

## Zum Einsatz von Nebenprodukten der Biokraftstoffherstellung in der Mastschweinefütterung

Andreas Berk, Institut für Tierernährung, Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Bundesinstitut für Tiergesundheit, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

Mit zunehmender Biokraftstoffherzeugung, vor allem Biodiesel und Bioethanol, fallen auch steigende Mengen an Rapsextraktionsschrot und –kuchen sowie Getreideschlempe an. Allgemein entstehen bei der Biokraftstoffherstellung folgende Nebenprodukte:

- Rapsextraktionsschrot (RES) und Glycerin bei der Biodieselherstellung,
- Schlempe bei der Bioethanolherstellung,
- Rapskuchen bei direkt als Kraftstoff eingesetztem Rapsöl und
- Biogasgülle als Abfallprodukt der Biogasproduktion, das für die Tierernährung allerdings nicht in Frage kommt und als Dünger genutzt wird.

RES und Rapskuchen aus der Biokraftstoffherstellung sind in der Tierernährung bekannt, tabelliert und mit den entsprechenden Produkten aus der Ölgewinnung (Lebensmittel) identisch.

Die Getreideschlempen aus der Bioethanolherzeugung können in einigen Inhaltsstoffen allerdings deutlich von den Produkten, die aus der Spirituosenproduktion bekannt sind, abweichen. Die Schlempen aus verschiedenen Anlagen der Bioethanolproduktion werden sich in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial (z.B. Weizen, Roggen, Gerste, oder auch Mischungen davon) und vom Verfahren in den einzelnen Produktionsanlagen in ihrer Qualität unterscheiden.

In einem Versuch des Institutes für Tierernährung des FLI mit Mastschweinen sollten die Nebenprodukte Rapsextraktionsschrot (RES), Trockenschlempe (TSchl) ProtiGrain® und Rapskuchen (RKu) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (SES) als Proteinquelle in der Fütterung geprüft werden.

Die Prüfprodukte kamen alle aus je einer repräsentativen Charge, die über den gesamten Versuchszeitraum eingesetzt wurde. Die Charakterisierung der Produkte bezüglich der Inhaltsstoffe ist in der Tabelle 2 dargestellt.

Der Versuch wurde mit 100 Tieren (50 Böрге und 50 weibliche Tiere, BHZP-Hybridtiere) in Einzelfütterung durchgeführt. Die Fütterung der Tiere erfolgte ad libitum, ebenso stand das Wasser zur freien Aufnahme zur Verfügung. Der Versuch wurde von 35 kg Lebendmasse (LM) bis zur Schlachtung bei ca. 115 kg LM in zwei Fütterungsphasen durchgeführt, wobei die Umstellung von Anfangsmastfutter (AM) auf Endmastfutter (EM) bei ca. 75 kg LM erfolgte. In der Tabelle 1 ist das Versuchsdesign dargestellt.

Tabelle 1: Versuchsdesign

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Tierzahl (Kastr./weibl.)	20, 10/10	20, 10/10	20, 10/10	20, 10/10	20, 10/10
Davon zur Versuchsschlachtung	8, 4/4	8, 4/4	8, 4/4	8, 4/4	8, 4/4
Prüffuttermittel	SES	RES	TSchl	RKu	RES+TSchl

Tabelle 2 zeigt wesentliche Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermittel. Die Zusammensetzung der Futtermischungen orientierte sich an praxisüblichen Rationen mit ökonomisch vertretbaren Aminosäureergänzungen, was den Einsatz von SES auch in den Gruppen 2 bis 5 zumindest teilweise erforderlich machte (Tabelle 3). Das Futter wurde in Mehlform angeboten. Zur Staubbindung sollte Reinglycerin dienen, um den Einsatz eines Pflanzenöles unnötig zu machen. Hintergrund für diese Maßnahme war die geplante Untersuchung des Fettsäuremusters im Speck, das möglichst nur durch die Prüffuttermittel beeinflusst werden sollte. Es stellte sich jedoch heraus, dass Reinglycerin kein wahrnehmbares Staubbindungsvermögen besitzt, weshalb in der EM bei allen Futtern 0,5% Sojaöl eingesetzt wurde.

