

Institut für Nutztierwissenschaften
Universität für Bodenkultur
Gregor Mendelstr. 33
1180 Wien
Tel.Nr. (01) 47 654 Kl. 3284 oder 3250
Fax-Nr. (01) 47 654 3254
E-Mail: RLEITGEB@MAIL.BOKU.AC.AT
Bearbeiter: Ao.Univ. Prof. Dr. Rudolf Leitgeb

Wien, 7.10.1999

An das
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft
Abt. IIA1a
Stubenring 1
1012 Wien

Betrifft: Abschlußbericht
Forschungsprojekt Nr. 1104
Einfluß von Fusarientoxinen auf die Mast- und
Schlachtleistung von Mastputen

R. Leitgeb¹⁾, H. Lew²⁾, R. Khidr³⁾, J. Böhm⁴⁾ und W. Zollitsch¹⁾

1) Abt. Tierernährung, Universität für Bodenkultur, 1180 Wien

2) Bundesamt für Agrarbiologie, 4020 Linz

3) Desert Research Centre, Mataria, Egypt

4) Institut für Ernährung, Veterinärmedizinische Universität, 1210 Wien

1. Einleitung

Österreich liegt hinsichtlich des Körnermaisbaues in einem klimatisch sehr günstigen Gebiet und die in Österreich erzielten Körnermaisertäge je ha liegen im Spitzenfeld Europas. Die häufig auftretenden Frühfröste begünstigen das Wachstum von Fusarien und die Bildung von Fusarientoxinen. Die Fusarientoxine werden als hochtoxisch angesehen und mit Fusarientoxinen kontaminierter Körnermais wäre demnach als minder futtermäßig einzustufen. Wenn mykotoxinkontaminierter Mais tatsächlich starke negative Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung von Puten hat, müßte der relativ hohe Anteil an Mais in Putenfuttermischungen stark eingeschränkt werden, da mykotoxinfreier Mais unter den österreichischen klimatischen Gegebenheiten kaum zu produzieren ist.

Die tatsächlichen Auswirkungen von mykotoxinkontaminiertem Mais auf die Mast- und Schlachtleistung sind nur im Tierversuch verifizierbar. Im vorliegenden Putenmastversuch wurden die Auswirkungen von hoch mykotoxinkontaminiertem Mais auf die Mast- und Schlachtleistung und auf Stoffwechselformparameter untersucht. Der eingesetzte Futtermais wurde speziell selektiert und enthielt hohe Mengen an nativen Mykotoxinen.

2. Literatur

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 (Desoxynivalenol, DON), während *F. subglutinans* Moniliformin (MON) und Beauvericin (BEA) produziert. Das Auftreten von *F. subglutinans* wird stark durch den Maiszünslerbefall gefördert. Maischargen, die von zünslerbefallenen Feldern stammen, enthalten in der Regel alle oben genannten Toxine gemeinsam. Für Mastgeflügel wird von Lew (1999) ein Richtwert von 1,5 mg DON/kg Futter angegeben.

Während die Toxizität von DON und ZON gegenüber Geflügel relativ gering ist (Prelusky et al. 1994, Rotter et al. 1996) und über die Toxizität von BEA diesbezüglich noch keine Daten vorliegen, sind die Ergebnisse hinsichtlich der toxischen Wirkung von MON widersprüchlich. Langjährige Maisuntersuchungen in Österreich haben gezeigt, daß im Notfall mit MON-Gehalten bis 2 mg/kg

gerechnet werden kann. Bei sehr später Ernte und für das Pilzwachstum günstigen Wetterbedingungen könnten vereinzelt auch höhere Werte auftreten.

Von **Pietri et al. (1997)** wurden 86 Maisproben untersucht. Davon waren 74 % mit ZON und 37 % mit über 3 mg Fumonisin B1 (FB1) kontaminiert. Nach **Pietri et al. (1997)** wirken sich die Mykotoxingehalte weniger auf die LM-Entwicklung als vielmehr negativ auf den Futteraufwand/kg LM-Zuwachs aus. Mit 3,4 mg DON/kg Alleinfutter wurden von **Bergsjö und Kaldhusdal (1994)** keine nachteiligen Auswirkungen auf die Mastleistung und Schlachtkörperqualität von Broilern im Vergleich zu einer schwach belasteten Alleinfuttermischung festgestellt. **Trenholm et al. (1986)** geben 5 mg DON/kg Alleinfutter als Toleranzschwelle für Geflügel an. Dieser Wert wird durch die Untersuchung von **Leitgeb et al. (1999)** an Broilern weitestgehend bestätigt. Mit 16 mg DON/kg Alleinfutter stellten **Huff et al. (1986)** deutlich negative Auswirkungen auf die Mastleistung von Masthühnern fest. Mit ähnlichen Gehalten an DON im Alleinfutter wurden von **Kubena et al. (1985)** bei Broilern keine negativen Auswirkungen auf die Mastleistung festgestellt.

