

Untersuchungen zur Wirksamkeit von Enzymzusätzen in der Ferkelaufzucht

HARTWIG BÖHME

Institut für Tierernährung

1. Einleitung

Eine hohe Wirkung kohlenhydrat- und proteinspaltender Enzympräparate auf die Verdauungsvorgänge ist insbesondere bei jungen Tieren zu erwarten. Es ist bekannt, daß bei Ferkeln die Maltaseaktivität erst im Alter von ca. 8 Wochen voll entwickelt ist (Aumaitre u. Corring, 1978). Ähnliches gilt für die Amylase-, Trypsin- und Chymotrypsinproduktion (Owsley et al., 1986). Zudem ist unmittelbar nach dem Absetzen die Amylaseproduktion im Pankreas herabgesetzt (Lindemann et al., 1986), so daß entsprechende Enzymzusätze in diesem Wachstumsabschnitt positive Effekte auf die Verdaulichkeit und damit auf die Futterverwertung ausüben. Hinweise hierfür geben Untersuchungen von Thomke et al. (1980), wonach durch Behandlung von Gerste mit Beta-Glucanase bei Aufzuchtferkeln die Verdaulichkeit der Energie verbessert und die tägliche Lebendmassezunahme erhöht werden. Markström (1985) fand zudem, daß Zusätze von Beta-Glucanase bei abgesetzten Ferkeln nicht nur auf die Verdaulichkeit der Energie, sondern auch auf die Verdaulichkeit des Proteins positiv wirken.

In den vorliegenden Versuchen wurde die Wirksamkeit des Enzympräparates "Porzyme" in der Ferkelaufzucht untersucht. Bei diesem Produkt handelt es sich um ein Multi-Enzympräparat der Firma Finnfeeds International LTD, das verschiedene kohlenhydratspaltende Enzyme (Cellulase, Beta-Glucanase, Alpha-Amylase und Glucoamylase) enthält.

2. Material und Methodik

In der ersten Versuchsserie wurde die Wirksamkeit dieses Präparates zum einen nach direkter Zugabe in die Futtermischungen bei unterschiedlicher Konzentration untersucht; darüber hinaus wurde eine mit dem Enzymgemisch vorbehandelte Gerste als Futterkomponente eingesetzt. In der zweiten Versuchsserie erfolgte die Prüfung der Wirksamkeit des Präparates bei gleicher Konzentration in Verbindung mit zwei unterschiedlichen Rationstypen.

2.1 Versuchsanlage

Beide Aufzuchtversuche wurden über den Lebendmassebereich von 10 kg bis 25 kg mit 112 bzw. 140 Tieren durchgeführt. Die Ferkel jeder Serie wurden auf vier Gruppen verteilt. Da jeweils 7 Tiere gemeinsam in einem Flattedeck gehalten wurden, bestand somit in der

Versuchsserie I jede Gruppe aus 4, in der Versuchsserie II aus 5 Untergruppen bzw. Wiederholungen. Einen Überblick über die Versuchsanlage und den Dosierungsrahmen des eingesetzten Enzympräparates gibt Tabelle 1.

Die Darstellung des Versuchsansatzes läßt erkennen, daß die Serie I als Dosis/Wirkungs-Versuch angelegt war. Neben einer Kontrolle ohne Wirkstoffzusatz (Gruppe 1) wurde das Enzympräparat in zwei Dosierungen von 0,1 % und 0,5 % in den Gruppen 2 und 3 eingesetzt. In der Ration 4 erfolgte die Zugabe des Wirkstoffzusatzes nicht direkt, sondern über entsprechend vorbehandelte Gerste. In dieser Ration lagen die Enzymaktivitäten - wie aus Tabelle 3 ersichtlich - am höchsten.

In der Versuchsserie II wurde das Enzympräparat bei zwei Rationstypen (A und B) gegenüber je einer Kontrolle ohne Wirkstoffzusatz (Gruppe 1 und 3) in der Dosierung von 0,1 % im luftgetrockneten Futter verwendet (Gruppe 2 und 4). Die Rationen A und B unterschieden sich in der Zusammensetzung bezüglich der verwendeten Getreidearten und deren Anteile. In der Ration A waren vor allem Gerste und zu einem geringeren Anteil Weizen verwendet worden; die Ration B enthielt neben diesen Getreidearten noch zusätzlich Mais.

