

Mykotoxine in Futtermitteln - Wirkungen, Grenzwerte, Analytik

1. Relevante Mykotoxine

Mykotoxine sind natürliche, strukturell sehr unterschiedliche Gifte, die als Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen gebildet werden. Bekannt sind mehrere Hundert Verbindungen, aber nur ein kleiner Teil davon hat praktische Bedeutung. Folgende Tabelle listet die häufig in Futtermitteln vorkommenden Pilze, ihre Toxine und deren Wirkungen auf.

Tab.1: Vorkommen und Wirkungen relevanter Mykotoxine

| Pilz | Toxin | Vorkommen | Wirkungen |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <i>Aspergillus flavus</i> , <i>A.parasiticus</i> | Aflatoxine B1, B2, G1, G2 | Meist nur in tropischen Ländern auf Mais und eiweißreichen Ölrüchten (Nüsse, Sesam, Palmkerne.) Aflatoxin B1 wird in der Milch zu Aflatoxin M1 metabolisiert | kanzerogen, hepatotoxisch, hohe akute Toxizität |
| <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Penicillium verrucosum</i> | Ochratoxin A (OTA) | Auf Getreide und Mais, geht zu 1-4% auf das Tier über | kanzerogenverdächtig, nephrotoxisch, hohe akute Toxizität |
| <i>Fusarium graminearum</i> , <i>F.culmorum</i> | Zearalenon (ZEA) | Getreide und Mais | östrogen, antibakteriell, geringe akute Toxizität |
| <i>Fusarium graminearum</i> . <i>F.culmorum</i> | Typ-B-Trichothecene, z.B. Deoxynivalenol (DON) | Getreide und Mais | dermatotoxisch, neurotoxisch, immunsuppressiv, geringe akute Toxizität |
| <i>Fusarium sporotrichoides</i> | Typ-A-Trichothecene, z.B. T-2-Toxin, HT-2-Toxin | Getreide (vornehmlich Hafer) und Mais | dermatotoxisch, neurotoxisch, immunsuppressiv, höhere akute Toxizität |
| <i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F.proliferatum</i> | Fumonisin B1, B2 | Getreide und Mais unter warmen, trockenen Bedingungen, speziell in Südeuropa | kanzerogen |
| <i>Claviceps purpurea</i> | Ergotalkaloide | Getreide (vornehmlich Roggen und Triticale) | Ergotismus (Gefäßverengung, Durchblutungsstörungen) |

2. Grenz- und Richtwerte für Mykotoxine

Grenzwerte für Mykotoxine gibt es in Deutschland bzw. in der EU bisher nur im Lebensmittelbereich und für das Aflatoxin B1 in Futtermitteln (siehe Tabelle 2).

Tab.2: Höchstgehalte von Aflatoxin B1 in Futtermitteln (VO (EU) 574 / 2011)

| unerwünschter Stoff | zur Tierernährung bestimmtes Erzeugnis | Höchstgehalt in mg/kg bei einer TS von 88 % |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Aflatoxin B1 | Futtermittelausgangserzeugnisse, Allein- und Ergänzungsfuttermittel ausgenommen: | 0,02 0,01 |
| | Mischfuttermittel für Milchrinder, Kälber, Milchschafe und Lämmer, Milchziegen und Ziegenlämmer, Ferkel und Junggeflügel | 0,005 |

Für die in Deutschland wesentlich häufiger vorkommenden Fusarientoxine Zearalenon und Deoxynivalenol, Ochratoxin A und die Fumonisine gelten seit Juni 2006 Richtwerte der EU, bei deren Unterschreitung eine Gefährdung des Tierwohles nicht vorliegen soll (Tab.3).

