

# Einfluß von Fusarientoxinen auf die Mast- und Schlachtleistung von Broilern

R. Leitgeb, H. Lew, W. Wetscherek, J. Böhm und A. Quinz

## Influence of fusariotoxins on growing and slaughtering performance of broilers

### 1. Einleitung

Körnermais hat im Vergleich zu anderen Sommergetreidearten eine längere Vegetationsperiode. In den späten Sommermonaten und im Herbst kommen in vielen Maisanbaugebieten Frühfröste vor, die die Entwicklung von Fusarien und damit die Bildung von Mykotoxinen begünstigen. Die Abschätzung des Risikos des Einsatzes von mykotoxin-kontaminiertem Mais in der Hühnermast auf die Mast- und Schlachtleistung und Fleischqualität ist für die Hühnermäster von großem Interesse. Allgemein wird von einer hohen Toxizität der Fusarientoxine ausgegangen. Da im natürlich kontaminierten Mais meistens mehrere Toxine gleichzeitig vorkommen, ist die additive oder synergistische Wirkung der Toxine nur über in vivo Versuche erfassbar.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, den Einfluß von natürlich mykotoxinhaltigem Futtermais auf die Mast- und Schlachtleistung, subjektive Fleischqualität sowie auf Blut- und Leberparameter von Masthühnern zu ermitteln.

### 2. Literaturübersicht

*Fusarium graminearum* und *F. subglutinans* sind die weitaus häufigsten Fusarienarten auf Mais in Österreich (LEW et al., 1991). *F. graminearum* bildet die Toxine Zearalenon (ZON) und Vomitoxin (Deoxinivalenol, DON), während *F. subglutinans* Moniliformin (MON) und Beauvericin (BEA) produziert. Das Auftreten von *F. subglutinans* wird durch den Maiszünslerbefall gefördert. Maischargen, die von zünslerbe-

### Summary

In a feeding trial with 180 broilers the impact of mycotoxin contaminated maize on growing and slaughtering performance, and on physiological parameters was investigated. Four feeding groups with different levels of contamination were used in the experiment. Feeding groups 1, 2, 3 and 4 were fed with 54.6, 36.4, 18.2 and 0 % uncontaminated and 0, 18.2, 36.4 and 54.6 % highly contaminated maize, respectively. Highly contaminated maize contained 9.8 mg Desoxynivalenol, 1.04 mg Moniliformin, 1.43 mg Beauvericin and 0.105 mg Fumonisin B1 per kg. Other components of the diet were 31.4 % soyabean meal, 4.4 % oil, 3 % maize gluten feed, 3 % grass meal, 0.051 % L-lysine-HCl, 0.141 % DL-methionin, 1.22 % limestone, 1.63 % dicalcium-P, 0.15 % salt, 0.16 % NaHCO<sub>3</sub>, 0.015 % vitamin premix, 0.040 % trace element premix, 0.080 % choline-Cl and 0.050 % Monensin-Na. At the end of the growing period (37 days) the chickens of feeding group 1, 2, 3 and 4 had a live weight of 1896, 1942, 1904, and 1943 g and the feed conversion rates were 1.81, 1.77, 1.83 and 1.82 kg/kg LW-gain, respectively. The contaminated diets had no negative effect on live weight gain, feed conversion rate and liver weight, but did significantly ( $P < 0.01$ ) increase heart weight. The chemical composition of carcass and the physiological parameters of the blood (AST, LDH, triglycerid and cholesterol) were not affected. The experiment shows, that maize contaminated with *Fusarium* toxins had no negative effects on growing and slaughtering performance and on meat quality (tenderness, juiciness and taste), and on blood parameters. As the present investigation shows, the negative effect of *Fusarium* toxins has been practically overestimated, and *Fusarium* toxins were probably unjustifiedly blamed for many problems in broiler production.

**Key words:** broiler, mycotoxins, vomitoxin, moniliformin, beauvericin.

### Zusammenfassung

In einem Hühnermastversuch mit 180 Broilern wurde der Einfluß von mykotoxinhaltigem Mais auf die Mast- und Schlachtleistung und physiologische Parameter untersucht. 4 Futtergruppen mit unterschiedlicher Mykotoxinbelastung wurden gehalten. In Futtergruppe 1, 2, 3 und 4 wurden 54,6, 36,4, 18,2 und 0 % unkontaminierter bzw. 0, 18,2, 36,4 und 54,6 % kontaminierter Mais eingesetzt. Im kontaminierten Mais waren 9,8 mg Deoxynivalenol, 1,04 mg Moniliformin, 1,43 mg Beauvericin und 0,105 mg Fumonisin B1 enthalten. Weitere Komponenten der Alleinfuttermischungen waren 31,4 % Sojaextr. Schrot-HP, 4,4 % pflanzliches Mischfett, 3 % Maiskleber, 3 % Grasgrünmehl, 0,051 % L-Lysin-HCl, 0,141 % DL-Methionin, 1,22 % Futterkalk, 1,63 % Dicalcium-P, 0,15 % Viehsalz, 0,16 % NaHCO<sub>3</sub>, 0,015 % Vitaminprämix, 0,040 % Spurenelementprämix, 0,080 % Cholin-Cl und 0,050 % Monensin-Na. Am 37. Masttag waren die Tiere der Futtergruppen 1, 2, 3 und 4 1896, 1942, 1904 und 1943 g schwer und der Futteraufwand/kg LM-Zuwachs lag analog bei 1,81, 1,77, 1,83 und 1,82 kg. Der mykotoxinhaltige Mais hatte keinen negativen Einfluß auf die LM-Entwicklung, den Futteraufwand/kg LM-Zunahme und das Gewicht der Leber, wohl aber auf das Gewicht des Herzens. Das Gewicht des Herzens wurde mit zunehmender Mykotoxinbelastung signifikant ( $P < 0,01$ ) höher. Die chemische Zusammensetzung der Schlachtkörper und die physiologischen Parameter des Blutes (AST, LDH, Triglyceride, Cholesterin) wurden nicht beeinflusst. Der vorliegende Hühnermastversuch zeigt, daß mykotoxinhaltiger Futtermais weder die Mastleistung, noch die Schlachtleistung, die subjektive Fleischqualität oder Blutparameter negativ beeinflusste. Das weist darauf hin, daß in der praktischen Hühnermast die Wirkungen der Mykotoxine für mangelhaftes Wachstum von Broilern oft weit überschätzt und für viele andere Fütterungs- und Haltungsprobleme zu unrecht verantwortlich gemacht wurden.

