

Einführung

- Schimmelpilze und deren Stoffwechselprodukte – die Mykotoxine - richten in der Landwirtschaft beträchtlichen Schaden an. Ein stark mit Schimmelpilzen befallener Bestand führt zur Ertrags- und Qualitätsminderung, die gebildeten Mykotoxine stellen eine Gefahr für die Gesundheit von Mensch und Tier dar.
- Es sind zahlreiche Pilzarten bekannt, die über 400 verschiedene Mykotoxine bilden können.
- In der Praxis sind vor allem die Toxine der *Fusarien*, *Penicillien* und *Aspergillien* von Bedeutung. Außerdem sind die Toxine des Mutterkornpilzes *Claviceps purpurea* und die Toxine der Schwärzepilze (*Alternarien*) praxisrelevant.
- Die folgenden Tabellen beziehen sich auf die Mykotoxine und deren Pilzbildner, für die der Gesetzgeber Höchstgehalte und Richtwerte festgelegt hat oder demnächst festlegen wird.
- Ziel der landwirtschaftlichen Praxis ist es, die Schimmelpilz- und Mykotoxinbildung mit geeigneten Maßnahmen zu minimieren und die festgelegten Mykotoxin-Höchstmengen zu unterschreiten.

Schimmelpilze und Mykotoxine

mit gesetzlicher Regelung

	<u>Toxine</u>	<u>Vorkommen</u>
Lagerpilze:		
<i>Aspergillus</i>	Aflatoxine (AFL)	Trockenfrüchte, Nüsse, Gewürze, Mais (subtropisch)
<i>Penicillium</i>	Ochratoxin A (OTA)	im Lagergetreide, Kaffee, Kakao, Trockenfrüchte
Feldpilze:		
<i>Fusarium</i>	Deoxynivalenol (DON)	Getreide und Mais
	Zearalenon (ZEA)	Getreide und Mais
	T-2, HT-2	Getreide und Mais
	Fumonisine (FUM)	Körnermais
<i>Claviceps</i>	Ergotalkaloide	Getreide
<i>Alternaria</i>	Alternariatoxine*	Getreide, Obst und Gemüse, feuchte Wohnräume

* noch ohne Höchstmengenregelungen

Schimmelpilze und Mykotoxine

dominierende Fusarienarten und ihre Mykotoxine

Weizen, Triticale, Hafer	Mais	Gebildete Toxine
<i>F.graminearum</i>	<i>F.graminearum</i>	DON, 15-A-DON/3-A-DON, ZEA
	<i>F.subglutinans</i>	Moniliformin
	<i>F.verticillioides</i> = <i>F.moniliforme</i>	Fumonisin
<i>F.avenaceum</i>	<i>F.avenaceum</i>	Moniliformin, Enniatine
<i>F.poaie</i>	<i>F.poaie</i>	NIV
<i>F.tricinctum</i>		(Chlamydosporol), (Fungerin)
<i>F.culmorum</i>	<i>F.culmorum</i>	DON, 3-A-DON, NIV, ZEA
<i>F.crockwellense</i> = <i>F.ceralis</i>		NIV, ZEA
<i>F.sporotrichoides</i>		T-2, HT-2
<i>F.langsethiae</i>		T-2, HT-2

3-A-DON = 3-Acetyldeoxynivalenol; 15-A-DON = 15-Acetyldeoxynivalenol; NIV = Nivalenol; T-2 = T-2 Toxin; HT2 = HT2 Toxin

Quelle: „Schimmelpilze und Mykotoxine in Futtermitteln“ – Beratungsunterlage Mehrländerprojekt von BW, BY, SN, TH 2008; modifiziert

Schimmelpilze und Mykotoxine

Wirkung verschiedener Mykotoxine auf den Menschen

Wirkung	DON	ZEA	T2/HT2	NIV	FUM	OTA	AFL
hautreizend			X	X			
brechreizend	X		X	X			
immunsuppressiv	X		X	X		X	X
nekrotisierend			X				
östrogen		X					
mutagen		(X)					X
kanzerogen					X	X	X
nephrotoxisch					X	X	
neurotoxisch					X	X	
t-TDI / TDI-Wert* pro kg Körpergewicht	1 µg	0,2 µg	0,02 µg	0,7 µg	2 µg	0,017 µg	0,15 ng

