Aus dem Institut für Tierernährung

Sven Dänicke
Hana Valenta

Mykotoxine im Futter : Gefahr für landwirtschaftliche Nutztiere?

Manuskript, zu finden in www.fal.de

Published in: Forschungsreport Ernährung, Landwirtschaft, Forsten (1999)2, pp. 10-13

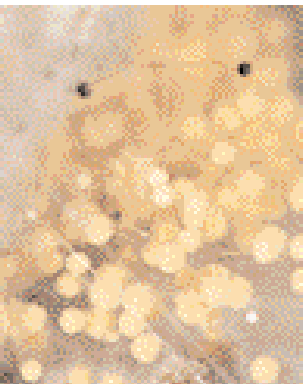
Braunschweig
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
1999

Mykotoxine im Futter – Gefahr für landwirtschaftliche Nutztiere?

Sven Dänicke und Hana Valenta (Braunschweig)

Abb. 2: Vergleich von nicht-kontaminiertem (unbedenklichem) Weizen mit Weizen, der infolge einer Fusarien-infektion stark mit Deoxy-nivalenol (DON) belastet ist.

Das Getreide des Erntejahres 1998 war ungewöhnlich hoch mit den Mykotoxinen Deoxynivalenol und Zearalenon belastet. Als Hauptursache wird die feuchte Witterung im Sommer des letzten Jahres angesehen. Aufgrund der möglichen negativen Wirkung dieser Mykotoxine auf die Tiergesundheit kam es bereits zu Problemen in der Verwertung solchen Getreides, beispielsweise als Futtermittel in der Schweineproduktion.



***Aspergillus* an Getreide**

Mykotoxine im Getreide

Als wichtigste Mykotoxine in Futtermitteln weltweit gelten heute Aflatoxine und Ochratoxin A, die vor allem nach der Ernte während der Lagerung gebildet werden, sowie Deoxynivalenol, Zearalenon und Fumonisine, die bereits auf dem Feld gebildet werden.

Aflatoxine – Stoffwechselprodukte bestimmter *Aspergillus*-Arten – kommen vor allem in Mais, Erdnüssen und anderen Nüssen sowie Ölsaaten aus tropischen und subtropischen Ländern vor. Sie betreffen in Deutschland nur die Importware. Seit der Einführung von Grenzwerten für Aflatoxine in Futtermitteln in Deutschland gibt es kaum noch Beanstandungen.

Ochratoxin A (OTA) entsteht vor allem bei unsachgemäßer Lagerung von Getreide bei zu hoher Feuchtigkeit. Verantwortlich sind Pilze der Gattungen *Aspergillus* und *Penicillium*. In Deutschland haben die OTA-Gehalte im Getreide in den 90er Jahren im Vergleich zu früher abgenommen. Daher scheint Ochratoxin A zurzeit im Hinblick auf eine Gefährdung der Tiergesundheit weniger Bedeutung zu haben als die Mykotoxine der Feldpilze.

Zu denen gehören die erst vor rund 10 Jahren entdeckten Fumonisine. Diese Toxine werden von Pilzen der Gattung *Fusarium* gebildet. In Deutschland spielen sie nur im Körnermais eine Rolle. Insgesamt wird die Fumonisinbildung bei uns aufgrund der vorherrschenden Witterungsbedingungen als relativ niedrig und nicht sehr häufig angesehen. Bei Importmais aus Ländern wärmerer Klimazonen (z. B. Südamerika, mediterrane Länder) muss jedoch mit hohen Kontaminationsraten und teilweise erheblichen Fumonisin-Konzentrationen im mg/kg-Bereich gerechnet werden.

Deoxynivalenol und Zearalenon

Zu den wichtigsten auf dem Feld gebildeten Mykotoxinen zählen Deoxynivalenol und Zearalenon. Wiederum sind es *Fusarium*-Arten, die diese Toxine produzieren (Abb. 1). Deoxynivalenol (DON) kommt von den Fusarientoxinen in Deutschland am häufigsten und in höchsten Konzentrationen vor.

Der Befall mit *Fusarium* wird durch feuchtes Wetter in der Wachstumsperiode, vor allem während der Blüte, begünstigt. Als weitere Faktoren für *Fusarium*-Befall gelten enge Mais-Getreidefruchtfolgen, pfluglose Bodenbearbeitung und übermäßige Stickstoffversorgung. Bei sachgemäßer, trockener Lagerung geht die Bildung von Fusarientoxinen im Lager nicht weiter. Fusarientoxine können in allen Getreidearten vorkommen, besonders in Mais und Weizen.

