

## Versuchsbericht S12/2

### Verdauungsversuche mit Eiweißfutter - Rapsextraktionsschrot

#### 1. Ausgangssituation

Das Rapsextraktionsschrot fällt als Nebenerzeugnis bei der Ölgewinnung aus Rapssamen an. Nach der Reinigung und mechanischen Zerkleinerung der Rapskörner (ca. 40 % Fettgehalt) wird das Öl durch Pressen und Herauslösen mit Hexan abgetrennt (< 3% Restfettgehalt), der rohprotein-, faser- und aschereiche Rückstand wird zur Entfernung des Lösungsmittels getoastet, gegebenenfalls getrocknet bzw. pelletiert und mit Fließhilfsmitteln versehen. Die Anfallsmenge dieses Koppelproduktes der Biokraftstoffherstellung ist in den letzten Jahren stetig gestiegen und ebenso der Einsatz in der Schweinefütterung. Hierzu hat nicht nur die durchgängige Verwendung von 00-Sorten (aktuell max. 25 mmol Glukosinolat/kg, EU - Ziel: max. 18 mmol/kg) mit weniger Problemen bei der Futteraufnahme, Leistung und Schilddrüsengesundheit beigetragen, sondern auch die relative preisliche Vorzüglichkeit gegenüber reinen Sojaextraktionsschrot-Rationen.

Im Jahr 2009 sollten stichprobenartig die in Bayerns Schweinerationen verwendeten Rapsschrotqualitäten inhaltlich überprüft und der Futterwert mittels Verdauungsversuchen bei Ferkeln und Mastschweinen gegebenenfalls angepasst werden.

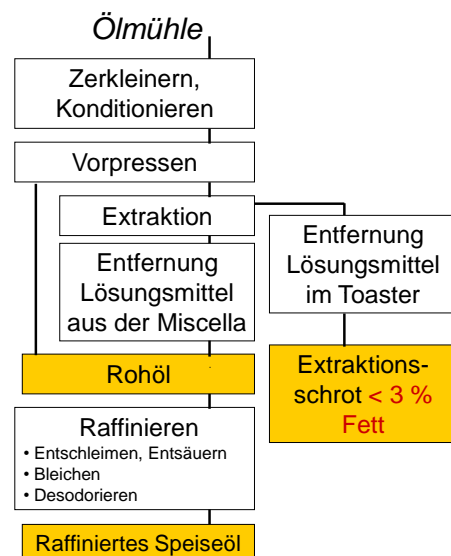


Abb. 1: Skizzierung der Rapsextraktionsschrotherstellung



Abb. 2: Rapsextraktionsschrot

## 2. Versuchsfragen

- Welche futterwertrelevanten Inhaltsstoffe/-mengen (Rohnährstoffe, Aminosäuren, Mineralstoffe, Fettsäuren, antinutritive Substanzen/Glukosinolate) sind im Rapschrot enthalten?
- Welche Rohnährstoffverdaulichkeiten können bei der Energiebewertung angesetzt werden?
- Welche Mengen können problemlos in Ferkel-, Zuchtsauen- und Mastrationen eingemischt werden?
- Wo liegt der Produktionswert?

## 3. Versuchsdurchführung

Die Verdauungsversuche laufen nach dem üblichen Routinesystem ab – Differenztest mit jeweils 4 kastrierten Ferkeln bzw. Mastschweinen pro Futtertyp.

### Versuchsort, -zeit, -tiere:

- Stoffwechsellanlage des Instituts für Tierernährung und Futterwirtschaft
- ab Mai 09, 12 Kastr. der Rasse Pi x DL/DE aus Schwarzenau (ca. 12 kg LM)
- ab September 09, 9 Kastr. der Rasse Pi x DL/DE aus Schwarzenau (ca. 45 kg LM)

### Versuchsanordnung:

- Differenzversuch
- 7-tägige Vorperiode
- 7-tägige Sammelperiode
- Change-over-Anlage (2 x 2 Tiere/Behandlung)
- Versuchsdauer 2 x 14 Tage

