

Sonderdruck aus Offprint from



Mit Phosphor Leistungen absichern Ensuring Performance with Phosphorus

WIRKUNG VON ANORGANISCHEM PHOSPHOR UND PHYTASE BEIM FERKEL EFFECTS OF ANORGANIC PHOSPHORUS AND PHYTASE IN PIGLETS

Die Phosphor-Normen für Schweine und Geflügel sind im vergangenen Jahrzehnt stark gesunken. Die Sicherheitsgrenzen wurden daher sehr gering oder existieren überhaupt nicht mehr. Daher ist es wichtig mit gut erforschten Phosphor-Quellen zu arbeiten, um eine gute Korrelation von theoretisch verfügbarem P-Betrag und dem für die Tiere tatsächlich verfügbaren zu gewährleisten.

There has been a large decrease in P norms for pigs and poultry in Western countries during last decade. Therefore, the safety limits became extremely small or no longer exist. This means that it is very important to formulate with a well-known source of P in order that the theoretically calculated amount of available P correlates well with the actual amount of available P for the animals.

Ziel dieser Studie war es, die Rolle von Phosphor im Futter für Ferkel unter drei Gesichtspunkten zu beleuchten:

- **Wachstum der Tiere:** Aufgrund seiner Beteiligung an wichtigen physiologischen Funktionen wie Energieaufnahme und -nutzung (ATP) sowie als Bestandteil vieler Enzyme ist Phosphor im Futter wichtig für das Wachstum.
- **Knochenaufbau:** Obwohl Phosphor an einer Vielzahl physiologischer Prozesse beteiligt ist, dient es – mit 80 Prozent des aufgenommenen P – doch hauptsächlich dem Aufbau und Erhalt des Skeletts, das nicht nur als Stützgerüst sondern auch als Phosphor- und Calciumlager dient.
- **Ausscheidung:** Ein Teil des

Phosphors wird wieder ausgeschieden. Die Menge des ausgeschiedenen Phosphors lässt sich reduzieren durch Verwendung gut verdaulicher Quellen für anorganische Futterphosphate oder Phytase.

In der Studie wurden drei Futtermittel getestet. In zwei von ihnen wurde der Phosphor teilweise durch anorganische Futterphosphate bereitgestellt. Das dritte Futtermittel enthielt Phytase, um bestimmen zu können, wie weit diese Quelle als Ersatz für anorganischen Phosphor gelten kann. Um den reinen Effekt der zusätzlichen Phytase zu erfassen, wurde die Phytase

Authors	Autoren
Paul Anselme ¹ and Walter Bleukx ²	
¹ Sector Group Inorganic Feed Phosphates, European Chemical Industry Council, Avenue E. van Nieuwenhuysse 4, B-1160 Brussels, Belgium; www.feed-phosphates.org	
² Tessenderlo Group, Troonstraat 130, B-1050 Brussels, Belgium; www.tessenderlogroup.com	

The aim of this study was to assess the role of phosphorus in nursery pig feed from three points of view:

- **Growth of the animals:** Phosphorus in feed is important for growth through its involvement in important physiological functions such as transfer and utilisation of energy (ATP), and as a component of several enzymes.

- **Bone composition:** Although phosphorus is involved in a large number of physiological processes its main role – 80 per cent of ingested P – is the building and maintenance of the skeleton, which serves not only as a support system but also as a phosphorus and calcium store.
- **Manure:** Part of the ingested phosphorus will be excreted via the manure. It is possible to reduce the quantity of phosphorus excreted through the use of highly digestible sources of inorganic feed phosphates or phytase. Three feeds were used in this study. In two of them part of the phosphorus was supplied by inorganic feed phosphates. Phytase was included in the

third feed to determine to what extent this source can replace inorganic phosphorus. To test only the effect of the added phytase, the phytase activity of the raw materials was neutralised by steam pelleting at 80°C

Materials and methods

Growth trial : Pigs

Pigs from the same farm (180 gilts and 180 castrated males) were grouped by weight and sex. There were 120 pigs per treatment (60 gilts and 60 castrated males). There were 60 individual data sets per treatment per sex (age, weight and ADG) and four collective data sets for intake and feed conversion ratio. Feed intake was measured for a pen of 15 pigs.