Tabelle 1: Versuchsanlage und Dosierungsrahmen

Gruppe / Ration	1	2	3	4
Versuchsserie I				
Anzahl der Tiere	4 x 7	4 x 7	4 x 7	4 x 7
Wirkstoffzusatz %	0	0,1	0,5	*
Versuchsserie II				
Rationstyp	A	A	B	B
Anzahl der Tiere	5 x 7	5 x 7	5 x 7	5 x 7
Wirkstoffzusatz %	0	0,1	0	0,1
* mit Porzyme vorbehandelte Gerste				

2.2 Versuchsdurchführung

2.2.1 Haltung der Versuchstiere

Als Versuchstiere standen Ferkel der Deutschen Landrasse (männliche Kastraten und weibliche Tiere) zur Verfügung. Die Versuche wurden im Ferkelaufzuchtstall des Instituts (Flatdecks, Vollspaltenboden) bei strohloser Haltung durchgeführt. Die Klimatisierung des Stalles erfolgte durch eine automatisch gesteuerte Lüftungs- und Heizungsanlage. Die Raumtemperatur wurde zu Versuchsbeginn auf 27° C eingestellt und wöchentlich um 1° C abgesenkt. Die 7 Tiere jeder Untergruppe wurden unter Berücksichtigung der Lebendmasse so ausgewählt, daß die Unterschiede in den mittleren Anfangsgewichten zwischen den einzelnen Untergruppen möglichst gering waren.

2.2.2 Fütterung

Die Gemenganteile und die Nährstoffgehalte der im Versuch eingesetzten Futtermischungen sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Die Mischungen, die in der institutseigenen Mahl- und Mischanlage hergestellt wurden, orientierten sich an den Vorschriften der Futtermittelverordnung für den Normtyp von "Ferkelaufzuchtfutter I". Die Wirkstoffdosierung erfolgte - mit

Ausnahme der Ration 4 in der Serie I - über an Weizen gebundene Vormischungen und erklärt die im Vergleich zu den Kontrollrationen geringfügig niedrigeren Anteile dieser Komponente in den Versuchsrationen. Die Futtermischungen, deren Nährstoffgehalte im unteren Teil der Tabelle 2 zusammengestellt sind, hatten einen Rohproteingehalt von 18,5 % bei einem Lysingehalt von 1,1 % und einen Gehalt an Umsetzbarer Energie von 13 MJ je Kilogramm Futter. Der im Vergleich zu allen anderen Rationen geringfügig niedrigere Energiegehalt der Ration 4 in der Versuchsserie I resultiert aus dem Einsatz unterschiedlicher Gerstenherkünfte. Bei der enzymvorbehandelten Gerste lagen Rohfaser- und Aschegehalt deutlich höher als bei der Gerste, die in den übrigen Rationen verwendet wurde.

Das Futter wurde den Tieren pelletiert (Pelletdurchmesser 5 mm) in Fütterungsautomaten ad libitum bereitgestellt. Wasser stand zur freien Aufnahme über Nippeltränken zur Verfügung.

2.2.3 Datenerfassung und Auswertung

Zur Ermittlung des Futterverbrauches wurden die Futterreste wöchentlich erfaßt. Außerdem wurden Wägungen der Tiere im wöchentlichen Abstand zur Ermittlung der Gewichtsentwicklung während des Versuchs vorgenommen. Grundlage für die Auswertung waren die Ergebnisse der Untergruppen, da die Ermittlung des Futterverzehr für jedes Einzeltier nicht möglich war. Im Rahmen der varianzanalytischen Auswertung wurde der Duncan-Test zur Prüfung etwaiger Unterschiede in der Wachstumsleistung zwischen den einzelnen Versuchsgruppen angewendet; der Einfluß der unterschiedlichen Anfangsgewichte auf die Wachstumsleistung wurde über die Kovarianzanalyse korrigiert.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Enzymaktivitäten

Eine Übersicht über die Enzymaktivitäten in den Versuchsrationen gibt Tabelle 3. Von den vier Enzymen, die in dem verwendeten Präparat enthalten waren, wurden die Aktivitäten der Alpha-Amylase und der Beta-Glucanase bestimmt.