Ein starker Fusarienbefall äußert sich oft in verfärbten Körnern (rötlich bis grau). Abbildung 2 zeigt Weizenkörner mit einem DON-Gehalt von rund 20 mg/kg im Vergleich zu nicht kontaminiertem Weizen. Man sieht deutlich den Unterschied in der Farbe und der Oberfläche der Körner. Ein Fusarienbefall des Getreides bedeutet jedoch nicht immer, dass auch Mykotoxine gebildet werden. Andererseits kann man dem Getreide auch nicht immer äußerlich ansehen, dass es Mykotoxine enthält. Deshalb ist bei Verdacht eine Analyse auf enthaltene Mykotoxine nötig.

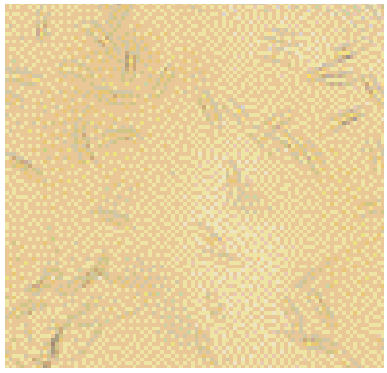
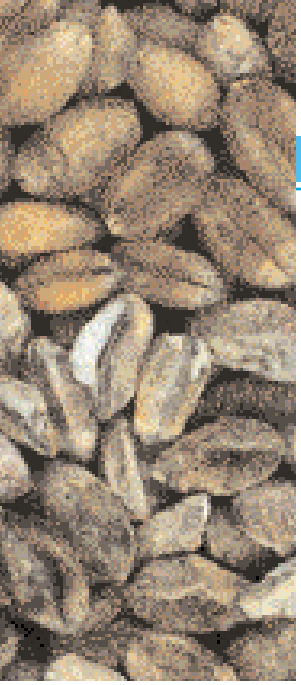
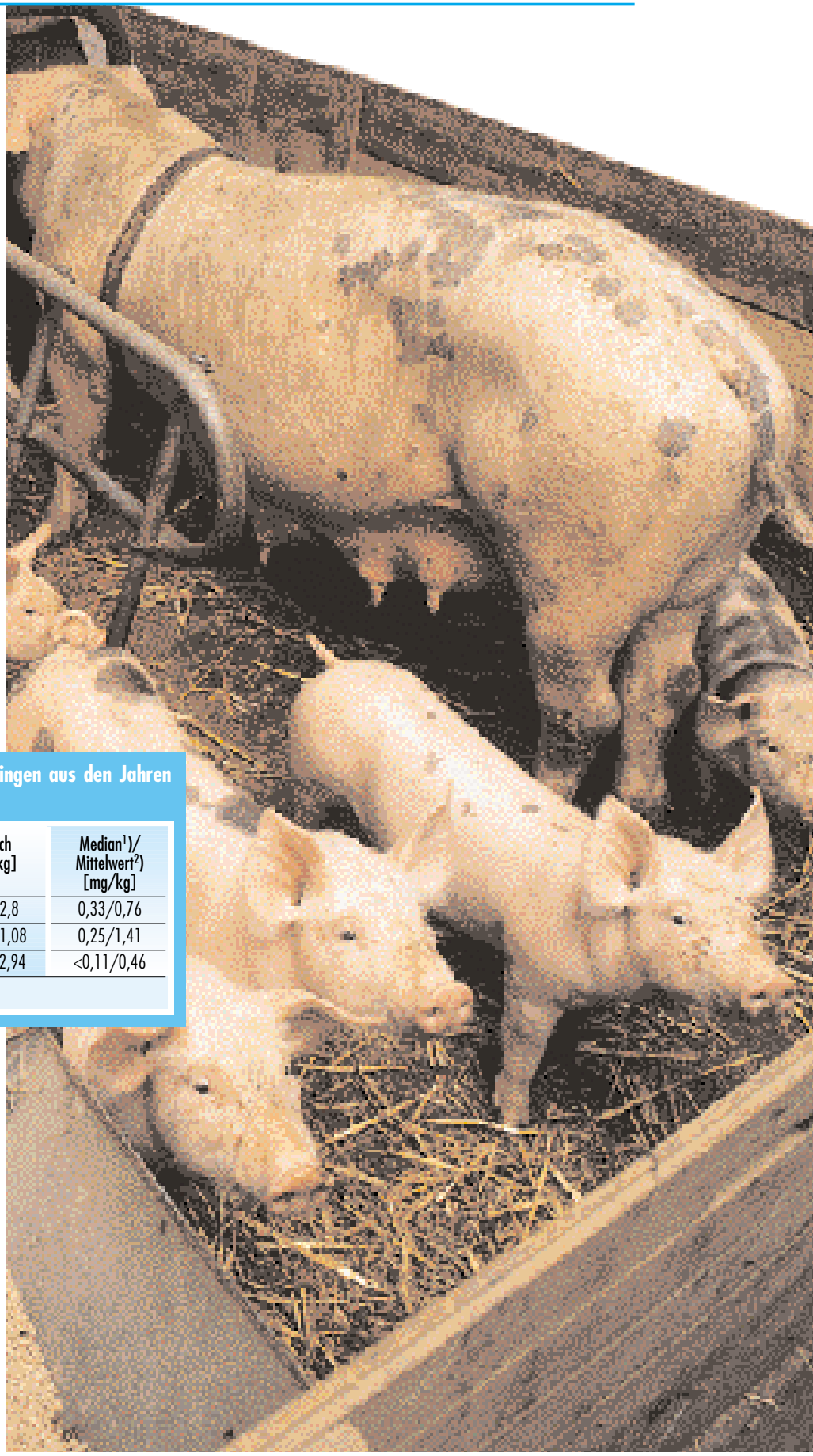