Tab.3: Richtwerte der EU (Empfehlung 2006 / 576 / EG)

| Mykotoxin | Futtermittel | Werte in mg/kg | Werte in µg/kg |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|
| | | für FM mit 88%TS | |
| DON | - Getreide- und Getreideprodukte* | 8,00 | 8000 |
| | - Mais und Maisprodukte* | 12,00 | 12000 |
| | - Ergänzungs- und Alleinfuttermittel | 5,00 | 5000 |
| | - für Schweine | 0,90 | 900 |
| | - für Kälber (<4 Monate), Lämmer und Ziegenlämmer | 2,00 | 2000 |
| ZEA | - Getreide- und Getreideprodukte* | 2,00 | 2000 |
| | - Mais und Maisprodukte* | 3,00 | 3000 |
| | - Ergänzungs- und Alleinfuttermittel für Ferkel und Jungsauen | 0,10 | 100 |
| | - für Sauen und Mastschweine | 0,25 | 250 |
| | - für Kälber, Milchrinder, Schafe, Schafe (einschließlich Lämmer) und Ziegen (einschließlich Ziegenlämmer) | 0,50 | 500 |
| OTA | - Getreide- und Getreideprodukte* | 0,25 | 250 |
| | - Ergänzungs- und Alleinfuttermittel für Schweine | 0,05 | 50 |
| | - für Geflügel | 0,10 | 100 |
| Fumonisin B1+B2 | - Mais und Maisprodukte* | 60,00 | 60 000 |
| | - Ergänzungs- und Alleinfuttermittel für: Schweine, Pferde und Haustiere | 5,00 | 5000 |
| | - Fische | 10,00 | 10 000 |
| | - Geflügel, Kälber (>4 Monate), Lämmer und Ziegenlämmer | 20,00 | 20 000 |
| | - erwachsene Wiederkäuer, Nerze | 50,00 | 50 000 |

*die Futtermittelausgangsmaterialien dürfen nur so eingesetzt werden, dass sie in der Ration die Werte für die einzelnen Tierarten nicht überschreiten

Des Weiteren gibt es seit 2013 Orientierungswerte für die Summe von T-2 und HT-2-Toxin in Lebens- und Futtermitteln (Tab. 4)

Tab.4: Orientierungswerte T2 /HT2 (Empfehlung EU/2013/165)

| Produkt | Summe von T-2 und HT-2 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| | µg/kg |
| 1. unverarbeitetes Getreide | |
| 1.1. Gerste (einschließlich Braugerste) und Mais | 200 |
| 1.2. Hafer (mit Spelzen) | 1000 |
| 1.3. Weizen, Roggen und andere Getreidearten | 100 |
| 2. zum unmittelbaren menschlichen Verzehr | |
| 2.1. Hafer | 200 |
| 2.2. Mais | 100 |
| 2.3. sonstige Getreide | 50 |
| 3. Getreideerzeugnisse für den menschlichen Verzehr | |
| 3.1. Haferkleie und Haferflocken | 200 |
| 3.2. Getreidekleie außer Haferkleie, Mahlprodukte von Hafer außer Haferkleie und Haferflocken sowie Maismahlerzeugnisse | 100 |
| 3.3. andere gemahlene Getreideprodukte | 50 |
| 3.4. Frühstückscerealien einschließlich geformter Getreideflocken | 75 |
| 3.5. Brot (einschließlich Kleinbackwaren) Gebäck, Kekse, Getreidesnacks, Pasta | 25 |
| 3.6. Getreidebeikost für Säuglinge und Kleinkinder | 15 |
| 4. Getreideerzeugnisse für Futtermittel und Mischfutter* | |
| 4.1. Hafermahlprodukte (Spelzen) | 2000 |
| 4.2. andere Getreideprodukte | 500 |
| 4.3. Mischfutter mit Ausnahme für Futtermittel für Katzen | 250 |
| 4.4. Mischfuttermittel für Katzen | 50 |

* Feuchtigkeitsgehalt von 12 %

3. Analytik von Mykotoxinen

Zum Nachweis von Mykotoxinen sind mehrere Methoden im Gebrauch. Dabei werden die Verwendung von **ELISA-Testsystemen** und die der **Rückstandsanalytik (nach EU- und DIN-Methoden)** kontrovers diskutiert.