**Schlagworte:** Hühnermast, Mykotoxine, Vomitoxin, Moniliformin, Beauvericin.

fallenen Maispflanzen stammen, enthalten in der Regel mehrere Toxine. BEA kommt in beschädigten Maiskörnern in bedeutend höheren Mengen als in ganzen Körnern vor (KRSKA et al., 1996). Durch Züchtung von Schimmelpilzkulturen konnten LOGRIECO et al. (1993, 1995) sehr hohe Mykotoxingehalte in Maiskolben erreichen.

Nach BERGSJO und KALDHUSDAL (1994) und ROTTER et al. (1996) ist die Toxizität von DON und nach PIETRI et al. (1997) von Fumonisin B1 (FB1) gegenüber Geflügel relativ gering. TRENHOLM et al. (1986) geben 5 mg DON/kg Alleinfutter als Toleranzschwelle für Geflügel an. Mit 16 mg DON/kg Alleinfutter wurde von HUFF et al. (1986) eine schlechtere Mastleistung und ein höheres Muskelmagengewicht festgestellt. Nach KUBENA et al. (1985) hatten 9 und 18 mg DON/kg Alleinfutter keinen Einfluß auf die Mastleistung, es wurden auch keine Rückstände im Fleisch festgestellt. Die toxische Wirkung von 300 mg FB1 in Kombination mit 5 mg T2-Toxin/kg Alleinfutter beeinflusste das Wachstum der Kücken stärker als die Kombination von 300 mg FB1 mit 15 mg DON/kg Alleinfutter (KUBENA et al., 1997). Mit 30 und 300 mg FB1/kg Alleinfutter wurden von ESPADA et al. (1994) negative Auswirkungen auf die LM-Entwicklung festgestellt, das Gewicht der Leber wurde höher und das der Milz geringer, die Gehalte an Aspartata-

minotransferase und Cholesterin nahmen ab. Aus der Untersuchung wird der Schluß gezogen, daß 10 mg FB1-Reinsubstanz bzw. 30 mg FB1 in nativer Form/kg Alleinfutter für junge Kücken toxisch sind. Nach WEIBKING et al. (1993) liegt die toxische Schwelle für FB1 bei natürlich kontaminierten Futtermitteln bei 75 mg/kg Alleinfutter.

Die Ergebnisse über die toxische Wirkung von MON sind teilweise widersprüchlich. Einerseits konnten COLE et al. (1973) und BURMEISTER et al. (1979) bei Kücken mit der Verabreichung einer Einzeldosis eine sehr niedrige orale LD<sub>50</sub>-Dosis von ca. 5 mg/kg Körpermasse feststellen. Andererseits berichten ALLEN et al. (1981) über eine höhere Toleranz von Hühnerkücken gegenüber MON, wenn es über einen längeren Zeitraum verabreicht wurde. Ein Fütterungsversuch mit einer F. subglutinans-Kultur von ENGELHARDT et al. (1989) bestätigt deren Toxizität gegenüber Kücken, die angewandten Toxinkonzentrationen lagen aber weit über den im Futtermais anzutreffenden MON-Gehalten. Nach LEDOUX et al. (1995) verursachten über 50 mg MON/kg Futter über einen Zeitraum von 21 Tagen Kardiomegalie. Bei einmaliger intravenöser Applikation von 1 mg MON/kg LM stellten NAGARAJ et al. (1996) bei Broilern nach 15 min bereits Bradykardie fest. Mit natürlich kontaminiertem Mais gegenüber unkontaminier-

tem Mais wurden von PIETRI et al. (1997) keine nachteiligen Auswirkungen auf die LM-Entwicklung von Masthühnern festgestellt. Der Futteraufwand/kg LM-Zuwachs war allerdings um 12,6 % höher als in der Futtergruppe mit unkontaminiertem Maisanteil.