Abb. 1: Sporen des mykotoxin-bildenden Pilzes *Fusarium culmorum* unter dem Mikroskop



Nicht kontaminiert (unbedenklich)

Kontaminiert mit Deoxynivalenol (Gehalt von ca. 20 mg/kg)



Als Beispiel für die im Jahr 1998 im einheimischen Getreide vorkommenden Fusarientoxingehalte sind in der Tabelle 1 die DON-Gehalte im Weizen und Roggen aus Thüringen aufgeführt, die an unserem Institut in Zusammenarbeit mit der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft ermittelt wurden. Zum Vergleich enthält die Tabelle auch die von uns gemessenen Gehalte im Weizen aus dem Jahr 1996, einem Jahr, in dem aufgrund der hohen Niederschläge und einer späten Ernte regional ebenfalls höhere Fusarientoxingehalte im Getreide auftraten. Eine ähnlich hohe Deoxynivalenol-Belastung wurde von der Universität Hohenheim im Getreide aus Baden-Württemberg im „Mykotoxinjahr" 1987 gemessen. Dagegen waren die Konzentrationen in Jahren mit trockenen Sommern wesentlich niedriger. Bei Zearalenon ergibt sich ein ähnliches Bild.

Tab. 1: Deoxynivalenol-Gehalte in Getreide aus Thüringen aus den Jahren 1996 und 1998

Getreideart, Erntejahr	Zahl der Proben	Positiv [%]	Bereich [mg/kg]	Median[1])/ Mittelwert[2]) [mg/kg]
Weizen, 1996	21	90	0,14 - 2,8	0,33/0,76
Weizen, 1998	150	71	0,11 - 11,08	0,25/1,41
Roggen, 1998	50	34	0,11 – 2,94	<0,11/0,46

[1]) Median aller Proben; [2]) Mittelwert der positiven Proben

Mykotoxikosen

Vergiftungserscheinungen durch Mykotoxine werden als Mykotoxiko-

sen bezeichnet. Sie sind durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Sie treten wahrscheinlich oft auf, werden aber als solche häufig nicht gleich erkannt.
- Die auftretenden Gesundheitsstörungen sind nicht auf andere Tiere übertragbar, das heißt Mykotoxikosen sind nicht infektiös.
- Die Behandlung mit Antibiotika oder anderen Medikamenten bleibt in der Regel erfolglos.
- Krankheitsausbrüche treten meist saisonal auf, wobei Witterungsverläufe, die eine Mykotoxinbildung begünstigen, auch mit einem Anstieg der Häufigkeit von Mykotoxikosen einhergehen können.
- Es besteht oft eine klare Beziehung zu einer bestimmten (kontaminierten) Futtermittelcharge.

