

# Untersuchungen zur Verdaulichkeit von Tiermehlen beim Schwein

ANDREAS BERK und EDGAR SCHULZ

Institut für Tierernährung

## 1 Einleitung

Fleischknochen- und Tiermehle stellen von ihrer Rohnährstoff- und Mineralstoffzusammensetzung her ein hochwertiges Futtermittel dar. Wegen der mit den Ausgangsprodukten, nämlich Schlachtabfälle und gefallene Tiere, verbundenen hygienischen Risiken ist in Deutschland eine Aufbereitung vorgeschrieben, die eventuelle gesundheitliche Gefahren unterbindet.

Die in Deutschland produzierte Menge an Tiermehlen lag 1993 bei 342.100 t und damit um 5 % über der Menge von 1990. Die Produktion von Fleischknochenmehl ging dagegen im gleichen Zeitraum um 6 % auf 216.100 t zurück.

Aufgrund des hohen Proteingehaltes werden diese Erzeugnisse vorwiegend als Ergänzungsfuttermittel bei monogastrischen Tieren eingesetzt. Da Protein (Stickstoff) hierbei in den Stoffkreislauf zurückgeführt wird, stellt ihr Einsatz auch einen Beitrag zur Umweltentlastung dar (Seibold u. a., 1993).

Der Nährwert der Fleischknochen- und Tiermehle wird sowohl durch die Rohware - vor allem Schlachtabfälle und ca. 5 - 10 % Tierkörper - als auch durch die Art der Aufbereitung nach der Zerkleinerung und Sterilisation bestimmt. Zur Standardisierung der Erzeugnisse aus der Fleischmehlindustrie wurden in der vergangenen Dekade umfangreiche Qualitätskontrollen in Form analytisch bestimmbarer Inhaltsstoffe durchgeführt (Seibold u. a., 1993). Dagegen liegen zur Verdaulichkeit von Tiermehlen beim Schwein keine Ergebnisse jüngerer Datums vor, deshalb wurden im vorliegenden Versuch einige Tiermehle heimischer Produktion auf ihre Verdaulichkeit untersucht.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Tiermehle, Rationen und Versuchsmethode

Zur Untersuchung kamen ein Fleischknochenmehl (FKM) und drei Tiermehle (TieM) mit unterschiedlichen Proteingehalten (45,5 % bis 66 % in d. Frischsubst.). Die vier Erzeugnisse wurden aus mehreren Chargen des jeweiligen Typs von verschiedenen Herstellern bei der IFF Braunschweig-Thüne gemischt. Die analysierten Rohnährstoffgehalte dieser Mischproben sind in der Tabelle 1 dargestellt. In Anlehnung an die DLG-Futterwerttabelle "Schweine" wurde eine Zuordnung zu den dort aufgeführten "Typen" vorgenommen, die auch im Handel zur qualitativen Einstufung genutzt wird. Die Zuordnung erfolgte in erster Linie auf der Basis des analysierten Proteingehaltes.

Mit steigendem Rohproteingehalt nahm der Rohaschegehalt ab. Der Fettgehalt war insbesondere beim FKM und den Tiermehlen der Typen 50 und 55 hoch.

Der Versuch war als Differenzversuch angelegt. Die Tiermehle wurden in Verbindung mit einer Grundmischung (GM) verabreicht. Diese wurde in der institutseigenen Mahl- und Mischanlage hergestellt. Die GM wurde bei allen zu prüfenden Erzeugnissen zu gleichen Anteilen eingesetzt. Sie setzte sich aus Weizenquellstärke (28 %), Maisstärke (55,5 %), fein gemahlenem Weizenstroh (15 %) und einer Vormischung (1,5 %), die alle Spurenelemente, Vitamine und geringe Mengen Makroelemente aber weder Calcium noch Phosphor enthielt, zusammen. Ziel war es, möglichst hohe Anteile an Tiermehlen einsetzen zu können jedoch den Ascheanteil in der Gesamtration zu begrenzen. Gleichfalls sollte die Grundmischung möglichst wenig Protein/Stickstoff und kein Rohfett enthalten. Damit wurde ermöglicht, daß die in erster Linie interessierenden Inhaltsstoffe der Tiermehle, nämlich Protein und Fett, fast ausschließlich aus den Tiermehlen stammten. Die Rohnährstoffanalyse der Grundmischung ergab folgende Gehalte:

	T (%)	Rohprotein	Rohfett	Rohasche (% in d. T)	Ca	P	Brennwert (MJ/kg T)
FKM	93,8	48,7	12,3	37,7	12,86	6,33	15,8
TieM Typ 50	94,3	52,2	15,0	25,3	7,74	4,10	19,4
TieM Typ 55	94,8	57,6	13,6	22,0	6,21	3,36	20,2
TieM Typ 65	97,5	67,9	8,9	15,7	3,94	2,28	21,0

Tabelle 1: Gehalt an einigen Rohnähr- und Mineralstoffen sowie der Brennwert im Fleischknochenmehl und in Tiermehlen

	T (%)	Rohasche	Org. Masse	Rohprotein (% in d. T)	Rohfett	Rohfaser	NfE
GM	88,70	1,40	98,60	2,30	0,68	8,04	87,58
		Brennwert (MJ/kg T):		17,85			

Tabelle 2: **Rohnährstoffgehalt der Grundmischung**

	FKM	TieM Typ 50	TieM Typ 55	TieM Typ 65
GM	67	67	67	67
Maisstärke	9	10,5	12,5	15,5
Tiermehl	24	22,5	20,5	17,5

Tabelle 3: **Zusammensetzung der Rationen (%)**

Die Testmischungen wurden auf einen gleichen Proteingehalt von etwa 13 % eingestellt, wobei die notwendige Ergänzung der Tiermehle über die GM sowie über zusätzliche Anteile an Maisstärke erfolgte. Der Energiegehalt der Testmischungen lag zwischen 13,1 und 13,3 MJ ME pro kg Futter. Die Mischungsanteile sind aus Tabelle 3 zu entnehmen.

Die Durchführung als Differenzversuch bedingt eine separate Ermittlung der Verdaulichkeit der Rohnährstoffe in der Grundmischung plus Stärkeergänzung und in den Testgemischen.

## 2.2 Versuchsdurchführung

### 2.2.1 Tiermaterial

Zum Einsatz kamen 12 männliche Kastraten der Endstufe des BHZP. Die Tiere wurden bis zum Versuchsbeginn nach den Empfehlungen der GfE gefüttert.

### 2.2.2 Haltung der Versuchstiere

Außerhalb der Bilanzperioden wurden die Tiere in Einzelboxen eines klimatisierten Stalles gehalten. Die Aufstallung in den Stoffwechsellkästen erfolgte jeweils mindestens 3 Tage vor Beginn der Sammelperioden. Die Fütterung erfolgte 2mal pro Tag zu den üblichen Fütterzeiten. Die tägliche Futtermenge wurde nach dem Verzehr in der Vorperiode festgelegt und während der gesamten Sammelperiode nicht geändert, wodurch keine Futterreste blieben. Wasser wurde den Tieren zur freien Aufnahme angeboten.

Tier-Nr.	Versuch I	Versuch II	Versuch III	Versuch IV
1/7	FKM	TieM Typ 55	TieM Typ 50	TieM Typ 65
2/8	TieM Typ 50	TieM Typ 65	FKM	TieM Typ 55
3/9	TieM Typ 55	FKM	TieM Typ 65	GM
4/10	TieM Typ 65	TieM Typ 50	TieM Typ 55	GM
5/11	FKM	TieM Typ 55	TieM Typ 50	GM
6/12	TieM Typ 50	TieM Typ 65	FKM	GM

Tabelle 4: **Versuchsanlage**

Vor und nach der 7tägigen Sammelperiode wurden die Tiere jeweils gewogen.

Der Kot wurde zweimal täglich quantitativ gesammelt und tiefgefroren.

## 2.3 Versuchsanlage

Insgesamt wurden vier Verdauungsversuche mit je 6 Tieren durchgeführt, so daß die Verdaulichkeit jedes der zu untersuchenden Erzeugnisse an 5 und die der GM an 4 Tieren bestimmt wurde. Die vollständige Versuchsanlage ist in der Tabelle 4 dargestellt. Aus der Versuchsdarstellung ist erkennbar, daß jedes der Tiere zweimal eingesetzt wurde, wobei kein Tier zweimal das gleiche Erzeugnis erhielt.