### Testmischungen (Ferkel/Mast, Angaben im Trockenfutter):

Grundration = 95 bzw. 96 % Gerste, 5 bzw. 4 % Mifu für Ferkel bzw. Mastschweine

Zulageration 1 – 3 = 95 % Grundration + 5 % Rapsextraktionsschrot

90 % Grundration + 10 % Rapsextraktionsschrot

85 % Grundration + 15 % Rapsextraktionsschrot

## Fütterung:

Die Futtervorlagemenge richtete sich nach dem Endverzehr der Vorperiode plus 10 % und bleibt während der Sammelperiode gleich. Das Futter wird 2 x pro Tag frisch vorgelegt.

## Futteranalysen

- Einzelfutter: Weender, Stärke + Zucker, Aminosäuren, Mineralstoffe, Glukosinolat (n = 16)
- Mischungen: Weender (n=16)
- Kotanalysen (Einzeltier): Weender (n=36)

## 4. Ergebnisse – Futterinhaltsstoffe (in 88 % T)

Die vorliegenden Futterproben (n=16) wurden bezüglich Rohnährstoffe sowohl nach dem „chemischen“ Standardverfahren (AQU-Grub) als auch mittels NIRS-Technik (LHL-Kassel) im Rahmen des UFOP-Monitorings 2009 untersucht. Die erhaltenen Durchschnittswerte passen bei der Trockensubstanz, in der Rohasche und im Rohprotein relativ gut zusammen. Größere Abweichungen traten beim Rohfasergehalt (Weender +12 %) und v.a. beim Rohfettgehalt (Weender +108 %) auf. Es ist zu beachten, dass es sich bei Rohfett um eine „kleine“ Fraktion im möglichen Konzentrationsbereich von 1 - 8 % handelt und kleine Analysenausschläge deswegen überproportional wirken. Trotzdem sollte die Vorgehensweise zu diesem Parameter im NIRS-Labor mit dem Referenzverfahren (Petrolether, Soxhlet) überprüft werden. Für die weiteren Angaben und Berechnungen wurden ausschließlich die Gruber Analyseergebnisse ohne Verwendung von Schnellbestimmungsmethoden herangezogen – ausgenommen Glukosinolat.

Tab. 1: Wesentliche Inhaltsstoffe von Rapsextraktionsschrot (n=16) verglichen mit Sojaextraktionsschrot 43

Inhaltsstoffe (bei 88 %T)	Einheit	Rapsextraktionsschrot			Soja 43 (Grub 09)
		Mittelwert	von	bis	
T	g	894	875	904	880
Rohprotein	g	332	318	359	442
Lysin	g	17,1	15,0	19,3	26,7
Lys.i.Rp.	%	5,2	4,5	5,7	5,9
Methionin	g	7,0	6,6	7,6	5,9
Met+Cys	g	15,6	14,3	16,5	12,4
Threonin	g	15,2	14,5	16,5	17,1
Tryptophan	g	5,2	3,8	5,7	5,9
Rohfett	g	40	33	46	12
Rohfaser	g	128	119	140	70
Stärke	g	44	33	53	62
Zucker	g	70	66	75	95
Rohasche	g	67	65	70	59
Ca	g	7,4	6,5	9,3	2,7
P	g	10,7	10,3	11,6	5,7
Na	g	0,6	0,1	0,8	0,3
K	g	12,9	11,6	14,2	19,0
Cu	mg	4	3	7	17
Zn	mg	63	58	78	62
Glukosinolat	mmol	4,9	2,0	11,0	-