Tab. 2: Relative Empfindlichkeit landwirtschaftlicher Nutztiere gegenüber Mykotoxinen

	Rind	Huhn	Schwein	
			Zucht	Mast
Zearalenon	-	+	+++	++
Deoxynivalenol	-	+	++	+++
Ochratoxin A	-	++	++	+++

Empfindlichkeit: - = gering, + = mäßig, ++ = deutlich, +++ = stark

Die Wichtung bezieht sich zwischen den Tierarten auf vergleichbare Toxinkonzentrationen im Futter und zwischen den Mykotoxinen innerhalb einer Tierart auf praktische Bedeutung (mögliche Toxinkonzentration im Futter in Relation zur Schwellenkonzentration)

Akute Vergiftungserscheinungen werden durch relativ hohe Mykotoxinkonzentrationen im Futter hervorgerufen und zeigen Symptome, die für den jeweiligen Giftstoff und für die jeweilige Tierart typisch sind. Chronische Schädigungen durch Mykotoxine, die durch eher praxisrelevante Mykotoxinkonzentrationen hervorgerufen werden können, sind schwieriger zu diagnostizieren, da die jeweils typischen Symptome meist nicht auftreten und oftmals nur ein unspezifischer Leistungsrückgang beobachtet wird. Dabei sollte allerdings berücksichtigt werden, dass ein Leistungsrückgang auch andere Ursachen haben kann (unsachgemäße Haltung und Fütterung, andere Erkrankungen). Diese sind zunächst auszuschließen, bevor dem Verdacht auf Mykotoxinvergiftung nachgegangen wird.

Wirkung auf landwirtschaftliche Nutztiere

Die Symptome bzw. Befunde lassen sich auf die Wirkmechanismen der einzelnen Mykotoxine zurückführen. Dabei hängt das Ausmaß der Mykotoxinwirkungen entscheidend von der Tierart bzw. der jeweiligen Nutzungsrichtung ab (Tab. 2).

Das Zearalenon besitzt eine östrogenartige Struktur und wird auch den Phytöstrogenen zugeordnet. Beim Schwein äußert sich eine Zearalenon-Vergiftung in einer Schwellung des Gesäuges, Schwellung und Rötung der Vulva sowie Fruchtbarkeitsstörungen. Während man bei weiblichen Zuchtschweinen davon ausgeht, dass Probleme bereits ab Zearalenon-Konzentrationen von 50 - 200 µg/kg Futter auftreten können, besitzt Geflügel gegenüber Zearalenon eine große Toleranz. Auch Wiederkäuer (adulte Rinder und Schafe) sind aufgrund ihres Vormagensystems in der Lage, Zearalenon sowie weitere Mykotoxine (Deoxynivalenol, Ochratoxin A) mittels der in den Vormägen vorhandenen Mikroorganismen (Bakterien, Protozoen) in eine mehr oder wenige ungiftige Form zu überführen.

Rinder können Mykotoxine durch die Mikroorganismen in ihren Vormägen entgiften.

Das Deoxynivalenol kann, ebenso wie andere Toxine der Trichothecenegruppe, die Proteinsynthese im Organismus hemmen. Insbesondere die Zellen des Immunsystems, die sich durch eine hohe Zellteilungsrate auszeichnen, können hiervon betroffen sein. Dabei hängt das Ausmaß der Beeinträchtigung von der chemischen Struktur der einzelnen Toxine und von der jeweiligen Tierart ab. So sind Geflügel und Wiederkäuer gegenüber Deoxynivalenol relativ unempfindlich, während insbesondere das Mastschwein bei akuter Vergiftung mit Erbrechen und bei chronischer Belastung mit einem Rückgang in der Futteraufnahme reagiert. Die erwähnten Störungen im Immunsystem können bei chronischem Verlauf (ohne Ausbildung von deutlichen Symptomen) sowohl bei Schwein als auch bei Geflügel zu einer Schwächung der körpereigenen Abwehr und damit zu einer erhöhten Infektionsanfälligkeit gegenüber bakteriellen und virösen Erkrankungen führen.

Ochratoxin A ist für Schwein und Geflügel nierentoxisch und bewirkt einen unspezifischen Leistungsrückgang. Auch dieses Mykotoxin kann das Immunsystem beeinträchtigen. Darüber hinaus reichert sich Ochra-

toxin A in den Nieren und weiteren Geweben an.

Bei der Beurteilung der Wirkungen von Mykotoxinen bei Schwein und Geflügel ist weiterhin zu berücksichtigen, dass Kombinationsversuche mit mehreren Mykotoxinen zum Teil additive bzw. synergistische Effekte ergeben haben. Das ist insbesondere für die Fütterungspraxis von Bedeutung, da bei mykotoxinbelasteten Futtermitteln meist mit Mischkontaminationen gerechnet werden muss.

Außerdem können so genannte maskierte Mykotxine zu einer Erhöhung des Vergiftungsrisikos beitragen. Diese Stoffe entziehen sich der Routineanalytik durch spezifische chemische Bindungen an andere pflanzliche Inhaltstoffe. Erst im Tier werden sie freigesetzt und können dann toxisch wirken.

Rückstände in Produkten tierischer Herkunft?

