Zeitschrift: Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchungen und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 96 (2005)

Heft: 6

Artikel: Mykotoxine in Lebensmitteln - Aspekte aus dem Vollzug

Autor: Kandler, Helmut

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-981961

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mykotoxine in Lebensmitteln – Aspekte aus dem Vollzug*

Dr. Helmut Kandler, Kantonales Labor Zürich, Fehrenstrasse 15, 8032 Zürich

Einleitung

Mykotoxine sind sekundäre Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen. Diese natürlichen Gifte sind in Lebensmitteln grundsätzlich unerwünscht. Im Gegensatz zu umweltbedingten Kontaminanten (Pestizide, PCB's, PAK's etc.) sind Schimmelpilzgifte aber unvermeidbar. Unter Laborbedingungen konnten ca. 300 Mykotoxine in Reinkultur erzeugt und chemisch charakterisiert werden (1). Aus Sicht des Verbraucherschutzes sind ca. 20 Mykotoxine, welche 6 Stoffgruppen zugeordnet werden können, als Kontaminanten für Lebensmittel relevant. Dabei handelt es sich um Aflatoxine (Aflatoxin B_1, B_2, G_1 und G_2; Aflatoxin M_1), Ochratoxin A, Patulin, Trichothecene (Deoxynivalenol, Nivalenol, T2-Toxin, HT2-Toxin), Zearalenon sowie Fumonisine (Fumonisin B_1 und B_2).

Gesetzliche Regelungen

Mehr als 100 Länder haben Bestimmungen zur Kontrolle von Mykotoxinen (2–6). In der Schweiz sind die Mykotoxine in Liste 5 der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) geregelt. Dabei wird – basierend auf einem Konzept der Mikrobiologie – zwischen Toleranz- und Grenzwerten unterschieden. Toleranz- bzw. Grenzwertüberschreitungen führen gestützt auf Art. 27 des Lebensmittelgesetzes (LMG) vom 9.10.1992 zu einer Beanstandung der Ware, d.h. der Feststellung, dass das Lebensmittel die lebensmittelrechtlichen Anforderungen nicht erfüllt. Ist ein Toleranzwert überschritten, gilt das Lebensmittel als verunreinigt oder sonst im Wert vermindert und kann im Allgemeinen mit oder ohne Auflage der Behörden verwertet werden. Die Definition des Toleranzwertes ist eng mit dem Gedanken einer Guten Herstellungspraxis (GHP) verknüpft. Hingegen definiert der Grenzwert für Fremd- und Inhaltsstoffe die Höchstkonzentration, bei dessen Überschreitung das Lebensmittel für die menschliche Ernährung als ungeeignet gilt. Während die Überschreitung eines «mikrobiologischen» Grenzwertes eine akute Gesundheitsgefährdung zur Folge haben kann, stellt die Überschreitung eines Mykotoxingrenzwertes einen Zustand dar, bei dem (bei wiederholtem, mehrfachem Auftreten)

* Vortrag gehalten an der 117. Jahresversammlung der SGLUC vom 8./9. September 2005

