

Übergang von Aflatoxinen in Milch, Eier, Fleisch und Innereien

Stellungnahme des BfR Nr. 009/2013 vom 4. März 2013

In Niedersachsen und in geringem Ausmaß in anderen Bundesländern haben landwirtschaftliche Betriebe Futtermais mit erhöhten Gehalten an Aflatoxinen erhalten. Bei Eigenkontrollen der Milchwirtschaft wurde bei einer Hofmilchprobe ein geringfügig erhöhter Gehalt an Aflatoxin M₁ festgestellt (siehe BfR-Information Nr. 008/2013 vom 01. März 2013). Dem BfR sind derzeit keine weiteren Überschreitungen des Höchstgehaltes bei Milchproben bekannt. Wird der Höchstgehalt in der Milch geringfügig überschritten, ist eine gesundheitliche Gefährdung des Verbrauchers bei einem kurzzeitigen Verzehr unwahrscheinlich.

Die in Futtermitteln enthaltenen Aflatoxine werden von Lebensmittel liefernden Tieren aufgenommen und können in deren Produkte übergehen. Wenn aflatoxinhaltige Futtermittel an Nutztiere verfüttert werden, spielt der Übergang in Milch eine größere Rolle als der Übergang in andere Lebensmittel wie Fleisch oder Eier. In diesem Zusammenhang hat das BfR unter der Annahme verschiedener Carry-over-Raten modellhaft abgeschätzt, welche Gehalte an Aflatoxinen in der Milch von Kühen zu erwarten sind, wenn diese Futterrationen erhalten, die einen Anteil von 20 % oder 40 % Futtermais mit einem Aflatoxingehalt von 200 Mikrogramm (µg) je Kilogramm (kg) aufweisen. Das BfR kommt zum Ergebnis, dass bei einer Carry-over-Rate von 0,1 % und einem Maisanteil von 40 % die Milch von Hochleistungskühen den in der EU geltenden Höchstgehalt von 0,05 µg Aflatoxin je kg Milch überschreiten würde. Bei einer Carry-over-Rate von 0,5 % wäre dies auch bei Milch von Kühen mit geringerer Milchleistung möglich.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat weiterhin abgeschätzt, ob auch Fleisch, Eier und Innereien wie Nieren oder Leber erhöhte Aflatoxingehalte aufweisen können, wenn Nutztiere Futterrationen mit erhöhten Aflatoxingehalten erhalten. Das BfR stellt fest, dass nach in der Literatur beschriebenen tierexperimentellen Studien, selbst bei hohen Gehalten an Aflatoxinen in den Futterrationen, die nationalen Höchstgehalte von 2 µg Aflatoxin je kg für Eier, Muskelfleisch, Leber und Nieren nicht überschritten werden. Eine Gefährdung der Gesundheit von Verbrauchern durch derartige Produkte ist daher unwahrscheinlich.

Hinsichtlich der Tiergesundheit kommt das BfR zum Ergebnis, dass bei dem gemessenen Gehalt von 200 µg Aflatoxin je kg Futtermais eine gesundheitliche Beeinträchtigung von Nutztieren unwahrscheinlich ist. Würden Rinder über mehrere Wochen eine Futterration aus 50 % Mais, der mit 200 µg Aflatoxin pro kg belastet ist, erhalten, wären chronische Wirkungen auf die Gesundheit der Rinder möglich. Solche hohen Einmischraten sind praxisunüblich.

1 Gegenstand der Bewertung

Aufgrund des Nachweises hoher Gehalte an Aflatoxinen in Futtermitteln hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) eine Risikobewertung zum Übergang von Aflatoxinen aus Futtermitteln in Milch, Eier, Fleisch und Innereien erstellt.

2 Hintergrund

In Niedersachsen wurden bei Kontrollen der Landesbehörden erhöhte Gehalte von Aflatoxin M₁ in einer Rohmilchprobe festgestellt. Der Wert liegt mit 57 Nanogramm (ng) je Kilogramm (kg) Rohmilch geringfügig über dem zulässigen europäischen Höchstgehalt von 50 ng Afla-

toxin M₁ je kg Rohmilch. Die Ursache der erhöhten Gehalte ist vermutlich die Verfütterung von Mais mit hohen Aflatoxingehalten, der zu Futtermitteln verarbeitet wurde.