Aufgrund des unterschiedlichen Stoffwechsels der einzelnen Mykotoxine ist auch die Rückstandsproblematik differenziert zu betrachten.

Aflatoxine können aus Futtermitteln in die Kuhmilch übergehen. Bei Ochratoxin A findet bei Schwein und Geflügel ein „Carry-over" aus Futtermitteln in tierische Gewebe statt. Der aus Fleisch und Fleischerzeugnissen stammende Beitrag zur Ochratoxin A-Aufnahme des Menschen ist jedoch im Vergleich zur direkten Aufnahme mit Getreideerzeugnissen gering (vgl. Artikel auf S. 14). Deoxynivalenol und Zearalenon scheinen nach bisherigem Wissen weniger bzw. nicht zu Rückständen in Lebensmitteln tierischer Herkunft zu führen.

Was tun mit kontaminiertem Getreide ?

Da es bisher nicht möglich ist, eine Mykotoxinbelastung von Getreide ganz zu vermeiden, wurden verschiedene Maßnahmen geprüft, um das Getreide zu dekontaminieren. Dekontamination bedeutet in diesem Fall, dass die Mykotoxine mit physikalischen Methoden entfernt werden (z. B. Aussortierung von schadhaften Körnern), mit chemischen Methoden zerstört werden (z. B. Ammoniakbehandlung bei Aflatoxin-haltigen Futtermitteln), oder dass die Aufnahme der Mykotoxine im tierischen Verdauungstrakt durch so genannte Adsorbentien, die dem Futter zugesetzt werden, verhindert wird.

Diese Methoden sind jedoch meist nur bei einigen Mykotoxinen wirksam und bisher noch nicht genügend erprobt. Deshalb bleibt das Verschneiden von Mykotoxin-haltigen Futtermittelchargen (in Abhängigkeit vom Grad der Kontamination) mit unbelasteten Futtermitteln die Methode der Wahl. Noch wichtiger ist die Umsetzung wirksamer Vermeidungsstrategien, die sich aus den Zusammenhängen in Abbildung 3 ergeben.

Fazit

Das Ziel der Tierproduktion besteht unter anderem darin, hochwertige und unbedenkliche Lebensmittel zu erzeugen und die Tiere vor gesundheitlichen Schäden zu schützen. Hierzu scheint es erforderlich, dass für wichtige Mykotoxine sowohl für Futter- als auch Lebensmittel Empfehlungen für Höchstgehalte erarbeitet werden.

Eine gezielte Vermeidungsstrategie der Mykotoxinbildung in Futtermitteln setzt weiterhin voraus, dass alle Teilprozesse wie Bodenbearbeitung, Düngung, Witterung, Fruchtfolge, Sortenwahl, phytosanitäre Maßnahmen sowie Futtermittellagerung in ihrer Komplexheit betrachtet und tiefergehend untersucht werden müssen. Hierzu sind interdisziplinäre Untersuchungen notwendig. ■

Dr. Sven Dänicke, Dr. Hana Valenta, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für Tierernährung, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

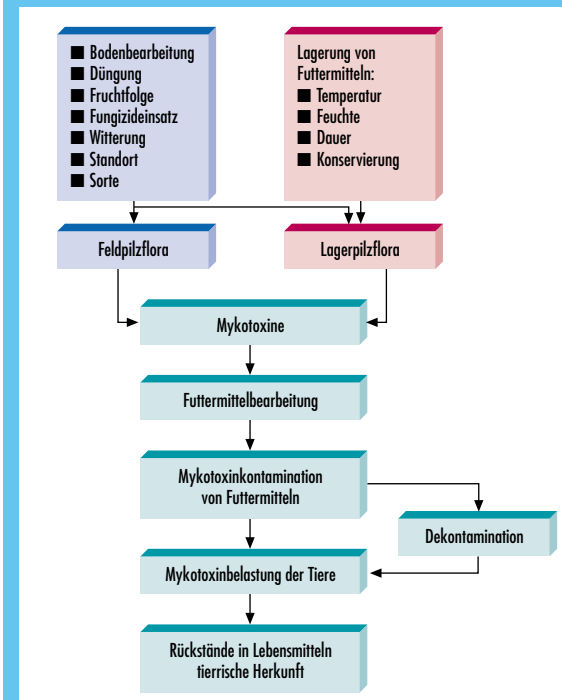



Abb. 3: Einflüsse auf die Mykotoxinbildung in Futtermitteln, die Mykotoxinbelastung von Nutztieren sowie mögliche Rückstände in Lebensmitteln tierischer Herkunft