## 2.4 Analytik

Folgende Analysen wurden durchgeführt:

- In der Grundration: Trockensubstanz, Rohasche, Rohprotein, Rohfett, Rohfaser und Energie (Brennwert),
- in den Tiermehlen: Trockensubstanz, Rohasche, Rohprotein, Rohfett, Aminosäuren, Ca, P und Energie (Brennwert)
- und im Kot: Trockensubstanz, Rohasche, Stickstoff, Rohfett, Rohfaser und Energie (Brennwert)

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Zuordnung der Tiermehle - Vergleich mit Angaben der DLG-Tabelle

Ein Vergleich der hier untersuchten Erzeugnisse mit Angaben aus der DLG-Tabelle ist in der Tabelle 5 wiedergegeben. Die untersuchten Erzeugnisse ließen sich aufgrund ihres Proteingehaltes gut den in der DLG-Tabelle aufgeführten Typen zuordnen. Auch die Werte für den Trockensubstanzgehalt, mit Ausnahme des Tiermehles Typ 65, für das die Analyse einen höheren T-Gehalt ergab, stimmten gut mit den Tabellenwerten überein. Die im FKM und dem TieM Typ 65 analysierten Rohaschegehalte lagen mit etwa 5 %-Punkten deutlich unter den Gehalten, die in der DLG-Tabelle ausgewiesen sind. Der analysierte Gehalt an Fett lag bei den Tiermehlen nur gering über den Angaben der DLG, während beim FKM eine beachtliche Differenz bestand. Eine Bestimmung des Rohfasergehaltes erfolgte auf Grund des für diese Materialien bekannten Analysefehlers nicht. Dafür wurde eine Fraktion "Organischer Rest" ausgewiesen. Die entsprechenden Werte für die DLG-Typen sind in Klammern gesetzt.

Bezeichn.	Fleischknochenmehl		Tiemehl		Tiemehl		Tiemehl	
Kategorie	45-50% Protein		50-55% Protein, fettreich		55-60% Protein, fettreich		über 65% Protein	
	Analyse	DLG-Tab.	Analyse	DLG-Tab.	Analyse	DLG-Tab.	Analyse	DLG-Tab.
Trockenm.	93,8	94,0	94,3	95,0	94,8	95,0	97,6	93,0
Rohasche*	37,7	42,5	25,3	27,5	22,0	23,5	15,7	19,9
Org. Masse*	62,3	57,5	74,7	72,5	78,0	76,5	84,3	80,1
Rohprotein*	48,7	47,5	52,2	53,4	57,6	57,7	67,9	68,1
Rohfett*	12,3	7,7	15,0	14,0	13,6	12,6	8,9	7,1
Rohfaser*	-	3,6	-	2,7	-	3,0	-	2,7
N-fr. Extrst.*	-	0	-	2,4	-	3,2	-	2,2
Org. Rest*	1,3	(3,6)	7,6	(5,1)	6,8	(6,2)	7,5	(4,9)

\*) Angaben in der Trockenmasse

Tabelle 5: Vergleich der Analysenwerte mit DLG-Tabellenwerten (%)

	FKM	TieM Typ 50	TieM Typ 55	TieM Typ 65
LM von...bis (kg)	35 - 46	35 - 47	37 - 50	38 - 51
FV von...bis (q/d)	900 - 1400	1000 - 1600	1200 - 1600	1200 - 1600

Tabelle 6: Lebendmasse (LM) und Futtermittelverzehr (FV)

	FKM	TieM Typ 50	TieM Typ 55	TieM Typ 65
min	79,0	70,9	75,2	81,5
max	83,4	75,9	82,6	84,0
$\bar{x}$	80,5	74,5	80,4	82,3
s	1,51	1,63	1,93	0,90

Tabelle 7: Verdaulichkeit der Organischen Masse (OM) von FKM und Tiermehlen (in %)

### 3.2 Versuchsverlauf

Der Versuch verlief ohne Störungen. Das Futter wurde von den Tieren nach einer Gewöhnungsphase gut gefressen, wobei anzumerken ist, daß die Mischung mit dem FKM in etwas geringerer Menge und erst nach einer längeren Gewöhnungsphase aufgenommen wurde.