3 Ergebnis

3.1 Carry-over-Raten aus Mischfuttermitteln über das Milchvieh in die Milch Rückschlüsse auf mögliche Überschreitungen der zulässigen Höchstgehalte für Aflatoxine in Milch

Dem Bundesinstitut für Risikobewertung liegen im aktuellen Fall Untersuchungsergebnisse von Futtermais aus Serbien mit einer maximalen Aflatoxin-Konzentration von 200 µg/kg vor. Es liegen keine Untersuchungsergebnisse zu Aflatoxinen in Mischfuttermitteln vor. In der Literatur werden Carry-over-Raten¹ von 0,1-6,0 % beschrieben. Petterson (2004) berechnete aus den veröffentlichten Fütterungsversuchen mit Milchkühen eine mittlere Carry-over-Rate von 1,8 %, bei Hochleistungskühen von bis zu 2,7 %. In einem EFSA-Bericht (EC 2004) wird von einer Carry-over-Rate von bis zu 6,2 % bei hochleistenden Milchkühen ausgegangen.

Auf Grundlage eines Analysewertes von 200 µg Aflatoxin B₁ pro kg Futtermittel und eines Messwertes von Aflatoxin M₁ in einer Probe Rohmilch von 57 Nanogramm (ng) pro Kilogramm Milch scheint sich die Carry-over-Rate im Bereich von 0,1-0,5 % zu bewegen. Daher ist es aus Sicht des BfR naheliegend, einen solchen Bereich der Carry-over-Rate für die folgenden modellhaften Kalkulationen zugrunde zu legen. In Tabelle 1 ist eine modellhafte Kalkulation eines möglichen Carry-overs von Aflatoxinen aus dem Futtermittel in die Milch von Milchkühen dargestellt.

Tabelle 1: Modellhafte Kalkulation des Carry-over von Aflatoxin aus dem Futtermittel in die Milch unter der Annahme unterschiedlicher Futteraufnahmen und Milchleistung bei einer Carry-over Rate von 0,1 % bei Milchkühen

Futteraufnahme (kg/Tag)	Maisanteil (%)	Aflatoxin-aufnahme (µg/Tag)	Carry-over-Rate (%)	Aflatoxinmenge in der Milch (µg/Tag)	Milchmenge (kg/Tag)	Aflatoxin-gehalt in Milch (µg/kg)
10	20	400	0,1	0,4	20	0,02
10	40	800	0,1	0,8	20	0,04
15	20	600	0,1	0,6	20	0,03
15	40	1200	0,1	1,2	20	0,06
20	20	800	0,1	0,8	30	0,04
20	40	1600	0,1	1,6	30	0,08
25	20	1000	0,1	1,0	40	0,05
25	40	2000	0,1	2,0	40	0,10

Bei einem angenommenen maximalen Maisanteil von 20 bzw. 40 % an der Gesamtration von Milchkühen würde in dem aktuellen Fall (Aflatoxingehalt eines Futtermais von 200 µg/kg) ein Aflatoxingehalt der Gesamtration von 40-80 µg/kg resultieren. Je nach Futteraufnahme und Milchmenge in Verbindung mit einer Carry-over Rate von 0,1 % könnten die Aflatoxingehalte in der Milch 0,02-0,10 µg/kg betragen. Das bedeutet, dass für hochleistende Milch-

¹ Mit dem Begriff „Carry-over“ wird der Transfer von unerwünschten Stoffen aus dem Futter in das vom Tier erzeugte Lebensmittel beschrieben. Das Prinzip des Carry-over oder eine spezifische Carry-over Rate symbolisiert aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes das pharmako- bzw. toxikokinetische Bindeglied zwischen den Höchstgehaltsregelungen im Futtermittelrecht und ihren Entsprechungen in den lebensmittelrechtlichen Regelungen.

kühe (Milchleistung 30-40 kg/Tag) bei Maisanteilen von 40% in der Ration die Werte für Aflatoxin in Milch als Folge der modellhaften Kalkulation oberhalb des derzeit zulässigen Höchstgehaltes in Höhe von 0,05 µg/kg liegen würden.

Bei der Annahme einer Carry-over-Rate von 0,5 % (Tabelle 2) ist auch bei niedrigen Futteraufnahmen und Leistungen der Milchkühe als Folge der modellhaften Kalkulation mit einer Überschreitung des zulässigen Höchstgehaltes in Milch zu rechnen.

