Gefahren mit Mykotoxinen erkennen und vermeiden, Einsatz von Siliermitteln

Ueli Wyss
1723 Marly

Ostschweizer Siliertagung in Tänikon, 19. Januar 2022

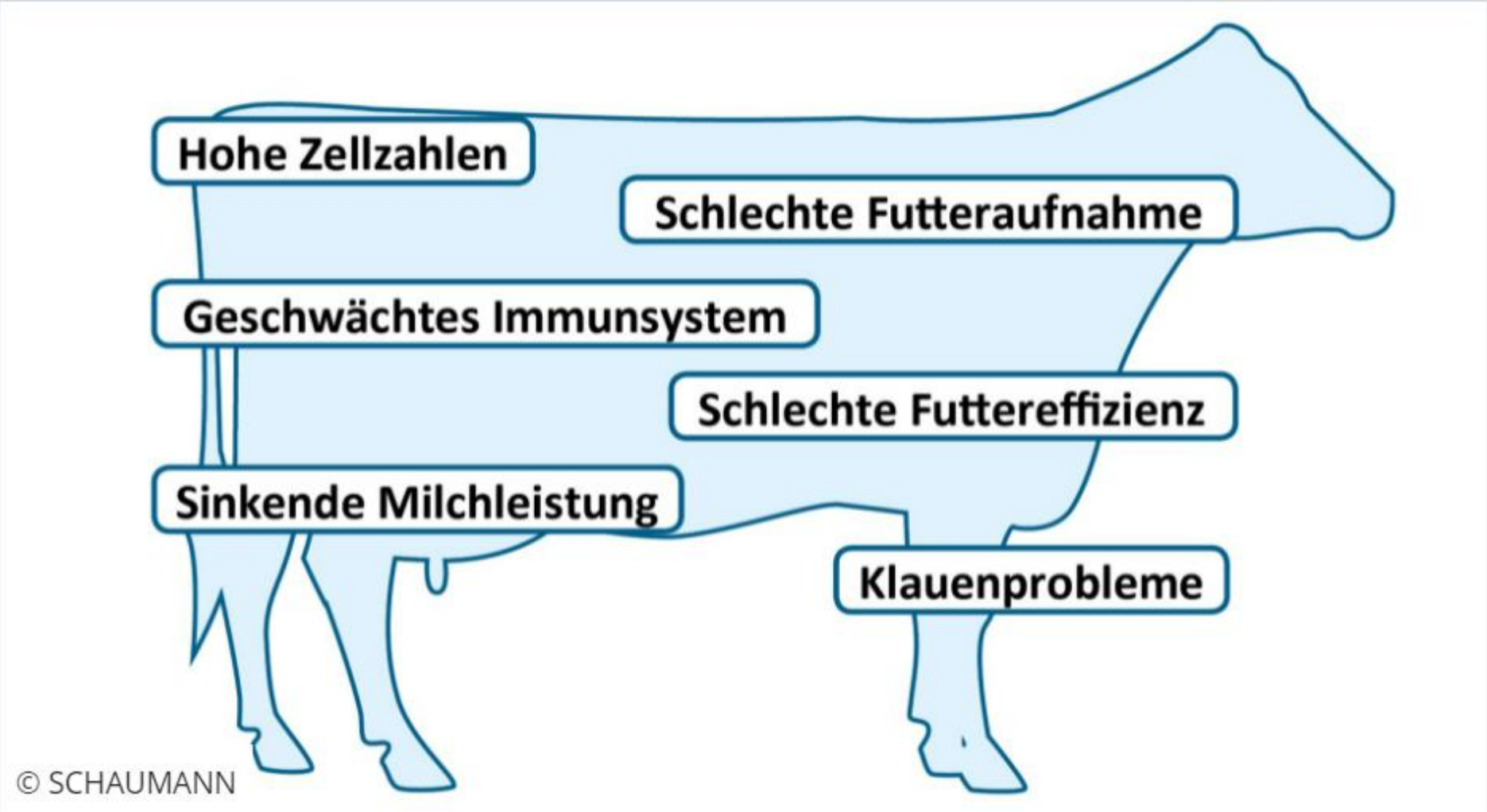
Inhalt

- **Allgemeine Informationen**
- **Schimmelpilze**
- **Mykotoxine**
- **Schimmel erkennen**
- **Siliermitteleinsatz**
- **Mykotoxinbinder**
- **Mutterkornbefall**
- **Schlussfolgerungen**

Mikrobiell verdorbenes Futter: nicht immer sind Mykotoxine im Spiel

- **Krankheitserreger, die sich im Organismus vermehren können: Salmonellen (Durchfälle) Listerien, Neospora (Aborte)**
- **Toxine von bakteriellen Krankheitserregern: Botulinumtoxin**
- **Bakterielle Futtermittelverderber und ihre Endotoxine**
- **Schlechte Nährstoffversorgung**
- **Aber auch Mykotoxine**

Mögliche Auswirkungen von Mykotoxinen



Wie kannst du Mykotoxin-Krankheiten feststellen und wie gefährlich sind sie für deine Tiere?

Rückgang der Futteraufnahme, geringere Milchleistung, geringere Zunahmen, **hohe Zellzahlen in der Milch**, **Fruchtbarkeitsprobleme** und sogar Tierverluste – all das können Indizien für Pilzgifte bzw. Mykotoxine im Futter sein.

