



Nebenprodukte aus der Bioenergieproduktion - Bewertung und Einsatzmöglichkeiten -

Dr. Manfred Weber, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, Iden

Mit der Forcierung von Biokraftstoffen ist die Erzeugung von Bioethanol, Rapsöl und Biodiesel weltweit in stetigem Wachstum begriffen. Längerfristige Prognosen besagen, dass bis zum Jahr 2020 in der EU mehr als 20 Mio. t Bioethanol und die gleiche Menge an Biodiesel benötigt werden, um damit fossile Energieträger zu ersetzen. Gleichzeitig fallen bei der Bioethanolherstellung Destillatsbeiprodukte in ähnlicher Größenordnung an. Gleiches gilt für die großen Mengen an Rapsextraktionsschrot und Rapskuchen, deren Produktionsmengen für 2007 in Deutschland auf über 4 Mio. t geschätzt werden. Auch das bei dieser Produktion anfallende Glycerin kann über die Verfütterung an Tiere sinnvoll genutzt werden. Welchen Futterwert diesen Beiprodukten in der Schweinefütterung beigemessen wird und wie sie einzusetzen sind, soll im Folgenden näher betrachtet werden.

Bioethanolschlempe (Weizen/Gerste-Schlempe)

Genau genommen ist Getreideschlempe ein altbekanntes Futtermittel, das in der Rinder- und Schweinefütterung, zumeist flüssig und in unmittelbarer Umgebung der betreffenden Brennereien, eingesetzt wurde. Die Produktionstechnik hat sich jedoch deutlich verändert und lässt ein bezüglich der Inhaltsstoffe verändertes Produkt erwarten.

Die Zusammensetzung der getrockneten Schlempe (Englisch abgekürzt DDGS) ist immer abhängig vom Ausgangsmaterial. Letztlich entsteht ein Produkt, das nur noch wenig Stärke und Zucker enthält, in dem aber die übrigen Bestandteile des Getreides konzentriert werden. Diese sind sicher nicht in jeder erzeugten Charge gleich, können aber in die Rationsberechnung mit den in Tabelle 1 gezeigten Mittelwerten der Rohnährstoffe eingehen (Weizenschlempe).

Tabelle 1: Mittlere Inhaltsstoffe der getrockneten Weizenschlempe

		DLG(1991)	Vorschlag		
Trockenmasse	%	94,4	94		
Inhaltsstoffe je kg Trockenmasse				Verdaulichkeit (%)	Praecaecale Verdaulichkeit (%)
Org. Substanz				68	
Rohasche	g	49	58		
Rohprotein	g	380	370	72	72
Rohfaser	g	83	75		
Rohfett	g	56	67	85	
Stärke	g	18	27		
Zucker	g	24	35		
NFE				71	
Ca	g	2,1	1,3		
P	g	4,2	8,9		
Na	g		8,8		
K	g	-	11,2		
Met+Cys	g	8,3	12,6 (8,8)		67
Lysin	g	8,6	7,7 (5,5)		69
Thr	g	10,9	11,1 (9,1)		82
Trp	g	-	3,5		
ME	MJ	11,26	12,1		

() = praecaecal verdaulich

Vorschlag: Ergebnis im Rahmen eines Mehrländerprojektes

Die darin genannten alten DLG-Werte bedürfen allerdings aufgrund neuer Erkenntnisse und einer Verbesserung des Produktes einer Korrektur, wie im Rahmen eines Mehrländerprojektes vorgeschlagen.

Das Produkt wird in der Regel mit einem Trockenmassegehalt (TM) zwischen 94 und 96 Prozent ausgeliefert und stellt somit an die Lagerung keine besonderen Ansprüche. Der wertgebende Bestandteil der Getreideschlempe ist das Rohprotein. Der mittlere Gehalt von 37 Prozent in der TM lässt eine Einordnung als Eiweißfuttermittel gerechtfertigt erscheinen. Allerdings ist der geringe Gehalt der Aminosäure Lysin in der Rationsberechnung unbedingt zu berücksichtigen. Ebenfalls auffällig ist der produktionsbedingt hohe Gehalt an Natrium.

Verdaulichkeit der Weizenschlempe

Die Gesamtverdaulichkeit der organischen Substanz von Weizenschlempe beträgt, Untersuchungen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und der Universität Rostock zufolge, 68 Prozent. Damit liegt sie deutlich unter den 90 Prozent von Weizen. Hier spiegelt sich der Entzug der Stärke im Laufe des Produktionsprozesses wieder. Gegenüber älteren Angaben konnte aber eine deutlich höhere Verdaulichkeit des Rohproteins (72 Prozent) ermittelt werden.

Insgesamt ergaben die Werte einen Energiegehalt von 12,1 MJ umsetzbarer Energie. Auch hier zeigt sich ein Unterschied von ca. 0,9 MJ gegenüber anderen, älteren Tabellenwerten.

Für das Schwein sind besonders die Verdaulichkeiten der essentiellen Aminosäuren von Bedeutung. Hohe Rohproteingehalte bringen keinen Nutzen, wenn die tatsächlich nutzbaren Aminosäuren nur in geringen Mengen vorliegen. Die nach der ersten Untersuchung vermuteten sehr geringen Verdaulichkeiten für das Lysin, konnten bei der Betrachtung der praecaecalen Verdaulichkeit (tatsächlich aufgenommene Aminosäuren im Dünndarm) etwas relativiert werden. Die Verdaulichkeit von 69 Prozent (Weizen zirka 89 Prozent) lässt gegenüber dem Ausgangsprodukt Weizen einen Behandlungseffekt (Hitze bei Trocknung und Pelletierung) erkennen, dieser wirkte sich aber nicht so stark aus wie erwartet. In Bezug auf die Trockenmasse werden dem Schwein somit etwa 4,8 g Lysin pro kg Schlempe für Körperfunktionen und Wachstum zur Verfügung stehen. Die übrigen praecaecalen Verdaulichkeiten der für das Schwein interessanten Aminosäuren sind ebenfalls der Tabelle 1 zu entnehmen.