3. Versuchsdurchführung

Versuchsort: Geflügelversuchsstall, Äußere Wimitz 3, A-9311 Kraig.

Versuchszeit: 29. Juli bis 14. Okt. 1998

Tiere: 60 Putenküken von BUT Big 6 (30 männl., 30 weibl.) von Margarete und Helmut MIKO, Truthühner-Brütereier und Aufzucht, Haslau 8, A-4871 Zipf.

Fütterung: Als Futtermischungen wurden Phasenfuttermischungen mit 27 % Rohprotein von der 1. bis 4. Mastwoche, mit 23 % Rohprotein von der 5. bis 8. Mastwoche und mit 21 % Rohprotein von der 9. bis 11. Mastwoche verfüttert. Die Fütterung erfolgte ad libitum über Automaten.

Tabelle 1: Versuchsplan

Merkmal	Futtergruppe			
	FG1	FG2	FG3	FG4
Tiere, n	15	15	15	15
Boxen, n	3	3	3	3
Mykotoxinkonzentration	frei	niedrig	mittel	hoch
Unkontaminierter Mais	3/3	2/3	1/3	0
Kontaminierter Mais	0	1/3	2/3	3/3
Fütterung	ad lib.	ad lib.	ad lib.	ad lib.
Mastdauer, Wochen	11	11	11	11

Haltung: Jeweils 5 Tiere wurden in einer Box auf 2m² Grundfläche in den ersten 4 Wochen auf Hobelspänen und anschließend auf Strohhäcksel gehalten. Jede Box war mit einer Wärmelampe, einem Futter- und Tränkeautomaten ausgestattet.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Phasenfuttermischungen

Futtermittel		Phasenfutter		
		1	2	3
Mais	kg/dt	36,8	48,9	59,3
Soja-HP	kg/dt	43,7	32,8	24,4
Grasgrünmehl	kg/dt	6	6	6
Tiermehl	kg/dt	5	5	5
Pflanzliches Mischfett	kg/dt	5,7	4,7	3,0
Kohlens. Futterkalk	kg/dt	0,78	0,65	0,53
Dicalciumphosphat	kg/dt	1,20	1,10	0,95
Viehsalz	kg/dt	0,18	0,19	0,19
Vitaminkonzentrat-WHG 1)	g/dt	20	16	12
Spurenelementkonz.-WHG 2)	g/dt	50	45	40
L-Lysin-HCl	g/dt	154	247	320
DL-Methionin	g/dt	153	150	135
Cholin-Cl, Silica	g/dt	120	100	80
Antioxidans (Loxidan)	g/dt	10	10	10
Amprol plus 3)	g/dt	50	50	-

1) Vitaminkonzentrat-G der Warenhandels GmbH., Abt. Mischfutter, A-9020 Klagenfurt.

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 B₁₂, 150.000 mg Niacin, 60.000 mg Pantothensäure, 5.000 mg Folsäure, 300 mg Biotin/kg.

- 2) Spurenelementkonzentrat-G der Warenhandels Ges.mb.H., Abt. Mischfutter, A-9020 Klagenfurt. 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/kg.
- 3) Handelsbezeichnung für das Kokzidiostatikum Amproliumethopabat (20 %ig). Je kg Alleinfutter waren 100 mg Amproliumethopabat bis zum 21. Masttag enthalten.

4. Datenerhebung

Lebendmasse (LM): Bei Versuchsbeginn wurden die Eintagskücken boxenweise gewogen, nach der 4., 8. und 11. Mastwoche individuell. Zwischen Mastende und Schlachtung vergingen 24 h. Nach Abschluß der Mastleistung wurde den Tieren wieder das vorherige Futter angeboten.

Futtermittelverbrauch (kg Futter/kg LM-Zuwachs): Die verzehrte Futtermenge von jedem Phasenfutter wurde erhoben und durch die jeweilige LM-Zunahme der Tiere der Box dividiert.

Nüchterngewicht: LM der Tiere nach 8 h Futterentzug unmittelbar vor der Schlachtung.

OD-Ware: Schlachtkörper ohne Blut, Federn und Darmtrakt.

Grillfertig: OD-Ware ohne Kopf, Hals, Ständer, Magen, Leber, Herz und Abdominalfett. Nach der Schlachtung wurde das Gewicht des grillfertigen Schlachtkörpers warm und nach 16 h Kühlung bei +3°C des grillfertigen Schlachtkörpers kalt erfaßt.

Magen: Ohne Futterinhalt.

Leber: ohne Gallenblase

Teilstückgewichte des grillfertigen Schlachtkörpers: 24 repräsentative Tiere (6 je Futtergruppe) wurden in Brust, Schenkel, Flügel und Restkörper zerlegt.

Ganzkörperanalysen: 24 repräsentative Tiere (6 je Futtergruppe) als OD-Ware wurden homogenisiert und auf Trockenmasse (TM), Rohprotein, Rohfett und Rohasche untersucht.