### 3. Versuchsdurchführung

Der Versuch wurde im Geflügelversuchsstall, A-9311 Kraig, durchgeführt. 180 Eintagskücken der Hybridmastlinie Ross wurden in 12 Boxen aufgestellt. Jeweils 15 Tiere wurden in einer Box mit 2 m<sup>2</sup> Grundfläche gehalten. Jede Box war mit einer Wärmelampe, einem Futter- und Trän-

keautomaten ausgestattet und mit 10 kg gehäckseltem Gerstenstroh eingestreut. Alle Tiere wurden bei Versuchsbeginn, am Ende der 3. Versuchswoche und bei Mastende boxenweise und bei der Schlachtung einzeln gewogen. Der Versuchsplan geht aus Tabelle 1 hervor.

Die Zusammensetzung der Futtermischungen ist in Tabelle 2 angeführt. Die Futtermischungen wurden am Versuchsort in einem 100 kg Exaktmischer zubereitet. Zuerst wurde eine Vormischung aus den Nichtmaiskomponenten hergestellt. Anschließend wurden mit den Vormischungen und dem unkontaminierten und kontaminierten Mais die Alleinfuttermittel für die einzelnen Futtergruppen komplettiert. Alle Futtermischungen wurden in mehliger Form ad libitum angeboten.

Tabelle 1: Versuchsplan

Table: Experimental design

Merkmal	Futtergruppe			
	1	2	3	4
Mykotoxinkonzentration im Alleinfutter	frei	niedrig	mittel	hoch
Tiere, n	45	45	45	45
Boxen, n	3	3	3	3
Fütterung	ad lib.	ad lib.	ad lib.	ad lib.
Mastdauer, Tage	37	37	37	37

Tabelle 2: Zusammensetzung der Futtermischungen

Table 2: Composition of diets

Futtermittel		Futtergruppe			
		1	2	3	4
Unkontaminierter Mais	%	54,66	36,44	18,22	0
Kontaminierter Mais	%	0	18,22	36,44	54,66
Sojaextraktionsschrot-HP	%	31,4	31,4	31,4	31,4
Pflanzliches Mischfett	%	4,4	4,4	4,4	4,4
Maiskleber	%	3,0	3,0	3,0	3,0
Grasgrünmehl	%	3,0	3,0	3,0	3,0
L-Lysin-HCl	%	0,051	0,051	0,051	0,051
DL-Methionin	%	0,141	0,141	0,141	0,141
Futterkalk	%	1,223	1,223	1,223	1,223
Dicalciumphosphat	%	1,630	1,630	1,630	1,630
Viehsalz	%	0,150	0,150	0,150	0,150
NaHCO <sub>3</sub>	%	0,160	0,160	0,160	0,160
Vitaminkonzentrat-G <sup>1)</sup>	%	0,015	0,015	0,015	0,015
Spurenelementkonz.-G <sup>2)</sup>	%	0,040	0,040	0,040	0,040
Cholin-Cl (50 %ig)	%	0,080	0,080	0,080	0,080
Elancoban <sup>3)</sup>	%	0,050	0,050	0,050	0,050

- 1) Vitaminkonzentrat-G der Warenhandels Ges.mbH., Abt. Mischfutter, A-9020 Klagenfurt, enthielt pro kg 50.000.000 IE Vitamin A, 10.000.000 IE Vitamin D, 150.000 mg Vitamin E, 5.410 mg Vitamin K, 10.000 mg Thiamin, 30.000 mg Riboflavin, 20.000 mg Pyridoxin, 100 mg Vitamin B<sub>12</sub>, 150.000 mg Niacin, 60.000 mg Pantothersäure, 5.000 mg Folsäure, 300 mg Biotin.
- 2) Spurenelementkonzentrat-G der Warenhandels Ges.mb.H., Abt. Mischfutter, A-9020 Klagenfurt, enthielt pro kg 120.000 mg Fe, 180.000 mg Mn, 120.000 mg Zn, 40.000 mg Cu, 2.000 mg J, 800 mg Se, 2.000 mg Co.
- 3) Handelsbezeichnung für das Kokzidiostatikum Monensin-Na (20 %ig). Je kg Alleinfutter waren 100 mg Monensin-Na bis zum 21. Masttag enthalten.

**Mastleistungsmerkmale:**

LM-Entwicklung: Sie wurde bei Versuchsbeginn, am 21. Masttag und bei Versuchsende (37. Masttag) boxenweise erfaßt.

Ausfälle: Von allen im Verlaufe der Mast verendeten Tieren wurde das Gewicht aufgezeichnet.

Futteraufwand: Ergibt sich aus kg Futter/kg LM-Zuwachs. Der LM-Zuwachs der verendeten Tiere wurde mit einbezogen.

**Schlachtleistungsmerkmale:**

Nüchterngewicht: Stellt die LM nach 8 h Futterentzug unmittelbar vor der Schlachtung dar.

Ohne Darm-Ware (OD-Ware) warm: Ist das Gewicht des geschlachteten Huhnes ohne Blut, Federn, Verdauungstrakt, Innereien (Herz, Leber, Milz) und Abdominalfett nach der Schlachtung.

OD-Ware kalt: Die OD-Ware nach 15 h Kühllagerung bei +3° C.

Bratfertige Ware: Die OD-Ware kalt ohne Kopf, Hals und Ständer.

Organe: Gewicht des Herzens, der Leber ohne Galle und des Magens ohne Hornhaut.