In welchen Mengen kann Trockenschlempe beim Schwein eingesetzt werden?

Ferkelaufzucht

Tabelle 2: Versuchsergebnisse Ferkelfütterung

Versuch	Parameter	Weizenschlempe-Anteil, %									
		0		3		5		8		10	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Iden n=260	Körpermassezunahme, g/Tier u. Tag	480 ^a	78	440 ^{bd}	80	448 ^{bc}	84	417 ^d	84	-	-
	Futteraufwand, kg/kg Zunahme	1,57		1,53		1,64		1,66			
	Mortalität, %	1,5		1,5		0		1,5			
Köllitsch n=116	Körpermassezunahme, g/Tier u. Tag	518	79	-	-	-	-	-	-	505	98
	Futteraufwand, kg/kg Zunahme	2,03	0,03							1,99	0,02
	Mortalität, %	0								0	
Jena 1 n=48	Körpermassezunahme, g/Tier u. Tag	445 ^a	81	-	-	408 ^a	58	-	-	346 ^b	64
	Futteraufwand, kg/kg Zunahme	1,29 ^{ab}	0,13			1,27 ^a	0,07			140 ^b	0,08
	Mortalität, %	5,6	13,6			5,6	13,6			0	
Jena 2 n=48	Körpermassezunahme, g/Tier u. Tag	364	54	-	-	353	75	-	-	361	65
	Futteraufwand, kg/kg Zunahme	1,42 ^a	0,07			1,38 ^a	0,15			133 ^b	0,04
	Mortalität, %	0				0				5,6	13,6

^{ab} = statistisch signifikante Unterschiede

Quelle: Weber, Alert, Richter

Insgesamt gesehen ist die getrocknete Getreideschlempe in der Ferkelaufzucht nicht als vorteilhaft anzusehen. Der Einsatz sollte, wenn überhaupt, auf die zweite Aufzuchtphase und dort auf maximal zehn Prozent begrenzt werden. Eine finanzielle Vorzüglichkeit wird diese Einmischung voraussichtlich aber nicht erreichen.

Mastschweinefütterung (s. Tabelle 3)

Für Mastschweine, deren Ansprüche an das Futter sich von jenem der Ferkel deutlich unterscheiden, stellen sich die Ergebnisse anders dar. Diverse Fütterungsversuche zeigen deutlich, dass bei Einsatzmengen bis 15 Prozent Trockenschlempe die Zunahmeleistungen nicht gemindert werden. Bei höheren Mischungsanteilen gehen die Futterraufnahme und damit die Zunahmen teilweise deutlich zurück

Tabelle 3: Versuchsergebnisse Mastschweinefütterung

Versuch	Parameter	ProtiGrain-Anteil, %		
		0	10	15
		LSMEAN	LSMEAN	LSMEAN
5	Masttagszunahme, g/Tier	791	784	787
	Futterraufwand, kg/kg Zunahme	2,75 ^a	2,72 ^a	2,91 ^b
	Nicht ausgewertete Tiere, %	20 ¹⁾	0	2,9
	Magerfleischanteil, %	57,5 ^{ab}	58,3 ^a	56,5 ^b

		0		15		25	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
6	Masttagszunahme, g/Tier	834 ^a	106	827 ^{ab}	82	745 ^{ab}	64
	Futterraufwand, kg/kg Zunahme	2,81	0,4	2,72	0,3	2,93	0,3
	Mortalität, %	0		0		0	
	Magerfleischanteil, %	55,7	2,8	55,2	3,7	55,7	2,6

		0		10		20	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
7	Masttagszunahme, g/Tier	932	104	905	77	939	73
	Futterraufwand, kg/kg Zunahme	3,11	0,28	3,14	0,25	3,05	0,27
	Mortalität, %	6,7	25,8	0		0	
	Magerfleischanteil, %	54,7	2,9	55,0	2,4	54,7	2,9
	Trockensubstanz des Kotes, %, n = 7	24,6	1,6	25,9	2,0	25,4	1,6

unterschiedliche Hochbuchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede

¹⁾ Schwanzbeißer

Quelle: Hagemann, Alert, Richter

Sauenfütterung

Leider stehen noch keine Versuche zum Einsatz in der Sauenhaltung zur Verfügung. Hier könnte man über einen Einsatz in der tragenden Phase (ca. 10 %) nachdenken, zumal der Rohfasergehalt bei 7,5 Prozent liegt. Auch hier ist, wie bei der Weizenkleie, auf Mykotoxine zu achten, da diese durch den Produktionsprozess nachweislich nicht abgebaut werden und sich gegenüber dem Ausgangsprodukt noch weiter anreichern können.

Bei der Einbindung in Schweinerationen ist auch die schlechtere Verdaulichkeit des Eiweißes (Stickstoff) bei der Nährstoffbilanzierung zu berücksichtigen. Eine, durch die geringe Verdaulichkeit der essentiellen Aminosäuren hervorgerufene, notwendige Ergänzung von freien Aminosäuren, wird in den meisten Rationen durchgeführt werden müssen.

Es ist anzunehmen, dass getrocknete Weizenschlempe, wie in den USA (Maisschlempe), in erster Linie in der Rinderhaltung und nur in geringen Anteilen (USA zirka zehn Prozent) bei Schweinen eingesetzt werden wird. Entscheidend für den Einsatz beim Schwein werden auch in Zukunft die preislichen Relationen zu den übrigen Eiweißfuttermitteln sein.

Rapsextraktionsschrot

Problemfeld Nr. 1 dieses Futtermittels in der Schweinefütterung war in der Vergangenheit immer der Anteil von antinutritiven (futteraufnahmehemmenden) Stoffen wie Glucosinolate und Erucasäure. Letzterer spielt heute keine Rolle mehr. Aber auch die Glucosinolate sind in den neueren Rapssorten nur noch in geringen Spuren enthalten. So zeigen Untersuchungen aus Hessen, dass im Schnitt der RES-Proben nur 8,1 mmol/kg gefunden wurden. In einer deutschlandweiten Untersuchung der UFOP, die in den Jahren 2001 bis 2003 durchgeführt wurde, lagen die Mittelwerte zwischen 5 und 10 mmol. Das aktuelle Monitoring der Fütterungsreferenten der Länder bestätigen die oben genannten Zahlen (2005 = 8,1, 2006 = 7,7) Problematischer erwiesen sich Rapsextraktionsschrote aus dem Ausland. Hier lagen die Mittelwerte deutlich höher und die Extremwerte sogar bei 33 mmol. Es lässt sich daraus schließen, dass inländische Ware hinsichtlich der Glucosinolate wenig bedenklich ist.