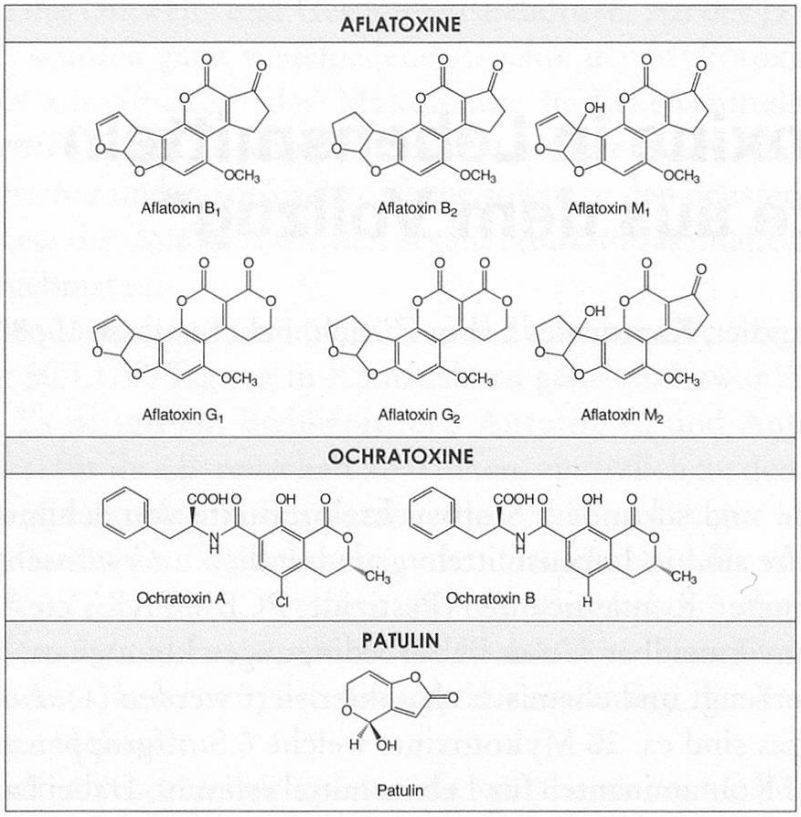

Abbildung 1 **Strukturen von Aflatoxinen, Ochratoxinen und Patulin**

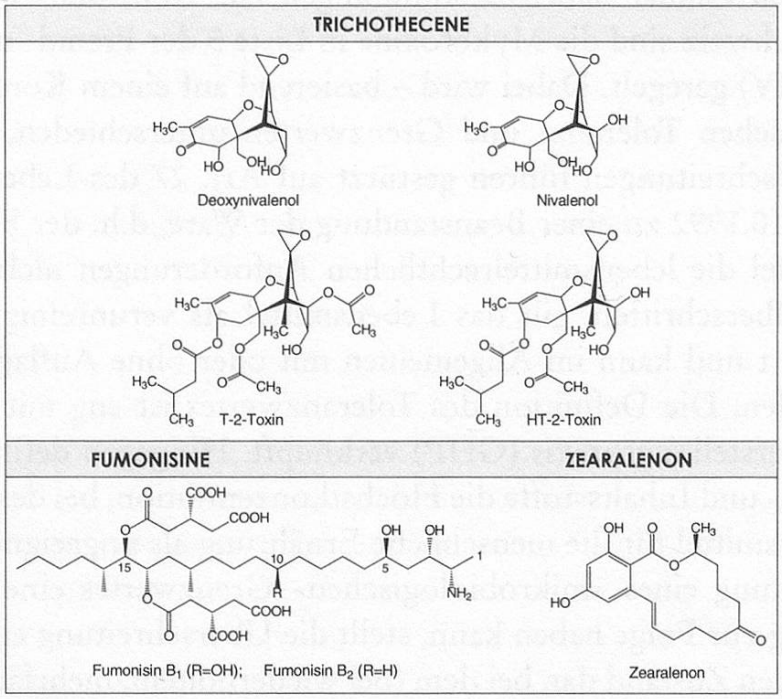

Abbildung 2 **Strukturen bedeutender Fusarientoxine**

langfristig eine Gesundheitsfährdung nicht ausgeschlossen werden kann. Die chronische Toxizität der Mykotoxine steht hier im Vordergrund. Ist ein Grenzwert überschritten, ordnen die Kontrollbehörden die zum Schutz der Gesundheit erforderlichen Massnahmen an (Art. 28 LMG).

Vergleicht man die schweizerischen Mykotoxinhöchstwerte mit denjenigen der EU, ist anzumerken, dass diese zum aktuellen Zeitpunkt nur bedingt zueinander kompatibel sind. Dies sei in Abbildung 3 am Beispiel von Ochratoxin A aufgezeigt.

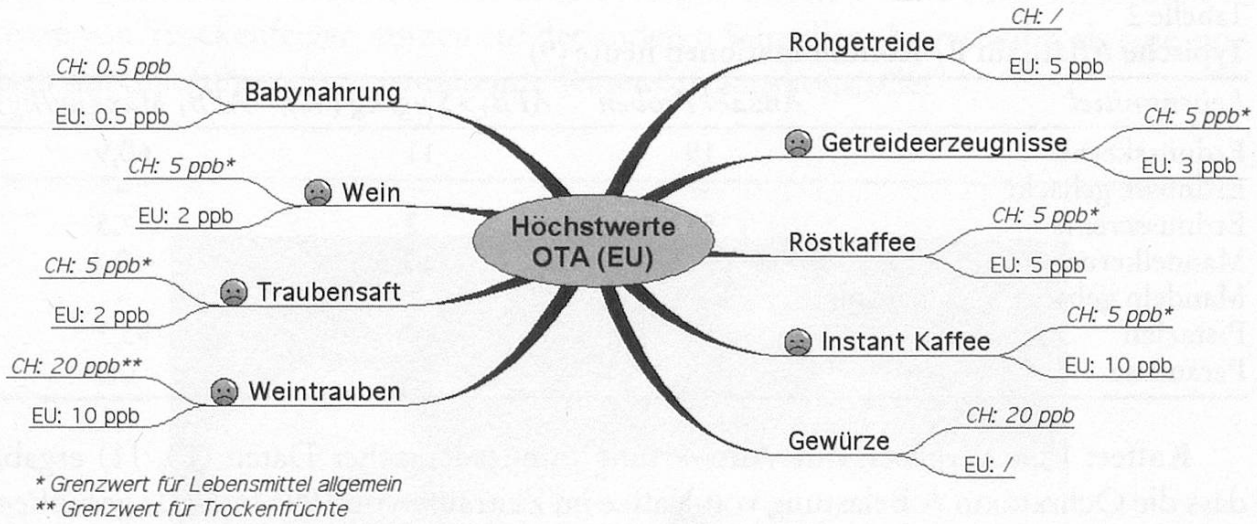

Abbildung 3 **Unterschiede der Mykotoxinhöchstwerte EU ←→ CH am Beispiel von Ochratoxin A**

Mykotoxinbelastung – früher und heute

Seit Einführung der provisorischen Aflatoxin-Höchstwerte Ende 1976 in der Schweiz hat sich die Situation teilweise merklich verbessert. So ist die mittlere Belastung z.B. bei Nussprodukten, Kaffee oder auch Trockenfeigen aufgrund wachsender Erkenntnisse, konsequenter Anwendung des HACCP-Konzeptes (7) und Verbesserung der Produktionsprozesse (Trocknung, Lagerhaltung, Sortierung etc.) gesunken. Dieser Trend sei *exemplarisch* anhand folgender drei Beispiele nachgezeichnet.

Nussprodukte: Ende der Siebzigerjahre waren in Deutschland 21% der untersuchten Erdnusscremen (n=130) mit mehr als 5 µg/kg Aflatoxin B_1 kontaminiert. Als Maximalwert wurden 362 µg/kg Aflatoxin B_1 bestimmt (8). Vergleicht man diese Werte mit einer aktuellen Untersuchung von Nussprodukten in England so werden hier deutlich geringere Belastungen festgestellt (9). Lediglich 2% der 55 untersuchten Erdnusscremen überschreiten in dieser Studie den damaligen Höchstwert von 5 µg/kg und auch der gefundene Maximalwert von 7,5 µg/kg liegt deutlich tiefer.