Tabelle 2: Modellhafte Kalkulation des Carry-over von Aflatoxin aus dem Futtermittel in die Milch unter der Annahme unterschiedlicher Futteraufnahmen und Milchleistung bei einer Carry-over Rate von 0,5 % bei Milchkühen

Futteraufnahme (kg/Tag)	Maisanteil (%)	Aflatoxin-aufnahme (µg/Tag)	Carry-over-Rate (%)	Aflatoxin-menge in der Milch (µg/Tag)	Milch-menge (kg/Tag)	Aflatoxin-gehalt in Milch (µg/kg)
10	20	400	0,5	2,0	20	0,10
10	40	800	0,5	4,0	20	0,20
15	20	600	0,5	3,0	20	0,15
15	40	1200	0,5	6,0	20	0,30
20	20	800	0,5	4,0	30	0,20
20	40	1600	0,5	6,0	30	0,40
25	20	1000	0,5	20,0	40	0,25
25	40	2000	0,5	40,0	40	0,50

Da in der Literatur aber auch höhere Carry-over-Raten beschrieben sind (2,0-6,2%, EC 2004), insbesondere bei hochleistenden Milchkühen, ist bei der Verfütterung eines Mais mit einem Aflatoxingehalt von 200 µg/kg unter den beschriebenen Fütterungsbedingungen (Maisanteil 20 bzw. 40 % in der Ration) eine Überschreitung der zulässigen Höchstgehalte in Milch möglich. Die EFSA kommt in einer „worst-case“-Berechnung zu der Einschätzung, dass auch bei Einhaltung der Aflatoxin-Höchstgehalte im Futter die Möglichkeit besteht, dass der Höchstgehalt für Aflatoxin M₁ in der Milch von Hochleistungskühen überschritten werden kann (EC 2004).

3.2 Rückschlüsse aus den Gehalten in Mischfuttermitteln auf die Tiergesundheit (Rinder, Schweine, Geflügel)

Bei Schweinen sind unspezifische klinische Symptome wie reduzierte Futteraufnahme, unzureichende Gewichtszunahmen, Depression, Verdauungsstörungen, Hämorrhagien, Aszites und Lungenödem ab einer Aflatoxin-Konzentration im Futter von 0,2 mg/kg Trockenmasse zu beobachten, während akute Intoxikationen (Leberschädigung) ab einer Konzentration von 0,4 mg/kg Trockenmasse auftreten können. Geflügel reagiert ähnlich empfindlich mit unspezifischen Symptomen (Futterverweigerung, Leistungsrückgang) wie Schweine (Bauer 2000).

Wiederkäuer gelten als weniger empfindlich, da im Pansen bereits ein Abbau des mit dem Futter aufgenommenen Aflatoxin B₁ erfolgt. Bei Rindern treten erst bei Aflatoxin-Konzentrationen im Futter von 1,5-2,2 mg/kg Trockenmasse klinische Symptome auf (EC 2004), bei kleinen Wiederkäuern erst ab 50 mg/kg Trockenmasse (Miller und Wilson 1994). Die bedeutendsten klinischen Erscheinungen sind dabei Nieren- und Leberschäden.

Die im aktuellen Fall gemessene Aflatoxinkonzentration von 200 µg/kg liegt in dem Bereich, in dem möglicherweise unspezifische Symptome bei Schwein und Geflügel zu beobachten wären, wenn die verfütterte Ration zu 100 % aus Mais bestehen würde. Da in der praxisüblichen Ration je nach Tierart aber maximal nur 40-60 % Mais enthalten sind, ist eine gesundheitliche Beeinträchtigung der Tiere durch die aktuell gemessene Aflatoxinkonzentration von 200 µg/kg Mais unwahrscheinlich.

Das BfR nimmt an, dass eine Aflatoxin-Konzentration von 100 µg/kg Futter über mehrere Wochen zu chronischen Wirkungen bei Milchkühen führen kann. Allerdings müsste in Bezug auf die aktuelle Belastungssituation mit gemessenen Aflatoxinkonzentration von 200 µg/kg Mais die Milchkuhration zu 50 % aus Mais bestehen.