Abhängig von Menge und Art der auslösenden Gifte gibt es eine Vielzahl von Krankheiten, die mit Mykotoxinen in Verbindung gebracht werden können. Problematisch dabei ist, dass es oft keine klar definierten Krankheitsbilder gibt, anhand derer du eindeutig auf eine Schimmelpilzvergiftung schließen könntest.

Auswirkungen verschimmelter Maissilage auf Milchleistung und Milchinhaltstoffe sowie Stoffwechselparameter von Milchkühen

	Gruppe A sensorisch einwand-freie Maissilage	Gruppe B Maissilage mit Schimmelanteilen
Milch je Kuh und Tag, kg	38,33	33,83
Fettgehalt, %	3,98	3,74
Eiweißgehalt, %	3,32	3,18
Milchzuckergehalt, %	4,92	4,78
Harnstoffgehalt (mmol/l)	4,22	5,61
Zellgehalt, 1000/ml	163	276
Ammoniakgehalt in der Pansenflüssigkeit, mmol/l	8,55	11,70
Blutparameter		
Glukose, mmol/l	3,32	3,15
Harnstoff, mmol/l	5,10	5,97

Illek und Matejicek, 2001

Schimmelpilze und Mykotoxine

Bis heute sind über 250 Schimmelpilzarten bekannt, die mehr als 300 verschiedene Mykotoxine bilden.

Zu den relevanten Verbindungen zählen:
Feldpilze, wie:

- *Fusarium*: Fusarientoxine, wie Trichothecene (Deoxynivalenol, T-2/HT-2 Toxin), Zearalenon und Fumonisine
- *Claviceps*: Ergotalkaloide (Mutterkornalkaloide, z.B. Ergotamin, Ergometrin, Ergocornin, Ergokryptin, Ergocristin und Ergosin und deren „inin-Formen“)

Lagerpilze, wie:

- *Aspergillus*: Aflatoxine B1, B2, G1, G2, M1, sowie Ochratoxin A (OTA) und Citrinin
- *Penicillium*: Ochratoxin A (OTA), Citrinin und Patulin
- *Alternaria*: Tenuazonsäure, Alternariatoxin, Alternariomonomethylether, Altenuen, Tentoxin

Pilze, ihre Gifte und deren Nachweis

	Gattung	Art	Gebildete Mykotoxine
Feldpilze	Fusarium	graminearum	DON; Zearalenon (v.a. Mais)
		poae	T2-Toxin
		verticillioides	Fumonisine (nur auf Mais)
	Claviceps	purpurea	Mutterkornalkaloide (Gräser, Roggen, Triticale)
Lagerpilze	Aspergillus	flavus	Aflatoxine (in Mitteleuropa nicht gebildet)
		ochraceus	Ochratoxin, Citrinin
		fumigatus	Fumitremorgene, Gliotoxin (Silagen)
	Penicillium	verrucosum	Ochratoxin
		roqueforti	Roquefortin; Mycophenolsäure (Silagen)
		citrinum	Citrinin (Citrustrester, Silagen)
	Monascus	ruber	Citrinin (Silagen)

unterstrichene Mykotoxine: in Routinelabors analysierbar

Mykotoxine

- **Mykotoxinbelastung abhängig von Wetterbedingungen** während des Pflanzenwachstums sowie **Verarbeitungs- und Lagerungs-bedingungen**
- **Mais häufiger mit Mykotoxinen belastet** als andere Futtermittel
- **Silagen häufiger** mit Lagerpilzen kontaminiert als Dürrfutter
- Übergang in Milch bei Aflatoxinen ein Problem; für viele Lagerpilztoxine fehlen Angaben zum Übergang
- Bedeutung vieler Mykotoxine für die Tiergesundheit ungenügend bekannt wegen nicht etabliertem Mykotoxinnachweis und unspezifischen Mykotoxinwirkungen (Leistungseinbussen, Fertilitätsstörungen etc.)

Empfohlene Höchstwerte* für DON, Zearalenon, T2-Toxin, Fumonisin und Ochratoxin in der Futterration (88% Trockenmasse)

* Synthese der Empfehlungen der EU-Kommission und der US Food and Drug Administration

Tierart und Tierkategorie	Deoxynivalenol (DON) mg/kg	Zearalenon (ZON) mg/kg	T2-Toxin mg/kg	Fumonisin B1+B2 mg/kg	Ochratoxin A mg/kg
Schweine Prä-pubertäre Zuchtsauen	0.9	0.1	0.1	5	0.05
Schweine Mastschweine, Zuchtsauen	0.9	0.25	0.15	5	0.05
Rinder Prä-ruminierend	2	0.5	0.1	20	(2)
Rinder Aufzuchtrinder, Milchkühe	5	0.5	0.15	50	(2)
Rinder Mastrinder	5	(2)	0.2	50	(2)
Geflügel Legehennen, Masthühner	5	(2)	0.15	20	0.1
Pferde, Kaninchen	5	(2)	(2)	5	(2)

