

# Auswirkungen der Verfütterung von Bentonit auf den Spurenelement- und Vitaminstatus landwirtschaftlicher Nutztiere

Der Einsatz von Tonmineralen in der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere orientiert sich seit altersher am Vorbild der Natur: Zahlreiche wildlebende Tierarten nehmen entweder permanent oder beim Verzehr bestimmter Futterstoffe gezielt Tonminerale mit ihrer Nahrung auf. Diese Tiere haben instinktiv den Nutzen für ihre Verdauung und Gesundheit erkannt.

Nach heutigem Erkenntnisstand umfaßt das Wirkungsspektrum von Tonmineralen in der Tierfütterung folgende Einzelaspekte:

- Pufferung des Säure-Base Haushaltes im Verdauungstrakt
- Regulierung der Verdauungsprozesse
- Bindung unerwünschter oder toxischer Stoffe
- Positive Wechselwirkungen zwischen Tonmineraloberfläche und Mikroorganismen.

Diese Effekte werden vor allem den quellfähigen Tonmineralen zugeschrieben, die in reiner Form als Bentonit bzw. Montmorillonit bezeichnet und als Futteradditive, unter anderem auch von der Süd-Chemie AG unter dem Namen **BIONIT<sup>®</sup>** und **FENA<sup>®</sup>-MIN** angeboten werden.

(Literatur: Meixner, Flachowsky 1990, Kurnick, Reed. 1960, Halama, Pichlhöfer, 1990)

Wichtige Unterschiede der Bentonite gegenüber anderen Tonmineralen wie Kaolinit, Illit, Sepiolith und anderen sind:

- ihre große Oberfläche von ca. 800 m<sup>2</sup>/g
- ihre Austauschkapazität für Kationen und in geringem Umfang für Anionen
- ihre enorme Wasseraufnahmefähigkeit und das hierdurch bedingte Quellvermögen.

Trotz jahrzehntelanger positiver Erfahrungen beim Einsatz in Futtermitteln für landwirtschaftliche Nutztiere sowie zahlreichen Exaktversuchen und Untersuchungen an Hochschulinstituten werden immer wieder Stimmen laut, die darauf hinweisen, daß sich gerade die Sorptionsfähigkeit des Bentonits auch nachteilig auf die Versorgung der Tiere mit Spurenelementen oder Vitaminen auswirken könnte. Daß diese Sorge vor dem Hintergrund der heutigen Futterstandards einerseits und bei Einhaltung der aktuellen Aufwandempfehlungen andererseits unbegründet ist, läßt sich sowohl chemisch-physikalisch, als auch anhand von Ergebnissen aus Fütterungsversuchen belegen.

(Literatur: Laughland et al., 1956; Southern et al., 1994; Undemann et al., 1993; Weiß. 1990)

Zunächst einmal muß bei der adsorptiven Bindung von Ionen oder Molekülen an mineralische Oberflächen unterschieden werden zwischen rein physikalischen Bindungsmechanismen (Physisorption), sowie einer echten chemischen Anbindung (Chemisorption), die wesentlich stärker ist, dafür aber auch wesentlich selektiver erfolgt.

Gegenüber den allermeisten der im Nahrungsbrei enthaltenen gelösten Stoffe, verfügt der Montmorillonit lediglich über physisorptive Eigenschaften, das heißt, es erfolgt nur eine temporäre, lockere Anbindung.

Ein ausgeprägtes und durch chemische Bindung charakterisiertes Adsorptionsvermögen besteht bei den klassischen Futterbentoniten für einige Kationen mit kleinem Ionenradius wie z.B. H, NH<sub>4</sub>, Cs, Ca sowie wenige organische Verbindungen wie z.B. die Pilzgifte Aflatoxin und Ergotamin (Gift aus Mutterkornsklerotien) .

