

Nutztiere

Mykotoxine in Schweizer Futtermitteln und Getreide

Levente Czeglédi, Universität Debrecen, Böszörményi 138, 4032 Debrecen, Ungarn

Andreas Gutzwiller, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-1725 Posieux

Auskünfte: Andreas Gutzwiller, E-Mail: andreas.gutzwiller@alp.admin.ch, Fax +41 26 407 73 00, Tel. +41 26 407 72 23

Zusammenfassung

Die Literaturübersicht umfasst die zwischen 1980 und 2003 publizierten Untersuchungen zum Fusarienbefall von Schweizer Getreide und zum Vorkommen von Mykotoxinen in Schweizer Getreide und Mischfuttermitteln. Von den rund 3500 auf Aflatoxin untersuchten Proben waren nur wenige kontaminiert. Dass dieses Mykotoxin auch in gemässigten Klimazonen gebildet werden kann, zeigte der Nachweis geringer Aflatoxinmengen in feucht gelagertem einheimischem Mais. Ochratoxin A, das wie Aflatoxin bei der Lagerung gebildet wird, konnte nur in einer von 272 analysierten Proben nachgewiesen werden.

Die visuelle Beurteilung von rund 23'000 untersuchten Weizenposten zeigte, dass im Jahre 1993 mit einem nassen Sommer 1,7 % und im Jahre 1994 mit einem trockenen Sommer 0,2 % der Proben mit Fusarien befallen waren. Die Befallsstärke unterschied sich nicht signifikant zwischen konventionell und extensiv angebautem Weizen.

Von Fusarien gebildete Mykotoxine wurden in verschiedenen Halmgetreidearten untersucht, wobei Weizen mehr als die Hälfte der Proben ausmachte. Deoxynivalenol (DON) wurde am häufigsten nachgewiesen (in 40 % der 1200 analysierten Proben), gefolgt von T-2 Toxin (12 % von 211 Proben) und Zearalenon (10 % von 950 Proben), während Nivalenol in keiner der 78 untersuchten Proben gefunden wurde. Die Schweizer Getreide waren von wenigen Ausnahmen abgesehen nur schwach mit Mykotoxinen kontaminiert.

Schimmelpilze beeinträchtigen die Futterqualität, indem sie Nährstoffe abbauen und giftige Stoffwechselprodukte (= Mykotoxine) bilden, welche die Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Tiere beeinträchtigen. Die systematische Erforschung der Mykotoxine begann um 1960 mit der Entdeckung des Aflatoxins, nachdem in England über 100'000 Truten an den Folgen einer Vergiftung mit Erdnusskuchen, der mit diesem Mykotoxin kontaminiert war, gestorben waren. Seither ist eine grosse Zahl von Mykotoxinen entdeckt worden. Zur Sicherung der Qualität von Futter- und Lebensmitteln werden diese regelmässig auf Pilzgifte untersucht. Dass diese kontinuierliche Überwachung nötig ist, zeigen die Angaben vom Council for Agricultural Science and Technology (CAST 1989), wonach weltweit

rund ein Viertel des geernteten Getreides mit Mykotoxinen kontaminiert ist.

Die vorliegende Veröffentlichung gibt einen Überblick über die in der Schweiz zwischen 1980 und 2003 publizierten Untersuchungen zum Fusarienbefall von Getreide und zur Mykotoxinkontamination von Futtermitteln.

Gesetzliche Regelung der Mykotoxine in der Schweiz

Aflatoxin ist in der Schweiz wie auch in der EU das einzige Mykotoxin, für das gesetzlich festgelegte Höchstwerte in Futtermitteln bestehen. Als Schutzmassnahme gegen Mutterkornalkaloidvergiftungen ist zudem in der EU und in der Schweiz ein Höchstgehalt von 1000 mg Mutterkorn pro kg unzerkleinertes Getreide gesetzlich festgelegt.