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Vor- und Nachteile.

Tab.5: Möglichkeiten zur Analytik von Mykotoxinen :

| Methoden der Rückstandsanalytik | Testsysteme auf ELISA-Basis | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| chromatografische Methoden | Qualitative Tests | Quantitative bzw. Semiquantitative Tests |
| Hochdruck-Flüssigkeitschromatografie (HPLC) mit Ultraviolett (UV) - bzw. Fluoreszenzdetektion (FLD) oder Massenspektrometrie (MS) | in Karten- , Streifen- oder Röhrchenform | meist im Mikrotiterplatten-Format |
| - nach Erstellung einer Kalibrierkurve sichere Quantifizierung möglich | - nur zum Screening - ja/nein Entscheidung - keine Quantifizierung | - vorrangig zum Screening - Nach Erstellung einer Kalibrierkurve Quantifizierung möglich |
| - relativ teuer - geringerer Probendurchsatz - langsamer | - kostengünstig - hoher Probendurchsatz schnell | - kostengünstig - hoher Probendurchsatz schnell |
| Ergebnisse gut gesichert | falsch-positives Ergebnis möglich | falsch-positives Ergebnis möglich |

ELISA-Tests sollten vorrangig zum Screening eingesetzt werden.

Sie sind schnell, kostengünstig und gewährleisten einen hohen Probendurchsatz. Negative Ergebnisse mittels ELISA bedürfen keiner weiteren Absicherung. Entsprechende Störfaktoren der Matrix sind derzeit nicht bekannt.

Positive Befunde sollten mittels konventioneller Verfahren überprüft werden, da der ELISA auch falsch positiv sein kann, bzw. in bestimmten Matrices Überbestimmungen zeigt. Soll mit dem ELISA quantitativ gemessen werden, so sollte vom Anwenderlabor eine Validierung für die entsprechende Matrix durchgeführt werden, ähnlich der Validierung in der Rückstandsanalytik.

Angaben zur Nachweis- u. Bestimmbarkeitsgrenze, Arbeitsbereich, Präzision und Wiederholbarkeit müssen erarbeitet werden. Jeder Positivwert bedarf einer Interpretation.

Mykotoxine in Getreide und Futtermitteln können im Fachbereich 42 "Futtermittel und Pflanzen" der BfUL nach Rückstandsanalytischen Methoden analysiert werden. Folgende Mykotoxine haben wir derzeit in unserem Untersuchungsprogramm:

- Aflatoxin B1 in Getreide und Futtermittel mittels HPLC-Fluoreszenz und Nachsäulenderivatisierung (DIN EN ISO 17375:2006-09)
- Ochratoxin A in Getreide und Futtermitteln mittels HPLC-Fluoreszenz (DIN EN 16007:2011-09)
- Zearalenon in Getreide und Futtermitteln mittels HPLC-Fluoreszenz (DIN EN 15792:2009-12)
- Deoxynivalenol in Getreide und Futtermitteln mittels HPLC-Diodenarray (DIN EN 15791:2009-12)
- Nivalenol, Deoxynivalenol (DON), 3-Acetyl-DON, 15-Acetyl-DON, Diacetoxyscirpenol, HT-2-Toxin, T-2-Toxin und Zearalenon mittels HPLC-LC/MS/MS (VDLUFA-Methodenbuch III, Methode 16.13.1)
- Fumonisin B1 und B2 in Getreide und Futtermitteln mittels HPLC-LC/MS/MS (Hausmethode)

Stand: 01/2018

Für Rücksprachen zum Thema :

Frau Seidel Tel.: 035242 632 4216 (stephanie.seidel@smul.sachsen.de)

Dr. Schönherr Tel.: 035242 632 4200 (jens.schoenherr@smul.sachsen.de)