Tabelle 2: Charakterisierung der Prüfprodukte

Angaben in g/kg (Originalsubstanz)	Sojaextraktions- schrot	Rapsextraktions- schrot	Trockenschlempe	Rapskuchen
Trockensubstanz	878	904	948	904
Organ. Substanz	935	932	945	941
Rohprotein (XP)	418	338	350	294
Rohfett (XL)	29	52	64	141
Rohfaser (XF)	79	127	71	144
Stärke	45	60	23	1
Zucker	78	89	26	88
Lysin	26,5	19,5	7,5	18,3
Methionin + Cystin	13,9	16,6	14,9	14,8
Threonin	16,5	15,4	11,1	12,8

Die Wägung der Tiere und die Futterrückwaage erfolgten wöchentlich. Auf der Grundlage dieser Wägungen erfolgte die Ermittlung der täglichen Lebendmassezunahme (LMZ) und des Futtermittelfressens.

Der Versuch verlief ohne gesundheitliche Störungen. Ein Tier der Gruppe 5 musste aus dem Versuch genommen werden. Ein Zusammenhang mit der Versuchsanstellung bestand jedoch nicht.

Tabelle 3: Zusammensetzung der Prüffuttermittel in der AM- bzw. EM-Periode (%)

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Gerste	34,60 / 35,17	23,55 / 19,10	33,43 / 31,04	33,55 / 31,13	28,45 / 24,06
Weizen	45,00 / 48,00	55,00 / 60,00	45,00 / 48,00	45,00 / 48,00	50,00 / 55,00
SES	15,00 / 11,00	6,00 / -	8,00 / 5,00	8,00 / 5,00	6,00 / 3,00
RES	- / -	10,00 / 15,00	- / -	- / -	5,00 / 6,00
TSchl	- / -	- / -	8,00 / 10,00	- / -	5,00 / 6,00
RKu	- / -	- / -	- / -	8,00 / 10,00	- / -
Reinglycerin	2,00 / 2,00	2,00 / 2,00	2,00 / 2,00	2,00 / 2,00	2,00 / 2,00
Sojaöl	- / 0,5	- / 0,5	- / 0,5	- / 0,5	- / 0,5
Vit/Min/SpE	3,00 / 3,00	3,00 / 3,00	3,00 / 3,00	3,00 / 3,00	3,00 / 3,00
Lysin-HCl	0,35 / 0,33	0,43 / 0,40	0,52 / 0,46	0,40 / 0,37	0,50 / 0,44
DL-	0,02 / -	- / -	- / -	- / -	- / -
Methionin					
L-Threonin	0,03 / -	0,02 / -	0,05 / -	0,05 / -	0,05 / -

Die Ergebnisse der Futtermittelanalysen sind in der Tabelle 4 dargestellt. Die Berechnung des Energiegehaltes erfolgte auf der Basis der verdaulichen Rohnährstoffe entsprechend der Formel der GfE (2006). Bei der Konzipierung der Futter wurde die Aminosäureausstattung in der AM-Periode auf Basis der Bruttoaminosäuren, in der EM-Periode auf Basis der verdaulichen (pcv) Aminosäuren (GfE, 2006) vorgenommen. Dadurch lag die Versorgung der Tiere der Gruppen 1 und 4 in der AM-Periode etwas unter den entsprechenden Anforderungen an pcv Lysin von 0,65 g pcv Lysin/MJ ME, während in der EM-Periode der Sollwert von 0,56 g pcv Lysin/MJ ME in allen Gruppen erreicht wurde (Tabelle 5).