Da in tierischem Gewebe und vor allem in Milch Rückstände von Aflatoxin vorkommen können, muss eine Kontamination von Futtermitteln mit diesem hochgiftigen Mykotoxin auch im Hinblick auf die menschliche Gesundheit vermieden werden. Weil das Risiko einer Aflatoxinkontamination in Erdnuss-Schrot viel höher als in allen übrigen Futtermitteln ist, war die Fütterung dieses Futtermittels an Milchkühe von 1977 bis 1995 verboten (EVD 1976). 1995 wurde das Fütterungsverbot von Erdnuss-Schrot aufgehoben und durch Höchstgehalte für Aflatoxin B1 in verschiedenen Futtermitteln ersetzt (EVD 1999; siehe Tab. 1).

Für die anderen Mykotoxine existieren keine gesetzlichen Höchstwerte. Die vom deutschen Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2000) herausgegebenen Orientierungswerte für Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon in Futtermitteln (Tab. 2) werden auch in der Schweiz häufig als Orientierungswerte verwendet.

Aflatoxin in Schweizer Futtermitteln

Das Mykotoxin Aflatoxin B1, das durch Aspergillen gebildet wird, tritt häufig in feucht gelagerten Posten von Erdnüssen und Mais auf. Der Befall durch die Aspergillen erfolgt jedoch schon auf den wachsenden Pflanzen auf dem Feld (Moss 1989). Die publizierten Untersuchungen von Futtermitteln

auf Aflatoxin B₁ sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Während in Mischfutter von Kühen aus den Jahren 1976 und 1977 durchschnittlich 50 µg/kg Aflatoxin B₁ nachgewiesen wurde, sank die durchschnittliche Kontamination auf einen Bruchteil dieser Werte, nachdem Erdnuss-Schrot für Milchkühe verboten worden war (Rihs *et al.* 1982; Morel 1983; Hüni *et al.* 1990). Diese Entwicklung zeigt deutlich, dass Erdnuss-Schrot die wichtigste Aflatoxinquelle war und dass diese einfache Vorschrift sehr effizient war. In Silagen wurde nie Aflatoxin nachgewiesen (Schneider *et al.* 1980). Dass dieses Mykotoxin auch unter unseren Klimabedingungen gebildet werden kann, zeigt die Untersuchung von Steiner *et al.* (1991): während keine von 33 auf dem Feld gezogenen Körnermaisproben mit Aflatoxin B₁ kontaminiert war, wurden in Mais, der im gleichen Jahr im gleichen Gebiet in der Nordschweiz geerntet worden war,

Tab. 1. Höchstgehalte für Aflatoxin B1 in Schweizer Futtermitteln (EVD 1999)

Futtermittel	µg/kg
Babassusamen, Baumwollsaat, Erdnüsse, Kokosnuskerne, Maiskörner, Palmkerne und Produkte ihrer Verarbeitung	
Als Ausgangsprodukte	200
Als Einzelfuttermittel	20
Andere Einzelfuttermittel/Ausgangsprodukte	50
Allein- und Ergänzungsfuttermittel für Rinder, Schafe und Ziegen, ausgenommen Milchvieh, Kälber und Lämmer	50
Ergänzungsfutter für Schweine und Geflügel, ausgenommen Jungtiere	30
Alleinfutter für Schweine und Geflügel, ausgenommen Jungtiere	20
Ergänzungsfutter für laktierende Rinder, laktierende Schafe und laktierende Ziegen	5
Andere Allein- und Ergänzungsfuttermittel	10

Tab. 2. Orientierungswerte für Konzentrationen von Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon im Futter von Schwein, Rind und Huhn (mg/kg Futter; bei 88% Trockensubstanz), bei deren Unterschreitung die Gesundheit und Leistungsfähigkeit nicht beeinträchtigt wird.