Nach diesen Ergebnissen*) war in den Versuchsrationen der Serie I ein deutlicher Anstieg der Aktivitäten der Alpha-Amylase und Beta-Glucanase festzustellen, dessen Höhe in der Größenordnung den beabsichtigten Gehalten entsprach. In der Versuchsserie II führte der Zusatz von 0,1 % Enzymprämix bei der Gerste/Weizen-Ration zu einer Steigerung der Aktivitäten um 1,0 E bei der Alpha-Amylase und um 1,4 E bei der Beta-Glucanase. In der Gersten/Weizen/Mais-Ration erhöhte sich die Aktivität der Alpha-Amylase um 2,0 E und die Beta-Glucanase-Aktivität um 0,6 E.

Tabelle 2: Zusammensetzung und Nährstoffgehalt der Versuchsrationen

Versuchsserie Ration	I				II					
	1	2	3	4	1	2	3	4		
Enzymprämix %	-	0,2	0,5	-	-	0,1	-	0,1		
Gerste %	28,0	28,0	28,0	28,0 ¹⁾	50,0	50,0	20,0	20,0		
Weizen %	25,0	24,8	24,5	25,0	11,8	11,7	33,7	33,7		
Mais %	10,0	10,0	10,0	10,0	-	-	10,0	10,0		
Sojaextr.- Schrot %	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0		
Weizenkleie %	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0		
Sojaöl %	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	2,0	2,0		
Min.-Vit.- Lysin-Ergänzung %	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,2	4,2	4,2		
Nährstoffgehalt										
Rohprotein %	18,5				18,6				18,6	18,9
Lysin %	1,1				1,1				1,1	1,1
Methionin + Cystin %	0,6				0,6				0,6	0,6
Rohfaser %	4,2				4,6				5,0	4,3
Stärke %	37,1				33,6				33,3	37,4
Umsetzb. Energie ²⁾ MJ/kg	13,1				12,8				13,2	13,2
Calcium %	0,7				0,7				0,9	0,9
Phosphor %	0,5				0,5				0,7	0,7
1) mit Enzymen vorbehandelt										
2) BFS korrigiert										

*) Die Analysen der Enzymaktivität wurde von der Firma Finnfeeds Intern. Limited, Redhill (England), durchgeführt.

Tabelle 3: **Enzymaktivitäten in den Versuchsrationen**

		Alpha-Amylase E/g	Beta-Glucanase E/g
Versuchsserie I			
Ration	1	-	0,6
	2	1,1	1,8
	3	4,9	5,4
	4	9,4	7,9
Versuchsserie II			
Ration	1	0,1	0,2
	2	1,1	1,6
	3	0,3	0,5
	4	2,3	1,1

3.2 Versuchsverlauf

Der Versuch verlief ohne größere Störungen. Insgesamt war nur der Verlust eines Tieres (Serie I, Gruppe 3) zu verzeichnen; außerdem mußten in der Gruppe 4 der Serie II drei Kümmerer vorzeitig aus dem Versuch genommen werden. Somit gelangten in der Versuchsserie I 111 Tiere und in der Versuchsserie II 137 Tiere zur Auswertung.

Durchfälle unterschiedlicher Heftigkeit waren in beiden Versuchsserien zu beobachten. Die Häufigkeit der oralen Behandlung mit einem Antibiotikum ist für die einzelnen Versuchsgruppen in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4: **Anzahl der Tiere mit Behandlung gegen Verdauungsstörungen**

		Anzahl der Behandlungen je Tier			
		1	2	3	4
Versuchsserie I					
Gruppe	1	6	1	-	-
	2	4	1	-	2
	3	4	2	-	-
	4	5	-	-	-
Versuchsserie II					
Gruppe	1	9	1	2	-
	2	3	-	1	-
	3	12	2	-	2
	4	4	2	1	-

Danach war in der Versuchsserie I keine Wirkung der Enzymzusätze auf Durchfallhäufigkeit und -intensität festzustellen; in der Versuchsserie II zeigte sich dagegen, daß mit der Anwendung des Enzympräparates deutlich weniger Behandlungen notwendig waren.