Der Futterwert des RES in der Schweineernährung unterscheidet sich zum Hauptkonkurrenzprodukt Sojaextraktionsschrot in wesentlichen Inhaltsstoffen. So beträgt der Energiegehalt von Sojaextraktionsschrot in etwa 13 MJ/ME, der des RES nur knappe 10 MJ/ME. Ebenso groß sind die Unterschiede im Rohfasergehalt. Während Sojaextraktionsschrot ca. 60g/kg aufweist, sind es beim RES gut 115 g/kg. Betrachtet man den Proteingehalt, lassen sich auch hier Unterschiede erkennen. Durchschnittliche 45% im Sojaschrot stehen nur ca. 35% im RES gegenüber. Hinsichtlich der Proteinqualität ist zu bemerken, dass besonders der absolute Wert für die Leitaminosäure Lysin im RES deutlich tiefer liegt als im Sojaschrot. Bezogen auf den Proteingehalt sind beide Proteinfutter allerdings wieder gleich zu bewerten. Da aber auch die Verdaulichkeit des Lysin im RES geringer ist, resultiert letztendlich eine deutlich geringere Menge an verdaulichem Lysin. Diese können aber bei der Rationsplanung leicht durch den Einsatz von anderen Eiweißfuttermitteln oder freien Aminosäuren ausgeglichen werden. Für die schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystin dreht sich die Situation allerdings um. Hier sind im RES höhere Werte zu finden.

Hervorzuheben sind ebenfalls die relativ hohen Phosphorwerte des RES. Diese liegen bei 11,6 g/kg. Allerdings liegt der größte Teil als gebundener Phosphor (Phytat) vor, der vom Tier nicht verdaut werden kann. Hinzu kommt noch eine wahrscheinliche Deaktivierung des pflanzeigenen Enzyms Phytase, das den Phosphor abspalten und damit verdaulich machen kann, durch den Trocknungsvorgang des RES. Um den Phosphor nutzbar zu machen und eine übergroße Ausscheidung zu vermeiden, wird der Einsatz von synthetischer Phytase im Futter empfohlen.

Nun stellt sich die Frage, in welchen maximalen Anteilen RES in der Schweinemastration eingesetzt werden kann. Dazu wurde im Jahr 1994 im Tierzuchtzentrum Neu-Ulrichstein ein entsprechender Versuch durchgeführt. Es zeigte sich dort, dass bei RES-Anteilen von 15% keine negativen Auswirkungen auf die Mastleistungen zu erkennen waren. In den Parametern Magerfleischanteil und Futteraufwand konnten sogar bessere Ergebnisse erzielt werden.

An der LLFG in Iden wurde daraufhin ein neuer Versuch mit noch höheren RES-Anteilen konzipiert. In die Untersuchung wurden 120 Mastschweine einbezogen. Es handelte sich dabei um Kreuzungsherkünfte (Pi x (DE_xDL)). Die Tiere wurden in drei Varianten unterteilt und parallel in zwei identischen Stallabteilen gemästet (jeweils eine Bucht pro Variante). Im Rahmen des Versuches wurde eine dreiphasige Fütterung durchgeführt. Bis ca. 40 kg erhielten alle Schweine ein identisches Ferkelaufzucht-/Vormastfutter. Anschließend unterschieden sich die Futtermittel in ihrem prozentualen Gehalt an Rapsextraktionsschrot (0/0; 10/15; 15/20). Die Glucosinolatgehalte des eingesetzten Rapsextraktionsschrotes lagen bei 9 mmol/kg, so dass sich je nach Einmischmenge Gesamtglucosinolatmengen von 0 bis 1,8 mmol/kg ergaben.

Die Einstallgewichte der drei Gruppen sind vergleichbar und nicht signifikant unterschiedlich. Die Ausstallgewichte liegen im marktüblichen Bereich. In den Zunahmeleistungen unterscheiden sich die drei Gruppen (Tabelle 4) nicht signifikant. Insgesamt kann daraus

geschlossen werden, dass sich die Zulagen an Rapsextraktionsschrot bis zu einer Höhe von 20% im Endmastfutter nur in geringem Maße auf die Zunahmeentwicklung auswirken. Die Futteraufnahmemenge dagegen scheint durch die Rapszulage leicht beeinflusst zu werden. Mit einer Aufnahme von 2,57 kg erreichen die Tiere der Kontrollgruppe deutlich höhere Werte als die der VG 2 mit 2,41 kg pro Tag. Diese etwas geringeren Mengen an Futter werden aber von den Tieren der höherprozentigen Rapsgruppen besser verwertet, was die Verbesserung im Futteraufwand um 0,1 zeigt.

Korrespondierend zu den höheren Mastendgewichten, ist in der Kontrollgruppe auch das Schlachtgewicht gegenüber den übrigen Versuchsgruppen signifikant erhöht. Beim Magerfleischanteil liegt jedoch die Versuchsgruppe 2 mit über 56% am höchsten. Grundlage dafür ist ein kontinuierliches Wachstum auf mittlerem Niveau. Die extrem hohen Zunahmen der Kontrollgruppe in der Anfangsmast überschreiten möglicherweise schon das Fleischansatzvermögen der mittelfleischigen Mastschweine und führen schon hier zum vermehrten Ansatz von Fett.