Tabelle 1
Typische Aflatoxin B_1-Kontaminationen vor 25 Jahren (8)

Lebensmittel	*Anzahl Proben*	*AFB_1>5 µg/kg (%)*	*Range>5 µg/kg*
Erdnusskerne	82	4	15–665
Erdnüsse gehackt	733	12	6–655
Erdnusscreme	130	21	7–362
Mandelkerne	198	0,5	12
Mandeln gehackt o. gemahlen	309	21	11–208
Pistazien	160	17,5	7–25
Paranüsse	160	19	40–8000

Tabelle 2
Typische Aflatoxin B_1-Kontaminationen heute (9)

Lebensmittel	*Anzahl Proben*	*AFB_1>5 µg/kg (%)*	*AFB_1 Max (µg/kg)*
Erdnusskerne	19	11	60,9
Erdnüsse gehackt	–	–	–
Erdnusscreme	55	2	7,5
Mandelkerne	4	0	<0,2
Mandeln gehackt o. gemahlen	–	–	–
Pistazien	52	10	93,3
Paranüsse	12	0	0,8

Kaffee: Eine vergleichende Auswertung bundesdeutscher Daten (10, 11) ergab, dass die Ochratoxin A Belastung von Kaffee im Zeitraum von 1995 bis 2002 gesunken ist. Diese Abnahme dürfte vor allem mit dem deutlich verbesserten Verständnis zur Bildung von Ochratoxin A auf Rohkaffee und den daraus abgeleiteten Massnahmen bei der Produktion, insbesondere der Trocknung und Lagerung zusammenhängen.

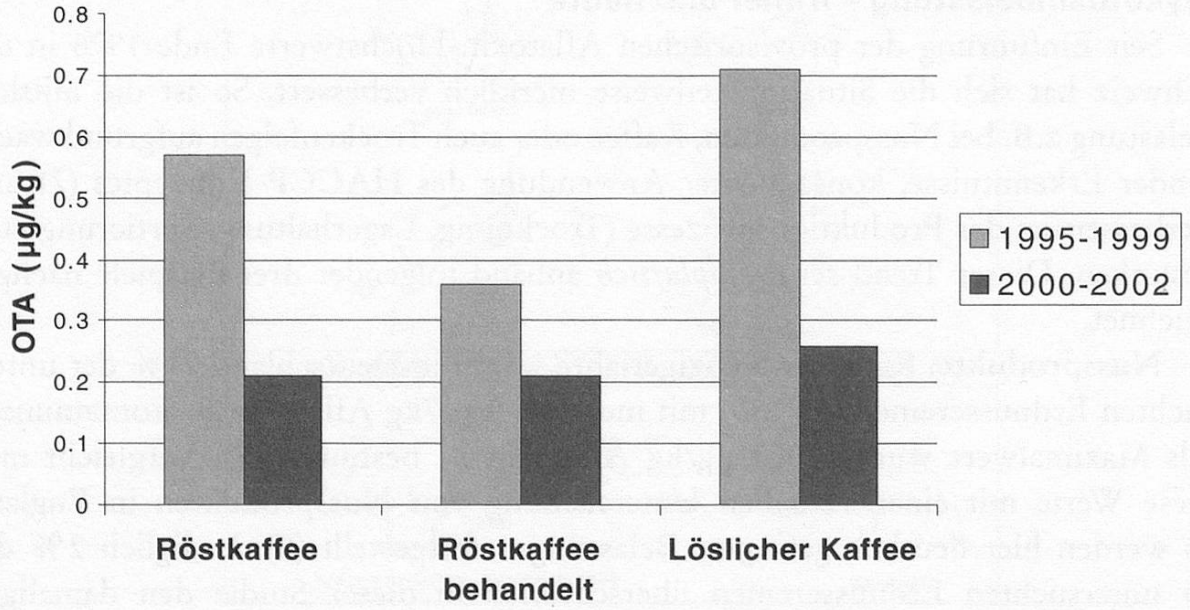

Abbildung 4 **Ochratoxin A in Kaffeeerzeugnissen – Vergleich der Mediane (11)**

Es sei aber auch darauf hingewiesen, dass es bei der Kaffeequalität zwischen den Anbauregionen Afrika, Amerika und Asien grosse Unterschiede in Bezug auf die Belastung mit Ochratoxin A gibt (12).

Trockenfeigen: Wie in früheren Untersuchungen des Kantonalen Labors Zürich gezeigt werden konnte, ist eine Aflatoxinkontamination von Trockenfeigen im Allgemeinen mit der sogenannten BGY-Fluoreszenz (BGY = Bright-Greenish-Yellow) korreliert. So konnte durch Entfernen aller BGY-Feigen aus einem 56 kg Muster die Kontamination von 22,6 µg/kg auf 0,3 µg/kg gesenkt werden (13). Dieser Sachverhalt wird seither in der Türkei (Hauptexporteur von Trockenfeigen) zur Senkung der Aflatoxinkontamination von Trockenfeigen genutzt. Schweizer Grossimporteure von Trockenfeigen nutzen auf der anderen Seite diese Korrelation als eine einfach durchzuführende, orientierende Wareneingangskontrolle!

Abbildung 5 **Aussortieren von Trockenfeigen mit BGY-Fluoreszenz unter UV-Licht (Türkei)**

Notwendigkeit von Mykotoxinkontrollen

Trotz der erwähnten Verbesserungen in den vergangenen Jahrzehnten ergibt sich auch heute noch die Notwendigkeit nach einer effizienten Mykotoxinkontrolle. So zählen Gewürze immer noch zu den stark belasteten Lebensmitteln. Aufgrund der geringen Konsummenge ist die Problematik aus der Sicht des vorsorglichen Verbraucherschutzes zwar nicht besorgniserregend, aber unbefriedigend. Ein Blick auf den Jahresbericht 2004 des Europäischen Schnellwarnsystem für Lebens- und Futtermittel (Rapid Alert System for Food and Feed; RASFF) zeigt zudem,

dass mit Höchstmengenüberschreitungen nach wie vor auch bei Nüssen und Nussprodukten gerechnet werden muss (14). Insgesamt wurden 2004 vom RASFF 844 Warnmeldungen bezüglich Aflatoxin registriert. Die meisten davon betrafen Pistazien (n=538), wobei diejenigen mit Ursprung Iran (n=487) besonders betroffen waren. Aflatoxine wurden ferner in Erdnüssen aus China (n=62), Argentinien (n=27) und Indien (n=24) sowie in Haselnüssen (n=24) und Trockenfeigen aus der Türkei (n=35) gemeldet. Die Aflatoxinproblematik der iranischen Pistazien führte 1997 vorübergehend gar zu einem Importverbot seitens der EU (15) und auch heute noch sind Sonderbestimmungen für den Import iranischer Pistazien in die EU in Kraft (16). In Tabelle 3 sind zudem weitere Entscheidungen der EU-Kommission über Sonderbestimmungen für den Import diverser «mykotoxinkritischer Produkte» aus unterschiedlichen Herkunftsländern zusammengefasst (17).