Zusätzlich zur üblichen Futtermittelanalytik wurde für die Prüffuttermittel RES und RKu eine Analyse auf den Gehalt an Glucosinolaten durchgeführt. Für RES wurde ein Gehalt von 6,3 mmol/kg T und für Rapskuchen ein Gehalt von 18,6 mmol/kg T ermittelt. Bei einem Anteil von 10% RKu im EM-Futter errechnet sich ein Glucosinolatgehalt aus dem Raps von 1,7 mmol/kg Futter, welcher schon etwas über dem Richtwert von 1,5 mmol/kg nach Schöne und Schumann (2005) liegt.

Tabelle 4: Ausgewählte Inhaltsstoffe und ME (g/kg Originalsubstanz)

		Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
AM	Organ. Substanz	840	840	839	844	841
	Rohprotein	158	156	158	151	155
	Rohfett	22	24	32	31	31
	Rohfaser	40	42	39	44	42
	ME (MJ/kg)	12,99	12,86	12,94	13,14	12,92
	Lysin	9,2	9,7	9,8	9,5	9,8
	Methionin+ Cystin	5,9	6,0	5,6	5,6	6,0
	Threonin	5,4	5,3	5,4	5,5	5,5
EM	Organ. Substanz	843	846	848	848	847
	Rohprotein	145	149	149	147	152
	Rohfett	29	29	30	40	34
	Rohfaser	37	41	37	42	37
	ME (MJ/kg)	13,20	12,96	13,03	13,40	13,10
	Lysin	9,0	8,8	9,2	8,9	8,9
	Methionin+ Cystin	6,1	5,7	6,9	6,2	6,4
	Threonin	5,0	5,0	5,4	4,8	5,0

Tabelle 5: Lysingehalte (Analyse) als pcv Lysin<sup>1)</sup> pro MJ ME

		Gruppe 1 SES	Gruppe 2 RES	Gruppe 3 TSchl	Gruppe 4 RKu	Gruppe 5 RES/TSchl
AM	(g/MJ ME)	0,62	0,67	0,68	0,62	0,67
EM	(g/MJ ME)	0,61	0,59	0,63	0,57	0,60

<sup>1)</sup> Kalkuliert auf Basis der Analysenwerte Gehalte in den Futtermischungen und den Tabellenwerten der Verdaulichkeit nach GfE (2006)

Die mittleren Lebendmassezunahmen (LMZ) der Tiere lagen im gesamten Versuchsabschnitt von 35 kg LM bis zur Schlachtung bei ca. 116 kg LM zwischen 940 und 1010 g/Tier und Tag (Tabelle 6). Diese Werte unterschieden sich nicht signifikant voneinander.

In der AM-Periode zeigten die Tiere der Gruppe 5, die eine Mischung aus RES und ProtiGrain® als Prüffuttermittel erhielten, allerdings eine signifikant geringere LMZ im Vergleich zur Kontrollgruppe ( $P < 0,05$ ), die SES erhielt. Diese wirkte sich auch auf die Unterschiede beim ME-Aufwand aus, der in der Gruppe 5 im Vergleich zur Gruppe 1 signifikant erhöht war. Eine Erklärung, warum bei der Mischung von RES und ProtiGrain® ein signifikanter Unterschied zu Kontrolle in der AM-Periode auftrat, kann nicht gegeben werden, denn als alleiniges Prüffuttermittel in den jeweiligen Gruppen 2 und 3 waren die Unterschiede zur Kontrollgruppe nur zufällig ( $P > 0,05$ ). Auch die Kalkulation der Aminosäurenversorgung auf Basis Bruttoaminoäuren in diesem Abschnitt kann nicht der Grund sein, da die geringsten Gehalte an pcv Lysin in den Gruppen 1 und 4 vorliegen.