Durch die Einmischung von Rapsextraktionsschrot und das Verdrängen von Sojaextraktionsschrot wurden die Mischungen finanziell günstiger. Die Futterkosten erreichten in der Kontrollgruppe 15,44 €/dt, in der V1 14,78 € und 14,51 € in der V2. Durch eine gleichzeitig günstigere Futtermittelverwertung wurden in der V 1 3,17 € und in der V 2 4,02 € pro Schwein an Futterkosten eingespart. Rechnet man die Differenzen in den Zunahmen, den Magerfleischanteilen und den Schlachtmassen hinzu, konnten die Schweine der Versuchsgruppe 2 um ca. 2,70 € günstiger produziert werden als die der Kontrollgruppe.

Tabelle 4: Daten der biologischen Leistungen

	Kontrolle		VG 1		VG2	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Einstallgewicht (kg)	30,9	3,7	30,9	3,7	30,8	4,4
Ausstallgewicht (kg)	118,0	6,5	116,8	4,6	116,8	4,4
Zunahmen ges. (g/d)	850	103	832	91	825	91
Futteraufnahme (kg/Tag)	2,57		2,42		2,41	
Futteraufwand (kg/kg)	3,06		2,94		2,96	
Schlachtgewicht (kg)	92,6 ^a	4,4	90,6 ^b	4,1	90,5 ^b	3,1
Magerfleischanteil (%)	55,2	3,4	55,1	3,4	56,1	3,8

Aber nicht nur unter optimalen Bedingungen, sondern auch in Praxisbetrieben bewährt sich das Rapsextraktionsschrot. In zwei vor kurzem veröffentlichten Studien der UFOP, die vom Landesbetrieb Hessen, der LWK Nordrhein-Westfalen und der LLFG Iden als Gemeinschaftsprojekt in 7 bzw. 5 Praxisbetrieben durchgeführt wurden, machen dies besonders deutlich. Im ersten Versuch betrug der Rapsanteil im Futter 5% in der Vormast und 10% in der Endmast. In der zweiten Studie wurde dieser auf 10 bzw. 15 % gesteigert. Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass Rapsextraktionsschrot in diesen Mengen keine negativen Auswirkungen auf die Mastschweine hat und ökonomisch sicherlich sinnvoll einsetzbar ist.

Als Fazit lässt sich heute sagen, dass RES aus modernen Rapsorten in Mastschweinemischungen auch in nicht unerheblichen Mengen gewinnbringend eingesetzt werden kann. Dabei sind die Empfehlungen, dass in der Gesamtration nicht mehr als 2 mmol/kg an Glucosinolaten vorhanden sind, einzuhalten. Bei inländischer Ware ist dies mit hoher Sicherheit bis zu einem RES-Anteil von 20% möglich. Die weitere Preisentwicklung für Sojaextraktionsschrot bzw. Rapsextraktionsschrot wird zeigen, ob sich diese auch wirtschaftlich begründen lässt.

Rapskuchen

Die wertgebenden Inhaltsstoffe des Rapskuchen sind Rohprotein und Rohfett. Durch die unterschiedliche Presstechnik unterliegt der Rapskuchen jedoch zum Teil großen Schwankungen bezüglich dieser Inhaltsstoffe (warmgepresst besser als kaltgepresst, trockener Raps besser als feuchter Raps). Entscheidend ist der Auspressgrad hinsichtlich Rohfett. Je mehr Fett noch im Kuchen verbleibt, umso höher ist der Energiegehalt und umso niedriger der Eiweißgehalt. Durchschnittlich, so zeigt es das aktuelle Rapsmonitoring, das durch die Fütterungsreferenten der Länder im Auftrag der UFOP durchgeführt wird, liegt der Restfettgehalt bei ca. 14 %. Daraus resultiert ein Energiegehalt von 13,2 MJME. Die Schwankungsbreite beim Fettgehalt ist jedoch sehr hoch und reicht von 8% bis hin zu 20%. Damit schwanken auch die Energiegehalte stark. Als Faustzahl kann man sagen, dass ca. 5% mehr Fett den Energiegehalt um 1 MJME steigert. Daher ist beim Zukauf von Rapskuchen unbedingt eine Angabe zu den Inhaltsstoffen Rohfett, Rohprotein und Rohfaser, wie es auch gesetzlich vorgeschrieben ist, zu verlangen. Erst dann kann der Rapskuchen zielgerichtet in die Ration eingebaut werden.

Hinsichtlich der Proteinqualität unterscheidet sich der Rapskuchen deutlich vom Sojaschrot. Während für die Aminosäuren Lysin und Threonin im Rapskuchen deutlich weniger zu finden ist, liegen für die schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystin höhere Werte vor. Bezieht man auch die Verdaulichkeiten ein (angenommen werden ähnliche Verdaulichkeiten wie im Rapsextraktionsschrot, da für den Kuchen noch keine gesicherten Werte vorliegen), wird der Abstand für die erstgenannten Aminosäuren noch ein wenig größer, da diese aus dem Sojaextraktionsschrot besser verdaulich sind. Ein Ausgleich dieser Mängel kann über die Einbeziehung von Sojaextraktionsschrot und kristallinen Aminosäuren im Mineralfutter in der Gesamtration stattfinden.

Ein weiteres vermeintliches Problem beim Einsatz des Rapskuchen stellen die hohen Fettgehalte an sich dar. Hiermit werden immer gleich Mängel in der Fettkonsistenz des Mastschweines verknüpft. Dazu muss aber gesagt werden, dass Rapsöl eine grundsätzlich andere Fettsäurezusammensetzung wie Sojaöl aufweist. Nur etwa 30% der Fettsäuren sind mehrfach ungesättigt (Linol- und Linolensäure). Sojaöl weist doppelt so viele Polyensäuren auf. In Versuchen hat sich gezeigt, dass 18-20 g dieser Polyensäuren noch keine negativen Auswirkungen auf die Fettkonsistenz befürchten lassen. Diese werden bei normalen Getreidemischungen und 10-15% Rapskuchen nicht erreicht. Nur bei Mischungen mit hohen Maisanteilen sollte man mit dem Rapskuchen nicht deutlich über 7-8% hinausgehen, da Mais höhere Polyensäureanteile als die übrigen Getreide beinhaltet.