(2) = gemäss den aktuellen Kenntnissen bestehen keine Empfehlungen

Weitere Infos:
orientierungswerte-mykotoxine-futtermittel-nutztiere (1).pdf

Auszug aus Anhang 10 Futtermittelbuch-Verordnung

ABSCHNITT II: MYCOTOXINE

Unerwünschter Stoff	Zur Tierernährung bestimmte Erzeugnisse	Höchstgehalt in mg/kg (ppm), bezogen auf ein Futtermittel mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 12 %
1. Aflatoxin B_1	Futtermittel-Ausgangserzeugnisse,	0,02
	Ergänzungsfuttermittel und Alleinfuttermittel,	0,01
	ausgenommen:	
	— Mischfuttermittel für Milchrinder und Kälber, Milchschafe und Lämmer, Milchziegen und Ziegenlämmer, Ferkel und Junggeflügel	0,005
	— Mischfuttermittel für Rinder (außer Milchrindern und Kälbern), Schafe (außer Milchschafen und Lämmern), Ziegen (außer Milchziegen und Ziegenlämmern), Schweine (außer Ferkeln) und Geflügel (außer Junggeflügel)	0,02
2. Mutterkorn (*Claviceps purpurea*)	Futtermittel-Ausgangserzeugnisse und Mischfuttermittel, die ungemahlenes Getreide enthalten	1 000

Orientierungswerte zur Beurteilung der mikro-biologischen Qualität in Futtermitteln (nach VDLUFA)

Mikrobiologische Analysen haben zum Ziel den hygienischen Zustand eines Einzelfutter-, Mischfutter- oder Raufuttermittels zu beurteilen. Die Orientierungswerte liefern dazu die Basis für eine quantitative Information über die Gehalte an lebenden Mikroorganismen in der untersuchten Probe. Dabei werden vier Qualitätsstufen festgelegt:

Qualitätsstufe I:	Qualität sehr gut.
Qualitätsstufe II:	Keimgehalt etwas erhöht, Qualität etwas herabgesetzt (1 bis 5 x Orientierungswert).
Qualitätsstufe III:	Keimgehalt deutlich erhöht, Qualität deutlich herabgesetzt (5 bis 10 x Orientierungswert).
Qualitätsstufe IV:	Keimgehalt überhöht, Futter ist verdorben (mehr als 10 x Orientierungswert).

Valeurs_d-orientation_pour_la_qualité_microbiologique_des_aliments_pour_animaux_2021 (4).pdf

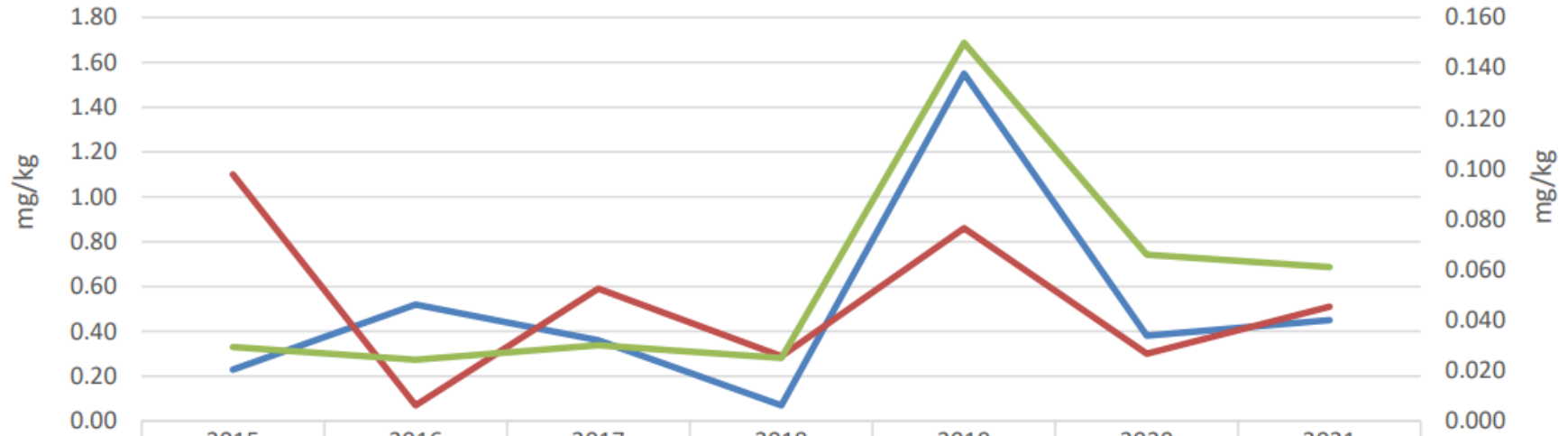
Orientierungswerte zur Beurteilung der mikrobiologischen Qualität in Futtermitteln

Qualitätsstufe I: Qualität sehr gut

		Heu	Silage	Stroh
Aerobe mesophile Bakterien				
-produkttypische Arten	**KBE/g**	**< 30 Mio**	**< 200‘000**	**< 100 Mio**
-verderbanzeigende Arten	**KBE/g**	**< 2 Mio**	**< 200‘000**	**< 2 Mio**
-Streptomyceten	**KBE/g**	**< 150‘000**	**< 10‘000**	**< 150‘000**
Hefen				
-verderbanzeigende Arten	**KBE/g**	**< 400‘000**	**< 200‘000**	**< 400‘000**
Schimmel				
-produkttypische Arten	**KBE/g**	**< 200‘000**	**< 5‘000**	**< 200‘000**
-verderbanzeigende Arten	**KBE/g**	**< 100‘000**	**< 5‘000**	**< 100‘000**
-Mucoraceen	**KBE/g**	**< 5‘000**	**< 5‘000**	**< 5‘000**

Arbeitskreis Futtermittel – Mikrobiologie der Fachgruppe VI des VDLUFA, 2001

Jahresdurchschnitte / Moyennes annuelles



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Mittelwert/Moyenne DON	0.23	0.52	0.36	0.07	1.55	0.38	0.45
Mittelwert/Moyenne FUM	1.10	0.07	0.59	0.29	0.86	0.30	0.51
Mittelwert/Moyenne ZEN	0.029	0.024	0.030	0.025	0.150	0.066	0.061