Auch das TieM Typ 50 wurde in etwas geringerer Menge als für diesen Gewichtsabschnitt üblich verzehrt. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte der unterschiedliche Aschegehalt der Testgemische sein, der von der FKM-Ration zur Ration mit dem TieM Typ 65 von 9,04 % bis auf 3,20 % abnahm. Die täglichen Gewichtszunahmen der Tiere lagen zwischen 250 g und 650 g. Diese Lebendmassezunahmen sind für diesen Gewichtsbereich gering, lassen sich aber zum einen aus der niedrigen Proteinversorgung (12,5 % Protein in den Testgemischen) und zum anderen aus der Höhe der Futter- bzw. Energieaufnahme erklären. Eine höhere Proteinversorgung schied

jedoch aus, da sie bei allen Testgemischen gleich sein sollte, aber durch das FKM mit seinem relativ hohen Aschegehalt und der daraus resultierenden Begrenzung in der Aufnahme bestimmt wurde.

### 3.3 Verdaulichkeit der Rohnährstoffe

#### 3.3.1 Verdaulichkeit der Grundmischung und Stärke

Für die GM wurde in separaten Untersuchungen eine Verdaulichkeit der Kohlenhydrate von 86 % und für die sehr geringen Mengen an Stickstoffverbindungen (aus dem Stroh und auch aus der Stärke) eine Verdaulichkeit von 30 % ermittelt. Die Kohlenhydrate der zugesetzten Maisstärke erwiesen sich in anderen Verdauungsversuchen als hundertprozentig verdaulich. Mit diesen

Daten erfolgte die Differenzrechnung für die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe aus den Tiermehlen.

#### 3.3.2 Verdaulichkeit der Organischen Masse (OM)

Die verdauliche Organische Masse ist die Summe der verdaulichen Rohnährstoffe und somit Ausdruck für die Nährstoffkonzentration eines Futtermittels. Im Mittel wurde die OM der einzelnen Tiermehle zu 75 % bis 82 % verdaut (Tabelle 7). Die aus Einzelwerten für die Verdaulichkeit der jeweiligen Erzeugnisse errechnete Streuung ist mit 1,1 % bis 2,4 % als gering zu bezeichnen.

Auffällig ist die hohe Verdaulichkeit der OM des FKM gegenüber dem TieM Typ 50. Dies ist sowohl auf die gegenüber dem TieM Typ 50 höhere Proteinverdaulichkeit als auch auf den bei allen TieM höheren Anteil an OR, der beim TieM Typ 50 fast unverdaulich ist, zurückzuführen (Tabellen 5 und 8).

#### 3.3.3 Verdaulichkeit des Rohproteins (XP) der Tiermehle

Tiermehle werden vor allem als Proteinfuttermittel eingesetzt, daher kommt der Verdaulichkeit des Rohproteins die größte Bedeutung zu. Darüber hinaus wirkt sich dieser Verdauungswert bei Futtermitteln mit hohen Proteingehalten merklich auf den Gehalt an Umsetzbarer Energie (ME) aus. Die erhaltenen Verdauungswerte lagen zwischen 83 % und 86 %. Auch hier war die Streuung mit 0,6 % bis maximal 2,4 % gering (Tabelle 8). Die etwas höhere Verdaulichkeit des Proteins von FKM gegenüber dem TieM Typ 50 läßt auf niedrigere Anteile an Klauen, Haaren und anderen Fraktionen mit geringer N-Verdaulichkeit schließen.

#### 3.3.4 Verdaulichkeit des Rohfettes (XL) der Tiermehle

Mit der Höhe des Fettgehaltes eines Futtermittels steigt allgemein sein Energiegehalt an. Daher kommt der Verdaulich-

	FKM	TieM Typ 50	TieM Typ 55	TieM Typ 65
min	83,3	80,9	84,1	83,6
max	88,7	85,1	85,2	86,8
$\bar{x}$	86,1	83,4	84,6	85,0
s	2,05	1,74	0,47	1,25

Tabelle 8: **Verdaulichkeit des Rohproteins (XP) von FKM und Tiermehlen (in %)**

keit des Rohfettes ebenfalls eine große Bedeutung zu. Die entsprechenden Ergebnisse der Verdauungsversuche lagen zwischen 67 % und 90 % (Tabelle 9). Aus den etwas größeren Abweichungen zwischen den Einzelwerten für jedes Erzeugnis resultierte auch eine höhere Streuung der Verdauungswerte als beim Rohprotein.