**Ganzkörperanalysen:**

Die OD-Ware Schlachtkörper wurden mit einer Hacke grob zerkleinert, in einem Fleischwolf vermust, homogenisiert und auf Trockenmasse, Rohprotein, Rohfett und Rohasche untersucht.

**Organoleptische Beurteilung:**

Die organoleptische Beurteilung des ohne jegliche Zutaten gegrillten Brustfleisches wurde von 3 unabhängigen Verkostern nach dem in Tabelle 3 angeführtem Schema durchgeführt. Ein 2 x 2 x 1 cm kubisches Brustfleischstück mit Haut wurde beidseitig je 6 min bei 180° C gegrillt.

**Blutparameter:**

Die Blut- und Leberproben wurden am Schlachttag gezo-

gen und an der Veterinärmedizinischen Universität Wien analysiert und statistisch ausgewertet.

**4. Statistische Auswertung**

Die Daten der Mast- und Schlachtleistung wurden mit dem Modell 1 des LSMLMW-Computerprogrammes nach HARVEY (1987), die Daten der organoleptischen Untersuchung nach dem FRIEDMANN-Test und die Blutparameter mit einer zweifachen Varianzanalyse ausgewertet (ESSL, 1987). Bei den mit dem LSMLMW-Computerprogramm ausgewerteten Daten werden die Mittelwerte und Fehler der Mittelwerte ( $s_x$ ) und bei den Blutparametern die Mittelwerte und Standardabweichungen ( $s$ ) angeführt.

Modell für Mastleistung:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$  = abhängige Variable

$\mu$  = gemeinsame Konstante

$G_i$  = fixer Effekt der Gruppe  $i$ ,  $i = 1, 4$

$e_{ij}$  = Restfehler

Modell für Schlachtleistung, Organgewichte und Ganzkörperanalysen:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + S_j + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = abhängige Variable

$\mu$  = gemeinsame Konstante

$G_i$  = fixer Effekt der Gruppe  $i$ ,  $i = 1, 4$

$S_j$  = fixer Effekt des Geschlechtes  $j$ ,  $j = 1, 2$

$e_{ijk}$  = Restfehler

**5. Versuchsergebnisse****5.1 Futteranalysen**

Die Alleinfuttermischungen wurden auf Trockenmasse, Rohprotein, Rohfett, Gesamtzucker, Stärke und Mengen-

Tabelle 3: Organoleptische Beurteilung

Table 3: Organoleptic test

Punkte	Zartheit	Saftigkeit	Geschmack
6	sehr zart	sehr saftig	sehr geschmackvoll
5	zart	saftig	geschmackvoll
4	überdurchschnittlich	überdurchschnittlich	überdurchschnittlich
3	unterdurchschnittlich	unterdurchschnittlich	unterdurchschnittlich
2	zäh	trocken	geschmacklos
1	sehr zäh	sehr trocken	untypisch

Tabelle 4: Nährstoffgehalte der Alleinfuttermittel

Table 4: Chemical composition of diets

Nährstoff	Futtergruppe			
	1	2	3	4
Trockenmasse, %	88,9	88,8	88,7	88,4
Rohprotein, %	20,7	21,7	21,5	22,2
Rohfett, %	8,1	7,7	7,8	7,0
Stärke, %	39,0	36,2	37,0	37,6
Gesamtzucker, %	3,9	4,3	4,3	4,1
Ca, %	1,08	1,08	1,10	1,00
P, %	0,66	0,62	0,65	0,62
Na, %	0,12	0,13	0,12	0,11

elemente (Ca, P, Na) untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 angeführt.

Die Ergebnisse der Mykotoxinanalysen des kontaminierten und unkontaminierten Mais sind in Tabelle 5 angeführt. Sie wurden vom Bundesamt für Agrarbiologie in Linz durchgeführt. In den Futtermischungen waren auf Grund der basischen und puffernden Substanzen nicht alle Mykotoxine (MON) nachweisbar. Die in den Futtermischungen nachweisbaren Mykotoxine haben die aus den Maisanteilen berechneten Mykotoxingehalte bestätigt. Im unkontaminierten Mais lagen alle Mykotoxingehalte unter der jeweiligen Nachweisgrenze. Man kann demnach beim unkontaminierten Mais von einem sehr mykotoxinarmen Mais ausgehen. Im mykotoxinhaltigen Mais ist vor allem der Gehalt an DON hoch, aber auch die Gehalte an ZON, MON und BEA sind beachtlich. Die Mykotoxingehalte in den Alleinfuttermitteln der Futtergruppen 3 und 4 wären als hoch anzusehen.

Tabelle 5: Mykotoxingehalte im kontaminierten und unkontaminierten Mais

Table 5: Contents of mycotoxins in contaminated and uncontaminated maize

Mykotoxin	Kontaminierter Mais µg/kg	Unkontaminierter Mais µg/kg
DON (Vomitoxin)	9800	< 50
3-ADON	< 100	< 100
15-ADON	1240	< 50
Nivalenol	725	< 100
Zearalenon	1150	< 20
Moniliformin	1040	< 20
Beauvericin	1430	< 100
Fumonisin B1	105	< 20
Fumonisin B2	< 50	< 50
T2-Toxin	< 50	< 50
HT-2 Toxin	< 50	< 50
Diacetoxyscirpenol	< 50	< 50

## 5.2 Mastleistung

Die Gewichte der im Verlaufe der Mast verendeten Tieren sind in Tabelle 6 aufgezeichnet. Insgesamt sind während des Versuches 8 Tiere verendet. Die leichteren Tiere waren Kümmerer und die schwereren starben an Herzinfarkt. Die klinische Untersuchung der Darmtrakte wies keine Besonderheiten auf. Ein versuchsbedingter Ausfall war nicht zu beobachten.