5-Jahresdurchschnitt / Moyenne sur 5 ans (2016-2020): DON = 0.58 mg/kg, FUM = 0.42 mg/kg, ZEN = 0.059 mg/kg

Quelle/Source: swiss granum/Agroscope

Kolben- und Stängelfäule auf Mais, verursacht durch Fusarium-Befall

Hagelschäden

Hagelschäden – Auswirkungen auf Mykotoxine

Probenahme Datum	frischer Mais DON mg/kg	frischer Mais Zearalenon mg/kg	Maissilage DON mg/kg	Maissilage Zearalenon mg/kg
verhagelter Mais				
01.09.2009	8.3	0.2		
08.09.2009	6.6	0.9	11.7	0.7
25.09.2009	4.2	> 1.5	> 6.0	3.0
normaler Mais				
01.09.2009	1.0	0.1		
08.09.2009	1.3	0.3	1.0	0.4
25.09.2009	0.3	0.1	0.5	0.1

Orientierungswerte	Deoxynivalenol (DON)	Zearalenon
Milchkühe	5 mg/kg	0.5 mg/kg
Zuchtsauen	0.9 mg/kg	0.1 mg/kg

Gleiche Sorte, gleicher Saattermin, Feldabstand ca. 2 km

Daten Agroscope

Was passiert mit den Mykotoxinen während der Silierung ?

- Toxine bleiben weitestgehend erhalten
- Neubildung von Toxinen (undichte Silos, Löcher in den Ballen)
- Umwandlung in Metabolite möglich
- Reaktion mit Gärprodukten möglich

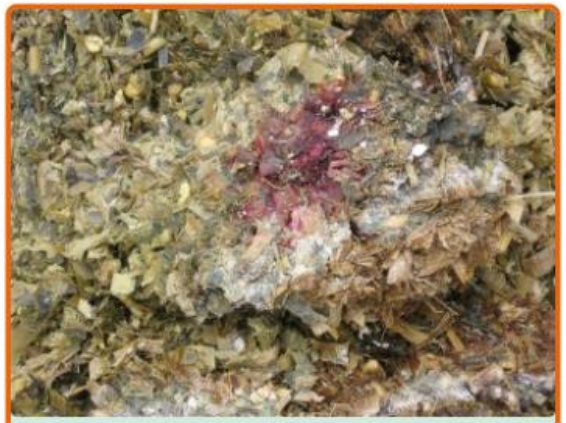
Fazit: stark verschimmeltes Futter ist fütterungsuntauglich!

Verschiedene Schimmelpilze erkennen

Ein hoher Hefekeimbesatz im eingelagerten Siliergut und eine schlechte Verdichtung schafften in diesem Silo beste Bedingungen für das Schimmelpilzwachstum (Penicillium roqueforti).

Quelle: Winkelmann, Nutztierpraxis aktuell

Verschiedene Schimmelpilze erkennen



Monascus ruber

Farbe: kaminrot

Vorkommen: über das gesamte Silo verteilt

Mykotoxine

- Monacolin: Stören Pansenstoffwechsel und vermindern so die Verdaulichkeit verschiedener Nährstoffe, insbesondere der Rohfaser
- Citrinin: Leber- und nierenschädigend

Penicillium roqueforti

Farbe: blau-grün bis weisslich-grau

Vorkommen: über das gesamte Silo verteilt

Myxotoxine:

- Roquefortin C: Lähmuungen, Mastitis, „antibiotische" Wirkung im Pansen, möglicher „Carry over" in's essbare Gewebe; positiver Hemmstofftest in der Milch möglich
- Patulin: Fressunlust, Gewichtsverlust, Einstellen der Wiederkautätigkeit; hämorrhagische Störungen
- PR - Toxin
- Mycophenolsäure: Immunsuppressive Wirkung, blockiert Antikörperbildung und fördert so Ausbreitung von Infektionen
- Penicillinsäure

Aspergillus fumigatus

Farbe: blau-grün bis grau

Vorkommen: vornehmlich in den Randschichten

Mykotoxine:

- Verruculogen
- Fumitremorgen B Muskelzittern

Verschiedene Schimmelpilze erkennen

Sollte jedoch bereits oberflächlicher Schimmel sichtbar sein, so kannst du anhand dieser Tabelle eine erste Einschätzung vornehmen:

Pilzart	Färbung	Gebildete Mykotoxine
Penicillium	Grün-Blau	Ochratoxine, Citrinin, Patulin, Cyclopiazonsäure, Penitrem, Verrucologen
Aspergillus	Gelb-Grün	Aflatoxine, Ochratoxine, Patulin, Gliotoxin, Cyclopiazonsäure, Citreoviridin, Citrinin, Fumitremorgine, Verrucologen
Fusarium	Pink-Weiß	Zeralenone, Trichothecene, Fumonisin

Beurteilung von Futterverpilzungen

In der Praxis kann häufig schon durch das Aussehen und den Geruch des Futters (Schimmelgeruch) eine Grobeinschätzung des Verpilzungsgrades vorgenommen werden.

Bei stark verschimmeltem Futter bedarf es sicher keiner aufwendigen Analyse, um den futterhygienischen Zustand als mangelhaft zu erkennen.

Doch auch unverschimmeltes Material (durch Feldpilze) kann Mykotoxine enthalten!