3.3 Aufzuchtergebnisse

Die Ergebnisse über Futterverzehr, Zunahmen und Futterverwertung sind für beide Versuchsserien in der Tabelle 5 zusammengestellt.

Futterverzehr

In der Versuchsserie I nahm der mittlere tägliche Futterverzehr mit steigenden Enzymzusätzen in der Ration tendenziell zu. Obwohl die Tiere der Kontrollgruppe bereits 762 g Futter aufnahmen, war der Verzehr in der Gruppe 4, welche die Ration mit den höchsten Enzymaktivitäten erhielt, um 5 % erhöht. Die Unterschiede waren indessen - aufgrund der großen Varianz innerhalb der Gruppen - statistisch nicht gesichert.

In der Versuchsserie II wurde bei Verfütterung einer Ration mit etwa gleichen Gerste-, Weizen- und Maisanteilen wie in der Versuchsserie I kein Hinweis auf eine höhere Futteraufnahme gefunden (Gruppen 3 und 4). Bei Verfütterung der Gerste/Weizen-Ration (Gruppen 1 und 2) war jedoch ebenfalls in der Tendenz eine um 4 % höhere Futteraufnahme festzustellen.

Zunahmen

Hinsichtlich des Leistungsniveaus bestanden erhebliche Unterschiede zwischen den beiden Versuchsreihen. Während in Serie I die Kontrollgruppe eine recht hohe Wachstumsleistung mit mittleren täglichen Zunahmen von 490 g aufwies, lag in Serie II das entsprechende Ergebnis mit 380 g um fast 25 % niedriger. Insgesamt zeigte sich bei den Tieren der Serie I, daß ein Enzymzusatz in Höhe von 0,1 % bzw. 0,5 % keine Steigerung der Wachstumsleistung bewirkte. Lediglich bei den Tieren, die über die vorbehandelte Gerste die höchsten Enzymmengen aufgenommen hatten (Gruppe 4), wurde ein Anstieg der mittleren Zunahmen erreicht, der - obwohl er im Vergleich zur Kontrollgruppe 7 % betrug - statistisch nicht abgesichert werden konnte.

Bei den Tieren der Serie II bewirkte dagegen der Enzymzusatz von 0,1 % eine Steigerung der Wachstumsleistung um 15 % bei Verfütterung der Weizen/Gerste-Ration (Gruppe 1 u. 2) und um 11 % bei Fütterung der Weizen/Gerste/Mais-Ration (Gruppe 3 u. 4). Die Unterschiede waren statistisch nicht abgesichert.

Futterverwertung

Die Ergebnisse zur Futterverwertung zeigen für beide Versuchsserien eine unterschiedliche Wirkung des Enzympräparates.

Da in der Versuchsserie I die täglichen Zunahmen in den Gruppen 1, 2 und 3 weitgehend der Futteraufnahme folgten, ergaben sich für diese Gruppen hinsichtlich des Futter- bzw. Energieaufwandes für den Zuwachs keine nennenswerten Unterschiede. Lediglich in der Gruppe 4 war ein um etwa 4 % niedrigerer Futteraufwand festzustellen.

Eine eindeutige, die Futterverwertung verbessernde Wirkung der Enzymzusätze zeigen dagegen die Ergebnisse der Versuchsserie II. Bei Verfütterung der Gerste/Weizen-Ration (Gruppen 1 und 2) bewirkte der Enzymzusatz eine Verbesserung um 10 % ($P < 0,05$), bei der Gerste/Weizen/Mais-Ration war der Futter- bzw. Energieaufwand signifikant um 15 % erniedrigt ($P < 0,001$).

3.4 Diskussion

Die vorliegenden Aufzuchtergebnisse sind hinsichtlich ihrer Aussage über die Wirksamkeit von kohlenhydratspaltenden Enzymzusätzen in der Ferkelaufzucht nicht einheitlich. Während in der Versuchsserie I bei der höchsten Enzymkonzentration im Futter ein geringer Effekt bezüglich der Futterverwertung in der Größenordnung von 2 % gemessen wurde, konnte in der Versuchsserie II - bei einer Konzentration von 0,1 % des Enzymzusatzes im Futter - eine deutliche Wirkung bei beiden Rationstypen um 10 % bzw. 15 % festgestellt werden.