	FKM	TieM Typ 50	TieM Typ 55	TieM Typ 65
min	60,8	76,0	83,1	88,2
max	73,2	87,0	91,2	90,8
$\bar{x}$	66,9	81,7	89,5	89,3
s	6,19	4,69	4,75	1,06

Tabelle 9: **Verdaulichkeit des Rohfettes (XL) von FKM und Tiermehlen (in %)**

### 3.3.5 Verdaulichkeit des "Organischen Restes" (OR) der Tiermehle

Im Zusammenhang mit tierischen Futtermitteln ist es problematisch, den nach Abzug von Protein und Fett verbleibenden Rest an organischen Bestandteilen als "N-freie Extraktstoffe (NfE)" zu bezeichnen. Da dieser Rest aber bei einer regressiven Schätzung des Energiegehaltes zu berücksichtigen ist, interessiert auch dessen Verdaulichkeit (Tabelle 10).

	FKM	TieM Typ 50	TieM Typ 55	TieM Typ 65
min	(0)	(0)	15,9	43,2
max	(0)	(0)	36,6	55,3
$\bar{x}$	(0)	(0)	21,7	49,9
s	-	-	13,02	5,14

Tabelle 10: **Verdaulichkeit des "Organischen Restes" (OR) von FKM und Tiermehlen (in %)**

Die in unseren Versuchen ermittelten Verdauungswerte liegen im Mittel jeweils zwischen 0 und 50 %. Die Streuung ist verständlicher Weise wesentlich größer als bei den beiden anderen Fraktionen.

### 3.3.6 Schätzung der Umsetzbaren Energie (ME)

Zur Schätzung der Umsetzbaren Energie ist für Einzelfuttermittel, so auch für Tiermehle, folgende Regressionsgleichung (DLG, 1991) anzuwenden:

$$ME \text{ (MJ/kg T)} = 0,0210 \text{ DXP} + 0,0374 \text{ DXL} + 0,0144 \text{ DXF} + 0,0171 \text{ DXX} - 0,0014 \text{ XZ} - 0,0068(\text{BFS} - 100)$$

Liegen nur die Gehaltswerte der Rohnährstoffe vor, sollten die entsprechenden Verdauungswerte aus repräsentativen Zusammenstellungen, z.B. der DLG-Tabelle, benutzt werden. Mit den im vorliegenden Versuch ermittelten Rohnährstoffgehalten sowie Verdauungswerten wurde unter Nutzung der o.g. Gleichung die "ME" berechnet. Der "OR" wurde mit dem Regressionskoeffizienten für die NfE-Fraktion (XX) verrechnet. Die so berechneten Gehaltswerte liegen zwischen 11,9 MJ ME und 15,7 MJ ME pro kg Tiermehl T (Tabelle 11). Eine Gegenüberstellung mit den Angaben der DLG-Tabelle (DLG, 1991) und dem Ergebnis einer Berechnung unter Berücksichtigung der Rohnährstoffgehalte aus der DLG-Tabelle (1991) und den von uns ermittelten Verdauungswerten ist ebenfalls in Tabelle 11 gegeben.

Tiermehl	Versuchsergeb. DLG-Tab. '91		DLG + Vers. *)
	MJ ME/kg T	MJ ME/kg T	MJ ME/kg T
FKM	11,88	9,09	10,51
TieM Typ 50	13,70	11,08	13,60
TieM Typ 55	15,12	12,32	14,40
TieM Typ 65	15,72	15,19	14,90

\*) Rohnährstoffgehalte der DLG-Tabelle und VQ-Werte aus dem vorliegenden Versuch

Tabelle 11: **Gehalte an Umsetzbarer Energie (ME)**

Entsprechend den höheren Verdauungswerten sind die Gehalte an "ME" in den Tiermehlen der vorliegenden Versuche z.T. beachtlich höher als in der DLG-Tabelle (1991). Bei Nutzung der Angaben zum Rohnährstoffgehalt der DLG-Tabelle 1991 und unter Anwendung der hier ermittelten Verdauungswerte ergaben sich Gehaltswerte, die abgesehen vom Tiermehl Typ 65, zwischen den DLG-Tabellenangaben und den eigenen Ergebnissen liegen.