Tabelle 6: Tierverluste

Table 6: Animal losses

Futtergruppe	LM, g
1	130, 165, 1500
2	
3	46, 60, 165, 2105
4	60

Die LM-Entwicklung und der Futteraufwand sind in Tabelle 7 angeführt. Die Kücken waren bei Versuchsbeginn im Mittel 53 g, am Ende der 3. Lebenswoche 802 und bei Mastende am 37. Masttag 1921 g schwer. Die LM-Entwicklung war insgesamt sehr zufriedenstellend. Signifikante Unterschiede in der LM-Entwicklung traten nicht auf.

Der Futteraufwand weist in den einzelnen Mastabschnitten und über die gesamte Mastperiode nur geringe Unterschiede zwischen den Futtergruppen auf. In den ersten 3 Mastwochen wurden im Mittel 1,45 kg, vom 22. bis 37. Masttag 2,05 kg und über die gesamte Mastperiode wurden 1,81 kg Futter/kg LM-Zuwachs benötigt. Ein negativer Einfluß der steigenden Mykotoxingehalte in den Alleinfuttermitteln auf die Mastleistung war nicht feststellbar.

Tabelle 7: Mastleistung  
Table 7: Growth performance

Merkmale	Futtergruppe				s <sub>x</sub>	P
	1	2	3	4		
Boxen (Tiere), n	3 (42)	3 (45)	3 (41)	3 (44)	-	-
LM, g						
Versuchsbeginn	54	53	53	53	0,6	0,80
21. Masttag	798	806	799	807	18	0,98
Mastende	1896	1942	1904	1943	39	0,76
Futtermittelverbrauch, kg						
1.-21. Masttag	1,45	1,44	1,44	1,45	0,01	0,87
22.-37. Masttag	2,06	2,00	2,09	2,07	0,03	0,30
1.-37. Masttag	1,81	1,77	1,83	1,82	0,02	0,36

### 5.3 Schlachtleistung

Alle Tiere wurden am Versuchsort geschlachtet und aufgearbeitet. Die Ergebnisse der Schlachtleistung sind in Tabelle 8 angeführt. Das Nüchterngewicht, die OD-Ware warm und kalt folgen weitestgehend dem Mastendgewicht, wurden aber durch die unterschiedlichen Mykotoxingehalte in den Futtermischungen nicht beeinflusst. Das gleiche gilt auch für die bratfertige Ware. Die Verfettung der Schlachtkörper, als Parameter diente das Abdominalfett, war in allen 4 Futtergruppen in etwa gleich. Signifikante Unterschiede zwischen den Futtergruppen traten bei keinem Merkmal der Schlachtleistung auf. Die geringen Unterschiede bei den prozentuellen Anteilen der OD-Ware warm und der bratfertigen Ware am Nüchterngewicht zwischen den Futtergruppen weisen auf geringe physiologische Einflüsse der unterschiedlichen Mykotoxingehalte in den Alleinfuttermitteln auf den Stoffwechsel hin.

### 5.4 Wertvolle Teilstücke des Schlachtkörpers

Für die Ermittlung der einzelnen Schlachtkörperteile wurden von jeder Gruppe 12 nach Gewicht repräsentative OD-

Schlachtkörper in Brust, Ober- und Unterschenkel, Flügel, Kopf, Hals, Ständer und Restkörper zerlegt. Die Ergebnisse dieser Zerteilung sind in Tabelle 9 angeführt. Die höheren Schenkel- und Ständergewichte bei den Futtergruppen 3 und 4 weisen indirekt auf eine stärkere Knochenausbildung hin. Signifikante Unterschiede traten bei den wertvollen Schlachtkörperteilen nicht auf.

### 5.5 Organgewichte

Die Organgewichte sind in Tabelle 10 angeführt. Signifikante Unterschiede traten bei den Herz- und Magengewichten zwischen den Futtergruppen auf. Bei der hochkontaminierten Futtergruppe 4 war das Gewicht des Herzens mit  $P < 0,01$  signifikant höher als bei den übrigen Futtergruppen. Dem signifikanten Unterschied ( $P < 0,05$ ) beim Magengewicht zwischen den Futtergruppen 3 und 4 kommt keine Bedeutung zu, weil kein gerichteter Zusammenhang mit dem Anteil an kontaminiertem Mais in den Alleinfuttermischungen feststellbar war.