3.3 Carry-over in Lebensmittel außer Milch (Eier, Fleisch)

Ein Carry-over in andere Lebensmittel tierischer Herkunft außer Milch (Eier, Fleisch) ist von untergeordneter Bedeutung. In experimentellen Studien an landwirtschaftlichen Nutztieren konnte gezeigt werden, dass Aflatoxin nach oraler Aufnahme aus dem Futtermittel primär in Leber und Niere übergehen kann, während Muskelgewebe nur äußerst gering kontaminiert ist (Leber/Nieren >> Muskelgewebe). Es gibt Hinweise, dass Aflatoxine in Geweben kovalent an Proteine gebunden werden können und daher als Toxine nicht biologisch verfügbar sind (vetpharm). Nach einer Abklingzeit von zwei Wochen konnte kein Aflatoxin mehr in den Geweben nachgewiesen werden. Allgemein werden Aflatoxine (AF B₁ und AF M₁) vor allem in Leber, Nieren und den verzehrbaren Teilen des Verdauungssystems gefunden. Aflatoxine bioakkumulieren nicht im Fettgewebe.

3.3.1 Truthühner

In einem Versuch von Richards et al. (1986) wurden zwei Wochen alte Truthähne über 13 Wochen mit einer Futtermittelration gefüttert, die 50 oder 150 µg Aflatoxin B₁/kg enthielt. Nach Verfütterung des Futtermittels, das mit 50 µg/kg Aflatoxin B₁ kontaminiert war, wurden in der Leber 0,020 bis 0,090 µg Aflatoxin B₁/kg, in der Niere 0,010 bis 0,020 µg Aflatoxin B₁/kg und im Muskelmagen 0,043 bis 0,162 µg Aflatoxin B₁/kg gefunden, während in keiner der Proben Aflatoxin M₁ nachgewiesen werden konnte.

Bei der zweiten Gruppe, die mit einem Aflatoxin-Gehalt von 150 µg/kg gefüttert wurde – im aktuellen Fall (200 µg Aflatoxin/kg im Mais) würde eine Futtermittelration mit 50 % Maisanteil 100 µg Aflatoxin/kg aufweisen - konnten in der Leber 0,080 bis 0,130 µg Aflatoxin B₁/kg, in der Niere 0,025 bis 0,080 µg Aflatoxin B₁/kg und im Muskelmagen Spuren und bis zu 0,220 µg Aflatoxin B₁/kg nachgewiesen werden. Einzig in der Leber wurde Aflatoxin M₁ mit Gehalten von 0,030 bis 0,100 µg Aflatoxin M₁/kg und in der Niere 0,090-0,130 µg Aflatoxin M₁/kg gefunden. Brust- und Schenkelmuskel enthielten in keinem der Versuche Aflatoxine. Bei einem Teil der Tiere wurde zwei Wochen vor der Schlachtung Aflatoxin-freies Futter verfüttert. Weder in der Leber noch in Niere und Muskelmagen waren Aflatoxine nachweisbar.

Auf Basis einer modellhaften Kalkulation wurden durch Variation der Gehalte in den Futtermitteln und in linearer Extrapolation die möglichen Gehalte gemäß der Studie von Richards et al. (1986) für Mastputen berechnet.

Tabelle 3: Modellhafte Kalkulation der Gehalte von Aflatoxin B₁ in ausgewählten Geweben von Mastputen auf Basis der Daten einer tierexperimentellen Studie von Richards et al. (1986)

Gehalt im Futtermittel [µg/kg]	Gewebe		
	Leber	Nieren	Muskelmagen
	Aflatoxin B ₁ [µg/kg]	Aflatoxin B ₁ [µg/kg]	Aflatoxin B ₁ [µg/kg]
150	0,105	0,0525	0,1025
50	0,055	0,015	0,11
Dauer der Verfütterung: 4 Wochen			
200	0,107	0,045	0,142
150	0,080	0,034	0,106
100	0,053	0,023	0,071
50	0,027	0,011	0,035
Höchst-gehalt Kontaminanten VO (national)	2,0 µg/kg	2,0 µg/kg	2,0 µg/kg