Organoleptische Untersuchung: Sie wurde am Brustfleisch von 24 Tieren (6 je Futtergruppe) aus der Zerteilung durchgeführt. Dabei wurde gegrilltes Brustfleisch (6 min bei 180°C) ohne jegliche Zutaten von 4 Verkostern auf Zartheit, Saftigkeit und Geschmack subjektiv mit Punkten von 1 bis 6 bewertet (Tabelle 3).

Tabelle 3: Organoleptische Bewertung

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

Blutparameter: Die Blutproben wurden bei der Schlachtung gezogen und für die Untersuchung konserviert.

Organbefunde und Untersuchungen des Darmes: Die unmittelbar nach der Schlachtung von allen Tieren gezogenen Organproben von Leber, Milz, Bursa Fab. und Darm wurden sofort in gepufferter Formalinlösung fixiert und später histologisch auf gläsernen Objektträgern präpariert, mit Hämatoxylin/Eosin eingefärbt und nach pathohistologischen Kriterien beurteilt. Sämtliche Präparate wurden als mikroskopisch unverändert befundet.

5. Versuchsauswertung

Die Daten der Mast- und Schlachtleistung und die Blutparameter wurden mit dem Modell 1 des LSMLMW-Computerprogrammes nach HARVEY (1987) und die Daten der organoleptischen Untersuchung nach dem Friedmann-Test ausgewertet (ESSL, 1987). Bei den mit dem LSMLMW-

Computerprogramm ausgewerteten Daten werden die Mittelwerte und Fehler der Mittelwerte (s_x) angeführt.

Modell 1 für Mastleistung:

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

Y_{ij} = abhängige Variable

μ = gemeinsame Konstante

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

e_{ij} = Restfehler

Modell 1 für Schlachtleistung, Organgewichte und Ganzkörperanalysen:

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

Y_{ijk} = abhängige Variable

μ = 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

6. Ergebnisse

6.1 Futteranalysen

Die Analysen des unkontaminierten und kontaminierten Maises sind in Tabelle 4 und die Rohnährstoffanalysen der Phasenfuttermischungen in Tabelle 5 angeführt. Die Kontamination des belasteten Maises ist vor allem mit MON, BEA und DON hoch. Mykotoxingehalte in dieser Höhe kommen in größeren Maismischpartien selten vor.

Im Phasenfutter 1 der FG1, FG2, FG3 und FG4 waren 0, 245, 490 und 735, im Phasenfutter 2 analog 0, 325, 650 und 975 und im Phasenfutter 3 analog 0, 395, 790 und 1185 μg DON/kg Alleinfutter, an MON waren im Phasenfutter 1 bei den FG1, FG2, FG3 und FG4 0, 600, 1200 und 1800, im Phasen-

futter 2 analog 0, 797, 1594 und 2390 und in der Phasenfutter 3 analog 0, 967, 1933 und 2900 µg/kg Alleinfutter enthalten. Der Gehalt an Beauvericin in den einzelnen Futtermischungen lag zwischen dem Gehalt an DON und MON.

Tabelle 4: Nährstoff- und Mykotoxingehalte des eingesetzten Maises

Merkmale	Mais	
	unkontam.	kontam.
TM, g/kg	900	899
Rohprotein, g/kg	90	81
Rohfett, g/kg	44	43
Rohfaser, g/kg	33	31
Rohasche, g/kg	14	14
Stärke, g/kg	630	641
Zucker, g/kg	15	21
Moniliformin, µg/kg	<50	4940
Beauvericin, µg/kg	<100	3240
Desoxynivalenol, µg/kg	<50	2020
15-ADON, µg/kg	<50	330
Nivalenol, µg/kg	<50	285
Zearalenon, µg/kg	<20	200
Fumonisin B ₁ , µg/kg	<50	345
Fumonisin B ₂ , µg/kg	<50	260
T-2 Toxin, µg/kg	<50	<50
HT-2 Toxin, µg/kg	<50	<50
Diacetoxyscirpenol, µg/kg	<50	<50

Die Phasenfuttermischungen wurden alle am Versuchsbetrieb mit einem 100 kg Exaktmischer hergestellt. Sie weisen in den organischen und anorganischen Nährstoffgehalten eine gute Übereinstimmung zwischen den Futtergruppen innerhalb der Phasenfuttermischungen auf.