### 3.3.7 Gehalt an Aminosäuren

Wie schon erwähnt, setzen sich Fleischknochen- bzw. Tiermehle aus unterschiedlichen Anteilen der Ausgangsprodukte wie Schlachtabfälle von verschiedenen Tierarten und gefallenen Tieren zusammen. Daher muß mit einem unterschiedlichen Aminosäurenmuster des Proteins der verschiedenen Typen gerechnet werden. Die Ergebnisse unserer Aminosäurenanalyse sind in Tabelle 12 aufgeführt.

Aus den Daten ist u.a. zu entnehmen, daß die Gehalte an allen für das Schwein essentiellen Aminosäuren (AS) im Protein des FKM am geringsten waren und mit steigendem Proteinanteil zunahm. Nur die semiess. AS Arginin nimmt

mit zunehmendem Proteingehalt der Tiermehle geringfügig ab. Somit verbesserte sich mit steigendem Proteingehalt nicht

nur die Verdaulichkeit des Proteins, sondern auch seine Qualität. Bei den nichtess. Aminosäuren sind es Prolin, Glycin

und Alanin, deren Gehalt im Protein mit dessen Zunahme abnimmt, der Gehalt an allen anderen Aminosäuren steigt an.

#### 4 Diskussion

Die in den Versuchen ermittelte Verdaulichkeit des Rohproteins von 83 % bis 86 % stimmt gut mit Angaben von Menke u. Michel (1982; zitiert bei Seibold u.a., 1993) überein, die bei 6 TieM eine mittlere Proteinverdaulichkeit von 83,4 % feststellten. Über einen etwas geringeren Wert von 82 % berichtet Boesing (1989) bei einem Tiermehl, daß dem Typ 55 entsprach. Auch Erbersdobler (1978) gibt in einer Literaturübersicht eine Spanne von 80 % bis 85 % an. Batterham u. a. (1980) fanden bei der Untersuchung von 10 FKM und 4 TieM Verdauungswerte für das Protein zwischen 73 % und 91 %. Hervorzuheben ist, daß auch in dieser Arbeit einige FKM eine höhere Verdaulichkeit des Proteins aufwiesen als manche Tiermehle.

Für einen Vergleich der ermittelten Verdaulichkeit des Rohfettes mit Ergebnissen anderer Versuchsansteller liegen nur wenige Daten vor, da sich die meisten Arbeiten ausschließlich mit der Verdaulichkeit des Proteins und/oder der Aminosäuren befassen. Für das untersuchte TieM Typ 55 ist ein Vergleich mit Ergebnissen von Boesing (1989) möglich, der eine Rohfettverdaulichkeit von 84 % ermittelt hat und damit um etwa 5 %-Punkte unter dem eigenen Wert liegt. Ältere Angaben für Tiermehle mit unterschiedlich hohem Fettgehalt (Kling u. Wöhlbier, 1977) liegen mit 95 % bis 97 % und für FKM mit 100 % allerdings deutlich darüber.

Die mit den Ergebnissen dieser Untersuchung errechneten Gehalte an Umsetzbarer Energie (ME) führten zum Teil zu erheblich höheren Werten als in der DLG-Tabelle (1991). Dies ist zum einen auf die Fettgehalte und beim FKM zusätzlich auf den höheren Proteingehalt im Vergleich zur DLG-Tabelle zurückzuführen. Bedeutender für diese Differenz sind jedoch die in der vorliegenden Untersuchung ermittelten Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe, die über den