Der eigentliche Grund für die starke Zurückhaltung in der Rapskuchenverfütterung ist aber ein befürchteter Rückgang in der Futteraufnahme, bedingt durch negative Beeinflussung des Geschmacks durch die Bitterstoffe der Glucosinolate. Diese sind trotz des Anbaus von 00-Sorten tatsächlich noch in Spuren zu finden. Gegenüber dem Rapsextraktionsschrot, bei dem ein Großteil der Glucosinolate während des Toastungsprozesses abgebaut werden, verbleiben sie beim Abpressen des Öls im Rapskuchen. Die Zahlen des neuesten Rapskuchenmonitorings der UFOP zeigen aber deutlich zurückgehende Glucosinolatreste in den letzten Jahren. Im Jahr 2006 wiesen die Rapskuchenproben im Schnitt nur 15,6 mmol Glucosinolat pro kg auf (Extremwert 21). Setzt man einen maximalen Glucosinolatwert von maximal 1,5 – 2 mmol/kg für die Gesamtration an, können durchaus bis zu 10% Rapskuchen ohne Einbußen bei den biologischen Leistungen eingesetzt werden.

Mit den folgend dargestellten Versuchsergebnissen sollen diese Empfehlungen untermauert werden.

In dem kürzlich, anlässlich der Schweinefütterungstagung der Universität Halle vorgestellten Versuch der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, wurden neben einer Kontrollgruppe ohne Rapskuchen in der Versuchsgruppe sowohl in der Vor- als auch in der Endmast 10% Rapskuchen verfüttert. Es konnte kein Unterschied in den entscheidenden biologischen Parametern festgestellt werden. Die Tageszunahmen in beiden Gruppen waren mit über 850 g auf einem hohen Niveau. Hinsichtlich der Glucosinolatgehalte von 1,6 mmol/kg in den Versuchsmischungen wird die oben gemachte Aussage bestätigt. Auch die Polyensäure-

gehalte überschritten in der Rapskuchengruppe die angestrebten Werte nicht und nahmen somit auch keinen Einfluss auf die Fettqualität.

Ähnliche Ergebnisse konnten wir in einem eigenen Versuch an Mastschweinen ermitteln. Die Rationen, die 0/0; 5/7,5; 7,5/12,5% Rapskuchen enthielten und um eine Gruppe mit 7,5/12,5 % hydrothermisch behandeltem Rapskuchen ergänzt wurden, sind als mehliges Fertigfutter zur Verfügung gestellt worden. Im Stall wurden sie den Tieren als Flüssigfutter vorgelegt (Schauer-Spotmix-Fütterung).

Die Glucosinolatgehalte in den Rapskuchen lagen für den unbehandelten bei 20,4 mmol/kg und den behandelten bei 10,5 mmol/kg. Ein klarer Behandlungseffekt ist also zu sehen.

Ergebnisse

	Kontrolle n = 38		VG 1 n = 38		VG 2 n = 36		VG 3 n = 38	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Einstallgewicht (kg)	30,2	6,23	30,8	4,6	31,0	4,5	30,7	4,7
Ausstallgewicht (kg)	115,8	3,8	115,5	3,2	114,9	3,4	116,1	4,3
Zunahmen Gesamtmast (g/d)	893	91	869	95	853	88	876	102
Futtermittelaufnahme (kg/Tag)	2,50		2,42		2,30		2,32	
Futtermittelaufwand (kg/kg)	2,83		2,81		2,73		2,68	
Magerfleischanteil (%)	55,5	3,4	55,8	3,8	55,1	3,4	55,9	3,8

In den Zunahmeleistungen sind zwischen der Kontrollgruppe und den Versuchsgruppen nur tendenzielle Unterschiede zu erkennen. Die niedrigsten Zunahmeleistungen zeigte die Gruppe mit dem höchsten unbehandelten Rapskuchenanteil ($p > 0,06$). Die Gruppe mit gleichem Rapskuchenanteil, aber behandelte Ware, zeigt dagegen 22 g höhere Tageszunahmen als die Versuchsgruppe 2 und etwas höhere als Versuchsgruppe 1. Die Erklärung dafür ist möglicherweise in der druckhydrothermischen Behandlung zu suchen.

Korrespondierend zu den Ausstallgewichten verhalten sich die Schlachtgewichte. Sie liegen eng beieinander und lassen somit keinen Einfluss auf den Magerfleischanteil vermuten. Auch der Magerfleischanteil ist in den vier Gruppen vergleichbar und nicht signifikant unterschieden. Tendenziell ergibt sich der höchste Magerfleischanteil in der Gruppe mit behandeltem Rapskuchen. In der VG2 werden die geringsten Werte erzielt.

Die Verfütterung des Rapskuchen hatte Auswirkungen auf die Schilddrüse, wobei alle Werte in physiologischen Größenordnungen blieben. Diese Werte und die Effekte auf die Fettsäureverteilung im Rückenspeck können der Originalarbeit entnommen werden.

Glycerin

Zentraler Verfahrensschritt bei der Biodieselproduktion ist die Umesterung der Fettsäuren. Dabei werden die Fettsäuren des Rapsöls vom Glycerinmolekül getrennt und an Methanol gebunden. Neben dem Biodiesel (Rapsmethylester) entstehen somit auch Glycerin und je nach Produktionsverfahren Natrium- bzw. Kaliumverbindungen, die als Katalysatoren der Reaktion eingesetzt werden. Überschüssiges Methanol wird durch Verdampfung zurück gewonnen und findet sich somit in der Regel nicht im Produktionsrest. Somit ist Glycerin chemisch gesehen ein Dreifachalkohol und nicht, wie immer wieder berichtet, ein Öl. Dieses bereitet vor allem bei der Energiebestimmung von Mischfütterungsmitteln einige Probleme. Für die Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz der Biodieselherstellung entscheidend ist die Verwertung dieser Nebenprodukte. Denkbar und seit Jahren durchgeführt ist die Verwertung in Biogasanlagen und für uns Tierhalter interessant die Verfütterung an Nutztiere.

