

# Lebensmi

## Carry over von Mykotoxinen in die Milch: eine Übersicht

Urs Spahr, Barbara Walther und Robert Sieber, Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld (FAM), CH-3003 Bern  
Jean-Louis Gafner und Daniel Guidon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux

Auskünfte: Urs Spahr, e-mail: urs.spahr@fam.admin.ch, Fax +41 (0)31 323 82 27, Tel. +41 (0)31 323 81 92

**F**uttermittel können je nach Herkunft unterschiedlich stark mit Mykotoxinen kontaminiert sein. Beim Carry over von Mykotoxinen aus Futtermitteln in die Milch sind vor allem die Aflatoxine zu beachten. Für andere Mykotoxine wurde keine nennenswerte Übergangsrate beobachtet. Die Untersuchungen der Kantonalen Laboratorien und der RAP zeigen, dass in der Schweiz die Aflatoxin-Grenzwerte in Milchviehfutter, Milch und Milchprodukten nur äusserst selten überschritten werden.

Mykotoxine können von Futtermitteln in die Milch übertragen werden.

Verschimmelte Futtermittel sind deshalb nicht zu verfüttern. (Foto: M. Duperrex, Posieux)

Die Verbraucherinnen und Verbraucher schätzen die Risiken in Bezug auf die Kontamination von Lebensmitteln unterschiedlich ein. Auftretende Lebensmittelkandale können zu einer Verunsicherung gegenüber der Qualität und Unbedenklichkeit von Lebensmitteln führen (von Alversleben 1999). Deutlich vor Augen geführt hat dies die Dioxinproblematik in tierischen Lebensmitteln belgischer Herkunft im Frühjahr 1999. Es muss deshalb das Bestreben jedes einzelnen Lebensmittelproduzierenden sein, diesem

sensiblen Thema Beachtung zu schenken.

Lebensmittel können mit unterschiedlichsten Substanzen kontaminiert sein. Unter diesen stellen die Mykotoxine für die tierische wie auch für die menschliche Gesundheit ein Risiko dar. Die Vermutung von Auerbach und Geissler (1992), wonach das erhebliche Vorkommen von Mykotoxinen in Rau- und Saftfuttermitteln nach heutiger Kenntnis eine ernst zu nehmende Gefährdung von Nutztieren darstellt und gleichzeitig die Gefahr des Übergangs in Lebensmittel besteht, hat uns veranlasst, die Fragen des Carry overs von Mykotoxinen aus Futtermitteln in die Milch anhand neuerer Literatur eingehend abzuklären. Für diese Literaturübersicht wählten wir die folgenden Mykotoxine: Aflatoxin, Cyclopiazonsäure, Deoxynivalenol und Nivalenol, Fumonisine, Ochratoxin A, T-2 Toxin und Zearalenon.

### Aflatoxin

In Futtermitteln wie auch in Lebensmitteln können die Aflatoxine B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> und G<sub>2</sub> immer wieder vorkommen (Spahr *et al.* 1999). Für ihre Bildung sind subtropische Bedingungen erforderlich. Gefährdet sind vor allem Erdnusschrot, Mais, Maisgluten, Reiskleie wie auch andere Ingredienzien für die Futtermittelherstellung. Angesichts dieser Tatsache wurde in der Futtermittelverordnung (NN 1999) ein Grenzwert von 5 µg Aflatoxin B<sub>1</sub>/kg für Ergänzungsfuttermittel Milchvieh festgelegt. Bereits



# ttel

vor mehr als 20 Jahren wurde für Aflatoxin B<sub>1</sub> eine Übergangsrate aus dem Tierfutter in die Milch von 1 bis 3 % berechnet (Sieber und Blanc 1978). Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen mit natürlich kontaminierten Futtermitteln liegen ebenfalls in diesem Bereich. Bei Holsteinkühen, denen Baumwollsaaten mit einem Aflatoxin-B<sub>1</sub>-Gehalt zwischen 5 und 560 µg/kg verabreicht wurden, lag die Übergangsrate zwischen 0,69 und 2,2 % (Price *et al.* 1985), bei dänischen Kühen mit einem Aflatoxin-B<sub>1</sub>-Gehalt im Futter von 57 bis 311 µg/Tag zwischen 0,61 und 2,09 % (Munksgaard *et al.* 1987), bei indischen Kühen zwischen 0,15 und 1,31 % bei einer Kontamination der Futtermittel zwischen 12,5 und 108,45 µg Aflatoxin B<sub>1</sub>/kg (Choudhary