Tabelle 5: Nährstoffgehalte der Futtermischungen

Nährstoffe	Futtergruppe			
	FG1	FG2	FG3	FG4
Phasenfutter-1				
TM, g/kg	891	897	896	897
Rohprotein, g/kg	272	274	271	267
Gesamtfett, g/kg	73	74	72	71
Stärke, g/kg	284	284	279	276
Zucker, g/kg	60	65	56	60
ME, MJ/kg	12,24	12,37	12,06	11,94
Ca, g/kg	10,0	9,6	9,5	9,8
P, g/kg	6,6	6,9	6,8	7,0
Na, g/kg	1,1	1,1	1,0	1,1
Phasenfutter-2				
TM, g/kg	904	905	904	904
Rohprotein, g/kg	232	230	229	230
Gesamtfett, g/kg	90	90	89	89
Stärke, g/kg	328	328	328	328
Zucker, g/kg	38	37	37	36
ME, MJ/kg	12,65	12,61	12,56	12,56
Ca, g/kg	9,1	8,3	7,8	8,7
P, g/kg	6,1	5,7	5,3	5,7
Na, g/kg	1,2	1,1	1,1	1,1
Phasenfutter-3				
TM, g/kg	896	892	896	891
Rohprotein, g/kg	213	208	216	215
Gesamtfett, g/kg	70	69	70	68
Stärke, g/kg	424	413	410	413
Zucker, g/kg	32	33	36	36
ME, MJ/kg	13,20	12,92	13,06	13,03
Ca, g/kg	8,3	8,4	8,7	8,5
P, g/kg	5,8	6,0	6,0	6,0
Na, g/kg	1,1	1,2	1,1	1,2

6.2 Mastleistung

Als Mastleistungsmerkmale wurden die LM-Entwicklung und der Futteraufwand/kg LM-Zuwachs über die Wägeabschnitte und die Gesamtperiode erfaßt. Ausfälle gab es keine. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 und 7 angeführt.

Tabelle 6: LM-Entwicklung

Merkmale	Futtergruppe				s _x	P
	FG1	FG2	FG3	FG4		
Tiere, n	15	15	15	15	-	-
Versuchsbeginn, g	53	52	52	53	1	0,92
28. Masttag, g	783	755	754	764	30	0,90
56. Masttag, kg	3,42	3,18	3,21	3,24	0,12	0,52
77. Masttag, kg	6,71	6,26	6,33	6,27	0,25	0,55

Die Tiere waren bei Versuchsbeginn 52 g und nach 11 Wochen Mastzeit im Mittel 6,39 kg schwer. Die Tiere der FG1 waren mit 6,71 kg am schwersten. Die Futtergruppen 2, 3 und 4 unterschieden sich in der LM bei Mastende untereinander nur geringfügig. Besonders auffällig ist die geringere LM-Entwicklung bei allen belasteten Futtergruppen und zwar unabhängig von der Höhe der Belastung durch die Mykotoxine gegenüber der unbelasteten Futtergruppe. Auch wenn die P-Werte weit über der Signifikanzgrenze liegen, weisen die LM-Gewichte in allen Wägeabschnitten auf deutliche Einflüsse der Mykotoxingehalte in den Futtermischungen hin. Demnach reagieren Mastputen auf mykotoxinhaltiges Futter weitaus sensibler als Broiler.

Tabelle 7: Futteraufwand/kg LM-Zuwachs

Merkmale	Futtergruppe				s _x	P
	FG1	FG2	FG3	FG4		
Boxen, n	3	3	3	3	-	-
1. - 28. Masttag, kg	1,64	1,67	1,76	1,81	0,05	0,14
29. - 56. Masttag, kg	2,01	2,20	2,28	2,23	0,09	0,24
57. - 77. Masttag, kg	2,22	2,24	2,30	2,24	0,08	0,91
1. - 77. Masttag, kg	2,07	2,16	2,23	2,19	0,07	0,46

Wie die LM-Entwicklung war auch der Futteraufwand/kg LM-Zunahme in allen belasteten Futtergruppen in den ersten 8 Mastwochen deutlich höher als in der unbelasteten Futtergruppe. In den letzten 3 Mastwochen (57. bis 77. Masttag) war der Futteraufwand in allen Futtergruppen gleich hoch. Anscheinend reagieren Puten nur in den ersten 8 Lebenswochen auf mykotoxin kontaminierte Futtermittel und anschließend nicht mehr. Dies wird auch durch die stark ansteigenden P-Werte von Phasenfutter 1 zu Phasenfutter 3 bestätigt.

6.3 Schlachtleistung

Als Schlachtleistungsmerkmale wurden von allen Tieren das Nüchterngewicht, die OD-Ware, der grillfertige Schlachtkörper und das Gewicht von Herz, Leber, Magen, Bursa fabricius und Milz erfaßt (Tabelle 8). Analog zur LM bei Mastende waren die Gewichte der OD-Ware und grillfertig bei allen belasteten Futtergruppen geringer als in der unbelasteten Futtergruppe (FG1). Auf den prozentuellen Anteil OD-Ware und grillfertig am Nüchterngewicht hatte die Mykotoxinbelastung keinen negativen Einfluß. Die Differenzen zwischen der OD-Ware der FG1 einerseits und der OD-Ware der FG2, FG3 und FG4 andererseits sind wegen der Konformität so bedeutungsvoll, daß sie, auch wenn die P-Werte über der Signifikanzgrenze von 0,05 liegen, auf keinen Fall als unbedeutend hingestellt werden können. Bei geringer Mykotoxinkontamination können bei Puten bereits negative Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung festgestellt werden.