Tabelle 3
Sonderbestimmungen für den Import «mykotoxinkritischer» Produkte in die EU

Jahr	*Produkt*	*Herkunftsland*	*Referenz*
1997	Pistazien	Iran	97/830/EG; 98/400/EG; 2000/238/EG; 2003/551/EG; 2004/429/EG; 2005/85/EG
2000	Erdnüsse	Ägypten	2000/49/EG; 2003/580/EG; 2004/429/EG
2002	Erdnüsse	China	2002/79/EG; 2002/233/EG; 2002/678/EG; 2003/550/EG; 2004/429/EG
2002	Haselnüsse, Feigen, Pistazien	Türkei	2002/80/EG; 2002/233/EG; 2002/679/EG; 2003/552/EG; 2004/429/EG
2003	Paranüsse	Brasilien	2003/493/EG; 2004/429/EG

Wachsende Erkenntnisse zur Belastungssituation von Lebensmitteln (18, 19) und verbesserte Analysenmethoden richteten den Fokus zudem auf weitere, vor wenigen Jahren noch wenig beachtete Lebensmittel (z.B. Ochratoxin A in Capsicum-Gewürzen oder süssholzhaltigen Produkten (Lakritze), Fumonisine in Mais- und Maisprodukten, Zearalenon in Maisöl).

Amtliche Mykotoxinkontrollen in der Schweiz

Die Überwachung der Mykotoxinhöchstwerte seitens des Vollzuges erfolgt durch die Kantonalen Laboratorien. Hierzu werden gezielt Stichprobenkontrollen von «kritischen» Waren aus dem Einzelhandel sowie den produzierenden Betrieben aber auch Grenzkontrollen im Auftrage des Bundesamtes für Gesundheit durchgeführt. Zu den Lebensmitteln, welche auf Mykotoxine geprüft werden, zählen beispielsweise (20):

- Milch und Milchprodukte (Aflatoxin M_1)
- Getreide und Getreideprodukte (Ochratoxin A, Deoxynivalenol, Fumonisine und Aflatoxin B/G (vorwiegend Mais))
- Nuss und Nussprodukte (Aflatoxin B/G)
- Apfelsäfte, Apfelmus (Patulin)

- Wein und Traubensäfte (Ochratoxin A)
- Getrocknete Weintrauben (Ochratoxin A)
- Trockenfeigen (Aflatoxin B/G, Ochratoxin A)
- Kaffee (Ochratoxin A)
- Kakao (Aflatoxin B/G, Ochratoxin A)
- Gewürze (Aflatoxin B/G, Ochratoxin A)
- Süssholzhaltige Produkte, z.B. lakritzhaltige Süsswaren (Ochratoxin A)
- etc.

Bis dato erfolgen amtliche Kontrollen selten auf der Basis einer repräsentativen Probenahme. Dies hängt einerseits damit zusammen, dass die amtlichen Untersuchungen mehrheitlich auf die Frage zielen, ob in den Läden Ware angeboten wird, die mit Mykotoxinen kontaminiert ist (Konsumentenerwartung). Zum anderen sind im Einzelhandel selten grössere Warenmengen aus einer einheitlichen Produktionscharge (identisches Warenlos) anzutreffen, sodass dem Anspruch nach einer repräsentativen Probe im Einzelhandel praktische Grenzen gesetzt sind. Ein eindeutiger Rückschluss auf die Qualität eines (grossen) Warenloses ist aus den amtlichen Untersuchungen daher nur mit Einschränkungen möglich. Nichts desto trotz kann aus einer genügend grossen Anzahl von Untersuchungsergebnissen (auch zeitlich versetzt), ungeachtet der Probenahmeproblematik, eine Beurteilung der auf dem Markt befindlichen Ware vorgenommen werden (21).

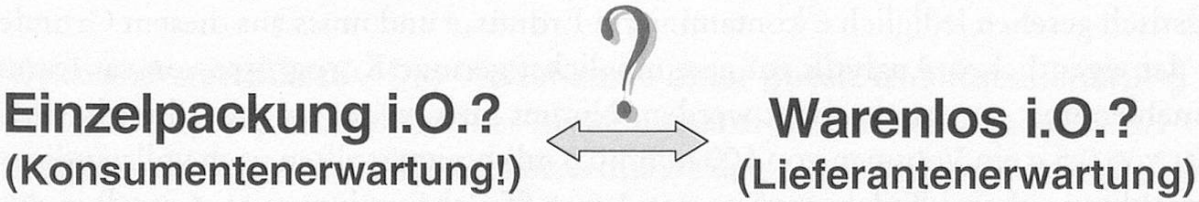

Abbildung 6 **Amtliche Kontrollen von Einzelpackungen versus Warenlosprüfung**

Im Gegensatz zur Beurteilung der Marktsituation steht die Begutachtung eines Warenloses (einige hundert Kilogramm bis mehrere 100 Tonnen) im Rahmen einer

Wareneingangskontrolle. Aufgrund der sehr inhomogenen Verteilung von Mykotoxinen bedarf es für eine aussagekräftige Beurteilung (Repräsentativität) zwingend sehr grosser Bemusterungsmengen (z.B. 30 kg zur Beurteilung von 25 t Erdnüssen). Probenahmerapport und Analysenzertifikat bilden zusammen eine Einheit. Nur bei Kenntnis beider Informationen ist eine Warenlosbeurteilung in Bezug auf Mykotoxine überhaupt möglich.

Repräsentative Probenahme – die Achillesferse der Mykotoxinkontrolle

Zwei Tatsachen sind für die Verteilung von Mykotoxinen in stückigen Lebensmitteln (z.B. Nüsse, Mais, Feigen etc.) charakteristisch.