Gegenüber Standardfutterwerttabellen (DLG 1991, Grub 2009, Futtermittelkunde 1993) fallen vorliegende Proben mit niedrigeren Rohproteingehalten (- 9 %), höheren Rohfettkonzentrationen (+ 70 %) und höheren Rohfasergehalten (+ 13 %) auf. Sie passen relativ gut zu den UFOP- Monitoringergebnissen von 2008 und scheinen den aktuellen Entwicklungsstand bei Rapsextraktionsschrot innerhalb tolerabler Min/Max-Grenzen abzubilden. Die Lysinkonzentration im Rohprotein (5,2 statt 5,6 %) wie auch der weiteren Aminosäuren liegt im Schnitt unter den bisher genutzten Durchschnittswerten (Gruber Tabelle 2009) und führt gegenüber dem Haupteiweißträger Sojaschrot auch auf Bruttobasis zu einer geringfügigen Abwertung in der Aminosäurelieferung. Rapsschrot enthält generell mehr Rohasche als Sojaschrot und v.a. mehr an Kalzium (fast 3x so viel) und an Phosphor (fast 2x so viel). Bei der Rationserstellung bzw. der Mineralfutterauswahl ist darauf zu achten. Die Herstellung pufferarmer Alleinfutter mit geringster Phosphorbelastung der Umwelt wird mit zunehmendem Rapsschrotanteil schwieriger. Ein eventueller Flächenmehrbedarf für eine ausgeglichene P-Bilanz muss Bestandteil der Preiswürdigkeitsberechnung sein. Der Glukosinolatgehalt ist im Schnitt sehr niedrig ausgefallen und auch der Extremwert liegt weit unter der futtermittelrechtlichen Grenze bzw. unterhalb bedenklicher Werte selbst bei höherem Einsatz bei empfindlichen Tiergruppen (Ferkel) oder in der Flüssigfütterung (Futterverweigerung).

## 5. Ergebnisse - Verdauungsversuche und Energiegehalte

Die Verdauungsversuche (Tab. 2) wurden mit gestaffelten Rapsextraktionsschrotanteilen in der Grundration durchgeführt. Es sollten auch die praxisüblichen Rationsanteile geprüft werden und etwaige dosisabhängige Futterverweigerungen erkannt werden.

Tab. 2: Rohnährstoffverdaulichkeiten und Energiegehalte

Verdaulichkeiten	Einheit	Ferkel				Mastschweine			
		5	10	15	Mittel	10	15	20	Mittel
<b>Rapsextr.-Anteil</b>	%	5	10	15	Mittel	10	15	20	Mittel
<b>Org. Substanz</b>	%	66	70	77	71	71	70	72	71
<b>Rohprotein</b>	%	83	77	81	80	81	78	80	80
<b>Rohfett</b>	%	35	32	63	43	61	60	63	61
<b>Rohfaser</b>	%	29	30	40	33	34	33	39	35
<b>NfE</b>	%	68	74	83	75	78	82	82	81
<b>ME (frisch)</b>	<b>MJ</b>	10,30	10,14	11,49	10,62	11,11	11,06	11,35	11,20
<b>ME (88 % T)</b>	<b>MJ</b>	10,13	9,97	11,29	10,43	10,92	10,87	11,16	11,01
<b>ME (100 %T)</b>	<b>MJ</b>	11,51	11,33	12,83	11,86	12,41	12,35	12,68	12,51

Es traten dann während der Sammelperiode keine gerichteten Verzehrunterschiede zwischen den Steigerungen auf. Grundsätzlich sollten aber im Differenzversuch immer die maximal möglichen und physiologisch vertretbaren Anteile an Testfutter eingesetzt werden, um in Einzelfällen Verdaulichkeiten bei geringen Rationsanteilen und kleinen Nährstofffraktionen unter 0 bzw. über 100 % zu vermeiden. Deswegen wurde bei den Ferkeln mit 5 bzw. 10 % Rapsextraktionsschrot jeweils 1 Tier aus der Wertung genommen.

Je höher der Testfutteranteil war, desto besser sind die Ferkel mit der Verdauung zurechtgekommen - die scheinbaren Verdaulichkeitswerte stiegen merklich an. Die Mastschweine liegen insbesondere mit der Rohfett- aber auch mit der Kohlenhydratabsorption vorne. Natürlich traten innerhalb der Nährstoff- und Tiergruppen bzw. zwischen Ferkeln und Mastschweinen system- und zufallsbedingte Verschiebungen auf. Die letztendlich erhaltenen mittleren Energiewerte mit derselben Rapsextraktionscharge im Verdauungsversuch sind

insbesondere bei den Mastschweinen eindeutig. Die Ferkel fallen um ca. 0,6 MJ ME/kg T (5 %) erwartungsgemäß etwas ab.