Übertragen auf die Situation im Verdauungstrakt bedeutet dies, daß zwar zunächst ein Teil der gelösten Spurenelemente, Vitamine und andere organische Verbindungen an die Tonmineraloberfläche locker gebunden werden. Wenn aber im Verlauf des Verdauungstraktes die Konzentration an diesen Stoffen im Nahrungsbrei wegen beginnender Resorption in den Körper abnimmt, werden die zuvor adsorptiv gebundenen Bestandteile aufgrund des nun bestehenden Konzentrationsgefälles wieder desorbiert, also freigesetzt. Hierbei ist weiterhin zu berücksichtigen, daß nicht nur die Konzentration der gelösten Stoffe, sondern auch die Menge an vorhandenen Adsorptionsplätzen von Bedeutung ist. Aus diesem Grunde ist Bentonit in Futtermischungen in der EU bis zu einer Höchstmenge von 2 % bezogen auf ein Mischfutter mit 88 % Trockensubstanz für alle Tierarten zugelassen.

Obwohl die Verwendung von Bentonit ursprünglich unter technischen Gesichtspunkten erfolgte (als Fließ- und Pelletierhilfsmittel) erkannte man in den 60er und 70er Jahren auch zunehmend seine positiven physiologischen Wirkungen auf das Tier.

### **Wirkung von Bentoniten - Literaturlauswertung**

In zahlreichen Fütterungsversuchen hat sich gezeigt, daß diese positiven Eigenschaften mit einer Dosierung von 0,5 - 2 % je nach Tierart erreicht werden, ohne dass sich hieraus Probleme hinsichtlich des Spurenelement- und Vitaminstatus der Tiere ergeben.

Nach der Tschernobyl-Reaktorkatastrophe 1986 wurden in bayerischen Milchviehbetrieben an Milchkühe 500 g Bentonit pro Tier und Tag verfüttert, weil hierdurch die Belastung der Milch mit radioaktivem Cäsium um über 90% gesenkt werden konnte. An der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht Grub erfolgten begleitende Untersuchungen an den Kühen. Obwohl die Bentonit-Menge etwa dem 4-5-fachen der normalen Aufwandempfehlung entsprach (normal 80-120 g pro Kuh und Tag) wurden auch nach einem Anwendungsjahr im Blutserum und der Leber dieser Kühe normale Werte für Spurenelemente und Vitamin A nachgewiesen (Röhrmoser 1986). Die Ergebnisse in Grub werden durch Untersuchungen der Universität Wageningen, NL, aus dem Jahr 1979 untermauert. Dort blieben ebenfalls Bentonitgaben von 500 g/Tier/Tag (10% der Kraftfuttermenge), mit dem Ziel der Cäsium-Bindung, ohne Auswirkungen auf den Gesundheitsstatus und die Leistung der Tiere. (Van

den Hoek, 1980)

In der nachfolgenden Übersicht sind einige Versuchsergebnisse zusammengestellt, die einerseits die Wirksamkeit der Bentonite in der Tierernährung sowie andererseits ihre Unbedenklichkeit hinsichtlich der Spurenelement- und Vitaminversorgung der Tiere bestätigen.

Erst bei Überdosierungen ab 5 % in der Futtermittelration wurden in Fütterungstests teilweise signifikant negative Wirkungen beobachtet, die der Festlegungen von Spurenelementen und/oder Vitaminen zugeschrieben werden.

Ergebnisse mit signifikant negativen Effekten, wurden ausschließlich bei Broilern mit mehrfach überhöhten Bentonitgaben nachgewiesen (siehe Laughland & Philips, 1956: 6 % in Broilerfutter, Day et al., 1970: 10 % in Broilerfutter; Herold et al., 1983: 10 % in Schweinemastfutter), oder in Versuchen mit bewußt verabreichten Mangelrationen bezüglich einzelner Spurenelemente oder Vitamine (Philips et al., 1956).

Im übrigen ist bei der Bewertung insbesondere älterer Versuchsergebnisse zu berücksichtigen, in welcher Darreichungsform nicht nur die Futtermittelration selbst (natürlich / synthetisch), sondern vor allem die hierin enthaltenen Spurenelemente oder Vitamine vorlagen (Briggs et al., 1955). Durch die Entwicklung sogenannter stabilisierter Formen von Spurenelementen und Vitaminen ist die Möglichkeit für Reaktionen jedweder Art mit anderen Futterinhaltsstoffen stark vermindert worden. Stabilisiert meint in diesem Fall, dass z.B. ein Vitaminmolekül eingehüllt oder vernetzt in einer organischen Matrix vorliegt und erst während des Verdauungsprozesses freigesetzt wird.