- Das ausserordentlich seltene Vorkommen von kontaminierten Kernen, Körnern, Früchten etc. innerhalb einer Warensendung. Beispielsweise sind in der Literatur für diverse stückige Lebensmittel Kontaminationshäufigkeiten mit Aflatoxinen im Bereich von 1:100 bis 1:30000 beschrieben (22).
- Der sehr unterschiedliche Mykotoxingehalt in den kontaminierten Kernen, Körnern, Früchten etc. So wurden in einzelnen Nusskernen Gehalte bis ca. 1000 µg Aflatoxin B_1 gefunden (23).

Die Problematik der inhomogenen Verteilung von Mykotoxinen und die daraus resultierenden Konsequenzen bei der Beurteilung von Mykotoxinkontrollen können nicht (oft) genug betont werden. Sie sollen anhand der folgenden Überlegungen bzw. Zahlenbeispiele daher verdeutlicht werden.

Probenahmeproblematik aflatoxinkontaminierter Erdnüsse: In der Literatur sind für Erdnüsse Kontaminationsgrade von 1:500 bis 1:30000 beschrieben (22). Nehmen wir an in einem Warenlos von 25 Tonnen sei lediglich 1 von 10000 Erdnüssen mit Aflatoxinen belastet (Kontaminationsgrad = 1:10000). Unter Berücksichtigung eines mittleren Kerngewichtes von 0,5 g befinden sich in diesen 25 Tonnen Erdnüssen lediglich 2,5 kg beziehungsweise 5000 kontaminierte Erdnusskerne. Es ist bereits an dieser Stelle leicht einsehbar, dass mit der Entnahme einer Probenmenge von 1 kg dieses Warenlos nicht beurteilt werden kann. Nach heutigen Anforderungen erfolgt die Bemusterung einer 25 Tonnen Charge Erdnüsse durch Entnahme von (idealerweise) 100 Einzelproben à 300 g, welche zu einer Sammelprobe von 30 kg vereinigt werden. Diese 30 kg Sammelprobe enthält in unserem Beispiel statistisch gesehen lediglich 6 kontaminierte Erdnüsse und muss aus diesem Grunde vor der eigentlichen Analytik auf eine möglichst geringe Korngrösse von ca. 1 mm vermahlen und gut durchmischt werden. Nimmt man weiter an, dass eine einzelne Nuss von 0,5 g ein Volumen von 500 mm^3 (0,5 ml) besitzt, sollten nach vollständiger Vermahlung auf eine Teilchengrösse von 1 mm (Teilchenvolumen ca. 1 mm^3) in der 30 kg-Sammelprobe ca. 3000 kontaminierte Erdnusspartikel vorliegen. Wird bei der Vermahlung nur eine Zerkleinerung auf eine Teilchengrösse von 2 mm erreicht (Teilchenvolumen ca. 8 mm^3) liegen in der 30 kg-Sammelprobe gar nur 500 kontaminierte Erdnusspartikel vor! Für die eigentliche Analytik wird der Sammelprobe eine Analysenprobe von (meist) 50 g entnommen. Diese enthält gemäss vorheriger

Abschätzung lediglich 5 kontaminierte Partikel (1 mm) und es ist leicht einzusehen, dass bei einer Mehrfachbestimmung durchaus mit merklichen Streuungen der Analysenergebnisse gerechnet werden muss.

Probenahmenahmeproblematik aflatoxinbelasteter Maiskörner – Zahlen aus der Praxis: Ein LKW, welcher mit kontaminiertem Mais (20 µg/kg Aflatoxin) beladen war, wurde wiederholt mit den in Tabelle 4 genannten Sammelproben bemustert. Die Sammelproben wurden jeweils vollständig homogenisiert (vermahlen und durchmischt) und auf Aflatoxin B/G untersucht. Dabei wurden folgende Minimal- bzw. Maximalwerte (Range) ermittelt (24):

Tabelle 4
Abhängigkeit der Analysenergebnisse von der Grösse der Sammelprobe

Grösse der Sammelprobe	*Anzahl Maiskörner (ca.)*	*Range der Aflatoxinwerte*
4,5 kg (10 lb)	30000	11,6–28,4 µg/kg
2,2 kg (5 lb)	15000	8,1–31,9 µg/kg
1,1 kg (2,5 lb)	7500	3,2–38,8 µg/kg
0,4 kg (1,0 lb)	3000	0–46,9 µg/kg

Auch bei der zufallsgerechten Entnahme von 4,5 kg Sammelproben schwanken die Analysenergebnisse deutlich um den vermeintlichen Belastungswert des Warenloses von 20 µg/kg. Die hohe Belastung des Warenloses mit Aflatoxinen lässt sich aber sicher nachweisen. Je kleiner die entnommene Sammelprobe ist, desto unsicherer wird die Aussage in Bezug auf die Kontamination des Warenloses. Bei Entnahme von 0,4 kg Sammelproben muss gar mit **falsch negativen Ergebnissen** gerechnet werden, d.h. man kann in der Sammelprobe im Einzelfall kein Aflatoxin nachweisen!

Allgemein lässt sich sagen: Je grösser die zufallsgerecht entnommene Stichprobe, desto grösser ist die Sicherheit der Aussage für das gesamte Warenlos.

Auf eine weitergehende Betrachtungsweise der Unsicherheitsproblematik von Probenahme, Probenvorbereitung und Spurenanalytik soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Vielmehr möchte ich an dieser Stelle auf die grundlegenden Arbeiten zur Probenahmeproblematik von mykotoxinhaltigen Lebensmitteln von Thomas B. Whitaker von der North Carolina State University verweisen (25).