Ein Übergang von Aflatoxinen in Muskelgewebe von Truthühnern ist grundsätzlich möglich, dem BfR liegen dazu jedoch keine Studien vor. Bei keiner der Konzentrationen konnte Aflatoxin B₁ (Tabelle 3) oberhalb des in der nach der nationalen Kontaminanten-Verordnung geregelten Höchstgehaltes abgeleitet werden. Hierbei ist zu beachten, dass bei der modellhaften Kalkulation weder die real verabreichten Futtermittelmengen pro Tier und Tag, noch Belastungsdaten bezüglich der verfütterten Rationen, noch die Dauer der Verfütterung der potenziell mit Aflatoxinen belasteten Mischfuttermittel bekannt sind. Zudem weist das BfR auf die Problematik der inhomogenen Verteilung von Aflatoxinen in Futtermitteln (Nesterbildung) hin. Das BfR empfiehlt, stichprobenartige verdachtsorientierte Untersuchungen von Lebern und Nieren durchzuführen, um die aktuelle Belastungssituation abklären zu können.

3.3.2 Rinder

In Bezug auf Rinder wurden in einem Versuch von Richards et al. (1983) Stiere über einen Zeitraum von 17,5 Wochen mit 800 µg Aflatoxin B₁/kg Futter gefüttert. Bei der Schlachtung wurde bei den Tieren in der Leber 0,370 µg Aflatoxin B₁/kg und 1,007 µg Aflatoxin M₁/kg, in der Niere 0,090 µg Aflatoxin B₁/kg und 4,820 µg Aflatoxin M₁/kg, im Muskelgewebe 0,002 µg Aflatoxin B₁/kg und 0,115 µg Aflatoxin M₁/kg, im Herzmuskel 0,004 µg Aflatoxin B₁/kg und 0,140 µg Aflatoxin M₁/kg, in der Lunge 0,014 µg Aflatoxin B₁/kg und 0,290 µg Aflatoxin M₁/kg und im Pansen 13,050 µg Aflatoxin B₁/kg und 1,666 µg Aflatoxin M₁/kg nachgewiesen. Die Gehalte in den Geweben Leber, Niere und Muskulatur zeigen, dass die im Vergleich zum aktuellen Fall um mindestens den Faktor 8 höhere Aflatoxin-Gehalte in Futtermitteln zu keiner Überschreitung des zulässigen Höchstgehalts von 2 µg/kg im Lebensmittel geführt haben.

Bei einem Teil der Tiere wurde zwei Wochen vor der Schlachtung das kontaminierte Futter durch Aflatoxin-freies Futter ersetzt. In Leber, Niere, Muskelgewebe, Herzmuskel, Lunge und Pansen konnte weder Aflatoxin B₁ noch Aflatoxin M₁ nachgewiesen werden. Inwieweit eine Übertragung der Ergebnisse auf hochleistende Milchkühe möglich ist, ist fraglich.

Auf Basis der modellhaften Kalkulation wurden durch Variation der Gehalte in den Futtermitteln und in linearer Extrapolation die möglichen Gehalte gemäß der Studie von Richards et al. (1983) für Stiere berechnet.

Tabelle 4: Modellhafte Kalkulation der Gehalte von Aflatoxin B₁ in ausgewählten Geweben von Stieren auf Basis der Daten einer tierexperimentellen Studie von Richards et al. (1983)

Gehalt im Futtermittel [µg/kg]	Gewebe		
	Leber	Nieren	Muskelgewebe
	Aflatoxin B ₁ [µg/kg]	Aflatoxin B ₁ [µg/kg]	Aflatoxin B ₁ [µg/kg]
800	0,37	0,09	0,002
Dauer der Verfütterung: 17,5 Wochen			
200	0,093	0,023	0,001
150	0,069	0,017	0,000
100	0,046	0,011	0,000
50	0,023	0,006	0,000
Höchstgehalt Kontaminanten VO (national)	2,0 µg/kg	2,0 µg/kg	2,0 µg/kg

Ein Übergang von Aflatoxinen in das Muskelgewebe von Stieren ist unwahrscheinlich. Bei keiner der Konzentrationen konnte Aflatoxin B₁ (Tabelle 4) oberhalb des in der nach der nationalen Kontaminanten-Verordnung geregelten Höchstgehaltes abgeleitet werden. Hierbei ist zu beachten, dass bei der modellhaften Kalkulation weder die real verabreichten Futtermittelmengen pro Tier und Tag, noch Belastungsdaten bezüglich der verfütterten Rationen, noch die Dauer der Verfütterung der potenziell mit Aflatoxinen belasteten Mischfuttermittel bekannt sind. Zudem weist das BfR auf die Problematik der inhomogenen Verteilung von Aflatoxinen in Futtermitteln (Nesterbildung) hin. Das BfR empfiehlt, stichprobenartige verdachtsorientierte Untersuchungen von Lebern und Nieren durchzuführen, um die aktuelle Belastungssituation abklären zu können.