Tierart bzw. Tierkategorie	DON	Zearalenon
Schwein: präpubertäre weibliche Zuchtschweine	1,0	0,05
Schwein: Mastschweine und Zuchtsauen	1,0	0,25
Rind: präruminierend	2,0	0,25
Rind: weibliche Aufzuchtrinder, Milchkühe	5,0	0,5
Rind: Mastrinder	5,0	- ⁽¹⁾
Huhn: Legehühner, Masthühner	5,0	- ⁽¹⁾

Herausgeber: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2000)

⁽¹⁾ nach derzeitigem Wissensstand keine Orientierungswerte erforderlich

Tab. 3. Aflatoxin B₁ in Schweizer Futtermitteln

Futtermittel	n	Positive Proben %	Nachweisgrenze µg/kg	\bar{x} µg/kg	Höchstwerte µg/kg	Probenahme Jahr	Quelle
Mischfutter für Milchkühe	59	93	1	47	>50	1976/77	Rihs <i>et al.</i> (1982);
	780	56		24	>50	1977/78	Morel (1983);
	1038	47		6,8	>50	1978/79	Hüni <i>et al.</i> (1990)
	274	28		16		1979/80	
	38	20		2,5		1980/81	
	109	12		1,8	4,8	1981/82	
Mischfutter für Milchkühe	142	6	-	«tief»	-	1986/87	Morel (1987)
Komponenten Milchviehfutter	25	12					
Mischfutter für Milchkühe	153	2	-	«tief»	-	1989/90	Guidon (1990)
Mischfutter für Milchkühe	322	2	2	-	6	1994	Gafner <i>et al.</i> (1994)
Gras-Silage	51	0	1	<1	<1	1979	Schneider <i>et al.</i> (1980)
Mais-Silage	74	0		<1	<1	1979	
Silagen (Gerste, Roggen, Rübenblatt)	10	0		<1	<1	1979	
CH Körnermais ab Feld	33	0	0,2	<0,2	<0,2	1987	Steiner <i>et al.</i> (1991)
CH Körnermais gelagert	22	10	0,2	1,8†	3,2†	1987/88	

n = Anzahl untersuchte Proben; \bar{x} = Mittelwert der positiven Proben; † Die 22 Proben (rund 20 kg je Probe) wurden mit der BGY-Fluoreszenz geprüft; fluoreszierende Körner wurden auf Aflatoxin analysiert, und die Kontamination der gesamten Probe wurde rechnerisch ermittelt (Einzelheiten: siehe Text).

Abb. 1. Nachweis des Schimmelpilzes *Aspergillus ochraceus* aus einem verdorbenen Futtermittel. Nach Beimpfung eines geeigneten Nährmediums wachsen Kolonien, die aufgrund ihres Aussehens taxonomisch bestimmt werden können. (Foto: Olivier Bloch, Agroscope Liebefeld-Posieux)



Abb. 2. Nachweis von Schimmelpilzen der Gattung *Penicillium* aus einem verdorbenen Futtermittel (Maissilage). Die kleinen weissen Kolonien sind Hefen. (Foto: Jean-Louis Gafner, Agroscope Liebefeld-Posieux)

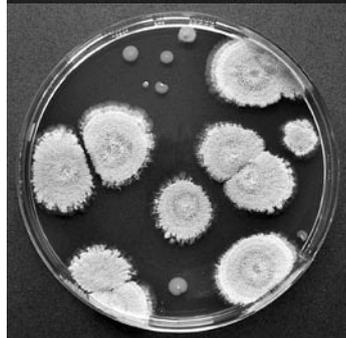
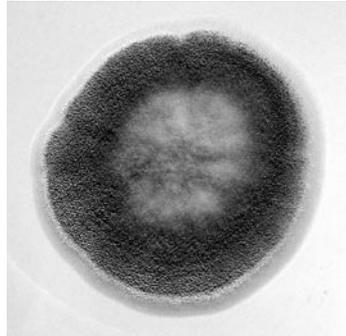


Abb. 3. Eine Kolonie von *Aspergillus versicolor* aus einem Mischfutter, auf Malzextrakt-Nährmedium während sieben Tagen bei 25°C bebrütet. (Foto: Jean-Louis Gafner, Agroscope Liebefeld-Posieux)



nach einigen Monaten Lagerung geringe Mengen an Aflatoxin B1 nachgewiesen: 10 von 22 Proben wiesen in der Voruntersuchung eine BGY-Fluoreszenz (BGY=bright greenish yellow) auf, die im Mais häufig mit Aflatoxin B1 vergesellschaftet ist. Die Analyse der fluoreszierenden Körner und die Rückrechnung auf die gesamte Probe ergab, dass die Kontamination maximal 3,2 µg/kg betrug. Die kontaminierten Proben stammten aus Mühlen, welche aus Kapazitätsgründen den angelieferten Mais nicht sofort trocknen konnten. Das Aflatoxin war folglich während der Lagerung der ungenügend getrockneten Ware gebildet worden.