Feed

After weaning, the piglets first received a post-weaning feed (phase I) up to 12 kg live weight. They were then fed ad libitum the experimental diets, including a transition period of three days, using a feeder. The feeds, presented in tables 1 and 2, were practically identical, except for the added mineral feed phosphates in treatments 1 (dicalcium phosphate; DCP) and 2 (monocalcium phosphate; MCP) and microbial phytase in treatment 3. The feeds were formulated to contain 2.8 g of digestible phosphorus per kg. The phytase activity of the vegetal materials was approximately 230 FTU/kg (theoretical value) but the phytase in the raw materials was neutralised by steam pelleting the feeds at 80°C.

Measurements and monitoring

The pigs were weighed individually at the start of the experiment, at feed transition, and at the end of the trial at about 25 kg live weight. At the feed transition the pigs were not fasting, therefore, 500 g was deducted from the weight of each pig (which is the normal weight difference as observed at the ITP station of Villefranche de Rouer-

Übersicht / Table 1: Zusammensetzung des Futters /Composition of feeds

(g/kg)	Feed/Ration 1	Feed/Ration 2	Feed/Ration 3
Gerste / Barley	195	190	190
Weizen/ Wheat	210	205	216
Mais / Maize	168	181	168
PRapsschrot /Rape seed oil	32	31	30
Erbsen / Peas	77	75.4	78
Sojaschrot / Soybean meal 48 B	275	275	274
Ca carbonate	10.4	14	13.7
NaCl	2	2	2
Premix ¹	20	20	20
Phytase (Natuphos 5000 G) ²	-	-	8.3
Dicalcium phosphate (Aliphos Dical)	18	10.6	-
Monocalcium phosphate (Aliphos Monocal 22.7)	-	6.6	-
EN (kcal/kg)	2,392	2,391	2,389
Rohprotein /Crude protein (g/kg)	199	199	200
Total Lysin/e (g/kg)	13,09	13,06	13,11
Verd./Dig. lysine (g/kg)	11,48	11,46	11,49
Ca (g/kg)	9,0	9,0	8,3
Total P (g/kg)	5,79	5,35	3,93
Verd./Dig. P (g/kg)	2,8	2,8	2,8
Lysine d/EN (g/kcal)	4,80	4,79	4,81
Lysine d/EN (g/MJ)	1,14	1,14	1,14
Phytase activity (FTU/kg)	230	230	235 +830

¹ Premix contains 10.5% lysine and 5% methionine and threonine, representing 2,01 g of lysine per kg of feed, and 1 g of methionine and threonine.
² Natuphos 5000 G contains 100,000 phytase activity units per kg. At 8.3 g per kilo of feed, it supplies 830 phytase activity units per kg.

gruppiert. Jeweils 120 Schweine erhielten eine Behandlung (60 Sauen und 60 kastrierte männliche Tiere). Die einzelnen Behandlungen beruhten in den nach Geschlecht unterteilten Gruppen auf jeweils 60 individuellen – Alter, Gewicht und Tägliche Zunahme – sowie vier kollektiven Datensätzen zur Berechnung von Aufnahme und Futterverwertung. Die Futteraufnahme wurde jeweils für ein Abteil mit 15 Schweinen gemessen.

Futter

An die Säugephase anschließend erhielten die Ferkel ein spezielles Futter bis zu einem Lebendgewicht von 12 kg –Phase I. Danach erhielten sie nach Belieben das Versuchsfutter, das in der dreitägigen Übergangsphase durch einen Automaten verabreicht wurde. Die in den Übersichten 1 und 2 vorgestellten Futtermittel waren identisch, abgesehen vom zusätzlichen Mineralfutterphosphat in den Behandlungen 1 (Monocalcium-Phosphat;

Übersicht / Table 2: Zusammensetzung der Rohstoffe / Composition of the feed ingredients

Feed ingredients	Total P (g/kg)	Digestibility (%)	Digestible P (g/kg)	Phytase activity (FTU/kg)
Barley 2 varieties (4% cellulose)	3.5	40	1.4	400
Wheat	3.3	48	1.6	600
Maize	2.7	15	0.4	40
Soybean meal	6.2	37	2.3	60
Peas	4.5	44	2.0	80
Dicalcium phosphate I	180	70	126	
Monocalcium phosphate 2	227	90	204	
Natuphos 5000 G3			1.33	100 000

¹ Digestibility of phosphorus in DCP was set at 70% / P-Verd.in DCP angenommen mit 70 %
² Digestibility of phosphorus in MCP was set at 90% / P-Verd.in MCP angenommen mit 90 %
³ It is generally accepted that 500 FTU of phytase is equivalent to 1 g of monocalcium phosphate with a P digestibility of 80%. If this digestibility is 90% (value taken here), the equivalence becomes 500 FTU x 0.9/0.8 = 563 FTU for 1 g of monocalcium phosphate and 1.33 g digestible P from MCP = 1.33 x 563/0.9 = 830 FTU

gue between fasting and fed animals).