	FKM	TieM Typ 50	TieM Typ 55	TieM Typ 65
Rohprotein (% i. T)	48,7	52,2	57,6	67,9
Lysin	4,87	5,39	5,49	6,15
Threonin	2,85	3,33	3,53	3,86
Methionin	0,95	1,17	1,14	1,44
Cystin	0,54	0,66	0,80	0,98
Methionin + Cystin	1,49	1,83	1,94	2,42
Arginin	7,28	6,66	6,58	6,55
Valin	3,46	4,25	4,50	4,93
Prolin	8,94	7,89	7,67	6,93
Phenylalanin	3,13	3,39	3,52	3,76
Tyrosin	1,98	2,48	2,60	2,83
Leucin	5,14	6,23	6,55	7,26
Isoleucin	2,57	2,87	3,01	3,32
Asparaginsäure	8,47	8,47	8,66	9,06
Glutaminsäure	12,44	13,58	13,80	14,28
Alanin	7,55	7,14	7,04	7,03
Histidin	1,54	1,86	1,94	2,44
Glycin	15,62	12,76	12,07	10,57
Serin	3,57	3,98	4,23	4,27

Tabelle 12: Aminosäurenmuster der untersuchten Fleischknochen- und Tiermehle (g/100 g Rohprotein)

	FKM	FKM (HEIMBECK und BALSCHUKAT, 1990)		TieM Typ 55	TieM (HEIMBECK und BALSCHUKAT, 1990)	
		$\bar{x}$	min - max		$\bar{x}$	min - max
Lysin	4,87	4,88	4,03 - 5,71	5,49	5,26	4,48 - 6,36
Threonin	2,85	3,10	2,51 - 3,73	3,53	3,53	3,01 - 4,02
Methionin	0,95	1,27	0,93 - 1,66	1,14	1,39	1,12 - 1,74
Cystin	0,54	0,94	0,56 - 1,82	0,80	1,19	0,70 - 1,82
Methionin + Cystin	1,49	2,21	1,61 - 3,37	1,94	2,59	1,87 - 3,14
Arginin	7,28	7,01	6,26 - 8,04	6,58	6,48	5,91 - 7,82
Valin	3,46	3,85	3,17 - 4,66	4,50	4,47	3,44 - 5,13
Prolin	8,94	8,94	6,75 - 12,06	7,67	7,79	5,24 - 10,84
Phenylalanin	3,13	3,02	2,55 - 3,75	3,52	3,49	2,75 - 4,17
Tyrosin	1,98	2,17	1,59 - 2,78	2,60	2,59	2,16 - 3,20
Leucin	5,14	5,78	4,68 - 6,82	6,55	6,82	5,93 - 8,02
Isoleucin	2,57	2,60	1,86 - 3,65	3,01	2,91	2,38 - 3,82
Asparaginsäure	8,47	7,47	6,65 - 8,16	8,66	7,86	6,74 - 8,76
Glutaminsäure	12,44	12,18	10,59 - 13,41	13,80	12,26	10,46 - 14,39
Alanin	7,55	7,68	6,41 - 9,03	7,04	7,05	6,42 - 7,82
Histidin	1,54	1,96	1,29 - 2,48	1,94	2,05	1,56 - 2,59
Glycin	15,62	14,44	11,30 - 19,27	12,07	11,84	10,07 - 13,53
Serin	3,57	4,01	3,43 - 5,15	4,23	4,37	3,73 - 5,28

Tabelle 13: Vergleich der Aminosäuregehalte des untersuchten FKM und des TieM Typ 55 mit Literaturangaben (Aminosäuren in g/100g Rohprotein)

Werten der DLG-Tabelle lagen. Anschaulich wird dies, wenn man die Daten der Spalten 2 und 3 in der Tabelle 11 miteinander vergleicht, wobei die Daten der Spalte 3 mit den hier ermittelten VQ-Werten berechnet wurden.

Bei einem Vergleich der Aminosäuregehalte mit Literaturangaben muß nochmals auf die Bedeutung der jeweiligen Zusammensetzung und der technischen Aufbereitung des Materials für den Proteingehalt und das Aminosäuremuster hingewiesen werden. Hier soll nur eine Gegenüberstellung von Angaben aus der AS-Tabelle von Heimbeck und Balschukat (1990) mit den eigenen Daten für das FKM und das TieM Typ 55 erfolgen.