Die deutsche Positivliste, in der die in Deutschland einsetzbaren Einzelfuttermittel beschrieben sind, beinhaltet zwei Varianten des Glycerins. Zum ersten das Reinglycerin, das aus mindestens 99 % Glycerin bestehen muss und das Rohglycerin, das neben mindestens 80 % Glycerin auch noch Wasser, Rohasche und andere Reste (freie Fettsäuren oder sonstige organische Verbindungen.) enthalten kann. Deutlich wird in der neusten Version auf den möglicherweise sehr hohen Anteil an Natrium oder Kalium hingewiesen. Sollte dieser 1% übersteigen, muss auf eine ausreichende Wasserversorgung der Schweine geachtet werden, da ansonsten, wie schon vorgekommen, eine Natriumvergiftung eintreten kann.

Gerade beim Rohglycerin ist es wichtig, einen verlässlichen Verkäufer zu haben, da erste Ergebnisse aus einem momentan laufenden, deutschlandweiten Monitoring gezeigt haben, dass es große Qualitätsunterschiede bei den untersuchten Rohglycerinproben gegeben hat. Daher ist der Einsatz von Rohglycerin in der Fütterung sicherlich mit weniger Risiken behaftet, wirtschaftlich, wie gleich noch zu zeigen ist, allerdings häufig ungünstiger. Problematisch ist im Moment noch die Analyse der Glycerinanteile im Rohglycerin. Da es zwei etablierte Methoden zur mengenmäßigen Analyse (Gaschromatographisch und Titrationsbestimmung) gibt, diese aber im Ergebnis um z.T. mehr als 10% auseinander liegen, ist es notwendig sich zur Ergebnisübermittlung auf eine Methode festzulegen. Diese Empfehlung ist auch an die DLG-Normenkommission ergangen, die einen entsprechenden Vorschlag in die Positivliste einarbeiten sollte.

Die Grundlagen zur Erfassung des Futterwertes von Glycerin beim Schwein sind sicherlich noch nicht abgeschlossen, es zeigt sich aber durch Untersuchungen aus Berlin, dass der Energiegehalt abhängig ist von der Einsatzmenge in der Ration. Die an Mastschweinen durchgeführten Untersuchungen zeigten einen Rückgang des Energiegehaltes ab einem Einsatz von mehr als 5%. Entscheidend dafür ist die unzureichende Filtrierung des Glycerins in der Niere bei hohen Gehalten im Blut. Hierzu kommt es immer relativ schnell nach der Nahrungsaufnahme, da Glycerin schnell und fast vollständig verdaut wird. Ein Teil des Glycerin wird dann mit dem Harn ausgeschieden und steht dem Tier nicht mehr zur Umsetzung zur Verfügung. Die Untersuchungen ergaben bei einem Einsatz von 5% einen Energiegehalt von 17,5 MJME für Reinglycerin. Bei 10%iger Zulage betrug der Energiegehalt nur noch 14,4 MJ und bei 15% nur noch 10,6 MJ. Adaptiert man das Ergebnis 5% auf Rohglycerin (80% Glycerinanteil) ergibt sich hier eine Energieausstattung von 14 MJME/kg. Dies entspricht in etwa dem Energiegehalt von Weizen. Somit können wir sowohl das Rein- wie auch das Rohglycerin als Energiefuttermittel einordnen.

Neben der enthaltenen Energie spielt vor allem beim Rohglycerin auch der hohe Gehalt an NaCl (z.T. 5% und mehr) eine Rolle. Hierauf sollten die verwendeten Mineralfuttermittel abgestimmt werden, bzw. eine optimale Trinkwasserversorgung gewährleistet werden. Aus Untersuchungen ist bekannt, dass der Wasserkonsum durch den Einsatz von Rohglycerin um bis zu 40% ansteigen kann. Der Einsatz von 2-3% Rohglycerin im Mehlfutter führte bei unseren Untersuchungen zu einer deutlichen Staubbildung, gehen die Anteile allerdings über 4-5 % hinaus, kann es zu Verklumpungen und Verstopfungen von Silos kommen. Daher ist für größere Anteile eine Pelletierung vorteilhaft. Durch den leicht süßlichen Geschmack des Glycerins, wird immer wieder eine höhere Futteraufnahme beschrieben. Vor allem bei Ferkeln und säugenden Sauen ist dieser Aspekt leistungsentscheidend. Bei der Verwendung von Rohglycerin ist vor dem Einsatz eine Geschmacksprobe durchzuführen. Je nach Glycerin- und Reststoffanteil kann es auch zu bitteren Geschmacksrichtungen kommen, die den Futterverzehr eher negativ beeinflussen. Bitteres Glycerin sollte man nicht an Tiere verfüttern, sondern zurückgeben.

Welche Leistungen können durch den Einsatz von Glycerin und Rohglycerin erzielt werden? Dazu gab es in der Vergangenheit hauptsächlich Untersuchungen mit Reinglycerin. Hier konnte an der Humboldt-Universität in Berlin gezeigt werden, dass bei Einsatzmengen von 5 und 10% die Futteraufnahme und auch die Zunahmen bei Mastschweinen gesteigert werden konnten, wobei die Zunahmewerte auf einem relativ niedrigem Niveau lagen. Da momentan

vor allem Rohglycerin angeboten wird, führten die Landwirtschaftskammer Niedersachsen und wir in Iden in den letzten Monaten Versuche mit diesem Futtermittel an Mastschweinen und Ferkeln durch.

Mastschweineversuche:

a. LWK Niedersachsen

104 Mastschweine wurden in der Leistungsprüfungsstation Rohrsen in zwei Gruppen eingeteilt. Eine Gruppe erhielt ein Fertigfutter ohne Glycerin. Das Futter der Tiere der Versuchsgruppe enthielt 4% Rohglycerin. Die Ergebnisse sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Es wird deutlich, dass die Tageszunahmen nur leicht (nicht signifikant) erhöht wurden. Dies aber nicht in Folge einer erhöhten Futteraufnahme, sondern einer leicht verbesserten Futtermittelverwertung. Aber auch diese Ergebnisse konnten statistisch nicht abgesichert werden. Auf Grund einer zum Versuchszeitraum sehr günstigen Preisrelation zwischen Getreide und Rohglycerin konnte der Versuch mit einem finanziellen Vorteil von 1,26 € für die mit Rohglycerin gefütterten Tiere abgeschlossen werden.