Ochratoxin in Schweizer Getreide

In den beiden publizierten Untersuchungen wurde trotz der empfindlichen Nachweismethode in praktisch keiner Getreideprobe Ochratoxin A gefunden (Tab. 4). Da Ochratoxin in zu feucht gelagertem Getreide gebildet wird, ist dieses Resultat

ein Hinweis auf die guten Lagerbedingungen der untersuchten Getreideposten. Im Serum von Schweizer Schlachtschweinen wurden nur sehr tiefe Ochratoxinkonzentrationen gefunden (König-Bürgi 1995), was ebenfalls darauf hinweist, dass die Ochratoxin-Kontamination der in der Schweiz hergestellten Futtermittel nicht zu Bedenken Anlass gibt.

Fusarien und deren Toxine in Schweizer Getreide

Zwischen 1992 und 1994 wurde in der Schweiz erstmalig in grossem Umfang einheimisches Getreide auf Fusarienbefall und Fusarientoxine untersucht (Bucheli *et al.* 1996). Die visuelle Beurteilung von Brotgetreideproben aus Getreideannahmestellen zeigte, dass im Jahre 1993 mit einem nassen Sommer 1,7 % und im Jahre 1994 mit einem trockenen Sommer 0,2 % der untersuchten Proben mit Fusarien befallen waren (Tab. 5). Extensiv angebaute Weizen (keine Behandlung mit Fungiziden, Insektiziden und Wachstumsregulatoren) unterschied sich weder im Fusarienbefall noch in der Mykotoxinkontamination signifikant von konventionell angebautem Weizen. Dagegen gab es Hinweise auf sortenbedingte Unterschiede in der Anfälligkeit gegen Fusarienbefall. Die visuelle Untersuchung des Weizens auf Fusarienbefall ermöglichte eine recht gute Voraussage über die Kontamination mit DON, dem am häufigsten analysierten Fusarientoxin.

Tab. 4. Ochratoxin A in Schweizer Getreide

Futtermittel	n	Positive Proben %	Nachweisgrenze µg/kg	höchste Werte µg/kg	Jahr der Probenahme	Quelle
Weizen	177	1	0,1	0,7	1993/95	Noser <i>et al.</i> (1996)
Getreide	95	0	0,1	<0,1	1995	Strauss (1996)

n = Anzahl untersuchte Proben

Tab. 5. Fusarienbefall von Weizen, der 1993 -1994 in verschiedenen Gegenden der Schweiz angebaut worden war (Bucheli *et al.* 1996)

Gegend	1993		1994	
	n	Positive Proben, %	n	Positive Proben, %
La Côte-Wallis	393	0,5	440	0,5
Gros de Vaud	3561	0,6	2977	0,1
Nordwest-Jura	1822	2,7	4200	0,1
Westliches Mittelland	1854	1,5	1827	0,1
Östliches Hügelland	216	1,9	224	0,4
Östliches Mittelland	730	3,8	855	0,5
Ostschweiz	1529	2,7	1126	0,9
Total	10105	1,7	11649	0,2

Schachermayr und Fried (2000) geben einen Überblick über den Befall von Schweizer Saatgut mit verschiedenen Arten der Gattung *Fusarium* (Tab. 6). Der Befall mit *F. graminearum* hat im Vergleich zu Untersuchungen von 1971 bis 1974 (Häni 1980) tendenziell zugenommen, während *F. culmorum* zurückgedrängt wurde.

DON

DON ist das in Schweizer Futtermitteln am häufigsten nachgewiesene Mykotoxin (Tab. 7). Die analysierten DON-Konzentrationen zeigen, dass Schweizer Getreide im allgemeinen nur schwach kontaminiert ist, was unter anderem auf die Beachtung günstiger Fruchtfolgen zurückzuführen sein dürfte. Im Jahre 2002 zum Beispiel enthielten knapp 3 % der untersuchten Proben Werte über 1 mg/kg (Gutzwiller *et al.* 2002). Einzelne Getreideposten waren jedoch stark kontaminiert (bis 12 mg/kg), so dass in seltenen Fällen akute Probleme bei Nutztieren nicht auszuschliessen sind (Gutzwiller *et al.* 2002).