Tabelle 8: Schlachtleistung  
Table 8: Slaughtering performance

Merkmale	Futtergruppe				s <sub>x</sub>	P
	1	2	3	4		
Tiere, n	42	45	41	44	-	-
Nüchterngewicht (NG), g	1827	1867	1833	1872	30	0,61
OD-Ware warm, g	1444	1487	1454	1477	25	0,57
OD-Ware warm, in % des NG	79,0	79,6	79,3	78,9	0,24	0,14
OD-Ware kalt, g	1412	1455	1425	1455	24	0,48
Bratfertige Ware, g	1261	1299	1274	1299	22	0,51
Bratfertige Ware, in % des NG	69,0	69,6	69,5	69,4	0,24	0,35
Abdominalfett, g	26,6	26,1	25,5	27,5	1,4	0,77

Tabelle 9: Schlachtkörperteile

Table 9: Carcass parts

Merkmale	Futtergruppe				s <sub>x</sub>	P
	1	2	3	4		
Tiere, n	16	13	15	16	-	-
Nüchterngewicht, g	1853	1880	1858	1873	23	0,82
Bratfertige Ware, g	1269	1302	1287	1296	17	0,52
Brust, g	314	324	307	312	7	0,39
Schenkel, g	385	395	404	404	6	0,08
Flügel, g	150	151	154	153	3	0,72
Kopf + Hals, g	91	91	91	88	2	0,71
Ständer, g	62 <sup>a</sup>	64 <sup>ab</sup>	71 <sup>c</sup>	67 <sup>bc</sup>	2	< 0,01
Restkörper, g	419	432	422	427	8	0,66

a, b, c: unterschiedlich hochgestellte Buchstaben in einer Zeile weisen auf mit  $P < 0,01$  signifikante Unterschiede hin.

Tabelle 10: Organengewichte

Table 10: Organ weights

Merkmale	Futtergruppe				s <sub>x</sub>	P
	1	2	3	4		
Tiere, n	42	45	41	44	-	-
Herz, g	8,5 <sup>a</sup>	9,1 <sup>a</sup>	9,1 <sup>a</sup>	9,8 <sup>b</sup>	0,3	< 0,01
Leber, g	31,3	32,2	32,1	31,5	0,7	0,77
Magen, g	28,8 <sup>ab</sup>	27,7 <sup>ab</sup>	26,6 <sup>a</sup>	29,2 <sup>b</sup>	0,7	0,04

a, b: unterschiedlich hochgestellte Buchstaben in einer Zeile weisen auf  $P < 0,05$  signifikante Unterschiede hin.

## 5.6 Analyse der OD-Ware

Die Ergebnisse der OD-Ware-Analysen sind in Tabelle 11 angeführt. Die prozentuellen Anteile an Rohprotein und Rohfett in der OD-Ware weisen nur geringe Unterschiede zwischen den Futtergruppen auf. Ein Einfluß des unterschiedlichen Mykotoxingehaltes in den Alleinfuttermischungen auf die chemische Zusammensetzung der Schlachtkörper (OD-Ware) war nicht feststellbar. Ein gerichteter Einfluß der Mykotoxine auf den Protein-, Fett- oder Mineralstoffwechsel ist daher nicht anzunehmen.

## 5.7 Subjektive Fleischbeurteilung

Die organoleptische Beurteilung des Brustfleisches geht aus Tabelle 12 hervor. Hinsichtlich der Zartheit und Saftigkeit wies die Futtergruppe 1 die günstigsten Werte auf. Bei den übrigen 3 Futtergruppen sind die Unterschiede sehr gering. Ein negativer Einfluß auf die organoleptischen Eigenschaften des Hühnerfleisches durch höhere Mykotoxingehalte ist nicht anzunehmen.

Tabelle 11: Ganzkörperanalysen

Table 11: Carcass analysis

Merkmale	Futtergruppe				s <sub>x</sub>	P
	1	2	3	4		
Tiere, n	12	12	12	12	-	-
OD-Ware, warm, g	1426	1462	1428	1468	56	0,93
TM, %	33,8	33,9	33,9	34,5	0,5	0,74
Rohprotein, %	17,9	18,2	17,7	18,1	0,2	0,45
Rohfett, %	13,5	13,5	13,8	14,0	0,6	0,90
Rohasche, %	2,3	2,5	2,2	2,4	0,1	0,10

Tabelle 12: Organoleptische Beurteilung des Brustfleisches  
Table 12: Sensoric evaluation of breast meat

Merkmale	Futtergruppe				$\chi^2$
	1	2	3	4	
Tiere, n	12	12	12	12	-
Zartheit, Pte.	4,56	3,97	3,81	3,97	4,66
Saftigkeit, Pte.	3,94	3,64	3,58	3,53	2,60
Geschmack, Pte.	3,00	3,11	3,03	3,00	1,03

$$\chi^2 \geq 7,4 = P \leq 0,05$$

Tabelle 13: Blutparameter  
Table 13: Blood parameters

Merkmale	Futtergruppe			
	1	2	3	4
Tiere, n	10	10	10	10
Aspartataminotransferase	135 ± 11	143 ± 21	143 ± 18	153 ± 23
Lactat-Dehydrogenase	2521 ± 1276	2314 ± 405	2129 ± 448	2405 ± 113
Triglyceride	46 ± 8	37 ± 7	40 ± 11	41 ± 8
Cholesterin	132 ± 11	138 ± 18	142 ± 17	130 ± 14

## 5.8 Blutanalysen

In Tabelle 13 sind die Ergebnisse der Blutuntersuchungen angeführt. Als Kontroll- oder Vergleichsgruppe dient die Futtergruppe 1. Erhöhte Werte an Aspartataminotransferase und Cholesterin würden auf Leberstörungen und erhöhte Lactat-Dehydrogenasewerte auf Leber- und Blutintoxikationen hinweisen. Die statistische Auswertung der Blutparameter ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Futtergruppen. Der kontaminierte Mais hatte demnach keinerlei Einfluß auf die Enzymaktivität, den Gehalt an Triglyceriden und Cholesterin im Blut. Ebenso wurden im Duodenum klinisch keinerlei Läsionen festgestellt.