## **Wirkung von modifizierten Bentoniten - Versuchsauswertung**

Ergänzend zu den Ausführungen über die adsorptiven Eigenschaften der klassischen Futterbentonite sollte erwähnt werden, daß es sehr wohl möglich ist, das Spektrum der durch chemische Bindung selektiv an Bentonit adsorbierbaren Verbindungen gezielt zu erweitern.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts der Süd-Chemie AG wurde durch eine spezifische Veränderung der Oberflächeneigenschaften von Montmorillonit ein Produkt entwickelt, das neben Aflatoxin auch für die anderen wichtigen Mykotoxine wie Ochratoxin, Zearalenon, Deoxynivalenol, Fumonisin und T-2Toxin eine hohe Adsorptionskapazität aufweist. Dieses Produkt hat seine Wirksamkeit in zahlreichen Tierversuchen bestätigt und wurde im Jahr 2001 unter dem Markennamen **TOXISORB® /FIXAT®** am Markt eingeführt.

Im Rahmen von Fütterungsversuchen wurde der Einfluß von **TOXISORB® /FIXAT®** auf den Spurenelement- und Vitaminstatus bei Schweinen untersucht.

In einem Ferkelversuch mit DON und ZEA kontaminierter Gerste wurden durch Einsatz des Mykotoxinadsorbers die Futteraufnahme und Futtermittelverwertungen deutlich verbessert, während kein signifikanter Einfluß auf die Vitamin- und Spurenelementversorgung festzustellen war.

Der Versuch erfolgte an der Schweineaufzuchtstation der WF Aufzucht GmbH:

Gehalte im Blutserum an:		Kontrolle ohne TOX- ISORB®	Futtermation + 0,4% TOXISORB®	Futtermation + 0,6% TOXISORB®	(Normalwerte)
Calcium	[mmol/l]	2,62	2,56	2,5	(2,0 - 3,0)
Magnesium	[mmol/l]	1,75	1,39	1,67	(0,7 - 1,6)
Eisen	[µg/dl]	149	150	127	(93 - 107)
Kupfer	[µg/dl]	183	194	168	(80 - 150)
Zink	[µg/l]	1119	811	1059	(700 - 1500)
<b>Vitamin A</b>	<b>[mg/l]</b>	<b>0,29</b>	<b>0,27</b>	<b>0,35</b>	<b>(0,2 - 1,2)</b>
<b>Vitamin E</b>	<b>[mg/l]</b>	<b>0,7</b>	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>	<b>(2,8 - 7,4)</b>

Analytik erfolgte durch: Institut für klinische Prüfung Ludwigsburg GmbH, Veterinärmedizinisches Labor

In einem weiteren Versuch an der FAL Braunschweig wurde der Einfluß von **TOXISORB®** /**FIXAT®** auf die Verfügbarkeit von Vitamin A untersucht.

Die Ferkel erhielt über 35 Tage hinweg eine Futtermation die mit 2.1 ppm Deoxynivalenol und 0.63 ppm Zearalenon kontaminiert war. Einer Versuchsgruppe wurden 0.4% **TOXISORB®** beigemischt.

Der Versuch bestand aus den folgenden 4 Gruppen:

- Kontrolle, nicht kontaminiert
- Nicht kontaminiert + 0.4% Mykotoxinadsorber **TOXISORB®**
- Kontaminiert mit DON + ZON
- Kontaminiert mit DON + ZON + 0.4% Mykotoxinadsorber **TOXISORB®**