Beurteilung von Futterverpilzungen – Schimmel und Mykotoxine

	Maissilage (n =26)		Grassilage (n =27)	
	Sichtbarer Schimmel		Sichtbarer Schimmel	
	ohne	mit	ohne	mit
Mittlere Keimzahl (log KbE/g Silage)	4,1	5,9	3,5	4,8
	Anzahl der positiven Proben			
Penicillium roqueforti	9	7	2	1
Aspergillus fumigatus	7	8	8	10
Monascus ruber	1	2	7	13

Fazit:
Auch Futter, welches einen tiefen Schimmelbefall aufweist, kann Mykotoxine enthalten!

Mykotoxinanalysen

UFAG LABORATORIEN

UFAG LABORATORIEN AG
Kornfeldstrasse 4
6210 Sursee, Schweiz

Ein direkter Zusammenhang zwischen der Stärke der Verschimmelung und der Menge an Mykotoxinen besteht nicht. Optisch kann die Kontamination also nicht abgeschätzt werden. Im Allgemeinen ist die Verteilung im Produkt ungleichmässig. Besonders wichtig ist somit eine repräsentative Probennahme.

Analysen:

- Bestimmung von Aflatoxine (B1, B2, G1, G2); Aflatoxin M1; Deoxynivalenol (DON); Fumonisine B1, B2; Ochratoxin A; Patulin; T-2, HT-2 Toxin; Zearalenon (ZON)
- Multimethode Trichothecene (DON, ZON, T2, HT-2)

Eurofins Scientific AG
Parkstrasse 10
5012 Schönenwerd
info@eurofins.ch +41 (0)62 858 71 00

Mykotoxine			
☐ Aflatoxin (B1, B2, G1, G2)	☐ Ochratoxin A	☐ Patulin	☐ Deoxynivalenol (DON)
☐ T-2/HT2-Toxin	☐ Fumonisin B1, B2	☐ Zearalenon (Z	☐ Paket (Afla, OTA, DON, ZON, T2/HT2, FUM)

*Preis CHF	Mykotoxin	Wesentliche Vorkommen	Wesentliche Wirkung	Tierart
120.-	Aflatoxine	Getreide, Mais, Soja, Ölsaaten	Schädigung Leber, Schwächung Immunsystem	alle
120.-	Ochratoxin A	Getreide Mais, Mischfutter	Nierendegeneration	besonders Geflügel, Schwein
150.-	Patulin	Apfel, Früchte, Brot	Störungen im Verdauungssystem, Erbrechen	alle
120.-	DON	Getreide, Heu, Stroh, Mischfutter, Leguminosen	Appetitmangel Schwächung Immunsystem	besonders Geflügel, Schwein
120.-	ZON	Mais, Maissilage, Weizen, Gerste, Heu, Mischfutter	verminderte Fruchtbarkeit	besonders Schwein, Schaf
140.-	T-2 Toxin/ HT2-Toxin	Getreide Ölsaaten Mischfutter	reduzierte Leistung Schwächung Immunsystem	besonders Geflügel
120.-	Fumonisin	Mais, Maissilage	neurologische Störungen Schädigung Leber, Lunge, Herz	besonders Pferd, Geflügel, Schwein
240.-	Paket 6 Mykotoxine (Afla, OTA, DON, ZON, T2/HT2, FUM)			

Alltech Biotechnology
Schweiz GmbH

Brühlstrasse 5/ 4. OG

4800 Zofingen

Riskobewertung mithilfe der 37+® Analyse

Bisher konnten mehr als 500 verschiedene Mykotoxine bestimmt werden. Alltech's 37+® ermöglicht im Vergleich zu Standardanalysen, die in der Regel 5-6 Mykotoxine nachweisen, eine wesentlich umfassendere Einschätzung des Mykotoxinrisikos, dem Ihre Tiere ausgesetzt sind. Alltech 37+ ist ein fortschrittliches Analyseverfahren zur Bestimmung der Mykotoxinbelastung im Futter. Mit Hilfe von Flüssigchromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (LS-MS/MS) ist es möglich **bis zu 54 Mykotoxine** in einer einzigen Einzel- oder Mischfuttermittelprobe schnell und zuverlässig zu analysieren.

Die 37+ Analyse ermöglicht im Vergleich zu Standardanalysen eine wesentlich umfassendere Einschätzung des Mykotoxinrisikos:

Massnahmen bei verschimmeltem Material

Futter nach Schimmelbefall einstufen

Futter entsorgen oder Verfüttern an unempfindliche Tiere

Futter verschneiden

Detoxifikation (entgiften)

Technisch
- Physikalisch
  Reinigen

- Chemisch
  Natriumlauge
  Natriumdisulfit
  Harnstoff

Futterzusätze
- Al-Silikat,
- Bentonite, Huminsäuren, Hefezellwände usw.