3.3.3 Legehennen und Eier

Legehennen wurden in einem Versuch von Hassan et al. (2012) über einen Zeitraum von 4 Wochen mit 5000 µg Aflatoxin B₁/kg Futter gefüttert. Bei der Schlachtung wurde bei den Tieren in der Leber 1,44 µg Aflatoxin B₁/kg, in der Niere 0,25 µg Aflatoxin B₁/kg, im Muskelgewebe 0,03 µg Aflatoxin B₁/kg nachgewiesen.

Tabelle 5: Modellhafte Kalkulation der Gehalte von Aflatoxin B₁ in ausgewählten Geweben von Legehennen auf Basis der Daten einer tierexperimentellen Studie von Hassan (2012) und Oliveira et al. (2000)

Gehalt im Futtermittel [µg/kg]	Gewebe			Eier	
	Leber	Nieren	Muskelgewebe	Gehalt im Futtermittel µg/kg	Aflatoxin B ₁ [µg/kg]
5000	1,44	0,25	0,03	500	0,1
Dauer der Verfütterung: 4 Wochen *				8 Wochen**	
200	0,058	0,010	0,001		0,040
150	0,043	0,008	0,001		0,030
100	0,029	0,005	0,001		0,020
50	0,014	0,003	0,000		0,010
Höchstgehalt Kontaminanten VO (national)	2,0 µg/kg	2,0 µg/kg	2,0 µg/kg		2,0 µg/kg

Bei keiner der Konzentrationen konnte Aflatoxin B₁ (Tabelle 5) oberhalb des in der nach der nationalen Kontaminanten-Verordnung geregelten Höchstgehaltes abgeleitet werden. Hierbei ist zu beachten, dass bei der modellhaften Kalkulation weder die real verabreichten Futtermittelmengen pro Tier und Tag, noch Belastungsdaten bezüglich der verfütterten Rationen, noch die Dauer der Verfütterung der potentiell mit Aflatoxinen belasteten Mischfuttermittel bekannt sind. Zudem weist das BfR auf die Problematik der inhomogenen Verteilung von Aflatoxinen in Futtermitteln (Nesterbildung) hin. Das BfR empfiehlt, stichprobenartige verdachtsorientierte Untersuchungen von Lebern und Nieren durchzuführen, um die aktuelle Belastungssituation abklären zu können.

Eine Anreicherung im Ei ist nur unter experimentellen, extrem hohen Aflatoxin-Konzentrationen im Futtermittel beschrieben. Unter den vorliegenden Bedingungen ist ein Carry-over in das Ei unwahrscheinlich. In einer aktuellen Studie verfütterten Salwa & Anwer (2009) Rationen mit 25, 50 und 100 µg Aflatoxin B₁/kg über 60 Tage an Legehennen. In den Eiern wurde weder Aflatoxin B₁ noch dessen Metabolit Aflatoxin M₁ nachgewiesen. In einer weiteren tierexperimentellen Studie konnten Oliveira et al. geringfügige Gehalte bei Verfütterung eines Futtermittels mit 500 µg/kg in Eiern feststellen. Da in der Studie von Salwa & Anwer (2009) keine Belastungen in Eiern nachgewiesen werden konnten, wurde für die modellhafte Kalkulation eines möglichen Überganges des Aflatoxins B₁ in Eier eine lineare Extrapolation gemäß der Studie nach Oliveira (2000) durchgeführt. Dieser zeigte in seiner Studie, dass einzig bei der Fütterung über einen Zeitraum von 8 Wochen mit 500 µg Aflatoxin B₁ je kg Futter Gehalte von 0,05 bis 0,16 µg/kg (Mittelwert: 0,10 µg/kg) in den Eiern gefunden werden konnten, während bei geringeren Dosen (100 µg Aflatoxin B₁ je kg Futter und 300 µg Aflatoxin B₁ je kg Futter) keine Gehalte gemessen werden konnten. Auch bei der modelhaften Kalkulation in den Eiern zeigte sich, dass bei keiner der Konzentrationen Aflatoxin B₁ (Tabelle 5) oberhalb des nach der nationalen Kontaminanten-Verordnung bestehenden Höchstgehaltes abgeleitet werden konnte. Das BfR kommt zu dem Schluss, dass bei Verfütterung eines Futtermittels mit dem aktuellen Befund (200 µg Aflatoxin/kg) ein Übergang von Aflatoxin aus dem Futtermittel in das Ei unwahrscheinlich ist.