*et al.* 1998) und bei niederländischen Kühen bei 5,3 % in der frühen und bei 1,6 % in der späten Laktationsperiode sowie bei Kühen mit einer hohen Milchleistung bei 4,5 % und mit einer tiefen Milchleistung bei 2,6 % (Veldman *et al.* 1992). Nach einer deutschen Untersuchung betrug die Carry-over-Rate 2,5 ± 0,6 % (Steimer *et al.* 1990).

Über die Aflatoxin-M<sub>1</sub>-Kontamination der Milch liegen eine Vielzahl von Resultaten vor (Galvano *et al.* 1996). In Tabelle 1 sind die Resultate der letzten fünf Jahre aus europäischen Ländern zusammengestellt. Insgesamt liegt der Aflatoxin-M<sub>1</sub>-Gehalt in den europäischen Milchproben mit einigen Ausnahmen unter dem Grenzwert von 50 ng/l. Dagegen überschreiten aussereuropäische

## Mykotoxine

Verschiedene Schimmelpilzarten bilden diese gefürchteten Stoffwechselprodukte, wenn sie sich infolge guter Wachstumsbedingungen (Temperatur und Feuchtigkeit) massiv vermehren können. Mykotoxine können für Mensch und Tier gesundheitsschädlich sein. Ihre Wirkungsweise ist meist nicht akut, sondern beruht auf einer Langzeitwirkung bei mehrfacher Exposition: Nieren- und Leberschäden, Bildung von Krebs, Schädigung des Immunsystems.

## Carry over

Übergang von Inhaltsstoffen aus Futtermitteln in die Milch.

Die Stoffe gelangen dabei entweder unverändert oder in umgewandelter Form über die Milchdrüse in die Milch. Aflatoxin B<sub>1</sub> zum Beispiel wird durch den tierischen Stoffwechsel zu Aflatoxin M<sub>1</sub> umgewandelt und als solches ausgeschieden. Das Auftreten von Mykotoxinen in der Milch durch Carry over wird auch als sekretorische Kontamination bezeichnet.

**Tab. 1. Vorkommen von Aflatoxin M<sub>1</sub> in Milch europäischer Länder, publiziert in den letzten fünf Jahren**

Milch	Land	Anzahl Proben	positiv %	NG	Gehalt ng/kg	Referenz
Rohmilch	E	61	19	10	10-40	Jalon (1994)
	YU	47	0			Skrinjar (1995)
	I	123	46	<5	5-900	Rossi (1996)
	PL	157	16	3	<10	Domagala (1997)
			8		10-50	
Milch	GB	79	17	10	10-90	Atkins (1996)
	I	159	86	1	1-109	Galvano (1998)
Tankwagen-sammelmilch	D	1601	6	3	3-5	Blüthgen (1995)
Pasteurisierte Milch	GR	81	78	0,3	0,5-5	Markaki (1997)
			11		>5	
verschied.	E	100	14	10	20-40	Diaz (1995)
Milch aus Einzelhandel	GB	162	54	10	10-40	Leonard (1995)
			1		220	

NG = Nachweisgrenze

**Tab. 2. Vorkommen von Aflatoxin M<sub>1</sub> in Milch und Milchprodukten schweizerischen Ursprungs aufgrund der Jahresberichte der Kantonalen Laboratorien aus den Jahren 1990 bis 1997**