Tabelle 5: Ergebnisse zur Aufzuchtleistung

Gruppe	1	2	3	4
Versuchsserie I				
LM kg				
Anfang	11,0 ± 2,1	11,0 ± 1,0	11,2 ± 1,5	10,8 ± 1,0
Ende ¹⁾	25,3 ± 0,2	25,3 ± 0,2	25,1 ± 0,2	25,3 ± 0,2
Aufzuchtdauer ¹⁾	Tag	Tag	Tag	Tag
mittl. Futterverzehr ¹⁾	g	g	g	g
mittl. Zuwachs ¹⁾	g	g	g	g
Futteraufwand	kg	kg	kg	kg
je kg Zuwachs ¹⁾	MJ ME	MJ ME	MJ ME	MJ ME
Versuchsserie II				
LM kg				
Anfang	11,1 ± 0,3	11,0 ± 0,3	11,1 ± 0,3	10,7 ± 0,4
Ende ¹⁾	24,6 ± 0,5	25,1 ± 0,2	25,0 ± 0,5	25,2 ± 0,5
Aufzuchtdauer ¹⁾	Tag	Tag	Tag	Tag
mittl. Futterverzehr ¹⁾	g	g	g	g
mittl. Zuwachs ¹⁾	g	g	g	g
Futteraufwand	kg	kg	kg	kg
je kg Zuwachs ¹⁾	MJ ME	MJ ME	MJ ME	MJ ME
¹⁾ Die Ergebnisse der Wachstumsleistung sind auf ein mittleres Anfangsgewicht von 11,0 kg korrigiert. ²⁾ Ungleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen zur jeweiligen Kontrolle.				

Über eine unterschiedliche Wirkung beim Einsatz kohlenhydratspaltender Enzyme wird ebenfalls von anderen Autoren berichtet. So fanden Inbarr und Olge (1988) in einem Ferkelaufzuchtversuch nach Zufütterung von Amylase, Glucanase und Glucoamylase eine deutliche Wirkung auf die täglichen Zunahmen und auf die Futterverwertung; dagegen konnte derselbe Autor (Inbarr et al., 1988) bei Rationen, die im wesentlichen aus thermisch vorbehandelter Gerste und extrudiertem Sojaextraktionsschrot bestanden, durch Zusatz von Amylase, Cellulase und Protease bei Ferkeln keine leistungssteigernde Wirkung feststellen.

Die eigenen Ergebnisse lassen, ebenso wie die bisher veröffentlichten Untersuchungen den Schluß zu, daß eine leistungssteigernde Wirkung von Enzymzusätzen nur dann zu erwarten ist, wenn ihre Kombination nach Klasse und Konzentration speziell auf die Zusammensetzung der Ration abgestimmt ist. Nach den vorliegenden Resultaten scheint der Wirkungsmechanismus weniger auf einer besseren Ausnutzung des Futters über eine Steigerung der Verdauulichkeit zu beruhen, sondern liegt wohl hauptsächlich darin, daß durch Komplementierung der bei jungen Schweinen unzureichenden Enzymproduktion die Verdauungsvorgänge stabilisiert und damit Wachstumsverzögerungen verhindert werden.

Zusammenfassung

In zwei Aufzuchtversuchen (10 kg - 25 kg Lebendmasse) mit 112 bzw. 140 Ferkeln in Gruppenhaltung wurde die leistungssteigernde Wirkung eines Enzympräparates (Cellulase, Beta-Glucanase, Alpha-Amylase und Glucoamylase) geprüft.

In der Versuchsserie I wurde das Präparat als Futterzusatz in den Konzentrationen von 0,1 % und 0,5 % (Gruppe 2 und 3) gegenüber einer Kontrolle (Gruppe 1) eingesetzt. Daneben erfolgte ein indirekter Zusatz des Präparates über vorbehandelte Gerste (Gruppe 4).

In der Versuchsserie II wurde die Wirksamkeit in Verbindung mit zwei Rationstypen auf Gerste/Weizen-Basis bzw. auf Weizen/Gerste/Mais-Basis bei einer Konzentration von 0,1 % geprüft.