3.3.4 Schweine

In einem Versuch von Beaver et al. (1990) wurden Mastschweine über einen Zeitraum von 35 Tagen mit 524 µg Aflatoxin B₁ /kg Futter gefüttert. Bei der Schlachtung wurde bei den Tieren in der Leber 0,484 µg Aflatoxin B₁ /kg, in der Niere 0,681 µg Aflatoxin B₁ /kg, im Muskelgewebe 0,21 µg Aflatoxin B₁ /kg und im Nierenfettgewebe 0,03 µg Aflatoxin B₁ /kg nachgewiesen.

Tabelle 6: Modellhafte Kalkulation der Gehalte von Aflatoxin B₁ in ausgewählten Geweben von Mastschweinen auf Basis der Daten einer tierexperimentellen Studie von Beaver (1990)

Gehalt im Futtermittel [µg/kg]	Gewebe			
	Leber	Nieren	Fettgewebe	Muskelgewebe
	Aflatoxin B ₁ [µg/kg]			
524	0,484	0,681	0,03	0,21
Dauer der Verfütterung: 35 Tage				
200	0,185	0,260	0,011	0,080
150	0,139	0,195	0,009	0,060
100	0,092	0,130	0,006	0,040
50	0,046	0,065	0,003	0,020
Höchstgehalt Kontaminanten VO (national)	2,0 µg/kg	2,0 µg/kg	2,0 µg/kg	2,0 µg/kg

Ein Übergang von Aflatoxinen in Muskelgewebe von Mastschweinen ist unwahrscheinlich. Bei keiner der Konzentrationen konnte Aflatoxin B₁ (Tabelle 6) oberhalb des in der nach der nationalen Kontaminanten-Verordnung geregelten Höchstgehaltes abgeleitet werden. Hierbei ist zu beachten, dass bei der modellhaften Kalkulation weder die real verabreichten Futtermittelmengen pro Tier und Tag, noch Belastungsdaten bezüglich der verfütterten Rationen, noch die Dauer der Verfütterung der potentiell mit Aflatoxinen belasteten Mischfuttermittel bekannt sind. Zudem weist das BfR auf die Problematik der inhomogenen Verteilung von Aflatoxinen in Futtermitteln (Nesterbildung) hin. Das BfR empfiehlt, stichprobenartige verdachtsorientierte Untersuchungen von Lebern und Nieren durchzuführen, um die aktuelle Belastungssituation abklären zu können.

3.4 Schwellenwerte“ für den Maisanteil im Futter, der zu Überschreitungen der zulässigen Höchstgehalte in Milch führen kann

In Tabelle 7 ist modellhaft der Maisanteil einer Ration dargestellt, der in einer Milchviehration enthalten sein müsste („Schwellenwert“), um den zulässigen Höchstgehalt in Milch zu überschreiten. Dabei wurde mit drei unterschiedlichen Carry-over Raten (0,1; 0,5 und 2%), einer Futteraufnahme von 20 kg/Tag und einer Milchleistung von 20 kg/Tag gerechnet.

Tabelle 7: Modellhafte Kalkulation (Annahme einer Futtermittelaufnahme von 20 kg/Tag und einer Milchleistung von 20 kg/Tag) eines maximalen Maisanteils („Schwellenwert“), der zu einer Überschreitung des Höchstgehalts von 0,05 µg/kg in der Milch führen kann

Futtermittelaufnahme (kg/Tag)	Ziel-Aflatoxingehalt in Milch (µg/kg)	Milchmenge (kg/Tag)	Aflatoxinmenge in der Milch (µg/Tag)	Carry-over-Rate (%)	Maisanteil in der Ration (%)
20	0,05	20	1,0	0,1	50
20	0,05	20	1,0	0,5	10
20	0,05	20	1,0	2,0	2,5

Bei einer Carry-over-Rate von 0,1 % würde bei einem Maisanteil von 50 % in der Gesamtration der zulässige Höchstgehalt in Milch von 0,05 µg/kg überschritten. Bei einer Carry-over-Rate von 0,5 % genügen bereits 10 % Maisanteil in der Ration, bei einer Carry-over-Rate von 2 % bereits 2,5 %.