Produkt	Anzahl Proben	nicht nachweisbar		nachweisbar <sup>1</sup>		Grenzwert überschritten <sup>2</sup>	
		n	%	n	%	n	%
Milch (Roh-, Sammel-, Frisch-, Voll-, past. und UHT-Milch)	2666	2623	98,3	43	1,6	3	0,1
Käse (in- und ausländisch)	932	814	87,1	118	12,7	2*	0,2
Kondensmilch (inkl. Milchkonserven)	173	165	95,4	8	4,6		
Milchprodukte (Milchgetränke, Magermilch, Rahm, Joghurt, Molkenprodukte)	111	111	100				
Milchpulver	50	49	98,0	1	2,0	1	2,0
Kindernährmittel	261	252	96,6	9	3,4	0	
<b>Total</b>	<b>4193</b>	<b>4014</b>	<b>95,6</b>	<b>179</b>	<b>4,3</b>	<b>6</b>	<b>0,1</b>

<sup>1</sup> Wert über Bestimmungsgrenze (je nach Methode 20 bis 60 ng/kg), aber unter dem Grenzwert

<sup>2</sup> Grenzwert für Milch und Milchprodukte: 50 ng/kg; für Käse: 250 ng/kg; für Kindernährmittel: 20 ng/kg (nach Fremd- und Inhaltsstoffverordnung)

\* in beiden Fällen ausländischer Hartkäse

Milchproben diesen Grenzwert teilweise deutlich. Die Auswertung der Jahresberichte der Kantonalen Laboratorien aus den Jahren 1990 bis 1997 zeigte erfreulicherweise, dass Aflatoxin M<sub>1</sub> nur in wenigen Fällen in Milch und Milchprodukten auf dem schweizerischen Markt nachgewiesen werden konnte (Tab. 2): Unter den drei Milchproben, die den Grenzwert von 50 ng/kg überschritten, waren zwei Rohmilchproben, bei denen das Kantonale Laboratorium Zürich 1993 Aflatoxin M<sub>1</sub> in Konzentrationen von 62 beziehungsweise 82 ng/kg festgestellt hatte. Damit zeigt sich sehr schön, dass die Ende der 70er Jahre regelmässig festgestellte Aflatoxinkontamination der schweizerischen Milch durch die Bemühungen der Landwirtschaft saniert werden konnte. Diese Tatsache wird auch durch die regelmässig stattfindenden Untersuchungen der RAP an Futtermitteln bestätigt.

### Cyclopiazonsäure

Cyclopiazonsäure trat bereits verschiedentlich in Futtermitteln wie Getreide, Mais, Erdnüssen und Sonnenblumenkernen

im µg/kg-Bereich auf. Es kann gleichzeitig mit Aflatoxin auftreten (Spahr *et al.* 1999). So wurden beispielsweise in 51 beziehungsweise 90 % der untersuchten Mais- und Erdnussproben Cyclopiazonsäure und Aflatoxin nachgewiesen (Urano *et al.* 1992). Zum Carry over der Cyclopiazonsäure liegen nur wenige Daten vor. An drei laktierende Mutterschafe wurden 5 mg Cyclopiazonsäure/kg Lebendgewicht verabreicht, wonach innerhalb eines Tages eine Konzentration von 236 µg/kg Milch gefunden werden konnte. Nach einer zweiten Verabreichung stieg der Gehalt auf 568 µg Cyclopiazonsäure/kg. Wenn kein kontaminiertes Futter mehr verabreicht wurde, war der Cyclopiazonsäuregehalt der Milch neun Tage nach der ersten Dosis unter der Nachweisgrenze von 5 µg/kg (Dorner *et al.* 1994). Über das Vorkommen der Cyclopiazonsäure in der Milch liegt bislang kein Bericht vor.