Tabelle 8: Schlachtleistung

Merkmale	Futtergruppe				s _x	P
	FG1	FG2	FG3	FG4		
Tiere, n	15	15	15	15	-	-
Nüchterngewicht (NG), kg	6,84	6,38	6,40	6,42	0,25	0,53
OD-Ware, kg	6,17	5,76	5,76	5,80	0,24	0,56
OD-Ware in % des NG	90,2	90,2	90,0	90,4	0,47	0,94
Grillfertig, warm, kg	5,09	4,75	4,75	4,80	0,20	0,56
Grillfertig warm in % des NG	74,5	74,4	74,3	74,7	0,44	0,90
Grillfertig, kalt, kg	5,05	4,70	4,72	4,76	0,19	0,55
Grillfertig kalt in % des NG	73,9	73,6	73,9	74,1	0,41	0,85
Abdominalfett, g	68	48	47	56	7	0,11
Kopf und Hals, g	285	270	275	274	13	0,87
Ständer, g	212	212	214	203	14	0,93
Herz, g	27	24	24	24	1	0,21
Leber, g	101	97	97	99	5	0,91
Magen, g	136	136	135	133	7	0,98
Bursa fabricius, g	7,4	7,5	7,5	7,5	0,5	0,99
Milz, g	5,0	4,8	4,6	4,7	0,3	0,78

Von den inneren Organen reagierte nur das Herz auf die Mykotoxinbelastung, aber nicht im negativen, sondern im positiven Sinne. Die Herzgewichte nahmen mit zunehmender Mykotoxinbelastung ab. Der Einfluß von Mykotoxinen auf die Herzgewichte von Puten wurde in diesem Versuch erstmals

beobachtet. Gründe für die Verringerung der Herzgewichte können auch aus veterinärmedizinischer Sicht nicht genannt werden.

6.4 Teilstückgewichte

24 grillfertige Schlachtkörper (6 je Futtergruppe) wurden in Brustfleisch, Ober- und Unterschenkel, Flügel und Restkörper zerlegt. Die absoluten Teilstückgewichte wurden durch das Nüchterngewicht stark beeinflusst. Der prozentuelle Anteil des Brust- und Schenkelfleisches bleibt hingegen bei allen Futtergruppen in der gleichen Größenordnung. Ein gerichteter Einfluß der Mykotoxine auf bestimmte Körperteile ist daher nicht anzunehmen.

Tabelle 9: Teilstückgewichte des bratfertigen Schlachtkörpers

Merkmale	Futtergruppe				s _x	P
	FG1	FG2	FG3	FG4		
Tiere, n	6	6	6	6	-	-
Grillfertig (GF), kg	5,07	4,49	4,50	4,58	0,25	0,32
Brustfleisch, kg	1,21	1,08	1,11	1,10	0,05	0,35
in % des GF	24,0	24,1	24,8	24,1	0,72	0,84
Schenkel, kg	1,51	1,34	1,32	1,33	0,08	0,35
in % des GF	29,6	30,0	29,4	29,0	0,43	0,47
Flügel, kg	0,68	0,64	0,62	0,63	0,04	0,65
Restkörper, kg	1,68	1,43	1,45	1,51	0,09	0,26

6.5 Ganzkörperanalysen

Aus den OD-Ware Analysen kann auf den Einfluß der Mykotoxine auf den Protein-, Fett- und Mineralstoffwechsel geschlossen werden.

Tabelle 10: Analysenergebnisse der OD-Ware

Merkmale	Futtergruppe				s _x	P
	FG1	FG2	FG3	FG4		
Tiere, n	6	6	6	6	-	-
OD-Ware, kg	6,23	5,95	5,85	6,07	0,51	0,96
TM, %	31,5	31,1	30,9	30,1	0,36	0,10
Rohprotein, %	20,0	20,4	20,3	19,7	0,31	0,42
Rohfett, %	8,7	8,0	8,0	7,7	0,53	0,58
Rohasche, %	2,8	3,0	2,8	3,0	0,12	0,43

Die Analysenergebnisse der OD-Ware weisen mit $P=0,10$ einen tendenziellen negativen Einfluß auf den TM-Gehalt hin. Der Gehalt an TM nahm von der FG1 zu FG2, FG3 und FG4 von 31,5 auf 31,1, 30,9 und 30,1 % ab. Der negative Einfluß bezieht sich vorwiegend auf die Fetteinlagerung in der OD-Ware. Der Rohfettgehalt nahm von FG1 zur FG4 linear von 8,7 auf 7,7 % ab. Der Gehalt an Rohprotein schwankte zwischen 20,4 in FG2 und 19,7 in FG4 und der Gehalt an Rohasche zwischen 2,8 und 3,0 %.