*TDI = tolerierbare tägliche Aufnahmemenge; t-TDI = vorläufige tolerierbare Aufnahmemenge

Quelle: VO (EG) Nr. 1881/2006 vom 19.12.2006 zur Festsetzung von Höchstgehalten in Lebensmitteln

Schimmelpilze und Mykotoxine

Höchstmengen in Getreide und Getreideerzeugnissen für **Lebensmittel*** (VO EU 2024/1022) – Auszug

Mykotoxin	Erzeugnis	Höchstmenge in Lebensmitteln µg/kg
DON	• unverarbeitetes Getreide (außer Hartweizen, Hafer, Mais)	1000
	• unverarbeitete Hartweizen-, Hafer- und Maiskörner	1500
	• unverarbeitete Haferkörner einschließlich Spelzen, die nicht verzehrt werden	1750
	• Getreide, das für den Endverbraucher in Verkehr gebracht wird, Popcorn-Mais und Popcorn	750
	• Mahlerzeugnisse aus Getreide	600
	• Mahlerzeugnisse aus Mais, die für den Endverbraucher in Verkehr gebracht werden	750
	• Mahlerzeugnisse aus Mais, die nicht für den Endverbraucher in Verkehr gebracht werden	1000
	• Brot, Kleingebäck und Feine Backwaren, Frühstückscerealien	400
	• Teigwaren	600
• Getreidebeikost für Säuglinge und Kleinkinder	150	

*ausführliche Beschreibungen und Anmerkungen sind der VO EU VO EU 2024/1022 direkt zu entnehmen

Schimmelpilze und Mykotoxine

Höchstmengen in Getreide und Getreideerzeugnissen für **Lebensmittel*** (VO EU 2023/915) – Auszug

Mykotoxin	Erzeugnis	Höchstmenge in Lebensmitteln µg/kg
ZEA	unverarbeitetes Getreide, außer Mais	100
	unverarbeitete Maiskörner	350
	Getreidemehl, Kleie, Keime, außer Maismehl	75
	Snacks und Frühstückscerealien auf Maisbasis	100
	Brot, Gebäck, Frühstückscerealien, außer Maiserzeugnisse	50
	Getreidebeikost für Säuglinge und Kleinkinder	20
Fumonisine B1 + B2	unverarbeitete Maiskörner	4000
	Mais und Maismahlerzeugnisse (zum unmittelbaren Verzehr)	1000
	Maismehl (<u>nicht</u> zum unmittelbaren Verzehr)	2000
	sonstige Maismahlerzeugnisse (<u>nicht</u> zum unmittelbaren Verzehr)	1400

*ausführliche Beschreibungen und Anmerkungen sind der VO EU 2023/915 direkt zu entnehmen

Schimmelpilze und Mykotoxine

Höchstmengen in Getreide und Getreideerzeugnissen für **Lebensmittel*** (VO EU 2023/915) – Auszug

Mykotoxin	Erzeugnis	Höchstgehalt
Aflatoxin B1	Getreide und Getreideerzeugnisse, einschließlich verarbeitete Getreideerzeugnisse	2 µg/kg
	Unverarbeiteter Mais und Reis	5 µg/kg
	Getreidebeikost und andere Beikost für Säuglinge und Kleinkinder	0,1 µg/kg
Aflatoxin B1 + B2 + G1 + G2	Getreide und Getreideerzeugnisse, einschließlich verarbeitete Getreideerzeugnisse	4 µg/kg
	Unverarbeiteter Mais und Reis	10 µg/kg
Ochratoxin A	unverarbeitetes Getreide	5 µg/kg
	Getreideerzeugnisse zum unmittelbaren menschlichen Verzehr	3 µg/kg
	Getreidebeikost und andere Beikost für Säuglinge und Kleinkinder	0,5 µg/kg
Mutterkorn- Sklerotien	Unverarbeitete Getreide außer Mais und Reis	0,2 g/kg
	Unverarbeitete Roggenkörner	0,5 g/kg 0,2 g/kg ab Juli 2024