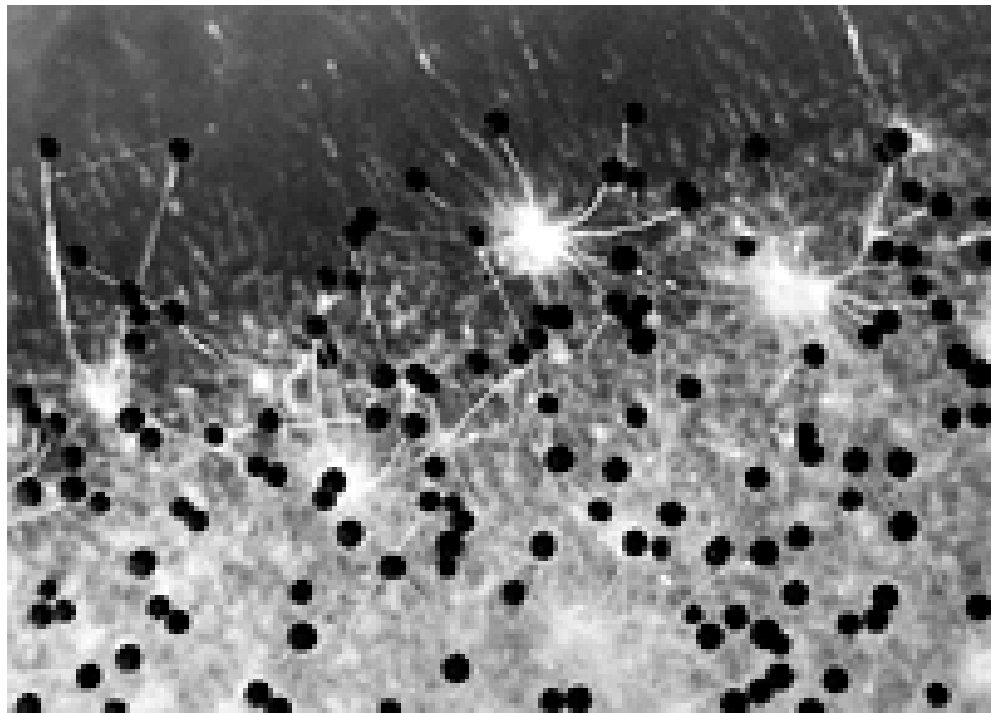
### Deoxynivalenol und Nivalenol (Trichothecene)

Diese Mykotoxine gehören mit Fumonisin und dem T-2-Toxin

zur Gruppe der Fusarientoxine. Futtermittel können in unterschiedlichem Mass Deoxynivalenol und andere Trichothecene enthalten (Spahr *et al.* 1999). Im Südwesten von Deutschland konnten über einen Zeitraum von fünf Jahren in Futtergerste (Müller *et al.* 1997a), Futterweizen (Müller *et al.* 1997b) und Futterhafer (Müller *et al.* 1998) verschiedene Fusarientoxine nachgewiesen werden. Dabei trat das Deoxynivalenol am dominierendsten auf. In schweizerischen Futteringredienzien (Gafner *et al.* 1994), Brotgetreidemustern (Bucheli *et al.* 1996) wie auch in Weizenproben aus den Sammelstellen des Kantons Baselland und in importierten Weizenproben (Noser *et al.* 1996) konnte Deoxynivalenol nachgewiesen werden. Mengenmässig können Deoxynivalenol und Nivalenol in Futtermitteln im mg/kg-Bereich vorhanden sein.

Zum Carry over in die Milch wurden einige Studien durchgeführt. Nach einer täglichen Aufnahme von 0,6 und 43 sowie 104 mg Deoxynivalenol während zehn Wochen fand sich dieses Mykotoxin wie auch Deepoxydeoxynivalenol nicht in der Milch von 18 Kühen (Charmley *et al.* 1993). Eine tägliche Verabreichung von 56 bis 317 mg Deoxynivalenol/Kuh während fünf Tagen führte bei drei Kühen zu einem Gehalt in der Milch von bis zu 26 µg Deepoxydeoxynivalenol/l, während Deoxynivalenol nicht gefunden wurde (Côté *et al.* 1986a). Nach einer einmaligen Verabreichung von 920 mg Deoxynivalenol an zwei Kühe wurden freies und konjugiertes Deoxynivalenol nur in einer geringen Menge von weniger als 4 µg/l nachgewiesen (Prelusky *et al.* 1984). Dieser geringe Übergang in die Milch kann mit der Beobachtung erklärt werden, dass Deoxynivalenol nach der anaeroben Inkubation mit Pansenflüssigkeit der Kuh deepoxidiert wird (Côté

