde 53 (1981), S. 212-220.
- Ottesen, P. Chr.: 512. Beretning fra Statens Hysdyrbrugs forsøg, Tabellen over fodermidlerens indhold. - Kopenhagen 1981.
- Partridge, I. G.; Low, A. G. und Matte, J. J.: Double-low rapeseed meal for pigs: Ileal apparent digestibility of amino acids in diets containing various proportions of rapeseed meal, fish meal and soya-bean meal. - Animal Production 44 (1987), S. 415-420.
- Petersen, J.: Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft, 1986, Stuttgart 1985.
- Petersen, U. und Schulz, E.: Untersuchungen über die Eignung von Ackerbohnen, Süßlupinen und Rapsextraktionsschrot als Eiweißfuttermittel in der Schweinemast. - Landwirtschaftliche Forschung 31 (1978), S. 269-289.
- Röbbelen, G. und Thies, W.: Variation in rapeseed glucosinolates and breeding for improved meal quality. - In: Brassica Crops and Wild Allies. S. Tsunoda, H. Hinata, C. Comez-Campo (Hrsg.) - 1980, S. 285-299. Japan Science Soc. Press., Tokyo.
- Rowan, T. G. und Lawrence, T. L.: Growth and metabolism studies in growing pigs given diets containing a low glucosinolate rapeseed meal. - Journal of Agricultural Science 107 (1986), S. 483-492.
- Rundgren, M.: Low-glucosinolate rapeseed products for pigs - a review. - Animal Feed Science and Technology 9 (1983), S. 239-262.
- Schmidtborn, H. und Spindler, M.: Die Aminosäurezusammensetzung von Futtermitteln, Wolfgang, 1982.
- Schulz, E. und Petersen, U.: Untersuchungen über die Eignung von Ackerbohnen, Süßlupinen und Rapsextraktionsschrot als Eiweißfuttermittel in der Schweinemast. - Landwirtschaftliche Forschung 31 (1978), S. 218-232.
- Stedman, J. A. und Hill, R.: Voluntary food intake in a limited time of lambs and calves given diets containing rapeseed meal from different types and varieties of rape, and rapeseed meal treated to reduce the glucosinolate concentration. - Animal Production 44 (1987), S. 75-82.
- Thies, W.: Glucosinolatgehalt in Handelspartien von 00-Raps. - Fachzeitschrift für Öl- und Eiweißpflanzen 3 (1985), S. 112-114.
- Van Etten, C. H.; Daxenbichler, M. E. und Wolff, I. A.: Natural glucosinolates (thioglucosides) in foods and feeds. - Journal of Agricultural Food Chemistry 17 (1969), S. 483-491.
- Vogt, H. und Stute, K.: Führt eine Senkung des Vinyl-Oxazolidinethion-Gehaltes zu einer Verbesserung des Futterwertes von Rapsextraktionsschrot im Geflügelfutter? - Archiv für Geflügelkunde 4 (1974), S. 127-138.
- Vogt, H. und Torges, H. G.: Rapsextraktionsschrot aus einer erucasäure- und glucosinolatarmen Sommerrapssorte im Legehennenfutter. - Archiv für Geflügelkunde 6 (1976), S. 225-231.
- Witt, M.; Huth, Fr.-W. und Hartmann, W.: Rapsschrot ein wertvolles Futter für Milchvieh. - Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde 14 (1959), S. 129-192.
- Verfasser: Schulz, Edgar, Dr. agr.; Lebzien, Peter, Dr. sc. agr., Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Institutsleiter: Prof. Dr. agr. Hans Joachim Oslage.