3.5 Beeinträchtigung der Tiergesundheit durch Futtermittel mit erhöhtem Aflatoxingehalt

Eine Beeinträchtigung der Gesundheit von Schwein und Geflügel wäre erst bei einer Ration zu erwarten, die zu 100 % aus dem mit Aflatoxinen belasteten Mais (200 µg/kg) besteht. Bei Milchkuhen wären möglicherweise chronische Effekte zu erwarten, wenn 50 % Mais in die Gesamtration über mehrere Wochen eingemischt worden wären. Solch hohe Maisanteile dürften allerdings eher selten vorkommen.

4 Literatur

Bauer J (2000): Mykotoxine in Futtermitteln: Einfluss auf Gesundheit und Leistung. In: Handbuch der tierischen Veredlung, 25. Aufl., Osnabrück, Kammlage-Verlag, 169-192.

EC (European Commission, 2004): Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to Aflatoxin B₁ as undesirable substance in animal feed. Request No. EFSA-Q-2003-035. The EFSA Journal 39, 1-27.

Kontaminanten-Verordnung-KmH vom 19. März 2010 (BGBl. I.S.287), geändert durch Art. 1 V v. 9.8.2012 I 1710

Miller DM, Wilson DM (1994): Veterinary diseases related to aflatoxins. In: Eaton DL, Groopman JD (eds) The Toxicology of Aflatoxins: Human Health, Veterinary and Agricultural Significance. Academic Press. NY, 347-364.

Petterson H (2004): Controlling mycotoxins in animal feed. In: Magan N, Olsen M (eds) Mycotoxins in food, detection and control. Cambridge, England, CRC Press, 262-304.

Milad Manafi (2011). Aflatoxicosis in Layer and Breeder Hens, Aflatoxins - Biochemistry and Molecular Biology, Dr. Ramon G. Guevara-Gonzalez (Ed.), ISBN: 978-953-307-395-8, URL:(Stand 1.3.2013) <http://www.intechopen.com/books/aflatoxins-biochemistry-and-molecular-biology/aflatoxicosis-in-layer-andbreeder-hens>

Coppock, R. , Christian, R. "Aflatoxins" in Ramesh C. Gupta, Veterinary Toxicology. London. Academic Press. 2007

Beaver, R. , Wilson, D. , James, M. , Haydon, K., Colvin, B., Sangster, L. , Pikul, A. , Groopman, J. (1990) Distribution of aflatoxins in tissues of growing pigs fed an aflatoxin-contaminated diet amended with a high affinity aluminosilicate sorbent., *Veterinary and human toxicology* 32(1)16-18

Richard, J., Pier, A., Stubblefield, R. , Shotwell, O. Lyon, R. , Cutlip, R. (1983) Effect of feeding corn naturally contaminated with aflatoxin on feed efficiency, on physiologic, immunologic, and pathologic changes, and on tissue residues in steers. *American Journal of Veterinary Research* 44(7):1294-1299

J. L. Richard, R. D. Stubblefield, R. L. Lyon, W. M. Peden, J. R. Thurston and R. B. Rimler (1986) Distribution and Clearance of Aflatoxins B₁ and M₁ in Turkeys Fed Diets Containing 50 or 150 ppb Aflatoxin from Naturally Contaminated Corn, *Avian Diseases* 30 (4), 788-793

Hassan, Z. U., Khan, M. Z., Khan, A., Javed, I., & Hussain, Z. (2012). Effects of individual and combined administration of ochratoxin A and aflatoxin B₁ in tissues and eggs of White Leghorn breeder hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 1540-4.

Oliveira C.A. , Kobashigawa, E. , Reis, T. ,Mestieri L. , Albuquerque, R. ,Correa, L. (2000): Aflatoxin B₁ residues in eggs of laying hens fed a diet containing different levels of the mycotoxin, *Food Additives and Contaminants*, 17:6, 459-462