*et al.* 1986b; Hedman *et al.* 1997; King *et al.* 1984; Swanson *et al.* 1987). Im Weiteren zeigte sich bei laktierenden Schafen, dass verabreichtes, radioaktiv markiertes Deoxynivalenol rasch und zum grössten Teil über den Urin ausgeschieden wurde und dass praktisch nur Deoxynivalenol-Abkömmlinge in der Milch vorhanden waren (Prelusky *et al.* 1987). Über das Carry over von Nivalenol in die Milch liegen keine Ergebnisse vor, auch Nivalenol wird von der Pansenflüssigkeit der Kuh nach 48 Stunden Inkubation zu 80 % de-epoxidiert (Hedman *et al.* 1997). Über das Vorkommen in kommerziell erhältlicher Milch und Milchprodukten liegen keine Ergebnisse vor.



**Aspergillus-Sporen unter dem Mikroskop.**  
(Foto: FAM Liebefeld)

### Fumonisine

Fumonisin B<sub>1</sub> konnte bereits mehrere Male in Futter- wie auch in Lebensmitteln nachgewiesen werden (Spahr *et al.* 1999). In 44 von 120 schweizerischen Maisproben wurde Fumonisin B<sub>1</sub> in Konzentrationen von 55 bis 790 µg/kg nachgewiesen. Unter diesen 44 Proben enthielten deren 15 Fumonisin B<sub>2</sub> zwischen 50 und 160 µg/kg (Pittet *et al.* 1992). Dieses Mykotoxin fand sich aber nicht in Futterproben aus schweizerischem Anbau (Zoller *et al.* 1994).

Zum Carry over von Fumonisin B<sub>1</sub> wurden von Hammer *et al.* (1996) eingehende Untersuchungen durchgeführt. Drei laktierenden Kühen wurde 30 mg Fumonisin B<sub>1</sub>/Kuh intravenös verabreicht, was der Verabreichung von 10 kg Maissilage mit einem Gehalt von 3 mg Fumonisin B<sub>1</sub>/kg entspricht. Zwei Stunden später konnte bereits bei zwei der drei Kühe Fumonisin B<sub>1</sub> in einer Konzentration von 0,57 und 0,14 µg/kg nachgewiesen werden, nach 24 Stunden war es nicht mehr nachweisbar, obwohl es im Plasma noch vorhanden war. Bei diesen drei Kühen er-

gab sich eine Übergangsrate zwischen 0,003 und 0,012 %. Ausgehend von der Peak-Konzentration lag die maximale Carry-over-Rate bei 0,11 % und im Mittel bei 0,05 %. In einer weiteren Studie wurden vier Kühen reines Fumonisin B<sub>1</sub> entweder oral (1,0 und 5,0 mg Fumonisin B<sub>1</sub>/kg Körpermasse) oder intravenös (0,05 und 0,20 mg Fumonisin B<sub>1</sub>/kg KG) verabreicht und es konnten keine Rückstände in der Milch nachgewiesen werden (Scott *et al.* 1994). Auch nach einer täglichen Verabreichung von 3 mg Fumonisin B<sub>1</sub>/kg Körpermasse an zwei Kühe während 14 Tagen wurden keine Fumonisine in der Milch gefunden (Richard *et al.* 1996). In 165 amerikanischen Milchproben konnte in einer Probe Fumonisin B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> nachgewiesen werden. Die Pasteurisierung und Lagerung während 11 Tagen bei 4 °C beeinflussten den Fumonisin-B<sub>1</sub>- und -B<sub>2</sub>-Gehalt der Milch nicht (Maragos und Richard 1994).