Mykotoxinzertifikate – Die Visitenkarte einer guten Qualitätssicherung

Da die Aussagesicherheit einer Mykotoxinanalyse von der «Qualität» der Probenahme abhängt, sind Mykotoxinzertifikate und Probenahmeprotokolle unabdingbar miteinander verbunden. Dabei ist es sekundär, ob die Informationen zur Probenahme in Form eines (separaten) Probenahmeprotokolls vorliegen oder diese direkt auf dem Mykotoxinzertifikat integriert werden. Liegen beide Informationen (Probenahmeprotokoll, Analysenzertifikat) allerdings getrennt vor, muss sichergestellt sein, dass zwischen den beiden Dokumenten ein eindeutiger Bezug im Sinne der Rückverfolgbarkeit besteht.

Obwohl seit Ende der 90er Jahre die EU (26) und auch die Schweiz (27) wirkungsvolle Probenahmeverfahren festgelegt haben, wird der Bedeutung der Anwendung und Dokumentation geeigneter, repräsentativer Probenahmen noch immer nicht die notwendige Beachtung geschenkt. Dies gilt sowohl für Importeure, Produktionsbetriebe aber auch Branchenverbände und nicht zuletzt auch für Dienstleistungslabors für Mykotoxinanalysen. Nicht selten wird die Verantwortung für die Probenahme seitens des Dienstleistungslabors vollumfänglich dem Auftraggeber auferlegt, indem die lebensmittelrechtliche Beurteilung lediglich auf die untersuchte Probe bezogen wird.

Amtliche Mykotoxinkontrollen in der EU

Probenahmeverfahren: Die von den zuständigen Behörden angewandten Probenahmeverfahren waren bis Ende der 90er Jahre von Mitgliedstaat zu Mitgliedstaat recht unterschiedlich. Gestützt auf die Richtlinie 85/591/EWG des Rates vom 20. Dezember 1985 zur Einführung gemeinschaftlicher Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die Kontrolle von Lebensmitteln (28) wurde 1998 mit der Richtlinie 98/53/EG (26a) erstmals eine für alle EU-Mitgliedstaaten verbindliche repräsentative Probenahme für die amtliche Untersuchung von Lebensmitteln auf Aflatoxine eingeführt.

Seither wurden die Mykotoxinkontrollen zunehmend in Form weiterer Richtlinien reglementiert und dabei klare Anforderungen an die Probenahme, Analytik und Beurteilung der Analysenergebnisse gestellt (26). Seit dem Jahre 2002 sehen die europäischen Richtlinien wenn immer möglich auch auf der Stufe des Einzelhandels eine repräsentative Probenahme vor. Das derzeitige Vorgehen und dessen Konsequenzen sei exemplarisch an folgendem Beispiel erläutert:

Eine aus einem importierten Warenlos von 20 t an einen Grossverteiler gelieferte Teilmenge von 100 kg ist auf der Grundlage der Probenahmerichtlinie 1998/53/EG (26a) mit 10×300 g (3 kg Sammelprobe) zu bemustern. Ergibt die Mykotoxinanalyse für die sorgfältig homogenisierte Sammelprobe eine Höchstmengenüberschreitung, so wird ausschliesslich die Teilmenge von 100 kg zurückgerufen. Der Rückruf der Teilmenge erfolgt auch dann, wenn das ursprüngliche Warenlos von 20 t zum Zeitpunkt des Importes auf Mykotoxine geprüft und als verkehrsfähig befunden wurde. Bis dato bereitet die Forderung einer repräsentativen Probenahme bei amtlichen Kontrollen auf der Ebene des Einzelhandels innerhalb der EU noch erhebliche Umsetzungsschwierigkeiten.

Es ist anzunehmen, dass aufgrund der derzeit gestellten Anforderungen an die Probenahme amtlicher Mykotoxinkontrollen diese sich mittelfristig hin zu Orten grosser Warenmengen (Einfuhrstellen, Hafen, Verteilerzentralen, Betriebslager, etc.) verlagern werden.

Beurteilung der Analysenergebnisse: Im Jahre 2003 wurde mit Einführung der Richtlinie 2003/78/EG (25d) auch die Beurteilung der Analysenergebnisse innerhalb der EU-Mitgliedstaaten wie folgt harmonisiert.

- Das Analyseergebnis ist entweder um die Wiederfindungsrate berichtigt oder unberichtigt anzugeben. Die Art der Angabe und die Wiederfindungsrate sind mitzuteilen.
- Das um die Wiederfindungsrate berichtigte Analyseergebnis wird zur Überprüfung der Einhaltung der Bestimmungen herangezogen.
- Das Analyseergebnis ist als $x \pm U$ anzugeben, wobei x das Analyseergebnis und U die erweiterte Messunsicherheit darstellen und ein Erweiterungsfaktor von 2 verwendet wird, der die Messunsicherheit auf dem 95 % Vertrauensniveau wiedergibt.