Zearalenon

Dieses von Fusarien gebildete Mykotoxin wurde im Vergleich zu DON nur in einem geringen Anteil der untersuchten Proben nachgewiesen (Tab. 8). Praktisch sämtliche Proben, in denen Zearalenon nachgewiesen wurde, waren auch mit DON kontaminiert. Man kann folglich davon ausgehen, dass ein Getreideposten ohne nachweisbares DON kaum mit nennenswerten Mengen an Zearalenon kontaminiert ist. Mais hatte den höchsten Anteil an zearalenonhaltigen Proben, auch wenn der höchste nachgewiesene Gehalt von 1,6 mg/kg in einer Triticaleprobe gefunden wurde. Schweizer Getreide scheint im internationalen Vergleich (Pittet 1998) selten mit Zearalenon kontaminiert zu sein.

T-2 Toxin

Im Gegensatz zu den Untersuchungen aus den 90er Jahren wurde in den letzten Jahren das T-2 Toxin in verschiedenen Getreideproben nachgewiesen (Tab. 9). Ausser in Haferproben wurden aber nur geringe Mengen dieses Mykotoxins gefunden, das ähnlich wie DON wirkt, aber schon bei tieferen

Tab. 6. Prozentualer Befall von Schweizer Getreide - Saatgutproben mit Fusarien – Mittelwerte aus den Jahren 1991 bis 1999 (Schachermayr und Fried 2000)

Fusarienart	Winterweizen n = 550	Sommerweizen n = 247	Wintergerste n = 405	Roggen n = 188	Mais n = 158
F. graminearum	0,5 (1,0)	0,3 (0,7)	0,5 (1,0)	0,4 (1,0)	0,1 (0,2)
F. culmorum	0,1 (0,1)	0,1 (0,1)	0,1 (0,3)	0,2 (0,3)	0,1 (0,4)
F. avenaceum	0,2 (0,7)	0,2 (1,0)	0,2 (0,3)	0,4 (2,0)	-
F. poae	1,1 (2,0)	0,5 (2,0)	0,2 (0,8)	0,1 (0,3)	0,5 (3,0)
F. moniliforme	-	-	-	-	13,9 (53,0)

Zahlen in Klammern = max. Jahresmittelwert

Konzentrationen als das DON toxisch ist.

lenol ist, während in Japan und Korea Nivalenol eine viel wichtigere Rolle als DON spielt.

Nivalenol

Es existieren keine neueren Untersuchungen zum Vorkommen von Nivalenol in Schweizer Getreide. In keiner der von Wegmüller und Steiner (1994) und von Bucheli *et al.* (1996) untersuchten 78 Getreideproben wurde Nivalenol nachgewiesen. Diese Resultate bestätigen die Aussage von Tanaka *et al.* (1988), dass in Europa, Amerika und China DON von viel grösserer Bedeutung als Niva-

Schlussfolgerungen

Die Übersicht zeigt, dass in den untersuchten Schweizer Getreideproben und Futtermitteln aus den Jahren 1976 bis 2003 nur selten hohe Mengen an Mykotoxinen nachgewiesen wurden. Das bis 1995 geltende Verbot von Erdnusschrot in Milchviehfutter war eine wirksame Vorbeugemassnahme gegen die Aflatoxinkontamination. Die generell geringe Kontamination der