### Ochratoxin A

Ochratoxin wurde verschiedentlich in Futter- wie auch Lebens-

mitteln im µg/kg-Bereich nachgewiesen (Spahr *et al.* 1999). Nur in einer von 177 schweizerischen (0,7 µg/kg), aber in 15 von 28 importierten Weizenproben (0,1 bis 10 µg/kg) fand sich Ochratoxin A (Noser *et al.* 1996). *In vitro* wird Ochratoxin A durch die Flüssigkeit des Pansens (Lerch und Müller 1991) wie auch *in vivo* in den vier Mägen der Kuh (Hult *et al.* 1976) zu Oxchratoxin α und Phenylalanin abgebaut. Unter praxisrelevanten Bedingungen ist ein Übergang dieses Mykotoxins aus dem Pansen und dem weiteren Verdauungstrakt des Wiederkäuers in die Milch eher unwahrscheinlich. Bei zwei Kühen, denen 10 kg eines Ochratoxin-A-haltigen Futters (317 bis 1125 µg/kg) während 11 Wochen verabreicht wurde, konnte weder Ochratoxin A noch das Stoffwechselprodukt Oxchratoxin α nachgewiesen werden (Shreeve *et al.* 1979). Erst nach einer täglichen Menge von mehr als 1,66 mg/kg Körpermasse war Ochratoxin A in Kuhmilch nachweisbar (Ribelin *et al.* 1978). Bei Ziegen fanden sich nach einer einmaligen Verabreichung von

0,5 mg radioaktiv markierten Ochratoxin A/kg Körpermasse 6 % der Aktivität in der Milch. Während der siebentägigen Versuchsperiode wurden weniger als 0,03 % des freien Ochratoxins in der Milch gefunden (Nip und Chu 1979).

In Schweden wurde Ochratoxin A in einem Bereich von 10 bis 40 ng/l in 5 von 36 untersuchten Kuh- und in 23 von 40 Muttermilchproben gefunden (Breitholtz-Emanuelsson *et al.* 1993). In Norwegen enthielten 6 von 40 konventionellen und 5 von 47 «organischen» Milchproben Ochratoxin A in Konzentrationen von 11 bis 58 ng/l (Skaug 1999). Dagegen konnte dieses Mykotoxin in 65 Proben von Milch und Milchprodukten (Engel und Wolff 1997) sowie in 20 Kindernährmitteln (Skaug 1999) nicht nachgewiesen werden, auch nicht in 121 Kuhmilchproben aus Norddeutschland (Valenta und Goll 1996). Ein Ochratoxin-A-Gehalt in der Milch von bis zu 0,5 mg/l kann durch Bakterien, die bei der Joghurtherstellung eingesetzt werden, vollständig abgebaut werden. Bifidobakterien bauten hingegen lediglich eine Menge von 0,05 und 0,1 mg/kg ab (Skrinjar *et al.* 1996).

### T-2 Toxin

T-2 Toxin wie auch das HT-2 Toxin konnten recht häufig und in unterschiedlichen Konzentrationen in verschiedenen Futter- und Lebensmitteln nachgewiesen werden (Spahr *et al.* 1999). Über das Carry over des T-2 Toxins liegen drei Studien vor. An zwei Kühen wurde peroral 0,3 beziehungsweise 0,5 mg/kg Körpermasse verabreicht. In der Milch erreichte die Toxinausscheidung nach 4 beziehungsweise 8 Stunden maximale Werte von 16,2 und 52,5 µg/l T-2 Toxin-Äquivalente. Der prozentuale Übergang wurde mit 0,055 % für das eine Tier und mit

0,047 % für das andere Tier angegeben (Esgin *et al.* 1989). In Versuchen mit radioaktiv markiertem T-2 Toxin wurde eine Übergangsrate von 0,2 % in die Milch erreicht (Yoshizawa *et al.* 1981). Bei einer trächtigen Kuh, die während 15 Tagen 182 mg unverändertes T-2 Toxin/Tag erhielt, wurden mit Ausnahmen vom 4. und 8. Tag 10 bis 160 µg T-2 Toxin/kg Milch nachgewiesen (Robison *et al.* 1979). Diese Versuche deuten auf einen Abbau des T-2 Toxins in der Kuh hin, was sich auch im Auftreten verschiedener Stoffwechselprodukte im Blut und Urin manifestierte (Chatterjee *et al.* 1986). So zeigte sich, dass Bakterien des Pansens dieses Toxin abbauen (Swanson *et al.* 1987; Westlake *et al.* 1987). Überdies konnte 2 Stunden nach einer intravenösen Verabreichung von 1,2 mg/kg das T-2 Toxin nicht mehr im Plasma nachgewiesen werden (Beasley *et al.* 1986). Es sind keine Angaben zum Auftreten des T-2 Toxins in handelsüblicher Milch vorhanden.