## 6. Diskussion

Der eingesetzte Mais war mit Mykotoxinen hoch kontaminiert. In den Alleinfuttermischungen der Futtergruppen 2, 3 und 4 waren Mykotoxingehalte enthalten, die leichte bis schwere Leistungseinbußen verursachen sollten. Im vorliegenden Mast- und Schlachtleistungsversuch wurden keine negativen Auswirkungen auf das Wachstum und die Schlachtkörperzusammensetzung festgestellt, was die Aussagen von BERGSJO und KALDHUSDAL (1994), ROTTER et al. (1996) für DON als auch von PIETRI et al. (1997) für FB1 im Hinblick auf die Toxizität für Broiler bestätigt. Was die Toxizität von DON betrifft, dürften nach den Untersu-

chungen von HUFF et al. (1986) und KUBENA et al. (1985) auch höhere Gehalte toleriert werden. Auf die Problematik der Untersuchungen von Einzeltoxinen wurde von KUBENA et al. (1997) hingewiesen. Andererseits geben ESPADA et al. (1994) deutlich niedrigere tolerierbare Gehalte für FB1 an, wenn es als Reinsubstanz verabreicht wird, als für natürliche Gehalte in Futtermitteln. Dies würde darauf hinweisen, daß native Mykotoxine im Verdauungstrakt nur in geringem Ausmaß resorbiert werden. Die hohe toxische Schwelle von WEIBKING et al. (1993) könnte in engem Zusammenhang damit zu sehen sein.

Der Gehalt an MON in der vorliegenden Untersuchung war deutlich niedriger als bei COLE et al. (1973), BURMEISTER et al. (1979) und ALLEN et al. (1981) und Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung waren demnach nicht zu erwarten. Das gleiche gilt auch für die MON-Toxizität bei Kücken von ENGELHARDT et al. (1989). Der Gehalt an MON für Beeinträchtigungen der Herzrätigkeit von LEDOUX et al. (1995) dürfte nach der vorliegenden Untersuchung weit überhöht sein, nachdem sich bei deutlich niedrigeren Gehalten bereits ein signifikanter Einfluß ( $P < 0,01$ ) auf die Herzgröße nachweisen ließ. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung untermauern auch die Ergebnisse von NAGARAJ et al. (1996), der nach intravenöser Verabreichung von 1 mg MON bereits deutliche Auswirkungen auf die Herzrätigkeit feststellte.

Auf Grund der vorliegenden und der Versuchsergebnisse von PIETRI et al. (1997) werden die praktischen Auswirkungen der Mykotoxine auf die Mast- und Schlachtleistung

von Broilern weit überschätzt und sehr häufig zu unrecht für andere Fütterungs- und Haltungsprobleme verantwortlich gemacht. Die von TRENHOLM et al. (1986) für DON und von WEIBKING et al. (1993) für FB1 angeführte Toleranzschwellen könnten als Orientierungswerte angesehen werden. Unter üblichen Erntebedingungen anfallender Futtermais kann demnach, wenn alle übrigen Umweltfaktoren den Anforderungen der Masthühner entsprechen, ohne Probleme in der Hühnermast eingesetzt werden. Höhere Mykotoxingehalte im Futtermais als in vorliegender Untersuchung könnten, wie die Untersuchungen von LOGRIECO et al. (1993, 1995) zeigen, unter sehr ungünstigen Witterungs- und Erntebedingungen auftreten und wahrscheinlich Leistungseinbußen bei Masthühnern verursachen.

## Danksagung

Dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Stubenring 1, A-1012 Wien, wird für die finanzielle Unterstützung des Versuches aufrichtig gedankt.