Tabelle 1: Leistungen im Versuch der LWK-Niedersachsen

	Kontrolle	Glyceringruppe
Tageszunahmen (g)	966	987
Futteraufnahme je Tier und Tag (kg)	2,47	2,48
Futtermittelverbrauch je kg Zuwachs (kg)	2,56	2,51
Schlachtkörpergewicht (kg)	92,4	92,4
Indexpunkte	0,99	1,00

Quelle: Mayer, Schön, Brade (www.lwk-niedersachsen.de)

Erste Ergebnisse unseres Mastschweineversuches deuten ähnliche Ergebnisse an. Auch hier konnte keine Erhöhung der Futteraufnahme erzielt werden.

b. LLFG Iden

In Iden wurden 160 Tiere aufgestellt und in vier Gruppen eingeteilt, wobei die Tiere der Kontrollgruppe eine Ration ohne Rohglycerin erhielten. Im Futter der drei Versuchsgruppen waren jeweils 3,5 oder 7 % Rohglycerin enthalten. Das Futter wurde pelletiert vorgelegt. Auch in unserem Versuch konnten keine Unterschiede in den Tageszunahmen durch eine Glycerinzulage erzielt werden. Auch die übrigen Parameter zeigten keine signifikanten Unterschiede. Bei einem Preis von ca. 30 € je dt Rohglycerin konnten auch keine wirtschaftlichen Vorteile für die Glyceringruppen ermittelt werden.

Tabelle 2: Biologische Leistungen im Mastschweineversuch Iden

	Kontrolle 0%	3%	5%	7%
Tageszunahmen (g)	889	886	875	870
Futteraufnahme je Tier und Tag (kg)	2,58	2,46	2,47	2,43
Futtermittelverbrauch je kg Zuwachs (kg)	2,93	2,81	2,85	2,84
Magerfleischanteil (%)	54,5	53,8	53,9	54,3

Ferkelversuch:

Im Ferkelversuch der LLFG Iden dagegen erreichten beide Versuchsgruppen (2 bzw. 4% Rohglycerin) höhere Futteraufnahmen von ca. 70 g pro Tag. Aber nur in der Gruppe mit 2% konnten diese auch in Mehrzunahmen umgesetzt werden. Die erreichten 38 g konnten statistisch abgesichert werden (Tabelle 2). In der Gruppe mit höherem Rohglycerinanteil führte eine deutlich schlechtere Verwertung des Futters nicht zu Mehrzunahmen. Betrachtet man als Parameter für das Krankheitsgeschehen die Durchfallhäufigkeit (Einzeltierbehandlungen gegen Durchfälle), zeigten die beiden Glyceringruppen mit nur 21 bzw. 23 % der gegen Durchfall behandelten Tieren deutlich bessere Werte als die Kontrollgruppe mit 39%. Für die ökonomische Betrachtung der Ergebnisse wurde die Differenz aus Mehrerlös und

höheren Futterkosten herangezogen. Beide Glyceringruppen zeigten höhere Futterkosten (teureres Futter, höhere Aufnahme) in Höhe von 0,88 € pro Ferkel. Demgegenüber stehen höhere Erlöse von 1,27 € in der Versuchsgruppe 1 (1,7 kg höheres Verkaufsgewicht x 0,75 €). Somit insgesamt ein höherer Überschuss von 0,39 €. In der Versuchsgruppe 2 konnten nur 0,08 € mehr Erlöst werden. Hier konnte kein finanzieller Mehrertrag erzielt werden.

Tabelle 2: Ergebnisse des Ferkelfütterungsversuchs

	Kontrolle	2% Rohglycerin	4% Rohglycerin
Absetzgewicht (kg)	9,0	8,9	9,0
Endgewicht (kg)	27,3	29,0	27,4
Tageszunahmen (g)	424	462	428
Futteraufnahme (g/Tag/Tier)	751	826	818
Futteraufwand je kg Zuwachs (kg)	1,77	1,79	1,91
Durchfallbehandlungen (%)	39	23	21

Praxisversuche im Bereich säugender Sauen laufen zur Zeit in Hessen, erste Ergebnisse lassen noch keinen gerichteten Trend erkennen.

Preiswürdigkeit:

Da sowohl Glycerin wie auch Rohglycerin reine Energiefuttermittel darstellen, leitet sich deren Preiswürdigkeit vom Weizenpreis ab. Werden keine eindeutigen Mehrleistungen durch den Einsatz der beiden Glycerinfuttermittel erwartet (z.B. in der Mastschweinehaltung), darf das Rohglycerin aus Energiesicht nicht mehr kosten als der energetisch vergleichbare Weizen. Hierbei sind aber auch die zusätzlichen Inhaltsstoffe des Weizens zu berücksichtigen, so dass der Preis des Rohglycerins unter dem des Weizens liegen sollte. Reinglycerin liefert etwa 20% mehr Energie als Weizen und darf daher geringfügig teurer sein als Weizen. Beide Voraussetzungen sind bei der momentanen Preissituation (Weizen 22 €, Rohglycerin 30-35 €, Reinglycerin 45 €) nicht gegeben. Im Bereich der Ferkelfütterung sind Futteraufnahmeeffekte zu erwarten, so dass sich ein höherer Preis (bis 50%) gegenüber dem Weizen in unserem Versuch gerechnet hat.

Resümierend sei festgestellt, dass Glycerinfuttermittel sehr wohl in der Schweinefütterung eingesetzt werden können, zu beachten ist in diesem Fall aber immer die Preisrelation zum Weizen.

Auszug aus der anschließenden Diskussion mit dem Autor:

Frage 1: Haben Sie Erfahrungen mit Glycerin in der Sauenfütterung?

Antwort: Wir selber nicht, aber in Hessen wurden Untersuchungen durchgeführt. Dort gab es keine großen Auswirkungen. Es wurden 3 Betriebe ausgewertet. In einem Betrieb wurde die Futterraufnahme erhöht, in den anderen beiden nicht.