Der unter unseren Fütterungsbedingungen besonders interessierende Lysingehalt ist in den untersuchten Erzeugnissen auch im Vergleich mit Literaturdaten als gut zu bezeichnen. Hinzuweisen ist auf die relativ geringen Gehalte an den schwefelhaltigen Aminosäuren in den eigenen Untersuchungen im Vergleich zu den Angaben bei Heimbeck und Balschukat (1990). Ähnliches gilt auch für die Threonin- und Histidingehalte des untersuchten FKM; die deutlich geringer sind als die Vergleichswerte. Höher als diese sind die gefundenen Gehalte an Asparaginsäure und, abgesehen vom FKM, auch der für die Glutaminsäure.

## 5 Zusammenfassung

Vier Tiermehle, die durch ihren unterschiedlichen Proteingehalt die im Handel üblichen "Typen" repräsentierten, wurden sowohl analytisch als auch tierexperimentell untersucht.

Neben dem Rohprotein erfolgte die Bestimmung von Aminosäuren, Rohfett, Rohasche und vom Brennwert. Mit Hilfe von Differenzversuchen wurde die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe ermittelt.

Die Gehalte an Rohnährstoffen zeigten nur geringe Abweichungen gegenüber den vorliegenden mittleren Gehaltswerten der jeweiligen Typen. So war der Aschegehalt in den untersuchten Proben etwas geringer und der Fettgehalt geringfügig höher. Für das Protein wurde eine Verdaulichkeit von 83 % bis 86 % ermittelt und für die Rohfettverdaulichkeit je nach Art des Tiermehles Werte von 67 %, 82 % und 90 %. Die hohe Verdaulichkeit, verbunden mit den Rohnährstoffgehalten, ergaben einen hohen Energiegehalt in allen Tiermehlen.

### **Investigations on the digestibility of meat and bone meal and meat meals in pigs**

One meat and bone meal and three meat meals, which - judged by their range in protein content - represented the common "types" available commercially, were analysed chemically and in animal trials.

Besides the content of crude protein also amino acids, crude fat, crude ash and gross energy were analysed for. The digestibility of crude nutrients was determined by means of difference trials.

The contents of crude nutrients showed only slight deviations as compared to the known mean values of respective types. In comparison, the ash content of the samples analysed here was slightly lower and the fat content slightly higher. For protein a digestibility of 83 % to 86 % was found and for the digestibility of the crude fat the values were 67 %, 82 % and 90 % as depending upon the particular type of product. The high digestibility in conjunction with the crude nutrient contents resulted in a high metabolisable energy content of all products.

### **Literatur**

Atkinson, J.† and Carpenter, K. J., 1970: Nutritive Value of Meat Meals. - Journal of the Science of Food and Agriculture 21, S. 360 - 376.

Batterham, E.S., Lewis, C.E., Lowe, R.F. and McMillan, C.J., 1980: Digestible Energy Content of Meat Meals and Meat and Bone Meals for Growing Pigs. - Animal Production 31, S.273 - 277.

Boesing, G., 1989: Verdaulichkeit von Tiermehl und Tierkörperhomogenisat beim Schwein (praecaecal und insgesamt). - Dissertation Tierärztliche Hochschule Hannover.

DLG, 1991: DLG-Futterwerttabellen -Schweine- 6., erweiterte und völlig neu gestaltete Auflage - DLG-Verlag Frankfurt a.M..

Erbersdobler, H., 1978: Futterwert von Tiermehlen. - Übersichten zur Tierernährung 6, S. 170 - 173.

Kling, M. und Wöhlbier, W., 1977: Handelsfuttermittel, Teil 1. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, S. 203 - 299.

Heimbeck, W. und Balschukat, D., 1990: Die Aminosäuren-Zusammensetzung von Futtermitteln. - IC-ATAV DE-GUSSA, Januar 1990.

Menke und Michel, 1982; zitiert bei Seibold u. a., 1993.

Seibold, R., Eckstein, B., Jager, F., 1993: Proteingehalt und Proteinqualität in Tiermehlen Deutscher Produktion. - Kraftfutter 11, 1993, S. 530 - 536.

Verfasser: Berk, Andreas, Dr.; Schulz, Edgar, Dr., Dir. u. Prof., Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Komm. Leiter: Prof. Dr. habil. Friedrich Weißbach.