## Literatur

- ALLEN, N. K., H. R. BURMEISTER, G. A. WEAVER and C. J. MIROCHA (1981): Toxicity of dietary and intravenously administered moniliformin to broiler chickens. *Poultry Sci.* 60, 1415–1417.
- BERGSJO, B. and M. KALDHUSDAL (1994): No association found between the ascites syndrom in broilers and feeding of oats contaminated with deoxynivalenol up to thirty-five days of age. *British Poultry Sci.* 73, 1758–1762.
- BURMEISTER, H. R., A. CIEGLER and R. F. VESONDER (1979): Moniliformin, a metabolite of *Fusarium moniliforme* NRRL 6322: Purification and toxicity. *Appl. Environ. Microbiol.* 37, 11–13.
- COLE, R. J., J. W. KIRKSLEY, H. G. CUTLER, B. L. DOUPNIK and J. C. PECKHAM (1973): Toxin from *F. moniliforme*. Effects on plants and animals. *Science* 179, 1324–1326.
- ENGELHARDT, J. A., W. W. CARLTON and J. F. TUIE (1989): Toxicity of *F. moniliforme* var. *subglutinans* for chicks, ducklings and turkey poults. *Avian diseases* 33, 357–360.
- ESPADA, Y., GOPEGUI DE RUIZ, C. CUADRADAS and F. J. CABANES (1994): Fumonisin mycotoxicosis in broilers. Weights and serum chemistry modifications. *Avian diseases* 38, 454–460.
- ESSL, A. (1987): *Statistische Methoden in der Tierproduktion*, Verlagsunion Agrar.
- HARVEY, W. R. (1987): *Mixed Model least-squares and Maximum Likelihood Computer Program*. Ohio State University.
- HUFF, W. E., L. F. KUBENA, R. B. HARVEY, W. M. HAGLER JR., S. P. SWANSON, T. D. PHILLIPS and C. R. CREGER (1986): Individual and combined effects of aflatoxin and deoxynivalenol (DON, Vomitoxin) in broiler chicken. *Poultry Sci.* 65, 1291–1298.
- KRSKA, R., M. LEMMENS, R. SCHUHMACHER, M. GASSERBAUER, M. PRONCZUK, H. WISNIEWSKA and J. CHELKOWSKI (1996): Accumulation of the mycotoxin beauvericin in kernels of corn hybrids inoculated with *Fusarium subglutinans*. *J. Agricultural and Food Chemistry* 44, 3665–3667.
- KUBENA, L. F., S. P. SWANSON, R. B. HARVEY, O. J. FLETCHER, L. D. ROWE and T. D. PHILLIPS (1985): Effects of feeding deoxynivalenol (vomitoxin)-contaminated wheat to growing chicks. *Poultry Sci.* 64, 1649–1655.
- KUBENA, L. F., T. S. EDRINGTON, R. B. HARVEY, S. A. BUCKLEY, T. D. PHILLIPS, G. E. ROTTINGHAUS and H. H. CASPER (1997): Individual and combined effects of fumonisin B1 present in *Fusarium moniliforme* culture material and T-2 toxin or deoxynivalenol in broiler chicks. *Poultry Sci.* 76, 1239–1247.
- LEDoux, D. R., A. J. BERMUDEZ, G. E. ROTTINGHAUS and J. BROOMHEAD (1995): Effects of feeding *Fusarium fujikuroi* culture material containing known levels of Moniliformin, in young broiler chicks. *Poultry Sci.* 74, 297–305.
- LEW, H., A. ADLER and W. EDINGER (1991): Moniliformin and the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*). *Mycotoxin Research* 7A, 71–76.
- LOGRIECO, A., A. MORETTI, A. RITIENI, J. CHELKOWSKI, C. ALTOMARE, A. BOTTALICO and G. RANDAZZO (1993): Natural occurrence of beauvericin in preharvest *Fusarium subglutinans* infected corn eras in Poland. *J. Agricultural and Food Chemistry* 41, 2149–2152.
- LOGRIECO, A., A. MORETTI, A. RITIENI, A. BOTTALICO and P. CORDA (1995): Occurrence and toxigenicity of *Fusarium proliferatum* from preharvest maize era rot, and associated mycotoxins, in Italy. *Plant disease* 79, 727–731.
- NAGARAJ, R. Y., W. WU, J. A. WILL and R. F. VESONDER (1996): Acute cardiotoxicity of moniliformin in broiler chickens as measured by electrocardiography. *Avian diseases* 40, 223–227.
- PIETRI, A., T. BERTUZZI, P. BERTUZZI and M. MORLACCHINI (1997): Mycotoxin contamination of maize and

- broiler performance. *Atti della Associazione Scientifica di Produzione Animale* 12, 351–352.
- ROTTER, B. A., D. B. PRELUSKY and J. J. PESTKA (1996): Toxicology of deoxynivalenol (vomitoxin). *J. Toxicol. Environ. Health* 48, 1–34.
- TRENHOLM, H. L., D. W. FRIEND, R. M. G. HAMILTON, B. K. THOMPSON and K. E. HARTIN (1986): Incidence and toxicology of deoxynivalenol as an emerging mycotoxin problem. *Proceedings of the VI. International Conference on the Mycoses*. Pan American Health Organization, Washington, DC.
- WEIBKING, T. S., D. R. LEDOUX, A. J. BERMUDEZ, J. R. TURK, G. E. ROTTINGHAUS, G. E. WANG and A. H. MERRILL JR. (1993): Effects of feeding *Fusarium moniliforme* culture material containing known levels of fumonisin B1, on young broiler chicks. *Poultry Sci.* 72, 456–466.

### **Anschrift der Verfasser**

**Ao. Univ. Prof. Dr. R. Leitgeb, ao. Univ. Prof. Dr. W. Wetscherek, A. Quinz**, Institut für Nutztierwissenschaften, Abt. Tierernährung, Universität für Bodenkultur, Gregor Mendelstr. 33, A-1180 Wien. E-mail: rleitgeb@mail.boku.ac.at

**Dr. H. Lew**, Bundesamt für Agrarbiologie, Wieningerstr. 8, A-4020 Linz.

**Ass. Prof. Dr. J. Böhm**, Institut für Ernährung, Veterinärmedizinische Universität, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien.

Eingelangt am 20. Jänner 1999

Angenommen am 16. März 1999