Nach dem üblichen Vorgehen wurden die VQ der Ferkel und Mastschweine zusammengeführt (Tab. 3) – kein Tabellenwerk unterscheidet zwischen den Leistungsgruppen.

Der Vergleich mit der DLG-Tabelle (1991) weist für jede Nährstoffgruppe eine höhere scheinbare Verdaulichkeit aus – plus 2 bis 8 Prozentpunkte. Verursacher für die positive Entwicklung hin zu mehr Nährstoffausbeute könnten die Züchtung und der bessere Futteraufschluß im Vergleich von Verdauungsversuchen von vor 20 und mehr Jahren sein.

Der berechnete Energiegehalt aus obigen analysierten Rohnährstoffmengen (Tab. 1) mal ermittelten Verdauungskoeffizienten (Tab. 3) mal Umrechnungsfaktoren (GfE 2006) liegt gegenüber der DLG – Tabelle um 0,78 MJ ME pro 1 kg Trockenmasse (7 %) höher. Mit den DLG-Verdaulichkeiten hätten sich wegen der positiven Rohnährstoffverschiebungen 11,55 MJ ME statt 11,90 MJ ME je kg T ergeben. Folglich stammen 0,43 der MJ - Steigerung (55 %) aus der „neuen“ Futterzusammensetzung und 0,35 MJ mehr (45 %) aus der „besseren“ scheinbaren Verdaulichkeit. Es wird empfohlen, weitere Verdauungsversuche zur besseren Absicherung nachzuschieben und/oder gegebenenfalls die neuen Werte in aktuelle Futterdatenbanken einzupflegen.

Anmerkung: Für den Gesamtdatensatz (14 Feldproben, 2 Verdauungsproben) ergaben sich mit der neuen GfE-Berechnungsformel (2006) und den „neuen“ Verdauungsquotienten 12,17 MJ ME pro 1 kg Trockenmasse (Zum Vergleich mit DLG-VQ: 11,35 MJ ME/kg T). Die „UFOP“-Berechnung aus den NIRS-Analysen (1/2 Rohfett!) mit der GfE-Formel 1991 (?) hatte 11,46 MJ ME (100 %T) ergeben. Auch hier wird ein abgestimmtes Vorgehen angeregt.

Tab. 3: Rohnährstoffverdaulichkeiten und Energiegehalte – Mittelwerte verglichen mit der DLG-Tabelle 1191

Verdaulichkeiten	Einheit	Rapsextraktionsschrot	
		Gesamt	DLG 91
Org. Substanz	%	71	67
Rohprotein	%	80	78
Rohfett	%	52	42
Rohfaser	%	34	31
NfE	%	78	70
ME (frisch)	MJ	10,64	9,89
ME (100 %T)	MJ	11,90 (11,62 – 12,17)	11,12

## 6. Ergebnisse - Dünndarmverdauliche Aminosäuren

Für Rapsextraktionsschrot unbekannter Herkunft und Qualität liegen standardisierte Dünndarmverdaulichkeiten einzelner Aminosäuren (GfE 2006) vor. Alternativ werden Schätzwerte für das überprüfte Rapsschrot bekannter Zusammensetzung und aktueller scheinbarer Rohproteinverdaulichkeit herangezogen. Das Bestimmtheitsmaß ist mit 0,99 sehr hoch (Rutzmoser, Linder Mayer, 2009).

Besonders für Sojaextraktionsschrot mit den meisten Bestimmungen aber auch für Rapsextraktionsschrot kommen plausible Werte heraus. Rapsschrot schneidet grob um 10 Prozentpunkte in der Dünndarmverdaulichkeit schlechter ab als Sojaschrot. Man braucht somit überproportional (weniger Konzentration und geringere Dünndarmverdaulichkeit) mehr an Raps- als an Sojaschrot für die gleiche Aminosäureausstattung der Ration.