*ausführliche Beschreibungen und Anmerkungen sind der VO EU 2023/915 direkt zu entnehmen

Schimmelpilze und Mykotoxine

Höchstmengen in Getreide und Getreideerzeugnissen für **Lebensmittel*** (VO EU 2023/915) – Auszug

	Erzeugnis	Höchstgehalt für die Summe aus Ergocornin/Ergocorninin; Ergocristin/Ergocristinin; Ergocryptin/Ergocryptinin (α - und β -Form); Ergometrin/Ergometrinin; Ergosin/Ergosinin; Ergotamin/ Ergotamininin In $\mu\text{g}/\text{kg}$
Ergot-alkaloide	Mahlerzeugnisse aus Gerste, Weizen, Dinkel und Hafer (Aschegehalt < 900 mg/100 g)	100 50 ab Juli 2024
	Mahlerzeugnisse aus Gerste, Weizen, Dinkel und Hafer (Aschegehalt \geq 900 mg/100 g)	150
	Gersten-, Weizen-, Dinkel- und Haferkörner, (für den Endverbraucher)	150
	Roggenmahlerzeugnisse, Roggen (für den Endverbraucher)	500 250 ab Juli 2024

Schimmelpilze und Mykotoxine

Höchstmengen für HT-2 und T-2 in Getreide und Getreideerzeugnissen in **Lebensmitteln*** (2024/1038/EU) - Auszug

	Höchstgehalt für die Summe der Toxine T-2 und HT-2 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Unverarbeitete Getreidekörner für die erste Verarbeitungsstufe	
Mais, Hartweizen	100
Hafer einschließlich Spelzen	1250
Braugerste	200
andere Gersten außer Braugerste	150
sonstige Getreide	50
für den Endverbraucher in Verkehr gebracht	
Getreideerzeugnisse (außer Reis)	20
Hafer	100
Gerste, Mais, Hartweizen	50
Mahlerzeugnisse aus Hafer (einschließlich Haferkleie)	100
Mahlerzeugnisse aus Mais	50
andere Mahlerzeugnisse (außer Reismahlerzeugnisse)	20
Kleie aus anderem Getreide als Hafer	50
Haferflocken	100

*ausführliche Beschreibungen und Anmerkungen sind der VO EU 2024/1038 direkt zu entnehmen

Schimmelpilze und Mykotoxine

Richtwerte für HT-2 und T-2 in Getreide und Getreideerzeugnissen in **Futtermitteln** (2013/165/EU)

	Richtwert für die Summe der Toxine T-2 und HT-2 (mg/kg)
Unverarbeitetes Getreide	
Gerste (einschließlich Malzgerste) und Mais	0,2
Hafer (ungeschält)	1,0
Weizen, Roggen und sonstige Getreide	0,1
Getreidekörner für den unmittelbaren menschlichen Verzehr	
Hafer	0,2
Mais	0,1
Sonstige Getreide	0,05
Getreideerzeugnisse für den menschlichen Verzehr	
Haferkleie und Haferflocken	0,2
Getreidekleie außer Haferkleie, Hafermahlerzeugnisse, Haferflocken, sowie Maismahlerzeugnisse	0,1
Sonstige Getreidemahlerzeugnisse	0,05
Frühstücksgetreideerzeugnisse, einschließlich geformte Getreideflocken	0,075
Brot, feine Backbaren, Kekse, Getreide-Snacks, Nudeln	0,025
Getreidebeikost für Säuglinge und Kleinkinder	0,015
Getreideprodukte für Einzel- und Mischfuttermittel	
Hafermahlerzeugnisse (Spelzen)	2,0
Sonstige Getreideerzeugnisse	0,5
Mischfuttermittel mit Ausnahme von Futtermitteln für Katzen	0,25