The following measurements and analyses were carried out on the diets:

- Pelleting temperature: this was an average of 80°C at pelleting
- Phytase activity this was measured in feed 3 before pelleting, in all three feeds after pelleting, and in the phytase premix.

seaktivität der Rohmaterialien durch Dampf-Pelletierung bei 80°C neutralisiert.

Material und Methoden

Wachstumsversuch Schweine

Schweine des gleichen Zuchtbetriebs – 180 Jungsau und 180 Kastraten – wurden nach Gewicht und Geschlecht

MCP) und 2 (Dicalcium-Phosphat; DCP) sowie mikrobieller Phytase in Behandlung 3. Die Futtermittel enthielten 2,8 g verdaulichen Phosphor pro kg. Die Phytaseaktivität des pflanzlichen Materials lag bei näherungsweise 230 FTU/kg (theoretischer Wert) während die Phytase im Rohmaterial durch Dampf-Pelletierung der Futtermittel bei 80°C neutralisiert wurde.

Messung und

Table/ Übersicht 3: Analysis of the experimental diets / Zusammensetzung der Versuchsrationen (87% DM / TS)

	Feed/Ration 1 (DCP)	% relative to theoretical % relativ zu kalkuliertem	Feed/Ration 2 (MCP)	% relative to theoretical % relativ zu kalkuliertem	Feed/Ration 3 (phytase)	% relative to theoretical % relativ zu kalkuliertem
Total P (g/kg)	5.5	-5.0	5.15	-3.7	3.85	-2.0
Crude protein/Rohprotein (%)	19.7	-1.0	19.6	-1.5	19.7	-1.5
Lysin/e (g/kg)	11.5	-12.1	11.55	-11.6	11.55	-11.9
Phytase (FTU/kg)	< 50	-	< 50	-	295	-64.5

Beobachtung

Die Tiere wurden zu Beginn des Experiments, bei der Futterumstellung und bei Versuchsende mit etwa 25 kg Lebendgewicht einzeln gewogen. Weil die Schweine bei Futterumstellung nicht nüchtern waren, wurden 500 g (entspricht dem von der ITP-Station Villefranche de Rouergue als normal festgestellte Gewichtsunterschied zwischen nüchternen und gefütterten Schweinen) vom Gewicht jedes Schweins abgezogen. Folgende Messungen und Analysen wurden an den Rationen durchgeführt:

- Pelletierungstemperatur: Sie lag beim Pelletieren durchschnittlich bei 80°C.
- Phytaseaktivität

Diese wurde in Futter 3 vor der Pelletierung, in allen drei Futtermitteln nach der Pelletierung sowie in der Phytasevormischung gemessen. Jede Ration wurde chemisch analysiert: Trockenmasse (TS), Rohprotein, Lysin, Fett, Stärke, Rohfaser, Mineralstoffe, Calcium und Phosphor.

Bilanzversuch Schweine

Es wurden vier Wiederholungen in drei Abteilen mit jeweils 10 Ferkeln vorgenommen. Es waren 30 Schweine pro Wiederholung, pro Behandlung 10 Schweine zwischen 15 und 25 kg und insgesamt 120 Tiere (4 x 30). Die Schweine wurden den Gruppen nach Gewicht zugeteilt. Die Gruppen in den Bilanzversuchen 1 und 2 bestanden zu jeweils gleicher Zahl aus Kastraten und Sauen (jeweils 5 pro Gruppe). Alle Schweine im Bilanzversuch 3 waren Jungsaunen und in Bilanzversuch 4 Kastraten. Bis zu einem Lebendge-

wicht von etwa 15 kg erhielten die Schweine ein an die Säugephase anschließendes Spezialfutter (Phase I) und anschließend für 20 bis 26 Tage einschließlich einer Übergangsphase von drei Tagen das Versuchsfutter.

Messung und Beobachtung

Es handelte sich um die gleichen Futtermittel wie im Wachstumsversuch. Die Messung und Beobachtung im Bilanzversuch berücksichtigen neben den normalen Messungen zu Wachstum und Futteraufnahme auch Ausscheidungen und Knochen.

Kot: Messung des Volumens pro Behandlung (in Litern), Analyse der Trockenmasse, des Stickstoffs und des gesamten sowie des löslichen Phosphors.