Tab. 4: Dünndarmverdaulichkeit des Rohproteins und der Aminosäuren

pcv Aminosäuren	Rapsextraktionsschrot		Sojaextraktionsschrot 43	
	berechnet	GfE 06	berechnet	GfE06
	%	%	%	%
<b>Rohprotein</b>	(80) <sup>1)</sup>	71	(85) <sup>1)</sup>	85
<b>Lysin</b>	78	73	85	87
<b>Methionin</b>	78	82	87	88
<b>Cystin</b>	70	72	80	79
<b>Threonin</b>	77	69	81	80
<b>Tryptophan</b>	76	68	80	86

<sup>1)</sup> scheinbare Rohproteinverdaulichkeit zur Einstufung in die Verdaulichkeitsklassen

## 7. Wertung

Die überprüften Rapsextraktionsschrotproben (n=16) unterscheiden sich rohnährstoffmäßig wenig von den UFOP-Monitoringergebnissen (2008) aber zum Teil stark von den üblichen Tabellenwerten (weniger Rohprotein, doppelt Rohfett). Deshalb sollten die Tabellenwerke angepasst werden – auch bezüglich der gefundenen geringeren Aminosäurenkonzentrationen und den hohen Mineralstoffgehalten. Hierzu gehört auch eine Neubewertung der Phosphorverdaulichkeit. Die ermittelten Rohnährstoffverdaulichkeiten liegen im Schnitt um ca. 5 Prozentpunkte höher als die DLG – Vorgaben von 1991. Folglich wird Rapsschrot um etwa 0,5 - 0,7 MJ ME pro kg in gängigen Tabellen zu niedrig angegeben. Auch hierzu bedarf es einer Nachjustierung - ev. auf Basis weiterer Untersuchungen.

Die aus den vorliegenden Analysen erkannten Nährstoffverschiebungen und die höheren Energiegehalte aus den Verdaulichkeitsmessungen erfordern zusammen mit den geschätzten dünndarmverdaulichen Aminosäurenkonzentrationen eine Neueinstufung des Rapsextraktionsschrotes. Die Bedeutung dieses Nebenproduktes für die Eiweiß- und Aminosäureversorgung der Schweine nimmt zu.

## 8. Datenblatt

### Datenblatt Rapsextraktionsschrot

Inhaltsstoffe (bei 88 %T)	Einheit	Rapsextraktionsschrot (Monitoring 09)	Sojaextraktionsschrot 43 (Grub 09)
T	g	894	880
ME	MJ	10,71	12,90
Rohprotein	g	332	442
Lysin	g	17,1	26,7
Lys.i.Rp.	%	5,2	5,9
Methionin	g	7,0	5,9
Met+Cys	g	15,6	12,4
Threonin	g	15,2	17,1
Tryptophan	g	5,2	5,9
Rohfett	g	40	12
Rohfaser	g	128	70
Stärke	g	44	62
Zucker	g	70	95
Rohasche	g	67	59
Ca	g	7,4	2,7
P	g	10,7	5,7
Na	g	0,6	0,3
K	g	12,9	19,0
Cu	mg	3,9	17
Zn	mg	63	62
Glukosinolat	mmol	4,9	-
Einsatzrate	%	Ferkel: 5 – 8 Mast: 8 – 15 Zucht: 3 - 5 bzw. 5 - 10	Ferkel: 15 – 20 Mast: 12 – 18 Zucht: 3 – 5 bzw. 15 -20
Preiswürdigkeit	€/dt	Soja 43 x 0,7	-

#### Bemerkungen:

- Glukosinolat max. 15 mmol/kg (erlaubt 25)
- Erucasäure max. 2 % der Gesamtfettsäuren
- Lagerfähigkeit < 13 % Wasser
- Phosphorverdaulichkeit gering: Phytase zulegen, P-armes Mineralfutter
- Datenblatt anfordern: Rohprotein-/Rohfaser-/Energie-/Glokosinolatgehalt
- Aminosäureausgleich/Energiekonzentration beachten
- Jodversorgung beachten (1 - 1,5 mg/kg Alleinfutter)