- Probiotika

- Enzyme

Siliermitteleinsatz
Liste Schweiz 2021

Liste B: Siliermittel gegen Nacherwärmungen und Schimmelbefall
Einsatz als vorbeugende Massnahme beim Einsilieren

Siliermittel	Bio	Dosierung für 100 kg Futter	Packung Volumen/ Gewicht	Packung Preis (Fr.)	Dosierung für 1 m³ Futter	Kosten (Fr.) für 1 m³ Futter
Säuren und Salze						
Kaliumsorbat		40 g	25 kg	160.40	240 g	1.55
Kofa Grain pH 5		0.4 l	25 l	120.00	2.4 l	11.50
Kroni 909 Stabisil		0.5 l	200 l	699.05	3 l	10.50
Lupro-Grain		0.5 l	30 l	101.40	3 l	10.15
Luprosil Agro		0.5 l	30 l	101.90	3 l	10.20
Mais-Kofasil		250 g	25 kg	96.90	1.5 kg	5.80
Mais Kofasil liquid		0.35 l	26 l	92.10	2.1 l	7.45
RB-sil		0.6 kg	1000 kg	1920.00	1.8 kg	6.90
Schaumasil supra NK		500 g	1000 kg	2220.00	1.8 kg	4.00
Silostar liquid HD		0.2 l	1000 l	3150.00	1.2 l	3.75
Xtrasil classic		0.3 l	1000 l	1806.00	1.8 l	3.25
Xtrasil excel HD		0.15 l	1000 l	2750.00	0.9 l	2.45
Milchsäurebakterien (MSB) (homo- und/oder heterofermentativ)						
EM Salutaris		0.25 l	25 l	62.50	1.5 l	3.75
Kofasil S	*	0.1 g	100 g	295.10	0.6 g	1.75
Lalsil Fresh HC		0.1 g	50 g	155.00	0.6 g	1.85
NH 708 uroSIL	*	0.25 l	25 l	64.00	1.5 l	3.85
Pioneer Sila-Bac Stabilizer	*	0.1 g	50 g	112.75	0.6 g	1.35
Rapid Fresh HC		0.1 g	50 g	171.30	0.6 g	2.05
Silo-Fit	*	0.25 l	25 l	62.50	1.5 l	3.75
Xtrasil FI		0.03 g	50 g	171.70	0.2 g	0.70
Kombination chemische Komponente + MSB (homo- und/oder heterofermentative)						
Combisil		50 g	20 kg	338.00	300 g	5.05
Ecocorn DoubleAction fl.		10 g	4.6 kg	192.00	60 g	2.50
Euro-Silco 7.5		15 g	7.5 kg	184.50	90 g	2.20
Kroni 908 Bactosil Plus		50 g	20 kg	215.25	300 g	3.20
Multifor-Sil CC		50 g	20 kg	268.50	300 g	4.00

Siliermitteleinsatz (DLG geprüfte Siliermittel)

WR 1

Verbesserung des Gärverlaufs

WR 2

Verbesserung der aeroben Stabilität

WR 3

Reduzierung des Gärsaftanfalles

(keine Produkte mit Gütezeichen vorhanden)

WR 4

Indirekte Verbesserung von Futterwert und damit auch der Leistung

WR 5

Verhinderung der Vermehrung von Clostridien

WR 6

Verbesserung der Methanerzeugung von Silagen

- Bei WR2 wird nicht direkt der Mykotoxinbefall angeschaut, sondern die Verhinderung von Nacherwärmungen und Pilzbefall.

Lalsil Dry HC

Die Konservierung bringt folgende Vorteile:

- Optimierung des Nährwertes
- Optimierung der Futteraufnahme
- Erhöhung der Sicherheit: Listerien und buttersäure-bildende Bakterien sind empfindlich gegenüber tiefem pH. Je rascher die Ansäuerung der Silage erfolgt, desto weniger können sich unerwünschte Mikroorganismen entwickeln. Mikrobiologisch aktive Siliermittel tragen dazu bei, unerwünschte Mikroorganismen zu hemmen, in dem sie die Ansäuerung der Silage beschleunigen.
- Verminderung von Verlusten
- **Vermeidung der Verbreitung von Mykotoxinen.**

Mykotoxinbinder

In der Schweiz wie in der EU wurde vor wenigen Jahren eine Futtermittel-Zusatzstoffkategorie "Stoffe zur Verringerung der Kontamination von Futtermitteln mit Mykotoxinen" kreiert.
Bis heute wurde kein Antrag für die Zulassung eines solchen Zusatzstoff gestellt.
Um einen solchen Antrag zu stellen muss u.a. die Wirksamkeit belegt werden und eine Nachweis-methode entwickelt werden.

Geinoz, 2012

Eigenschaften verschiedener Mykotoxinbinder

Stoffklasse	Wirkmechanismus	Zieltoxin	Problematik
Silikate (Bentonite, Zeolith)	Kovalente Bindung polarer Gruppen	z.B. Aflatoxin B1	Nicht selektiv, daher werden auch andere polare Stoffe gebunden
Aktivkohle	Adsorption	Alle	Nicht selektiv, bindet alle Stoffe und ist daher schnell überladen
Glucane/ Glucomannane (Hefeprodukt)	Adsorption	Alle	Eingeschränkt selektiv
Enzyme	Umbau/Abbau	Einzelne Stoffgruppen	Selektiv, jedoch teuer, das entsprechende Toxin muss auch das Leittoxin im Futtermittel sein

1.7 Funktionsgruppen m: Verringerung der Kontamination mit Mykotoxinen und n: Stoffe zur Verbesserung der hygienischen Beschaffenheit