Schimmelpilze und Mykotoxine

Höchstmengen in **Futtermitteln** (VO (EU) 574/2011)

unerwünschter Stoff	zur Tierernährung bestimmte Erzeugnisse	Höchstgehalt in mg/kg, bezogen auf ein Futtermittel mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 12%
Aflatoxin B1	Futtermittelausgangserzeugnisse	0,02
	Allein- und Ergänzungsfuttermittel	0,01
	ausgenommen: - Mischfuttermittel für Milchrinder, Kälber, Milchschafe und Lämmer, Milchziegen und Ziegenlämmer, Ferkel und Junggeflügel	0,005
	- Mischfuttermittel für Rinder, Schafe, Ziegen, Schweine und Geflügel	0,02
Mutterkorn* (Claviceps purpurea)	Futtermittelausgangserzeugnisse und Mischfuttermittel, die ungemahlene Getreide enthalten	1000

Schimmelpilze und Mykotoxine

Richtwerte für Mykotoxine in **Futtermitteln** (2006/576/EG & 2016/1319 EU)

Mykotoxin	Zur Fütterung bestimmte Erzeugnisse	Richtwert in mg/kg für ein Futtermittel mit einem Feuchtegehalt von 12%
DON	Futtermittelausgangserzeugnisse	
	- Getreide und Getreideerzeugnisse	8
	- Maisnebenprodukte	12
	Ergänzungs- und Alleinfuttermittel außer für:	5
- Schw eine	0,90	
- Kälber, Lämmer und Ziegenlämmer	2	
ZEA	Futtermittelausgangserzeugnisse	
	- Getreide und Getreideerzeugnisse	2
	- Maisnebenprodukte	3
	Ergänzungs- und Mischfuttermittel für:	
	- Ferkel, Jungsau, Welpen, junge Katzen, Hunde und Zuchtkatzen	0,1
	- ausgewachsene Hunde und Katzen für andere Zwecke als zur Zucht	0,2
- Sauen und Mastschweine	0,25	
- Kälber, Milchkühe, Schafe und Ziegen	0,5	
OTA	Futtermittelausgangserzeugnisse	
	- Getreide und Getreideerzeugnisse	0,25
	Ergänzungs- und Alleinfuttermittel für:	
	- Schweine	0,05
- Geflügel	0,1	
- Mischfuttermittel für Katzen und Hunde	0,01	
Fumonisin B1+B2	Futtermittelausgangserzeugnisse	
	- Mais und Maiserzeugnisse	60
	Ergänzungs- und Alleinfuttermittel für:	
	- Schweine, Pferde, Kaninchen, Heimtiere	5
	- Fische	10
- Geflügel, Kälber, Lämmer, Ziegenlämmer	20	
- Wiederkäuer und Nerze	50	

Mykotoxine in Futtermitteln

Analytik in Getreide und Futtermitteln im Fachbereich 42 „Futtermittel und Pflanzen“ der BfUL mit rückstandsanalytischen Methoden:

- Aflatoxin B1 in Getreide und Futtermitteln mittels Nachsäulenderivatisierung und HPLC-Fluoreszenzdetektion (DIN EN ISO 17375:2006-09)
- Ochratoxin A in Getreide und Futtermitteln mittels HPLC-Fluoreszenzdetektion (DIN EN 16007:2011-09)
- Multimethode: Nivalenol, Deoxynivalenol (DON), 3-Acetyl-DON, 15-Acetyl-DON, Diacetoxyscirpenol, HT-2-Toxin, T-2-Toxin und Zearalenon mittels LC-MS/MS (VDLUFA-Methodenbuch III [2019], Methode 16.13.1)
- Fumonisin B1;B2 und B3 in Getreide und Futtermitteln mittels LC-MS/MS (Hausmethode)

Stand: 02/2025

Für Rücksprachen zum Thema:

Frau Scheunemann Tel.: 035242 632 4216 (cindy.scheunemann@smekul.sachsen.de)