Knochen: Analyse der Trockensubstanz, Mineralstoffe, des Calciums und Phosphors. Für die Analyse wurden Mittelhandknochen (Metacarpalia) verwendet. Für diesen Teil der Studie wurden nur Schweine aus dem vierten Bilanzversuch genutzt (6 pro Behandlung). Wie auch im Wachstumsversuch wurde täglich die pro Abteil aufgenommene Futtermenge gemessen. Die Schweine wurden bei Gruppierung, bei Futterumstellung zum Versuchsfutter und am Ende des Versuchs bei etwa 25 kg jeweils einzeln gewogen.

Ergebnisse und Diskussion

Phytaseaktivität der Diäten

Nach Pelletierung bei einer Durchschnittstemperatur von 80°C (variierend zwischen 72,5°C beim Start und 82,9°C Maximaltemperatur) lag die Phytaseaktivität der Futtermittel

A chemical analysis was performed on each diet: dry matter (DM), total crude protein, lysine, fat, starch, crude fibre, total minerals, calcium and phosphorus.

Balance trial: Pigs

The trial consisted of four repetitions in three balance pens with ten piglets each. There were 30 pigs per repetition, 10 pigs of 15 to 25 kg per treatment, in total 120 pigs (4 x 30).

Pigs were matched according to weight in all the groups. The groups in balance trials 1 and 2 consisted of equal numbers of castrated males and gilts (5 of each per group). All the pigs in balance trial 3 were gilts and all those in balance trial 4 consisted of castrated males. The pigs received a phase I post-weaning feed up to about 15 kg live weight, followed by the experimental feed for 20 to 26 days, including a transition period of three days.

Measurements and monitoring

The feeds were the same as in the growth trial. Measurements and monitoring in the balance trial concerned manure and bones as well as the normal measurements on growth and feed intake. Manure: measurement of volume (in litres) per treatment, analysis of dry matter, nitrogen and total and soluble phosphorus. Bones: analysis of dry matter, total minerals, calcium and phosphorus. Metacarpal bones were used for the analysis. For this part of the study only pigs involved in the fourth ba-

lance trial were used (six pigs per treatment). As in the growth trial, the quantity of feed consumed was measured every day for each pen. The pigs were weighed individually at grouping, at feed transition (shift to experimental feed) and at the end of the trial at about 25 kg.

Results and discussion

Phytase activity of the diets

After pelleting at an average temperature of 80°C (varying between 72.5°C at start and 82.9°C at maximal temperature) the phytase activity of feeds 1 and 2 was less than 50 FTU/kg. Feed 3 was formulated to contain 830 FTU/kg in total, but after pelleting (at 80°C) the activity was reduced by 64.5 per cent from 830 FTU/kg to an average of 295 FTU/kg (Table 3). Although a protected phytase, able to resist pelleting temperatures up to 85°C, was used, a large proportion of phytase activity was lost.

Growth trial

Tables 4 for castrated males and 5 for gilts show the results of the growth trial – Feed intake, growth and feed conversion ratio (FCR).

The intake of the phase I post-weaning feed was identical for the three treatments. For phase II the intake differed by 7.5 per cent with the castrated males and 6.5 per cent with the gilts. For both sexes intake was the highest for the feed containing MCP. The intake of feed 3 (phytase) was close to that of the DCP feed for the males and that of the MCP feed for the

gilts. Average daily growth, on the other hand, was lower with the phytase group, and as a result the feed conversion ratio tended to be higher for this group. During the initial period the pigs consumed the same amounts of feed and their average growth rates were almost the same. However, there were significant differences in average daily gain (ADG) with the males. For the experimental period (12 to 24 kg) the results for castrated males and gilts are given separately because of treatment x sex interactions for ADG, duration and to a lesser extent feed conversion ratio (FCR). Overall, the best index values were obtained with the DCP diet, and the worst with the phytase diet. The MCP-treatment was intermediate. The pigs received the experimental feed between about 12 and 24 kg. There was some weight difference between treatments, the pigs of treatment 2 showing better growth during the initial period. With the males – see Table 6 – growth performance (ADG) was significantly higher in treatments 1 and 2 (inorganic phosphates) than in treatment 3 (phytase) during both the experimental period (plus 13.5 per cent) and the overall period (plus 8 per cent). Values of feed conversion ratio were not significantly different owing to the low number of data points – eight per treatment, but they improved 6 and 14 per cent in the second period respectively for treatment with MCP and DCP relative to the treatment with phytase. With regard to the gilts, presented in Table 5, there was no significant difference between treatments. However, feed conversion ratio for treatment with DCP was better with 7 to 8 per cent than for treatments with MCP and phytase, which were the same.