Tab. 7. DON in Schweizer Getreide

Getreide	n	Positive Proben %	Nachweisgrenze µg/kg †	höchste Werte µg/kg	Jahr der Probe-nahme	Quelle
Versch. Getreide	17	0	-	-	1992/93	Wegmüller & Steiner (1994)
Weizen	61	34	10	80	1993	Bucheli <i>et al.</i> (1996)
	177	85	20	1000	1993/95	Noser <i>et al.</i> (1996)
Versch. Getreide	94	96	20	1000	1995	Strauss (1996)
Weizen	45	11	200	<500	1999	Chaubert (2002)
	199	11	200	>500	2000/01	Gutzwiller <i>et al.</i> (2002)
	193	31		>500	2002	
Triticale	49	53		>500	2000/01	
	71	58		>500	2002	
Gerste	137	5		<500	2000/01	
	46	22		>500	2002	
Hafer	15	33		>500	2000/01	
	27	0		<200	2002	
Roggen	17	18		<500	2000/01	
	16	12		<500	2002	
Mais	32	94	200	>500	2002	Gutzwiller <i>et al.</i> (2003)

n = Anzahl untersuchte Proben

† In den vor 2000 publizierten Untersuchungen wurden aufwendige chemische Nachweismethoden mit einer tiefen Nachweisgrenze verwendet, während in den später publizierten Untersuchungen die Analysen mittels ELISA-Tests durchgeführt wurden, welche eine höhere Nachweisgrenze aufweisen.

Tab. 8. Zearalenon in Schweizer Getreide

Getreide	n	Positive Proben %	Nachweisgrenze µg/kg †	höchste Werte µg/kg	Jahr der Probe-nahme	Quelle
Weizen	61	5	10	16	1993	Bucheli <i>et al.</i> (1996)
	95	1	5	18	1995	Noser <i>et al.</i> (1996)
	199	4	50	<100	2000/01	Gutzwiller <i>et al.</i> (2002)
Triticale	193	10		>100	2002	
	42	26		>100	2000/01	
Gerste	71	23		>100	2002	
	137	7		<100	2000/01	
Hafer	46	2		<100	2002	
	15	87		<100	2000/01	
Roggen	27	0		<50	2002	
	17	0		<50	2000/01	
Mais	16	19		<100	2002	
	32	37	50	>100	2002	Gutzwiller <i>et al.</i> (2003)

n = Anzahl untersuchte Proben

† In den vor 2000 publizierten Untersuchungen wurden aufwendige chemische Nachweismethoden mit einer tiefen Nachweisgrenze verwendet, in den später publizierten Untersuchungen wurden ELISA-Tests mit einer etwas höheren Nachweisgrenze verwendet.

Tab. 9. T-2 Toxin in Schweizer Getreide

Getreide	n	Positive Proben %	Nachweisgrenze µg/kg	höchste Werte µg/kg	Jahr der Probe-nahme	Quelle
Getreide	17	0	–	–	1992/93	Wegmüller und Steiner (1994)
Weizen	61	0	–	–	1993	Bucheli <i>et al.</i> (1996)
	29	21	50	<100	2000/01	Gutzwiller <i>et al.</i> (2003)
	42	14		<100	2002	
Triticale	13	24		<100	2000/01	
	15	13		<100	2002	
Gerste	12	8		<100	2000/01	
	6	0		<50	2002	
Hafer	7	71		440	2002	
Roggen	3	0		<50	2000/01	
	6	50		<100	2002	



Abb. 4. Links mit Fusarien stark befallener Weizen, rechts gesunder Weizen. Mit Fusarien befallenes Getreide enthält Kümmerkörner sowie rötlich verfärbte Körner. (Foto: Andreas Hecker, Agroscope Reckenholz-Tänikon)

untersuchten Getreideproben mit Fusarientoxinen weist darauf hin, dass infolge geeigneter Anbaumethoden und Verwendung wenig anfälliger Getreide die Ährenfusariose der Getreide keine grosse Rolle spielt. Dank guter Lagerbedingungen scheint die Ochratoxinkontamination ebenfalls von geringer Bedeutung zu sein.

Literatur

■ Bucheli B., Diserens P., Rychener M., Tièche J. D. & Trenkner, N., 1996. Untersuchungen zum Fusarienbefall und zur Mykotoxinbelastung des schweizerischen Brotgetreides der Ernten 1992-1994. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **87**, 84-102.

■ Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 2000. Orientierungswerte zur Mykotoxinbelastung von Futtermitteln mit Deoxynivalenol und Zearalenon, im Rahmen des § 3 des deutschen Futtermittelgesetzes herausgegeben (Quelle: VDM 27/00, S. 2-3).