### Zearalenon

Zearalenon wurde immer wieder und  $\alpha$ - und  $\beta$ -Zearalenol vereinzelt in Futtermitteln gefunden. Zearalenon kommt in Futtermitteln im µg/kg-Bereich vor (Spahr *et al.* 1999). Bei einer Kuh, die während 7 Tagen insgesamt 1,4 g Zearalenon verabreicht wurde, fand sich 0,7 % des verfütterten Zearalenons in der Milch in Form des Zearalenons, des  $\alpha$ -Zearalenols und des  $\beta$ -Zearalenols, wobei diese in freier Form wie auch als Glucuronide und Sulfate vorlagen (Mirocha *et al.* 1981). In der Milch von zwei Kühen, die während 7 Wochen 10 kg natürlich kontaminiertes Futterkonzentrat mit einem Zearalenongehalt von 385 bis 1925 µg/kg erhielten, konnte kein Zearalenon nachgewiesen werden (Shreeve *et al.* 1979). Auch bei einer etwas höheren verabreichten Menge von 50

oder 165 mg Zearalenon während 21 Tagen fanden sich Zearalenon und  $\alpha$ -Zearalenol sowie  $\beta$ -Zearalenol nicht in der Milch (Prelusky *et al.* 1990). In einer anderen Untersuchung mit zwei laktierenden Kühen wurde dagegen bei einer vergleichbaren täglichen Menge von 25 und 100 mg Zearalenon während sechs Tagen ein maximaler Toxingehalt von 0,4 beziehungsweise 1,2 µg/l Zearalenon-Äquivalente als Glucuronide in der Milch gefunden. Nach der letzten Verabreichung sank der Toxingehalt in der Milch rasch ab (Usleber *et al.* 1992). In einer weiteren Studie waren bei einer Dosis von 544,5 mg maximal 2,5 µg Zearalenol/l und 3,0 µg  $\alpha$ -Zearalenol/l Milch vorhanden und bei einer Menge von 1,8 beziehungsweise 6 g Zearalenon, verabreicht über einen ganzen Tag, resultierten innerhalb der ersten zwei Tage maximal 4,0 beziehungsweise 6,1 µg Zearalenol/l, 1,5 beziehungsweise 4,0 µg  $\alpha$ -Zearalenol/l und 4,1 beziehungsweise 6,6 µg  $\beta$ -Zearalenol/l Milch (Prelusky *et al.* 1990).  $\alpha$ -Zearalenol, nicht aber  $\beta$ -Zearalenol, wird möglicherweise im Pansen zu Zeranol, einem östrogenen Wachstumsförderer, hydriert und kann in der Galle nachgewiesen werden (Kennedy *et al.* 1998).

Wenn das gelegentliche Vorkommen von Zearalenon in Futtermitteln wie auch die für einen Übergang in die Milch erforderliche Menge berücksichtigt werden, kann man daraus schliessen, dass dieses Mykotoxin in der Milch nicht anzutreffen ist. In zwölf amerikanischen Milchproben konnte kein Zearalenon gefunden werden (Azcóna *et al.* 1990). Zudem wurde beobachtet, dass Zearalenon,  $\alpha$ - und  $\beta$ -Zearalenol in gekühlter wie auch in gekochter Milch während zwei Wochen stabil blieben (Scott und Lawrence 1988).