Balance trial

The P excreted via the manure followed the same pattern as the feed intake, being the lowest in treatment 3 with phytase and the highest in tre-

atment 1 with DCP, with an exception in balance 2, where excreted P was higher with MCP (treatment 2). Soluble P in manure tended to be higher with diet 3 with phytase than in the other two diets with inorganic phosphates. On average more than 66 per cent of total phosphorus in diet 3 was soluble against 59 and 62 per cent respectively for diets 1 and 2, but there were wide variations. Certain common trends were found in the four balances carried out, see Table 6 and Figure 1. The lowest excreted P values were obtained with the phytase diet 3 in all four repetitions. With the phytase diet, 40 per cent of total ingested P was excreted; with the MCP and DCP diets, 44 per cent and 46 per cent respectively of total ingested P was excreted. However, the quantity of phosphorus retained by the pigs was on average 20 per cent higher in treatments 1 and 2 containing inorganic phosphates compared to treatment 3 (phytase). The pigs on treatment 3 with phytase retained less phosphorus, which can have an adverse effect on the pigs' growth performance (growth trial, Tables 4 and 5). This is also related to bone phosphorus levels – see below: analysis of bones. The figure 1 indicates also that there is a good relation between the real amount of P retained by the pigs and the theoretical calculated available P content when formulating with inorganic feed phosphates. However, with phytase, the real amount of P retained by the pigs is much lower by minus 17 per cent, compared with the theoretically available P content. This indicates that formulating with inorganic feed phosphates with known and well-established digestibilities gives a serious guarantee about the available P content that the animals will receive and retain. When formulating with phytase, different factors such as the raw materials

1 und 2 unter 50 FTU/kg. Futtermittel 3 wurde darauf ausgelegt, insgesamt 830 FTU/kg zu beinhalten, doch wurde die Aktivität durch die Pelletierung bei 80°C um 64,4 Prozent von 830 FTU/kg auf durchschnittlich 295 FTU/kg reduziert, siehe Übersicht 3. Obwohl eine geschützte Phytase verwendet wurde, die gegen Pelletierungstemperaturen bis zu 85°C stabil ist, ging ein großer Teil der Phytaseaktivität verloren.

Wachstumsversuch

Die Übersichten 4 (Kastraten) und 5 (Jungauen) zeigen die Ergebnisse des Wachstumsversuchs (Futteraufnahme, Wachstum und Futtermittelverwertung). Die aufgenommene Menge des an die Säugephase anschließenden Spezialfutters – Phase I – war bei den drei Behandlungen identisch. In Phase II differierte die Aufnahme bei den Kastraten um 7,5 Prozent und bei den Jungauen um 6,5 Prozent. Die aufgenommene Menge war bei beiden Geschlechtern beim MCP-Futter am höchsten. Die Aufnahme von Futter 3 (Phytase) lag nahe bei der des DCP-Futters der Kastraten und der des MCP-Futters der Jungauen. Andererseits war das tägliche Wachstum bei der Phytase-Gruppe geringer, die Futterausnutzung bei dieser Gruppe dagegen tendenziell höher. Während der Anfangsphase konsumierten die Schweine die gleichen Futtermengen und ihre durchschnittlichen Wachstumsraten waren annähernd gleich. Bei den Männchen traten jedoch dann bei der täglichen Zunahme (TZ) signifikante Unterschiede auf. Für die Versuchsphase (12 bis 24 kg) werden die Ergebnisse getrennt angegeben, weil hinsichtlich TZ und Dauer sowie in geringerem Maße bei der Futtermittelverwertung geschlechtsbedingte Interaktionen auftraten. Insgesamt wurden die besten Indexwerte mit der DCP-Diät und die schlechtesten mit der Phytase-Diät erzielt. Die MCP-Behandlung lag dazwischen. Die Schweine erhielten das Versuchsfutter bei ei-

nem Gewicht zwischen etwa 12 und 24 kg. Es gab Gewichtsunterschiede zwischen den Behandlungen, bei denen die Schweine mit Behandlung 2 in der Anfangsphase ein besseres Wachstum zeigten. Sowohl in der Experimentalphase (plus 13,5 Prozent) als auch in der Gesamtphase (plus 8 Prozent) war bei den Kastraten (Übersicht 6) die Wachstumsentwicklung (TZ) in den Behandlungen 1 und 2 –anorganische Phosphate – deutlich höher als in Behandlung 3 – Phytase. Aufgrund der geringen Datenmenge (8 pro Behandlung) gab es bei den Daten der Futtermittelverwertung keine signifikanten Unterschiede, jedoch verbesserten sie sich in der zweiten Phase mit 6 und 14 Prozent bei den MCP- und DCP-Behandlungen relativ zur Phytase-Behandlung. Bei den Jungauen, siehe Übersicht 5, gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen. Bei der DCP-Behandlung war jedoch die Futtermittelausnutzung um 7 bis 8 Prozent besser als bei den MCP- und Phytase-Gruppen, die jeweils gleiche Ergebnisse erbrachten.