■ CAST (Council for Agricultural Science and Technology, Ames, USA), 1989. *Mycotoxins: Economics and Health Risks*. Ames, Iowa, USA. Task Force Report 116. 91.

■ CAST (Council for Agricultural Science and Technology, Ames, USA) (2003): *Mycotoxins: Risks in Plant, Animal, and Human Systems*. Ames, Iowa, USA. 199.

■ Chaubert C., 2002. Wenig Proben mit erhöhten Mykotoxingehalten beim Inlandgetreide. *Agrarforschung* **9** (2), 67-69.

■ EVD (Eidgenössische Volkswirtschaftsdepartement), 1976: *Futtermittel*. Herausgegeben von der Bundeskanzlei.

■ EVD (Eidgenössische Volkswirtschaftsdepartement), 1999. *Futtermittel*. Herausgegeben von der Bundeskanzlei.

■ Gafner J.-L., Guidon D., Chaubert C. & Rihs, T., 1994. Survey of Mycotoxin Contamination of Swiss Feedstuffs using ELISA Tests. 4th AOAC International Symposium. Nyon. 18.

■ Guidon D., 1990. Milchviehfutter frei von Aflatoxin. *Zentralblatt für Land- und Milchwirtschaft* **76** (17), 18.

■ Gutzwiller A., Chaubert C. & Gafner, J.-L., 2002. A Survey of Fusarium Mycotoxins in Cereals Grown in

Switzerland. Workshop COST. 5-6 Decembre, 2002. 7-9.

■ Gutzwiller A., Chaubert C., Gafner J.-L. & Glauser, W., 2003. Mycotoxine im Schweizer Getreide – Erhebung 2002. *Agrarforschung* **10**, 110-114.

■ Häni F., 1980. Fusarium diseases of cereals in Switzerland: prevalence on cereal seed, on wheat ears and in soil. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **87**, 257-280.

■ Hüni K., Schneider J., Zanetti G. & Rihs, T., 1990. Survey of aflatoxin content in Swiss concentrate for dairy cattle. *J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol* **10**, 160-161.

■ König-Bürgi D., 1995. Ein Beitrag zum Nachweis von Ochratoxin A im Blutserum von Schweinen in der Schweiz. Dissertation. Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Bern. 52 S.

■ Morel J., 1983. Vorkommen und Gefahren von Mycotoxinen in der Fütterung. Rinderfütterung und Futtermittelhygiene. Hrsg. Niederösterr. Landes- und Landwirtschaftskammer. Wien. 31-38.

■ Morel J., 1987. Milchviehfutter frei von Aflatoxin. *LID Pressedienst* **35** 1495. 6-7.

■ Morel J., 1989. Milchviehfutter frei von Aflatoxin. *Prüf mit. Zeitschrift des Konsumentinnenforums* **21** (5), 9.

■ Moss M. O., 1989. Mycotoxins of Aspergillus and other filamentous fungi. *J. Applied Bacteriol., Symp. Suppl.* pp.69-81.

■ Noser J. R., Wenk P. & Sutter; A., 1996. Deoxynivalenol, Zearalenon und Ochratoxin A in Weizen aus dem Kanton Basel-Landschaft. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **87**, 574-586.

■ Pittet A., 1998. Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds – an updated review. *Revue de Médecine Vétérinaire* **149** (6), 479-492.

■ Rihs T., Schneider J., Gafner J.-L. & Morel, J., 1982. Aflatoxin Content in Swiss Concentrate Feeds for Dairy Cattle. 5th International IUPAC Symposium on Mycotoxins and Phycotoxins. Poster. Vienna, 1982.

■ Schachermayr G. & Fried P.M., 2000. Problembereich Fusarien und ihre Mykotoxine. *Agrarforschung* **7** (6), 252-257.

■ Schneider J., Hüni K. & Rihs, T., 1980. Untersuchungen über mögliche Aflatoxinkontamination in Grundfutter für Wiederkäuer: Methodik und erste Ergebnisse. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **71**, 95-99.