Frage 2: Was können Sie zu Ernährungsschäden durch Glycerin schlechter Qualität sagen?

Antwort: Mir sind keine Ernährungsschäden durch Glycerin bekannt. Wenn der Glyceringehalt des Rohglycerins nicht 80 % beträgt, dann ist der fehlende Teil meist Wasser. Dadurch ist im wesentlichen der Energiegehalt betroffen. Wegen hoher Natrium- und Kaliumgehalte im Glycerin ist die Wasserversorgung sicher zu stellen.

Frage 3: Haben Sie eine Kalkulation der Stickstoffeffizienz der Rapsprodukte gemacht?

Antwort: Wir haben keine Kalkulation gemacht, aber wir können von einem etwas höheren N-Gehalt als bei Sojaschrotfütterung in der Gülle ausgehen.

Frage 4: F: Wie hoch dürfen die Rapsextraktionsschrotgehalte in der Ration in Bezug auf die Darmgesundheit der Tiere sein?

Antwort: Bei den von uns eingesetzten Gehalten gab es keine Probleme mit der Darmgesundheit. Wir haben keine Unterschiede im Darmbereich zwischen den Versuchsgruppen festgestellt.

Frage 5: Was können Sie zu den für den Verbraucher wichtigen Parametern Fleischqualität und Fettsäurezusammensetzung bei Einsatz von Rapsprodukten sagen?

Antwort: In den meisten Untersuchungen konnten keine bzw. zu vernachlässigende Unterschiede in der Fettsäurezusammensetzung festgestellt werden. In unseren Versuchen konnten wir beobachten, dass das Verhältnis omega-3 zu omega-6 zugunsten omega-3 verschoben wurde. Dies ist aus Sicht der menschlichen Ernährungsphysiologie positiv zu bewerten.

Frage 6: Wieviel Schlempe kann man im Sauenfutter einsetzen?

Antwort: Bei tragenden Sauen kann man 5-10 % einsetzen. Bei den säugenden Sauen muss man auf die Energie achten, die ja durch den Schlempeeinsatz zurückgedrängt wird.

Frage 7: Wenn mykotoxinbelastetes Getreide eingesetzt wird, findet man die Mykotoxine in der Schlempe wieder?

Antwort: Die Pilzgifte werden in der Schlempe noch gefunden, sie werden beim Fermentationsprozess nicht zerstört.

Frage 8: Kann es sein, dass man durch die Polyensäuren im Rapskuchen Probleme mit dem Speck bekommt?

Antwort: Bei den eingesetzten Mengen lagen wir immer noch unterhalb des Grenzwertes. Es gab keine Probleme mit der Speckqualität. Allerdings basierten unsere Rationen auf Getreide. Probleme könnte es geben, wenn hohe Maisgehalte in den Rationen eingesetzt werden.

Literatur

BARTELT, J., A. JADAMUS und D. SCHNEIDER 2000: Ernährungsphysiologische und energetische Aspekte von Glycerol in Futtermischungen für Schweine. Proceedings 6. Tagung der Schweine- und Geflügelernährung der Universität Halle-Wittenberg, Halle 21-23.11.2000

HACKL, W., A. PRIEPKE und U. HENNING 2007: Bestimmung der praecaecalen Protein- und Aminosäurenverdaulichkeit von getrockneter Weizenschlempe. Proceedings DLG Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, S. 171-174

RICHTER, G., H.-J. ALERT, W. HACKL, L. HAGEMANN, M. WEBER und C. CHUDASKE, 2007: Fütterungsversuche zum Einsatz von Trockenschlempe aus der Bioethanolherstellung bei Ferkeln und Mastschweinen. Tierärztliche Umschau, 2/2007, S. 93-97

SCHÖNE, F., F. TISCHENDORF, U. KIRCHHEIM, W. REICHARD, und J. BARGHOLZ 2002: Effects of high fat rapeseed press cake on growth, carcass, meat quality and body fat composition of leaner and fatter pig crossbreeds. Animal Science 74, 285 – 297.

WEBER, M., P. STENZEL,, C. CHUDASKE und H. KLEINE KLAUSING, 2006:: Einsatz von Trockenschlempe aus der Bioethanolherstellung (Weizenbasis) in der Ferkelfütterung. Proceedings DLG Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, S. 163-166

WEBER, M., P. STENZEL, A. GRIMMER und U. GIESCHLER, 2006: Zum Einfluss von hohen Rapsextraktionsschrotanteilen in der Mastschweinefütterung. Proceedings 9. Tagung der Schweine- und Geflügelernährung der Universität Halle-Wittenberg, Halle 28-30.11.2006

WEBER, M., P. STENZEL, F. SCHÖNE, und H. KLEINE KLAUSING, 2006: Versuch zum Einfluss von Rapskuchen (unbehandelt und thermisch behandelt) auf Leistung und Schilddrüsenstatus von Mastschweinen. Proceedings 9. Tagung der Schweine- und Geflügelernährung der Universität Halle-Wittenberg, Halle 28-30.11.2006

WEBER, M., 2007: Rapskuchen gut für Schweine geeignet. DLZ-Magazin, Primus 3/2007, S. 20 – 23

WEBER, M., 2007: Futteraufnahme von Ferkeln durch Glycerinzugabe erhöht. Veredlungsproduktion, 3-4/2007, S. 18-19

WEISS, J., W. SOMMER und M. WEBER, 2006: Zum Einsatz von Rapsextraktionsschrot beim Mastschwein in Praxisbetrieben. Proceedings 9. Tagung der Schweine- und Geflügelernährung der Universität Halle-Wittenberg, Halle 28-30.11.2006

WEISS, J. (2007): Rapsextraktionsschrot für Mastschweine auch in hohen Mischungsanteilen bewährt. Veredlungsproduktion ¾ 2007, S.8-9

WEISS, J. und F. SCHAEFER 2007: Höhere Futteraufnahme bei Sauen durch Glycerineinsatz. Veredlungsproduktion, 3-4/2007, S. 20-21