Bilanzversuch

Der über den Kot ausgeschiedene Phosphor folgte den gleichen Mustern wie die Futteraufnahme, war in Behandlung 3 (Phytase) am geringsten und in Behandlung 1 (DCP) am höchsten, abgesehen von Bilanzversuch 2, wo die ausgeschiedene Phosphormenge bei der MCP-Diät höher war. Die Menge löslichen Phosphors war in Ration 3 mit Phytase tendenziell höher als in den anderen beiden Diäten mit anorganischen Phosphaten. Im Durchschnitt waren in Ration 3 über 66 Prozent des gesamten Phosphors löslich gegenüber jeweils 59 und 62 Prozent bei den Rationen 1 und 2, doch die Variation war groß. In den vier Bilanzversuchen zeichneten sich bestimmte gemeinsame Trends ab (Übersicht 6 und Abbildung 1). Die geringsten Werte an ausgeschiedenem P wurden in allen vier Wiederholungen mit der Phytase-Diät erzielt.

MINERALSTOFFE

Mit der Phytase-Diät wurden 40 Prozent des insgesamt aufgenommenen Phosphors ausgeschieden; mit den MCP- und DCP-Diäten wurden jeweils 44 und 46 Prozent ausgeschieden. Die Menge des von den Schweinen einbehaltenen Phosphors war in den Behandlungen 1 und 2 mit anorganischen Phosphaten durchschnittlich um 20 Prozent höher als bei Behandlung 3 (Phytase). Die mit Phytase behandelten Schweine behielten weniger Phosphor ein, was sich negativ auf die Wachstumsentwicklung der Schweine auswirken kann (Wachstumsversuch, Übersichten 4 und 5). Das hängt auch mit dem Phosphorgehalt der Knochen zusammen, (unten beschrieben: Analyse der Knochen). Die Abbildung 1 veranschaulicht auch das gute Verhältnis zwischen dem tatsächlich von den Schweinen einbehaltenen P-Betrag und der aufgrund theoretischer Überlegungen bei der Rezeptur vorgenommenen Anreicherung mit anorganischen Futterphosphaten. Bei Phytase ist der von den Schweinen wirklich einbehaltene P-Anteil gegenüber dem theoretisch verfügbaren P-Anteil um 17 Prozent deutlich verringert. Eine Rezeptur unter Einsatz anorganischer Futterphosphate mit bekannter und gut erforschter Verdaulichkeit gibt daher hohe Sicherheit über den verfügbaren Phosphorgehalt, den die Tiere aufnehmen und einbehalten. Bei der Rezeptur mit Phytase können unterschiedliche Faktoren, wie die in der Diät verwendeten Rohmaterialien oder die Pelletierungstemperatur, die Phytaseaktivität und letztlich den Phosphorbetrag, den die Tiere erhalten, beeinflussen. Bei einer Rezeptur mit niedrigen P-Normen ohne Sicherheitsmarge, kann ein P-Mangel die Entwicklung insbesondere der schwächeren Tiere der Gruppe beeinflussen.

Table/Übersicht 4: Performances of castrated males / Leistungen der kastrierten männlichen Tiere

Treatment/ Behandlung	1 (DCP)	2 (MCP)	3 (phytase)	CV (%)	Statist. Test
Weight at start(kg) Anfangsgewicht (kg)	5.73	5.73	5.73	1.6	
Weight at transition Gewicht beim Umsetzen	12.04 a	12.72 b	12.39 ab	11.6	0.036
Weight at end (kg) Endgewicht (kg)	23.9 ab	24.2 a	23.2 b	9.5	0.054
Duration / Dauer 1 (d)	22.5	22.5	22.5		
Duration / Dauer 2	22.3 a	22.3 a	23.9 b	11	0.0005
Total duration /Dauer gesamt	44.8 a	44.7 a	46.4 b	5.5	0.0005
ADG /Täglicher Zuwachs 1 (g)	279 a	308 b	294 ab	21	0.041
ADG /Täglicher Zuwachs 2 (g)	536 a	523 a	458 b	17	0.0001
ADG overall / TZ über alles	408 a	416 a	379 b	15.2	0.003
Intake / Futterraufnahme phase / Phase 1 (kg/d)	0.39	0.39	0.39	0.2	NS
Intake / Futterraufnahme phase / Phase 2 (kg/d)	0.81	0.87	0.81	8.6	NS
Overall intake /Durchschnitt	0.60	0.63	0.61	8.6	NS
FCR 1	1.41	1.29	1.33	6.4	NS
FCR 2	1.52	1.68	1.78	9.1	NS (0.126)
FCR overall	1.48	1.52	1.61	5.3	NS