Tabelle 6: LM und LMZ in den beiden Futterphasen und im gesamten Versuch

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Tierzahl (n)	20	20	20	20	19
LM zu Versuchsbeginn (kg)	35,2	35,0	35,1	34,8	34,9
LM zu Ende der AM (kg)	74,5	74,5	74,5	74,7	74,5
LM zu Versuchsende (kg)	117,3	115,9	117,0	115,5	115,0
LMZ in der AM-Per. (g/Tag)	965	915	949	909	900
LMZ in der EM-Per. (g/Tag)	1055	1013	1048	1016	982
LMZ ges. Versuch (g/Tag)	1010	959	998	960	940

Die Glucosinolatgehalte der rapshaltigen Mischungen (insbesondere Gruppe 4) hatten keinen signifikanten Einfluss ( $P > 0,05$ ) auf die Höhe der Futteraufnahme (Tabelle 7). Die in beiden Perioden etwas geringere Futteraufnahme der Tiere der Gruppe 4 scheint auf den im

Vergleich zu den anderen Futtermischungen höheren ME-Gehalt (siehe Tabelle 4) zurückzuführen zu sein.

Tabelle 7: Futteraufnahme und Energieaufwand in den beiden Futterphasen und im gesamten Versuch

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Tierzahl (n)	20	20	20	20	19
Futteraufnahme					
AM-Periode (kg/Tier u. Tag)	2,43	2,48	2,45	2,36	2,47
EM-Periode (kg/Tier u. Tag)	3,31	3,26	3,31	3,14	3,14
Ges. Versuch (kg/Tier u. Tag)	2,83	2,81	2,83	2,69	2,76
Energieaufwand (ME)					
AM-Periode (MJ/kg LMZ)	32,76	34,89	33,42	34,21	35,58
EM-Periode (MJ/kg LMZ)	41,49	42,29	41,32	41,78	42,18
Ges. Versuch (MJ/kg LMZ)	36,71	38,08	36,92	37,39	38,34

Die Ergebnisse der Ausschachtung sind in der Tabelle 8 dargestellt. Der Magerfleischanteil (MFA) wurde mit Hilfe des Zwei-Punkte-Verfahrens ermittelt. Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren dabei zufällig ( $P > 0,05$ ), die Unterschiede zwischen den Geschlechtern (hier nicht dargestellt) allerdings signifikant.

Tabelle 8: LM bei Schlachtung, Ausschachtung, MFA und Speckmaß im Mittel der Gruppen

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
LM (kg)	118	116	116	116	115
Ausschachtung (%)	80,4	79,1	79,5	79,4	79,6
MFA (%)	54,4	55,6	54,7	54,7	55,7
Speckmaß (cm)	29,0	28,0	28,4	28,5	25,1

### Schlussfolgerungen

In dem dargestellten Schweinemastversuch mit 100 Tieren in Einzelfütterung wurden die Proteinträger Rapsextraktionsschrot, Trockenschlempe ProtiGrain® und Rapskuchen im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot über den Mastabschnitt von 35 kg bis zur Schlachtung (ca. 116 kg LM) geprüft. Die Zusammensetzung der Futtermischungen wurde den Empfehlungen für eine hohe Zunahme der Tiere und praktischen Gesichtspunkten angepasst. Das Leistungsniveau des gesamten Versuches war in allen Gruppen sehr hoch (ca. 975 g/Tag LMZ bei 99 ausgewerteten Tieren).

Bis auf eine signifikant geringere Lebendmassezunahme der Tiere der Gruppe 5 (Mischung aus Rapsextraktionsschrot und Trockenschlempe) im Vergleich zur Kontrollgruppe (Sojaextraktionsschrot) im ersten Mastabschnitt, waren alle ermittelten Leistungs- und Schlachtdaten nicht signifikant unterschiedlich. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die geprüften Nebenprodukte aus der Biokraftstoffherstellung als Proteinquelle im Schweinemastfutter, zumindest bis zu den im Versuch geprüften Anteilen, auch bei einem hohen Leistungsniveau eingesetzt werden können. Ein wichtiges Kriterium für diesen Einsatz sind dabei neben der Preiswürdigkeit eine gleich bleibende, gut dokumentierte Qualität sowie eine bedarfdeckende Aminosäureergänzung, um bei den angestrebten hohen tierischen Leistungen und einer effektiven Futterausnutzung das entsprechende Futter mit der notwendigen Sicherheit herstellen zu können.