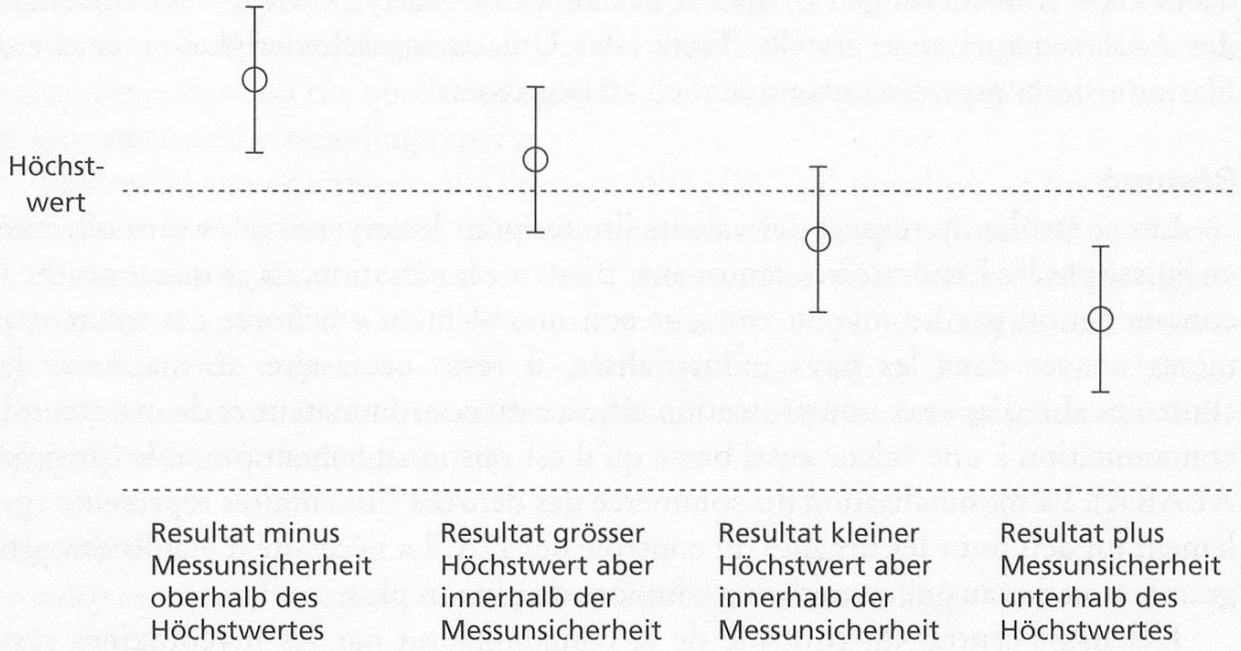

Abbildung 7 **Beurteilung von Analysenergebnissen unter Berücksichtigung der Messunsicherheit**

Es ist zu erwarten, dass diese Forderungen in Zukunft auch in der Schweiz Eingang in den Vollzug finden werden.

Zusammenfassung

Die Überwachung der Mykotoxinhöchstwerte erfolgt vollzugsseitig durch die Kantonalen Laboratorien der Schweiz. Obwohl sich die Mykotoxinbelastung in den Industrieländern in den vergangenen 30 Jahren teilweise merklich verbessert hat, sind Mykotoxinkontrollen im Rahmen eines vorbeugenden Verbraucherschutzes sowie zur Durchsetzung des ALARA-Prinzips (ALARA = as low as reasonably achievable) immer noch von Bedeutung. Insbesondere stellt der globalisierte Handel eine Herausforderung für die Mykotoxinkontrolle dar. Es ist zu erwarten, dass die Bedeutung dynamisierter, nationaler Monitoringprogramme zunehmen wird.

Das zentrale Element der Myktoxinkontrolle stellt die Probenahme dar. Diese richtet sich primär nach dem Untersuchungsziel. Während für eine Marktbeurteilung nicht zwingend eine repräsentative Probenahme durchgeführt werden muss, ist diese für die Beurteilung eines Warenloses zwingend erforderlich. Da die Aussagesicherheit einer Mykotoxinanalyse in Bezug auf das Warenlos von der Güte der Probenahme abhängt sind Mykotoxinzertifikate und Probenahmeprotokolle unabdingbar miteinander verbunden.

Mit Erlass der Richtlinie 98/53/EG wurden in der EU erstmals eine für alle EU-Mitgliedstaaten verbindliche repräsentative Probenahme für die amtliche Untersuchung von Lebensmitteln auf Aflatoxin eingeführt. Seither wurden die Mykotoxinkontrollen der EU zunehmend in Form weiterer Richtlinien reglementiert und dabei klare Anforderungen an die Probenahme, die Analytik sowie die Beurteilung der Analysenergebnisse gestellt. Trotz aller Umsetzungsschwierigkeiten ist dieser Harmonisierungsprozess grundsätzlich zu begrüssen.

Résumé

Les contrôles du respect des valeurs limites pour les mycotoxines sont effectués en Suisse par les Laboratoires cantonaux. Bien que la situation, en ce qui concerne la contamination par les mycotoxines, se soit notablement améliorée ces trente dernières années dans les pays industrialisés, il reste nécessaire de maintenir les contrôles afin d'assurer une protection efficace du consommateur et de maintenir la contamination à une valeur aussi basse qu'il est raisonnablement possible (principe ALARA). La mondialisation du commerce des denrées alimentaires représente également un défi pour les organes du contrôle des DA. La nécessité d'établir des programmes nationaux de monitoring s'impose de plus en plus.

L'élément central du contrôle de la contamination par les mycotoxines reste l'échantillonnage, ce dernier étant défini par le but même de l'analyse. Si, pour une estimation de la situation du marché, il n'est pas absolument nécessaire de prélever des échantillons réellement représentatifs, cela s'avère primordial lors de l'estimation d'un lot important de marchandise. La représentativité du résultat d'une analyse de mycotoxine dépend fortement de l'échantillonnage, il est donc indispensable que les certificats d'analyse de mycotoxines soient accompagnés des protocoles de prélèvement.

Dans sa directive 98/53/CE la Communauté européenne avait défini, pour tous les Etats membres, un protocole de prélèvement unique pour le contrôle officiel des teneurs en Aflatoxines dans les denrées alimentaires. Depuis, d'autres directives communautaires ont été publiées dans le domaine des mycotoxines, directives qui régissent les prélèvements, les analyses ainsi que l'interprétation des résultats obtenus. Ce processus d'harmonisation est le bienvenu, nonobstant les difficultés d'adaptation initiales.

Summary "Mycotoxins in food – view from the execution side"

The food authorities of the cantons are responsible for the enforcement of mycotoxin control within Switzerland. Although the mycotoxin contamination of food on sale in industrial countries has improved during the last 30 years food control is still necessary regarding precautionary protection of consumers and in order to keep mycotoxin contamination as low as is reasonably achievable (ALARA). The globalisation of trade is a particular challenge for mycotoxin monitoring. Therefore national monitoring programs will gain in importance.

The most critical step of each mycotoxin control is the sampling. However, the sampling method primarily depends on the testing goal. The acquisition of a representative sample is, for example, less important when monitoring the market than when a particular product batch (lot) is to be tested. In the letter case a representative sample is absolutely essential. As the reliability of a mycotoxin analysis is highly dependent on the quality of sampling, mycotoxin certificates always have to be accompanied by sampling reports.