Table / Übersicht 5: Performances of gilts / Leistungsdaten der Jungsauen

Treatment/ Behandlung	1 (DCP)	2 (MCP)	3 (phytase)	CV (%)	Statis. Test
Weight at start (kg) Anfangsgewicht (kg)	5.73	5.73	5.73	2.7	
Weight at transition Gewicht beim Umsetzen	12.55	12.04	12.24	12.2	NS
Weight at end Endgewicht (kg)	23.4	23.1	23.1	9.2	NS
Duration / Dauer 1 (d)	22.5	22.5	22.5		
Duration / Dauer 2	22.4	23.2	23.1	11.9	NS
Total duration /Dauer gesamt	44.9	45.7	45.6	6.0	NS
ADG /Täglicher Zuwachs 1 (g)	301	283	285	23.0	NS
ADG /Täglicher Zuwachs 2 (g)	494	477	478	16.3	NS
ADG overall / TZ über alles	398	382	384	15.2	NS
Intake / Futterraufnahme phase / Phase 1 (kg/d)	0.39	0.39	0.39	0.3	NS
Intake / Futterraufnahme phase / Phase 2 (kg/d)	0.77	0.82	0.81	8.5	NS
Overall intake /Durchschnitt	0.58	0.61	0.61	5.3	NS
FCR / FV 1	1.31	1.38	1.39	7.6	NS
FCR / FV 2	1.60	1.72	1.72	9.8	NS (0.540)
FCR / FV overall / gesamt	1.48	1.60	1.60	4.8	NS

Knochenanalyse

Die höhere Einbehaltung von P bei den Diäten 1 und 2 mit anorganischen Phosphaten gegen-

used in the diet and the pelleting temperature can influence the phytase activity and finally the amount of P that

was reduced from 830 FTU to about 295 FTU per kilo of feed. The growth trial indicated a reduced growth rate

the animals retain. When formulating with low P norms without any safety margin, this P deficiency can influence the performance of the animals, particularly the weaker ones in the group.

Bone analysis

The higher retention of P with the inorganic phosphate diets 1 and 2, compared to the phytase diet 3, was also reflected in the higher P-content of the bones with these groups. The levels of phosphorus in bones after MCP and DCP treatments were greater by respectively 5 and 10 per cent than that after the phytase treatment. The same effect was noted for the dry matter content of the bones.

Conclusions

The aim of this trial was to compare the growth performance (average daily gain (ADG), and feed conversion ratio (FCR)) of nursery pigs given a feed containing phytase relative to pigs given feeds without phytase but with phosphorus supplied either by MCP or DCP. Pelleting at 80°C resulted in practically no phytase activity in treatments 1 (DCP) and 2 (MCP) and a 60 per cent decrease of phytase activity in treatment 3 (phytase), which

Übersicht / Table 6: Gesamt P-Bilanz / Overall P balance

Treatments/ Behandlung /	Balance 1			Balance 2			Balance 3 (G)			Balance 4 (B)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3*
P ingested / aufgenommen(g)	1024	953	718	1475	1267	945	1337	1258	944	946	942	631
P excreted/ausgeschieden (g)	547	433	319	618	658	444	583	483	301	455	367	222
P retained /angesetzt (g)	477	520	399	857	609	501	754	775	643	491	575	409

and a less favourable feed conversion ratio in the pigs fed the experimental diet 3 with phytase, especially with the castrated males. The overall performance of the pigs was lower than expected. As regards the balances, the quantity of phosphorus excreted was the lowest for treatment 3 (phytase) but the highest amount of retained phosphorus was found with diets

1 and 2 with inorganic phosphates (20 per cent more compared with phytase). This resulted in higher bone phosphorus content with the DCP (plus 10 per cent) and MCP (plus 5 per cent) relative to the phytase diet. The lower quantity of phosphorus retained with the phytase diet also explains why the pigs on this treatment demonstrated slower growth rates. There has been a large decrease in P norms for pigs and poultry in Western countries during last decade. Therefore,

the safety limits became extremely small or no longer exist. This means that it is very important to formulate with a well-known source of P in order that the theoretically calculated amount of available P correlates well with the actual amount of available P for the animals. This study indicates that inorganic feed phosphates are a reliable P source to use in feed formulations as they have a high content of known digestible P.