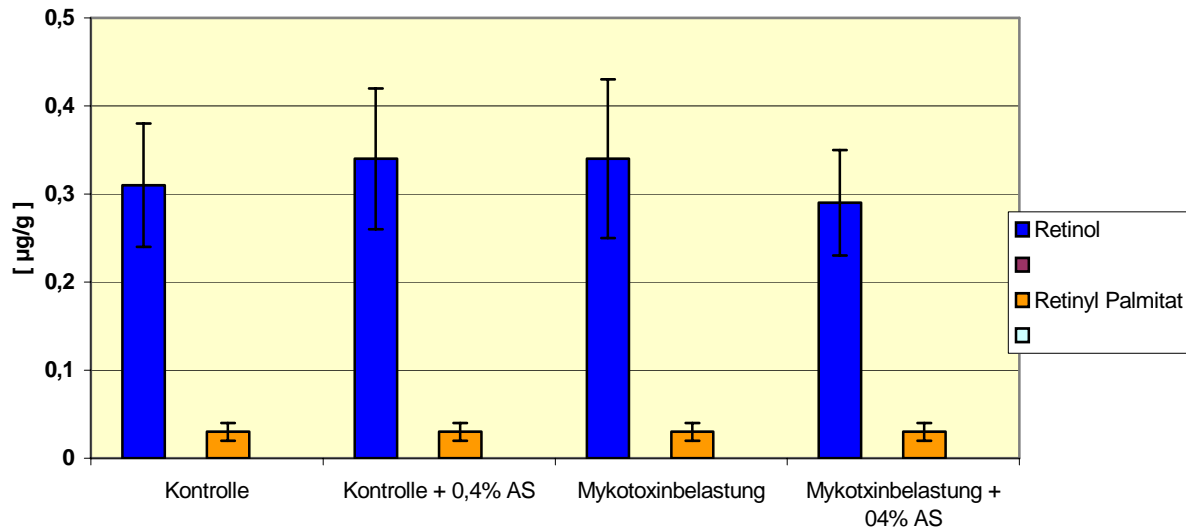
Am Ende des Versuchs wurden Blut und Lebergewebe auf den Gehalt an unterschiedlichen Vitamin A-Verbindungen untersucht (Retinol & Retinylester).

Während der Fütterungsversuch am Institut für Tierernährung der FAL durchgeführt wurde, erfolgten die Blut -und Lebergewebe-Untersuchungen am Institut für Ernährungswissenschaft der Universität Potsdam.

Die Ergebnisse sind in den beiden folgenden Graphiken dargestellt:

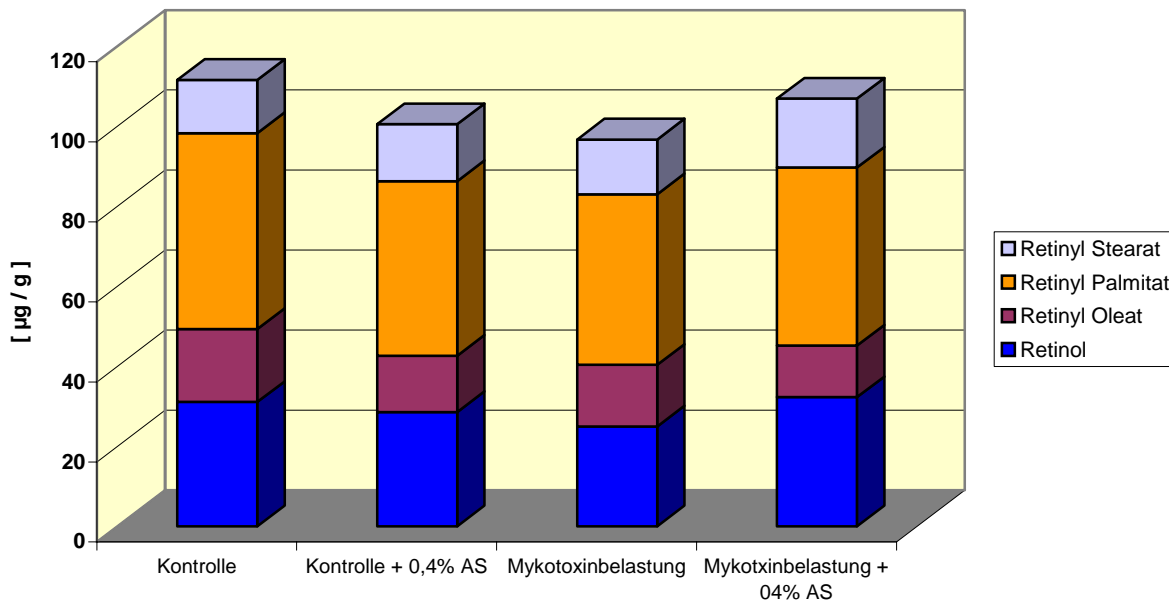
## Vitamin A-Gehalt im Blutplasma von Ferkeln

DON / ZON kontaminierte Futtermation  
 +/- 0,4% Aluminosilikat Adsorbens (AS) TOXISORB



## Vitamin A-Gehalt im Lebergewebe

fedded with DON / ZON contaminated diet  
 +/- 0,4% Aluminosilicate Adsorbent (AS) TOXISORB



Weder im Blutplasma noch im Lebergewebe der Ferkel konnte ein signifikanter Einfluß von **TOXISORB®** / **FIXAT®** auf den Retinol-Gehalt oder seine Metaboliten nachgewiesen werden.