■ Steiner W., Pacciarelli B. & Battaglia, R., 1991. Aflatoxin B₁, BGY-Fluoreszenz und Kojisäure in Maiskörnern: eine Untersuchung auf Mais schweizerischer Herkunft. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **82**, 457-474.

■ Strauss H., 1994. Die Durchführung der Lebensmittelkontrolle in der Schweiz im Jahre 1993. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **85**, 413-522.

■ Strauss H., 1996. Die Durchführung der Lebensmittelkontrolle in der Schweiz im Jahre 1995. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **87**, 375-541.

■ Tanaka T., Hasegawa A., Yamamoto S., Lee, U., Sugiura Y. & Ueno, Y. (1988): Worldwide Contamination of Cereals by the *Fusarium* mycotoxins Nivalenol, Deoxynivalenol, and Zearalenone. 1. Survey of 19 Countries. *J. Agric. Food Chem.* **36**, 979-983.

■ Wegmüller F. & Steiner, W., 1994. Fusarientoxine in Cerealien und cerealienhaltigen Nahrungsmitteln: Methode zur Bestimmung der wichtigsten Trichothecene und erste Ergebnisse. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **85**, 553-565.

RÉSUMÉ

Mycotoxines dans les céréales et les aliments pour animaux suisses - une synthèse de la littérature

La synthèse porte sur les enquêtes publiées entre 1980 et 2003 concernant la contamination des céréales suisses avec des champignons du genre *Fusarium* et la contamination des céréales ainsi que des aliments pour animaux en Suisse par des mycotoxines. Sur les 3500 échantillons analysés, peu étaient contaminés par des aflatoxines. Le fait que l'on ait trouvé de faibles quantités d'aflatoxine dans du maïs indigène stocké sous forme humide démontre que cette mycotoxine peut également être produite dans nos conditions climatiques. L'ochratoxine A, une mycotoxine également formée pendant le stockage, n'a été trouvée qu'une fois dans les 270 échantillons analysés. L'examen visuel de 23'000 lots de blé a révélé un taux de contamination par *Fusarium* de 1,7% en 1993, une année avec un été plutôt humide, et de 0,2% en 1994, une année avec un été plutôt sec. La contamination n'était pas significativement différente entre les lots produits de façon conventionnelle et les lots extenso.

Les mycotoxines produites par *Fusarium* ont été analysées dans des lots de différentes céréales à paille, principalement du blé. 40% des 1200 échantillons analysés étaient contaminés par le déoxynivalénol, tandis qu'on a détecté la toxine T-2 dans 12% des 211 échantillons et la zéaralénone dans 10% des 950 échantillons analysés. Le nivalénol n'a été trouvé dans aucun des 78 échantillons analysés. A quelques exceptions près, les céréales suisses n'étaient que faiblement contaminées par des mycotoxines.

SUMMARY

Mycotoxins in Swiss cereals and feeds – a literature review

The review is based on surveys published between 1980 and 2003 regarding *Fusarium* contamination in Swiss cereals as well as the occurrence of mycotoxins in Swiss cereals and compound feeds. Aflatoxin was detected in only a few of the 3500 analysed feed samples. Low levels of aflatoxin were detected in indigenous maize that had been insufficiently dried before storage. Thus aflatoxin may be formed in regions with a temperate climate. Ochratoxin A was detected in one of the 272 analysed samples only, which reflects the good feed storage conditions in Switzerland.

The visual examination of 23'000 batches of wheat showed that in the rainy summer 1993 and the dry summer 1994 1.7% and 0.2% of the batches were contaminated with *Fusarium* spp., respectively. The percentage of contaminated samples did not differ between conventionally and extensively grown wheat. *Fusarium* toxin levels in cereal grains, mainly in wheat, are reported by several investigators. Deoxynivalenol was detected in 40% of 1200 samples, and zearalenone and T-2 toxin in 10% of 951 and 12% of 211 samples, respectively, whereas none of the 78 samples contained nivalenol. *Fusarium* toxin levels were quite low in most of the analysed samples.

Key words: Switzerland, cereal, mycotoxin, *Fusarium*, feed