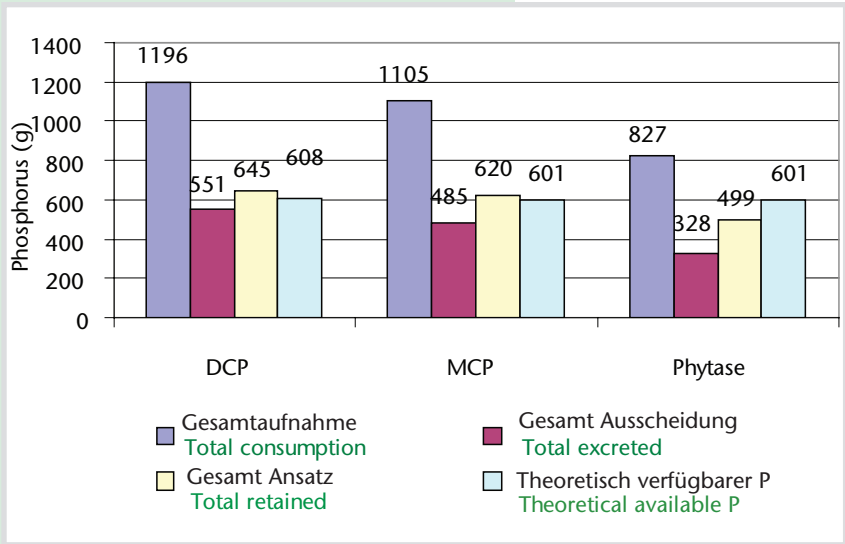


Abbildung 1: Gesamt P-Bilanz: Gesamt, P aufgenommen, ausgeschieden und angesetzt im Vergleich zur theoretisch verfügbaren P-Menge

Figure 1: Overall P-Balance: total, P consumed, excreted and retained by nursery pigs compared with the theoretical amount of available P

über der Phytase-Diät 3, schlug sich bei diesen Gruppen auch im höheren P-Gehalt der Knochen nieder. Nach den MCP- und DCP-Behandlungen war der Phosphorgehalt der Knochen jeweils um 5 und 10 Prozent höher als nach der Phytase-Behandlung. Das gleiche galt für den Trockenmassegehalt der Knochen.

Schlussfolgerungen

Ziel des Versuchs war, die Wachstumsentwicklung von Ferkeln, die phytasehaltiges Futter erhielten, mit jener von Schweinen zu vergleichen, de-

ren Futter statt Phytase entweder MCP oder DCP enthielt. Eine Pelletierung bei 80°C schaltete die Phytaseaktivität in den

Behandlungen 1 (DCP) und 2 (MCP) praktisch aus und ergab einen 60-prozentigen Rückgang der Phytaseaktivität in Behandlung 3 (Phytase) von 830 FTU auf etwa 295 FTU pro Kilogramm Futter. Der Wachstumsversuch ergab eine verminderte Wachstumsrate und eine schlechtere Futtermittelausnutzung bei den Schweinen mit phytasehaltiger Versuchsdiät 3, insbesondere bei den männlichen Kastraten. Die Gesamtentwicklung der Schweine war schwächer als erwartet. Hinsichtlich der Bilanzversuche war zwar die Menge ausgeschiedenen Phosphors bei Behandlung 3 (Phytase) am geringsten, aber die größten Mengen einbehaltenen Phosphors wurde bei den Diäten 1 und 2 mit anorganischen Phosphaten festgestellt – 20 Prozent mehr gegenüber Phytase. Gegenüber der Phytasediät führte das bei DCP zu einem um 10 Prozent und bei MCP zu einem um 5 Prozent höheren Phosphorgehalt der Knochen. Die geringere Menge des bei der Phytasediät einbehaltenen Phosphors erklärt auch die langsamere Wachstumsrate der Schweine unter diesen Umständen. Diese Studie zeigt, dass anorganische Futterphosphate eine verlässliche P-Quelle bei der Rezeptur von Futtermitteln sind, da sie einen hohen Gehalt an bekanntem verdaulichem P enthalten.