Kenn-nummer	Kate-gorie	Funktions-gruppe	Futtermittelzusatzstoff	Chemische Bezeichnung, Beschreibung	Tierart oder Tierkategorie	Mindest-gehalt	Höchst-gehalt	Sonstige Bestimmungen
						mg/kg des Allein-futtermittels mit 12 % Feuchtigkeit		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1m558	1	m	Bentonit	Bentonit: ≥ 70 % Smektit < 10 % Opal und Feldspat < 4 % Quartz und Calcit Aflatoxin-B1-Bindungskapazität (BK_{AfB1}) über 90 %	Wiederkäuer Geflügel Schweine	–	20 000	Zur Verringerung der Kontamination von Futtermitteln mit dem Mykotoxin Aflatoxin B_1. Angaben in der Gebrauchsanweisung: – «Die gleichzeitige orale Verabreichung von Makroliden ist zu vermeiden»; Für Geflügel: – «Die gleichzeitige Verabreichung von Robenidin ist zu vermeiden». Die gleichzeitige Verabreichung von Kokzidiostatika ausser Robenidin ist kontraindiziert bei einer Bentonit-Menge ab 5000 mg/kg Alleinfuttermittel. Die Gesamtmenge an Bentonit darf den in Alleinfuttermitteln zulässigen Höchstgehalt von 20 000 mg/kg Alleinfuttermittel nicht übersteigen. Die Verwendung des Zusatzstoffs ist in Futtermitteln erlaubt, die den Rechtsvorschriften über unerwünschte Stoffe in Futtermitteln genügen. Sicherheitshinweis: Bei der Handhabung sind Atemschutz, Schutzbrille und Handschuhe zu tragen.

Mutterkornbefall

Mutterkornbesatz
auf Knaulgras

Extensiv genutzte Wiese,
wo 5-10 % der Fläche
stehen gelassen wird

Mutterkorn hat negative
Auswirkungen auf die
Tiergesundheit

Mutterkornbefall bei extensiver Bewirtschaftung
(Wyss et al., 1997)

Aufwuchs	Datum	Alter des Futters Tage	Mutterkornbesatz g/kg TS
1. Aufwuchs	18. Juli	-	0.50
2. Aufwuchs	7. Sept.	76	0.52
2. Aufwuchs	27. Sept.	84	1.55
2. Aufwuchs	8. Okt.	104	1.98
3. Aufwuchs	16. Okt.	53	0.14
3. Aufwuchs	20. Okt.	89	0.28

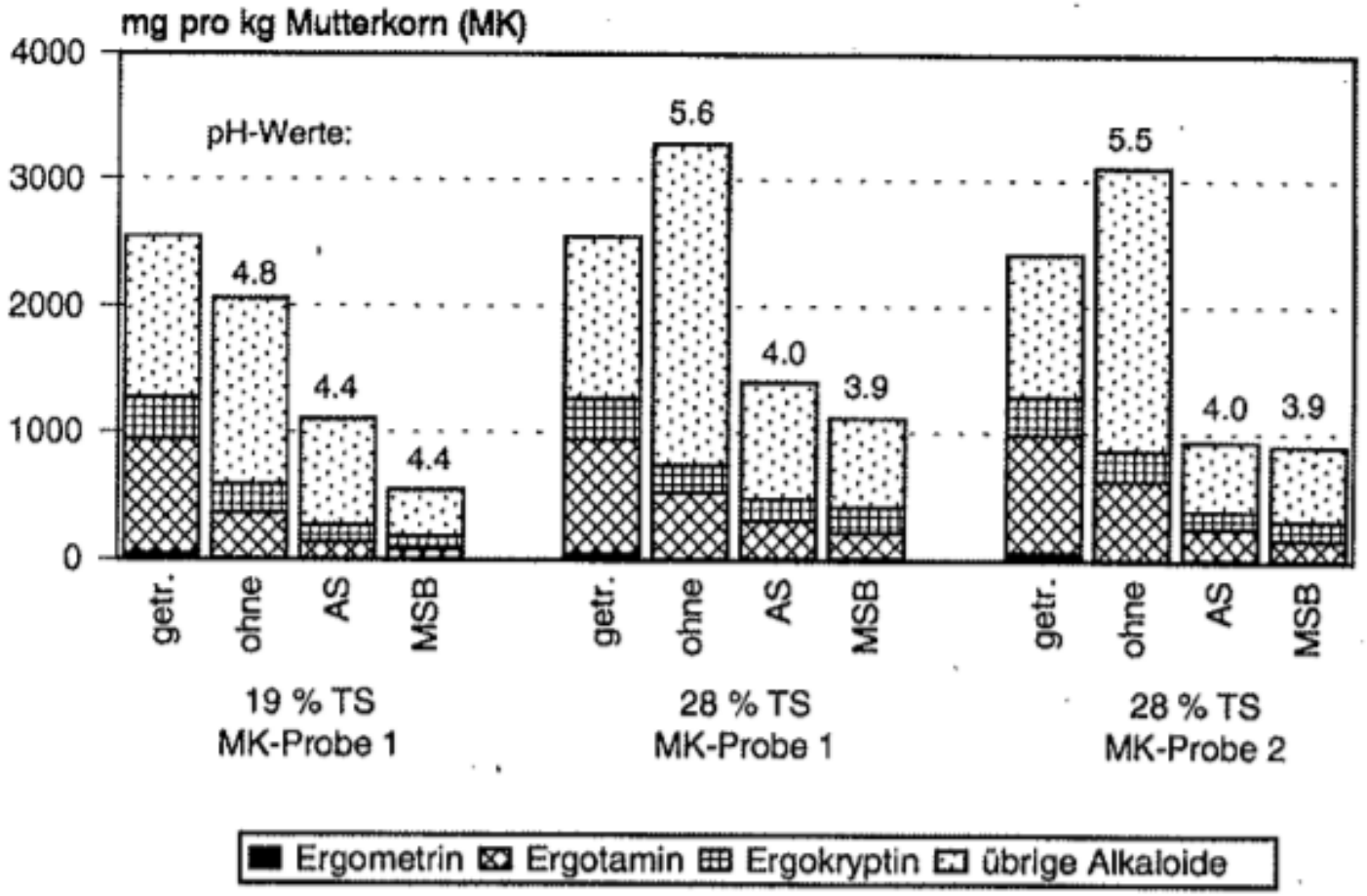
Grenzwert nach FMBV: 1 g Mutterkorn pro kg Futter