## **Zusammenfassung**

Die Süd-Chemie AG vertreibt seit mehr als 30 Jahren den Futterzusatzstoff E558 Bentonit-Montmorillonit und seit 5 Jahren einen oberflächenmodifizierten Mykotoxinadsorber auf Bentonit-Basis als Zuschlagsstoff an die Futtermittelindustrie und an selbstmischende landwirtschaftliche Betriebe.

Weder sind aus der Praxis noch aus wissenschaftlichen Untersuchungen Fälle bekannt, in denen durch Bentonit der Vitamin- oder Spurenelementhaushalt landwirtschaftlicher Nutztiere negativ beeinflusst wurde. Fütterungstests aus den 50er- und 70er Jahren, die Mangelsymptome bei Broilern zeigten, waren gezielt angelegte Bentonit-Steigerungsversuche.

**Beim Einsatz von bis zu 2% Bentonit in praxisüblichen Futterrationen können Festlegungen oder Inaktivierungen von Vitaminen und Spurennährelementen ausgeschlossen werden.**

## Literaturverzeichnis

BRIGGS, G.M. and SPIVEY Fox, M.R., 1955: Vitamin A Deficiency in Chicks Produced by Adding High Levels of Bentonite to Synthetic Diets. Poultry Science, 35, 570-576.

CHUNG, T.K. and BAKER, D.H., 1990: Phosphorus utilization in chicks fed Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate. J. Anim. Sei. 68, 1992-1998.

CHUNG, T.K. et al., 1990: Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate: Effects on Zinc, Manganese, Vitamin A and Riboflavin Utilization. Poultry Science, 69, 1364-1370.

DAY, E.J. et al., 1970: Silicates in broiler diets. Poultry Science, 49, 1998-202.

DEMBINSKI, Z. et al., 1985a: The influence of bentonite on certain aspects of health and productivity of dairy cattle (pol.). Med. Weter, 41, No. 4, 220-223.

DEMBINSKI, Z. et al., 1985b: The influence of bentonite of acid base in cattle around parturition (pol.). Med. Weter, 41, No. 5, 311-314,

DEMBINSKI, Z. et al., 1985c: The effects of bentonite on acidity and chemical content of cows milk (pol.). Med. Weter, 41, No. 12, 750-752.

HALAMA, A.K. und PICHIHÖFER, R.W. 1990: Funktion und Stellenwert mineralischer Ballaststoffe in der Tierernährung. Mühlen-Markt, 09/1990.

HEROLD, I. et al. , 1983: Effect of bentonite supplementation on production, FCR and slaughter parameters of pigs (ungar.). Allattenyesztes es Takarmanyozas, 32, 2, 135-139.

KURNICK, A.A. and REED, B.L., 1960: Poultry nutrition studies with bentonite. Feedstuffs, 32, 18.

LAUGHLAND, D.H. and PHILLIPS, W.E.J. 1956: The effect of dietary sodium bentonite on the rate of growth of chicks. Poultry Science, 35, 1050-1054.

LINDEMANN, M.D. et al., 1993: Potential Ameliorators of Aflatoxicosis in Weanling /Growing SWine. J. Anim. Sci. 71, 171-178.

SANTURIO, C.A. et al., 1999: Effect of sodium bentonite on the performance and blood variables of broiler chickens intoxicated with aflatoxins. Brit. Poultry Science, 40, 1151-119.

SCHELL, TC., et al. 1993: Effects of Feeding Aflatoxin-Contaminated Diets With and Without Clay to Weanling and Growing Pigs on Performance, Liver Function and Mineral Metabolism. J. Anim. Sei. 71, 1209-1218.