In der Serie I führten die Enzymzusätze von 0,1 % und 0,5 % gegenüber der Kontrollgruppe zu keiner Steigerung der täglichen Zunahmen und der Futterverwertung. Bei den Tieren, die über die vorbehandelte Gerste die höchsten Enzymmengen aufnahmen, wurden ein nicht signifikanter Anstieg der mittleren täglichen Zunahmen um 7 % und der Futterverwertung von 4 % festgestellt.

In der Serie II, in der das Produktionsniveau deutlich niedriger lag, zeigte sich eine eindeutige, die Futterverwertung verbessernde Wir-

kung der Enzymzusätze von 10 % bei der Gerste/Weizen-Ration und von 15 % bei der Gerste/Weizen/Mais-Ration, die statistisch gesichert war. Gleichzeitig war das Auftreten von Durchfällen deutlich reduziert.

Die Wirksamkeit der Enzymzusätze wird in ihrer stabilisierenden Wirkung auf die Verdauungsvorgänge bei jungen Ferkeln gesehen, wodurch Wachstumsverzögerungen vermieden werden.

Experiments on the efficacy of enzyme supplements as a growth promoter for piglets

Two feeding experiments (10 kg - 25 kg LW) with a total of 112 and 140 piglets, respectively, kept under group housing conditions, were designed to test the growth promoting efficacy of a mixture of carbohydrate degrading enzymes (cellulase, beta - glucanase, alpha-amylase and glucoamylase).

In trial I, including a negative controle (group 1), the enzyme mixture was given in 2 concentrations of 0.1 % and 0.5 % (group 2 and 3). Additionally a ration with an indirect supplementation by pretreated barley was applied (group 4).

In trial II, the efficacy was tested at the concentration of 0.1 % on 2 ration types with the respective energy sources barley and wheat (group 1 and 2) or barley, wheat and corn (group 3 and 4).

In trial I, enzymes additives at a concentration of 0.1 % and 0.5 % did not improve growth rate and feed conversion ratio as compared to control animals. The diet with the highest enzymes concentration containing the pretreated barley elevated weight gain by 7 % and improved feed conversion ratio by 4 %, with this difference being not significant.

In trial II, showing a remarkably lower production level, the enzymes supplementation resulted in an improved feed conversion ratio, being in the range of 10 % in the wheat and barley based diet ($P < 0.05$) and 15 % in the diet based on wheat, barley and corn ($P < 0.001$).

Simultaneously the incidence and severity of diarrhoea were reduced, indicating, that the efficacy of enzymes additives can mainly be attributed to a stabilisation of the digestive processes in the young pig, so that delays of growth can be avoided.

Literatur

- (1) A u m a i t r e , A. und C o r r i n g , T.: Efficiency of various treatments of cereals. - Ann. Zootechn. 25 (1978) S. 41-51.
- (2) I n b o r r , J., N ä s i , M., und S n o m i , K.: The effect of enzyme treatment of cooked barley and supplementation of piglet diets on digestibility of barley and piglet performance. - J. Agric. Sci. in Finland 60 (1988), S. 685-699.
- (3) I n b o r r , J. und O l g e , R.B.: Effect of enzyme treatment of piglet feeds on performance and post weaning diarrhoea. - Swedish J. agric. Res. 18 (1988), S. 129-133.
- (4) L i n d e m a n n , M., C o r n e l i u s , S., E l K a n d e l g y , S., M o s e r , R. und P e t t i g r e w , J.: Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. - J. Anim. Sci. 62 (1986), S. 1298-1307.
- (5) M a r k s t r ö m , B.: Beta-glucanase supplementation of finely and coarsely ground barley - a feeding trial with weanling pigs. - Diss. Swedish Univ. of Agric. Sci. (1985).
- (6) O w s l e y , W.F., O r r , J r. D.E. und T r i b b l e , L.F.: Effects of age and diet on the development of the pancreas and the synthesis and secretion of pancreatic enzymes in the young pig. - J. Anim. Sci. 63 (1986), S. 497-504.
- (7) T h o m k e , S., R u n d g r e n , M. und H e s s e l m a n n , K.: The effect of feeding high-viscosity barley to pigs. - Proceed. 31st annual meeting of EAAP, Munich (1980), 5.

Verfasser: B ö h m e , Hartwig, Dr. agr., Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Leiter: Professor Dr. Dr. Klaus R o h r.