6.6 Organoleptische Untersuchung

Das Ergebnis der organoleptischen Untersuchung ist in Tabelle 11 angeführt. Hinsichtlich der Zartheit und Saftigkeit traten zwischen den Futtergruppen keine wesentlichen Unterschiede auf. Im Geschmack waren die Tiere der belasteten Futtergruppen tendenziell der unbelasteten Futtergruppe überlegen. Der Geschmack wurde innerhalb der belasteten Futtergruppen sehr unterschiedlich bewertet. Den günstigsten Wert erzielte FG2, während FG3 und FG4 denselben Geschmack wie FG1 aufwies. Es kann davon ausgegangen werden, daß der Geschmack des Putenfleisches durch die Mykotoxine nicht negativ beeinflußt wird. Dies wird auch durch die niedrigen χ^2 -Werte bestätigt.

Tabelle 11: Ergebnisse der organoleptischen Untersuchung

Merkmale	Futtergruppe				χ^2
	FG1	FG2	FG3	FG4	
Tiere, n	6	6	6	6	-
Zartheit, Pte.	3,54	3,75	3,50	3,67	2,03
Saftigkeit, Pte.	3,54	3,63	3,50	3,58	1,50
Geschmack, Pte.	2,75	3,96	3,08	3,17	9,24

$$\chi^2 > 13,85 = P < 0,05$$

6.7 Biochemischer Status

Der biochemische Status von Blut- und Leberwerten ist in Tabelle 12 enthalten. Die klinischen und histologischen Untersuchungen am Duodenum, die Blutdifferenzierungen und die Prüfungen auf spezifische und unspezifische Abwehrparameter führten zu keinen Anhaltspunkten über Einflüsse von Mykotoxinen zwischen den Futtergruppen. Die Aktivität der Aspartataminotransferase hat von der Futtergruppe FG1 zur FG4 abgenommen. Der Einfluß der in den Futtermischungen enthaltenen My-

kotoxine auf die Aspartataminotransferase war nicht negativ, sondern positiv. Dieses Ergebnis könnte darauf zurückzuführen sein, daß die Blutproben bei der Schlachtung entnommen wurden und die Tiere bereits ab der 8. Lebenswoche keinen Mykotoxineinfluß auf die Mastleistung mehr zeigten.

Tabelle 12: Blutparameter

Merkmale	Futtergruppe				s _x	P
	FG1	FG2	FG3	FG4		
Tiere, n	10	10	10	10	-	-
Hämatokrit, %	35,1	31,9	37,5	35,6	1,4	0,05
Leukocyten/ml, n	7222	7400	7900	6667	510	0,41
Alkalische Phosphatase, U/l	2357	2254	2100	2485	127	0,20
Aspartataminotranferase, U/l	167	165	147	150	8	0,14
Laktat-Dehydrogenase, U/l	73	80	71	72	5	0,59
Triglyceride, mg/dl	68	49	50	63	11	0,53
Cholesterin, mg/dl	140	131	153	143	6	0,08
Totalprotein, g/dl	332	326	345	317	9	0,19
Albumin, g/dl	150	146	153	142	4	0,32
Globulin, g/dl	182	181	192	175	5	0,20

Der fehlende Einfluß der in den Futtermischungen enthaltenen Mykotoxine auf den biochemischen Status des Blutbildes und Darmläsionen weist darauf hin, daß native Fusarientoxine entweder kaum oder nur in sehr geringem Ausmaß absorbiert werden.

6.8 Organbefunde und Untersuchungen des Darmes

Die unmittelbar nach der Schlachtung von allen Tieren gezogenen Organproben von Leber, Milz, Bursa Fab. und Darm wurden sofort in gepufferter Formalinlösung fixiert und später histologisch auf gläsernen Objektträgern präpariert, mit Hämatoxilin/Eosin eingefärbt und nach pathohistologischen Kriterien beurteilt. Sämtliche Präparate wurden als mikroskopisch unverändert befundet.

7. Diskussion

Nach Lew et al. (1991) kommen *Fusarium graminearum* und *F. subglutinans* als die häufigsten Fusarienarten auf Mais in Österreich vor. Im eingesetzten Mais waren die von *F. subglutinans* produzier-

ten Mykotoxine MON und BEA in hohen und die von *F. graminearum* gebildeten Toxine DON und ZON in mittleren Gehalten enthalten.