SOUTHERN, LL et al., 1994: Effect of Sodium Bentonite or Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate on Growth Performance and Tibia Mineral Concentrations in Broiler Chicks Fed Nutrient-Deficient Diets. Poultry Science, 73, 848-854.

Weiß, J. 1990: Mit Bentonit Schweine besser mästen? DGS 5/1990

## Veröffentlichungen zum Thema: "Auswirkungen der Verfütterung von Bentonit auf den Spurenelement- und Vitaminstatus landwirtschaftlicher Nutztiere"

Autor	Quelle	Tierart	Bentonit-dosierung	Ergebnis in Stichworten
Laughland, D.H., et al. (1956)	Poultry Science, 35	Broiler	2%-6%	bei Verfütterung einer Vitamin A-Mangelration reduziert Bentonit die TZ, bei Verfütterung einer praxisüblichen Ration keinerlei Leistungsbeeinflussung
Briggs, G.M., et al. (1955)	Poultry Science, 35	Broiler	5%	bei Verfütterung einer synthetischen Ration mit Vitaminen in nicht stabilisierter Form treten Vitamin-Mangelsymptome auf.
Day, E.J. et al. (1970)	Poultry Science, 49	Broiler	5%, 10%	bei 5% tendenzieller, bei 10% signifikant leistungsdepressiver Effekt
Chung, T.K., et. al. (1989)	Poultry Science, 69	Broiler	0,5%, 1%	keine Verringerung des Gehaltes an Vitamin A in der Leber sowie von Mn. In der Asche des Schlüsselbeines, geringe Reduktion von Zn in der Asche
Weiß, J. (1990)	DGS 511990	Schwein	2%	gleiche TZ bei 12% weniger FA. Keine Auswirkungen auf SpE-Gehalte und Vitamine
Iben, C. et al. (1987)	RFR-Information, RSN, 6/68	Schwein	2%, 4%	deutlich verbesserte FV, kein Einfluss auf TZ, keinerlei negative Auswirkungen, durch die Bentonit-Zulagen, Gesamtergebnis am besten mit 2% Bentonit

Southern, LL., et. al. (1994)	Poultry Science, 73	Broiler	0,50%	Verbesserung von FA, FV und TZ, keine signifikanten Auswirkungen auf SpE-Gehalte in der Asche des Schlüsselbeines
Lindemann, M.D., et.al. (1993)	J. Anim. Science, 71	Ferkel	0,25-0,75%	Keinerlei Veränderungen der Gehalte an Ca, Mg, P, Na, K, CI sowie weiterer klinischer Blutwerte, signifikante Reduktion der Aflatoxikose
Dembinski et al. (1985)	Med. Weter, 41, No. 4,5	Rind	200g/Tier/d	Aufgrund der Bentonit-bedingten Stabilisierung des Säure/Base Haushaltes waren Gehalte an Carotin und Vitamin A in der Milch gegenüber der. Kontrolle erhöht
Röhrmoser, G. (1986)	BLW, 50,	Rind	500g//Tier/d	signifikante Reduktion des Cäsiumgehaltes in der Milch, keine signifikanten Auswirkungen auf SpE-Gehalte und Vitaminstatus
Schell, T. C., et. al. (1993)	J. Anum.Sci., 71	Ferkel	1%	signifikante Reduktion der Aflatoxikose, keine signifikanten Auswirkungen auf Gehalte an K, Cu, Zn, Mn sowie tendenzielle Effekte auf Ca, P, Mg, Na
Santurio, J.M., et. al. (1990)	Brit. Poultry Science, 40	Broiler	0,50%	signifikante Reduktion der Aflatoxikose, keine signifikanten Auswirkungen auf SpE.- und Enzymgehalte im Blutserum
Van den Hoek, J. (1979)	Z. Tierphysiol. Tier- ernährung u. Futter- mittelkde. 43, 1980	Rind	10 %	Bentonit-Zulage 10% (!) der Kraftfütterration. 98,5%-ige Cäsium-Adsorption aber keinerlei Auswirkung auf die Gesundheit der Tiere, die FA und die Milchleistung.

**FA= Futteraufnahme, FV= Futterverwertung, TZ= tägliche Zunahme, SpE= Spurenelemente**