## Folgerungen

Unter dem Gesichtspunkt eines Übertritts der verschiedenen Mykotoxine in die Milch kommen nur wenige in Frage. Von den hier besprochenen Mykotoxinen ist in der Milch vor allem das Aflatoxin M<sub>1</sub> problematisch. In der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (NN 1995) existieren denn auch differenzierte Grenzwerte für Aflatoxin M<sub>1</sub>: Milch und Milchprodukte 50 ng/kg, Käse 250 ng/kg, Säuglingsanfangs- und Folgenahrung 20 ng/kg, bezogen auf essfertige Zubereitung. Weiter gilt für die Summe der Aflatoxine B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>+G<sub>1</sub>+G<sub>2</sub> bei Säuglingsanfangs- und Folgenahrung 10 ng/kg, bezogen auf essfertige Zubereitung sowie für Lebensmittel allgemein 5 µg/kg. Für Ochratoxin A gilt als Grenzwert für Lebensmittel allgemein 5, für Säuglingsanfangs- und Folgenahrung 0,5 µg/kg Trockenmasse. Die Kontrollen durch die Kantonalen Laboratorien in den letzten Jahren waren auf dem Gebiet der Mykotoxine sehr umfangreich und konzentrierten sich neben Milch auf Risikoprodukte wie geriebener Käse und Kinder-

nährmittel. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die Grenzwerte an Aflatoxin M<sub>1</sub> äusserst selten überschritten werden.

Dank den Bemühungen der Landwirtschaft hat sich die Situation in den letzten 20 Jahren wesentlich verbessert, aber es muss nach wie vor mit Mykotoxinen in Futtermitteln gerechnet werden. Auch wenn das Carry over der Mykotoxine in die Milch gering ist, ist der Milchproduzent im Rahmen der Qualitätssicherung Milchproduktion aufgefordert, die Mykotoxinbelastung der Futtermittel so gering als möglich zu halten, das heisst: eine Verschimmelung von Futtermitteln sollte unter allen Umständen vermieden und verschimmelte Futtermittel sollten nicht verfüttert werden. Diese Sorgfaltspflicht ist als Präventionsmassnahme für die menschliche Gesundheit unerlässlich.

## Literatur

Das Literaturverzeichnis erscheint im Sonderdruck und kann beim Erstautor verlangt werden.

## RÉSUMÉ

### Carry over des mycotoxines dans le lait: vue d'ensemble

Selon leur provenance, les fourrages sont plus ou moins contaminés par les mycotoxines. Lors du passage des mycotoxines du fourrage au lait, ce sont les aflatoxines qui posent le plus de problèmes, en particulier l'aflatoxine B<sub>1</sub>, transformée en aflatoxine M<sub>1</sub> par le métabolisme de l'animal et excrétée en tant que telle avec le lait. A noter que l'acide cyclopiazonique et l'ochratoxine A ne parviennent dans le lait que dans le cas d'une contamination élevée. Quant aux autres mycotoxines, aucune migration importante n'a été enregistrée. Les analyses des laboratoires cantonaux démontrent qu'en Suisse la valeur limite de l'aflatoxine M<sub>1</sub> dans le lait et les produits laitiers n'est que très rarement dépassée. Le devoir de diligence des producteurs de lait reste la mesure de prévention la plus efficace pour préserver la santé des consommateurs.

## SUMMARY

### Carry over of mycotoxins into milk: a review

Animal feedingstuffs are contaminated by mycotoxins to different levels depending on their origin. Aflatoxins are the most prominent mycotoxins carried over from feedstuffs into milk. Of special importance is aflatoxin B<sub>1</sub> which is transformed into aflatoxin M<sub>1</sub> through animal metabolism and excreted into milk. Cyclopiazonic acid and ochratoxin A are only excreted into milk when present in high amounts in contaminated feedstuffs. No important carry over levels were observed for other mycotoxins. The results of the Swiss cantonal laboratories showed that the limit values for aflatoxin M<sub>1</sub> in milk and milk products are very seldomly exceeded. The milk producer's diligent surveillance of their product is the most important preventive measure for consumer's health.

**Key words:** Mycotoxin, Milk, Feed, Carry over, Occurrence