Nach **Prelusky et al. (1994)** und **Rotter et al. (1996)** ist die Toxizität von DON und ZON gegenüber Geflügel relativ gering. Gegenüber Broilern wird dies auch von **Leitgeb et al. (1999)** bestätigt. Der Verallgemeinerung von **Prelusky et al. (1994)** und **Rotter et al. (1996)** auf das Geflügel muß allerdings widersprochen werden. Puten reagieren auf Mykotoxine in den ersten 8 Lebenswochen mit geringerer LM-Entwicklung und einem deutlich höheren Futteraufwand/kg LM-Zuwachs. Die Aussage von **Pietri et al. (1997)** kann ebenfalls nur teilweise auf Puten übertragen werden. Bei Puten wirken sich native Mykotoxine sowohl auf die LM-Entwicklung als auch auf den Futteraufwand/kg LM-Zunahme aus. Mit 3,4 mg DON/kg Alleinfutter wurden von **Bergsjø und Kaldhusdal (1994)** keine nachteiligen Auswirkungen auf die Mastleistung und Schlachtkörperqualität von Broilern festgestellt. In der vorliegenden Untersuchung waren im kontaminiertem Mais 2 mg DON enthalten. Die Futtermischungen waren mit DON und MON hoch kontaminiert. Die Kontaminationswerte liegen unter dem von **Bergsjø und Kaldhusdal (1994)** angeführten Wert für Reaktionen. Nach **Trenholm et al. (1986)** sind Gehalte über 5 mg DON/kg Alleinfutter leistungsmindernd. Die Unbedenklichkeit von geringeren DON-Gehalten im Mastfutter für Broiler wird auch durch die Untersuchung von **Leitgeb et al. (1999)** bestätigt, kann aber sicher nicht auf Puten übertragen werden. Dies vor allem deshalb, weil im vorliegenden Putenversuch unabhängig von der Konzentration der Mykotoxine im Alleinfutter in den ersten 8 Mastwochen Leistungseinbrüche deutlich sichtbar waren. Broiler dürften wie die Untersuchungen von **Huff et al. (1986)** und **Kubena et al. (1985)** zeigen gegenüber Mykotoxinen wesentlich unempfindlicher sein als Puten. Die vom ALVA-Arbeitskreis (**Lew, 1999**) veröffentlichten Richtwerte für Mastgeflügel können, wie die vorliegende Untersuchung zeigt, nicht auf Mastputen übertragen werden.

Über mögliche Wirkungen von Moniliformin und Beauvericin liegen wenige Berichte vor. Herztoxische Wirkungen von Moniliformin, wie sie von **Bermudez et al. (1997)** oder **Morris et al. (1999)** für Puten bei hohen Dosierungen beschrieben wurden, konnten in unseren Untersuchungen nicht erkannt werden. Die auf das Nüchterngewicht bezogene relative Herzmasse blieb in den Versuchsgruppen in etwa gleich, im Vergleich zur Kontrollgruppe aber um rund 0,02 % verkleinert. Diese Herzmassenverkleinerungen hätte man möglicherweise mit Spezialfärbemethoden für Myelocytenorganellen des Herzens beobachten können.

Die Lebern waren histologisch unauffällig, was für eine geringe Leberbelastung durch das aufgenommene Versuchsfutter spricht. Die immunkompetenten Organe wie Bursa fabricii und Milz zeigten in der histologischen Beurteilung keine Unterschiede, obgleich sich die Massen im Fall der Bursa fab. tendenziell relativ vergrößerten bzw. im Fall der Milz verkleinerten. Diese beobachteten Veränderungen sind aufgrund komplexer immunologischer Prozesse in den Organen schwierig durch immunsuppressive Vorgänge zu erklären und bedürfen zur Abklärung weiterer Untersuchungen. Die nicht näher analysierte Abnahme im Abdominalfettgehalt der Versuchsgruppen kommt mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,11 nahe an die Signifikanzgrenze heran und ist möglicherweise mit Veränderungen im Fettstoffwechsel verbunden.

Die Darmproben wurden histologisch untersucht, weil die Darmschleimhaut der erste Ort der Auseinandersetzung mit Mykotoxinen aus dem Futter darstellt. Schädigungen von Schleimhautzellen wären im Fall dermatotoxischer Effekte möglich gewesen. Diesbezüglich wurden allerdings keine Einflüsse festgestellt.

8. Zusammenfassung

In einem Putenmastversuch wurde der Einfluß von unterschiedlichen Anteilen an hochkontaminiertem Futtermais in den Phasenfuttermischungen auf die Mast- und Schlachtleistung, die chemische Zusammensetzung des Schlachtkörpers, die organoleptischen Eigenschaften des Brustfleisches und der biochemische Status des Blutes untersucht. Im Versuch wurden 60 Puten in 4 Futtergruppen (FG) gehalten. In FG1 wurde unkontaminierter Futtermais, in FG2, FG3 und FG4 wurden 1/3, 2/3 und 3/3 des unkontaminierten Futtermaises durch kontaminierten Futtermais ersetzt. In Phasenfutter 1 waren bei allen Futtergruppen 36,8, im Phasenfutter 2 48,9 und im Phasenfutter 3 59,3 % Futtermais enthalten. Der belastete Futtermais war mit 4,94 mg Moniliformin, 3,24 mg Beauvericin, 2,02 mg Deoxynivalenol und 0,345 mg Fumonisin B1/kg kontaminiert. Die Mastdauer betrug 11 Wochen. Bei Mastende waren die Tiere in den Futtergruppen 1, 2, 3 und 4 6,71, 6,26, 6,33 und 6,27 kg schwer. Der Futteraufwand/kg LM-Zuwachs lag analog bei 2,07, 2,16, 2,23 und 2,19 kg. Beim prozentuellen Anteil der ohne Darm-Ware (OD-Ware) und grillfertigen Ware (OD-Ware ohne Kopf, Hals, Ständer und Innereien) am Nüchterngewicht traten zwischen den Futtergruppen keinerlei nennenswerte Unterschiede auf. Auf die Organgewichte (Herz, Leber, Bursa fabricius und Milz) und die Anteile wert-