Durch Mutterkorn verursachte Krankheiten

Je nach Alkaloid

- Durchblutungsstörungen → Absterben der Extremitäten
- Kontraktion Uterus → Aborte
- Agalaktie (Ausbleiben der Milchbildung)

Silagebereitung und Siliermitteleinsatz auf den Alkaloidgehalt



Wyss et al., 1997

Abb. 3. Einfluss des Silierens und eines Siliermitteleinsatzes auf den Alkaloidgehalt von Raigrasssklerotien im Vergleich zu luftgetrockneten Sklerotien bei Grassilage mit unterschiedlichen TS-Gehalten. (getr.: luftgetrocknete Vergleichsproben; ohne: ohne Zusatz; AS: Ameisensäure; MSB: Milchsäurebakterien-Impfzusatz)

Fazit: Siliermitteleinsatz reduziert die Alkaloide

Vorbeugende Massnahmen und Bekämpfung

- Vor dem Mähen sollten die Futterflächen auf einen Mutterkornbesatz kontrolliert werden. Weisen die Gräser einen hohen Mutterkornbesatz auf, dann sollte das Futter nicht mehr verfüttert, sondern entsorgt werden.
- Sklerotien überleben nur etwa 1 bis 3 Jahre im Boden. Eine Fruchtfolge mit einem Unterbruch von zwei bis drei Jahren zwischen anfälligen Kulturen genügt, um den Zyklus zu unterbrechen.
- Ein tiefes Pflügen bringt die Sklerotien in den Boden (tiefer als 4 cm), wo sie verfaulen bevor sie keimen können.
- Infizierte Gräser an Feldrändern oder im Getreidebestand sind wichtige Infektionsquellen. Deshalb müssen sie vor der Getreideblüte sauber geschnitten, beziehungsweise beseitigt werden.
- Wiesen und Weiden sollten vor der Blüte genutzt oder geschnitten werden. Dies steht jedoch im Widerspruch zu gewissen Ökomassnahmen.
- Nach der Beweidung sollte eine Nachmahd erfolgen, damit möglichst wenige Halme stehen bleiben.
- Eine leicht mit Sklerotien verseuchte Wiese eher als Heu nutzen und nicht als Silage. Durch die Heubereitung fallen viele Sklerotien auf den Boden.

Mit dem Controlling am Silo steht ein wichtiges Instrument für die Steuerung der Silagequalität zur Verfügung. Aus den Ergebnissen wurden Empfehlungen für die Vorgehensweise in verschiedenen praxisrelevanten Situationen abgeleitet. Die eingangs angeführte Schrittmacherfunktion zur Hygiene am Silo kann hierdurch gewährleistet werden. Zunächst ist mit dem Controlling am Silo ein zusätzlicher Messaufwand verbunden. Die Informationen, die sich aus der Dichte- und Temperaturmessung ableiten lassen, geben Hinweise zur Optimierung des Verfahrens und erklären die Nacherwärmung. Damit können Nährstoffverluste und negative Einflüsse auf Leistung und eventuell Tiergesundheit eingegrenzt werden. Schimmeliges Futter sollte nicht verfüttert werden. Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen die Beratungsempfehlung. Bei nacherwärmten Futter ist ebenfalls Vorsicht geboten. Zu warten (füttern), bis ein Tierarzt auf die Futterqualität verweist, beinhaltet wirtschaftliche Schäden durch mangelnde Futter- bzw. Energieaufnahme. Ein abgestimmtes Controlling am Silo ist ein zukunftsträchtiges Steuerungsinstrument für den Landwirt und die beteiligten Maschinenringe oder Lohnunternehmen. Die Einbindung in Schule und Beratung ist zu empfehlen.

Folgerungen Mykotoxine: Empfehlungen für die Praxis

1. Im **Silagemanagement** liegt der Hauptansatzpunkt um gezielt die Silagequalität bis zum Trog zu steuern und zu verbessern.

2. Bei der Einsilierung sind die einzelnen Verfahrensschritte eng aufeinander abzustimmen. Das schwächste Glied, oft die Verdichtung, ist der Punkt zur Ausrichtung.

3. Eine entscheidende Bedeutung für die Herstellung „pilzfreier“ Silage hat die **Verdichtung und die luftdichte Abdeckung** des Siliergutes. Mit zunehmenden Gehalten an Trockenmasse steigen die Vorgaben zur Verdichtung. Der Steigerung der Verdichtung im oberen und seitlichen Silobereich ist besondere Beachtung beizumessen.

4. Eine sorgfältige sensorische Prüfung der Silage bei der Entnahme auf Verpilzung und Erwärmung ist zu empfehlen. Vorschub muss angepasst sein! Informationen, die sich aus der **Dichte- und Temperaturmessung** ableiten lassen, geben Hinweise zur Optimierung des Verfahrens und erklären die Nacherwärmung und den Schimmelbefall.

5. Pilzbefallene Stellen sind grosszügig zu entfernen.