voller Teilstücke am Schlachtkörper hatte der mykotoxinkontaminierte Futtermais keinen negativen Einfluß. Der TM-Gehalt in der OD-Ware nahm allerdings mit höherer Kontamination mit $P=0,10$ sigifikant von 31,5 auf 30,1 % ab. Die organoleptischen Eigenschaften des Brustfleisches (Zartheit, Saftigkeit, Geschmack) wurden durch den kontaminierten Futtermais nicht beeinflusst. In der Tendenz wurden die belasteten Futtergruppen hinsichtlich organoleptik besser bewertet als die unbelastete Futtergruppe (FG1). Auf den biochemischen Status der Tiere bei Mastende hatte der kontaminierte Futtermais ebenfalls keinen Einfluß.

Aus dem Versuch kann der Schluß gezogen werden, daß mykotoxinkontaminierter Mais in den ersten 8 Lebenswochen die LM-Entwicklung und den Futteraufwand/kg LM-Zuwachs negativ beeinflusst. Broiler und Puten zeigen unterschiedliche Empfindlichkeiten auf mykotoxinbelastete Futtermittel.

Summary

Influence of fusariotoxins on growing performance and carcass traits of turkeys

In a feeding trial with 60 turkeys in 4 feeding groups the impact of mycotoxin contaminated maize on growing performance and carcass traits, the chemical composition of eviscerated carcass, the organoleptic traits and on physiological parameters of blood were investigated. Four levels of mycotoxin contaminated maize were used in the rations to achieve 4 dietary treatments in the experiment. In feeding group 1 (FG1) were used uncontaminated maize, in FG2, 3 and 4 were 1/3, 2/3 and 3/3 of uncontaminated maize substituted by contaminated maize. The percent of maize in starter feed was 36.8 % and grower diet I and II were 48.9 and 59.3 %, respectively. The contaminated maize contained 4.94 mg Moniliformin, 3.24 mg Beauvericin, 2.02 mg Desoynivalenol, and 0.345 mg Fumonisin B1 per kg. At the end of the growing period (77 days) live weight of the turkeys of group 1, 2, 3 and 4 was 6.71, 6.26, 6.33 and 6.27 kg and the feed efficiency was 2.07, 2.16, 2.23 and 2.19, respectively. The percentage of eviscerated carcass and final carcass on weight prior slaughtering, the weight of heart, liver, Bursa fabricius, spleen and the valueable parts of carcass showed no significant differences between the feeding groups. The content of DM in eviscerated carcass was significantly ($P=0.10$) decreasing from 31.5 to 30.1 % for FG1 to FG4, respectively. The organoleptic traits (tenderness, juiciness and taste) of breast meat and the biochemical parameters of the blood were not at all influenced by the contaminated feed. The experiment shows, that maize contaminated with Fusari-

um toxins had only negative effects on growing performance in the first 8 weeks of the growing period, but not further on.

9. Literatur

Bergsjø, B. and M. Kaldhusdal, 1994: No association found between the ascites syndrome in broilers and feeding of oats contaminated with deoxynivalenol up to thirty-five days of age. *British Poultry Sci.* 73, 1758-1762.

Bermudez, A. J., D. R. Ledoux, G. E. Rottinghaus, P. L. Stogsdill and G. A. Bennett, 1997: Effects of feeding *Fusarium fujikuroi* culture material containing known levels of moniliformin in turkey poults. *Avian-Pathology* 26, 565-577.

EBL, A., 1987: *Statistische Methoden in der Tierproduktion*, Verlagsunion Agrar.

Harvey, R., 1987: *Mixed Model Least Squares and Maximum Likelihood Computerprogram*. 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.

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.

Leitgeb, R., H. Lew, W. Wetscherek, J. Böhm und A. Quinz, 1999: Einfluß von Fusarientoxinen auf die Mast- und Schlachtleistung von Broilern. *Die Bodenkultur* 50, 57-66.

Lew, H., 1999: Empfohlenes Richtwertschema für Desoxynivalenol (Vomitoxin) und Zearalenon im Futter. Der Förderungsdienst 47, 157.

Lew, H., A. Adler and W. Edinger, 1991: Moniliformin and the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*). Mycotoxin Research 7A, 71-76.

Morris, C. M., Y. C. Li, D. R. Ledoux, A. J. Bermudez and G. E. Rottinghaus, 1999: The individual and combined effects of feeding moniliformin, supplied by *Fusarium fujikuroi* culture material, and deoxynivalenol in young turkey poults. Poultry - Science 78, 1110-1115.

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.

Prelusky, D. B., B. A. Rotter and R. G. Rotter, 1994: Toxicology of mycotoxins. In: J. D. Miller and H. L. Trenholm: Mycotoxins in grain. Compounds other than aflatoxins. Eagan Press, St. Paul, MN, pp 359-403.

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.