Following the enactment of Directive 98/53/EC, all members of the EC have been given for the first time a binding representative sampling method for foodstuffs undergoing test for aflatoxin. Since then further directives regarding mycotoxin control in the EC with clear requirements for sampling, analyses and reporting results with respect to their measurement uncertainty have been enacted. Despite the various difficulties of putting these regulations into practice, this harmonisation is to be welcomed.

Key words

mycotoxin, natural toxin, contamination, food control, sampling

Literatur

1 *Steyn P.S.:* Mycotoxins, General View, chemistry and structure. Toxicology Letters **82/83**, 843–851 (1995)

2 *Viswanath P.:* Mycotoxin Regulations for Food. J. Food Sci. Technol., **41**, 115–123 (2004)

3 *FAO Food and Nutrition Paper 81:* Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003. Food and Agriculture organization of the United Nations, Rome 2004; ISBN 92-5-105162-3

4 *Van Egmond H.P.:* Worldwide regulations for mycotoxins. Adv Exp Med Biol. **504**, 257–269 (2002)

5 *Van Egmond H.P. and Dekker W.H.:* Worldwide regulations for mycotoxins in 1994. Nat. Toxins **3(4)**, 332–336 (1995)

6 *Rosner H. und Van Egmond H.P.:* Mykotoxinhöchstmengen in Lebensmitteln. Bundesgesundhbl. **38**, 467–473 (1995)

7 *FAO Food and Nutrition Paper 73:* Manual on the application of the HACCP system in mycotoxin prevention and control. Food and Agriculture organization of the United Nations, Rome 2001; ISBN 92-5-104611-5

8 *Weber R.:* Mykotoxine in Lebensmitteln. Chemie in unserer Zeit **17**, 146–151 (1983)

9 http://www.food.gov.uk//science/surveillance/fsis-2002/21nuts

10 *Otteneder H. und Gabel B.:* Ochratoxin A in Kaffee – Vergleichende Auswertung bundesdeutscher Daten der Jahre 1995–99 und 2000–2002. Mycotoxin Research, **19**, 14–19 (2003)
11 *Otteneder H. and Majerus P.:* Ochratoxin A in coffee: nation-wide evaluation of data collected by German Food Control 1995–1999. Food Additives and Contaminants, **18**, 431–435 (2001)
12 *Romani S., Sacchetti G., Lopez C.C., Pinnavaia G.G. and Rosa M.D.:* Screening on the Occurence of Ochratoxin A in Green Coffee Beans of Different Origins and Types. J. Agric. Food Chem., **48**, 3616–3619 (2000)
13 *Steiner W.E., Rieker R.H. and Battaglia R.:* Aflatoxin Contamination in Dried Figs – Distribution and Association with Fluorescence. J. Agric. Food Chem., **36**, 88–91 (1988)
14 Annual Report on the Functioning of the Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) 2004. Der Report ist unter folgender Web-Adresse abrufbar: http://europa.eu.int/comm/food/food/rapidalert/resources/publications_en.htm
15 *97/613/EG:* Entscheidung der Kommission vom 8. September 1997 über die zeitweilige Aussetzung der Einfuhren von Pistazien und bestimmter hieraus hergestellter Erzeugnisse, deren Ursprung oder Herkunft der Iran ist. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften **L248**, 33–33 (1997)
16 *2005/85/EG:* Entscheidung der Kommission vom 26. Januar 2005 zum Erlass von Sondervorschriften für die Einfuhr von Pistazien und bestimmten hieraus hergestellten Erzeugnissen, deren Ursprung oder Herkunft der Iran ist.
17 Eine Zusammenfassung über Sondervorschriften zum Import von diversen Produkten in die EU findet sich unter der Web-Adresse: http://www.hauptzollamt.de/e0_downloads/f0_dont_show/vorfuehrpflichten.pdf
18 Scientific Cooperation (SCOOP) Task Reports: a) Task 3.2.7: Assessment of dietary intake of Ochratoxin A by the population of EU Member States; b) Task 3.2.8: Assessment of dietary intake of Patulin by the population of EU Member States; c) Task 3.2.10: Collection of occurrence data of Fusarium toxins in food and assessment of dietary intake by the population of EU Member States; siehe http://europa.eu.int/comm/food/fs/scoop/index_en.html
19 Ernährungsbericht 2004, Kapitel 2.4: Schimmelpilze (Mykotoxine) in Lebensmitteln, Seiten 142–155. Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. (DGE); ISBN 3-88749-183-1
20 Siehe Jahresberichte der Kantonalen Laboratorien der Schweiz. Die Jahresberichte des Kantonalen Labors Zürich sind unter www.klzh.ch abrufbar
21 *Hansen E. und Waibel J.:* Zur Probenahme für die Ermittlung des Aflatoxingehaltes bei Erdnuss- und anderen in der Aflatoxin-VO genannten Samenkernen aus Gebinden und Fertigpackungen. alimenta **17**, 139–143 (1978)
22 *Reiss J.:* Mykotoxine in Lebensmitteln. Gustav Fischer Verlag 1981, ISBN 3-437-10650-3
23 *Steiner W.E., Brunschweiler K., Leimbacher E. and Schneider R.:* Aflatoxins and Fluorescence in Brazil Nuts and Pistachio Nuts. J. Agric. Food Chem. **40**, 2453–2457 (1992)
24 Romer™ Labs' Guide to Mycotoxins Volume 2: Sampling and Sample Preparation for Mycotoxin Analysis; Romer™ Labs. Inc., 1301 Stylemaster Drive, Union, MO 63084-1156, USA; siehe unter www.romerlabs.com
25 a) *Whitaker T.B. and Johansson A.S.:* Sampling Uncertainties for the Detection of Chemical Agents in Complex Food Matrix. J. Food. Prot., **68**, 1306–1313 (2005)
b) Die vollständige Publikationsliste von Thomas B. Whitaker kann unter http://www.bae.ncsu.edu/usda/www/whitaker1.htm abgerufen werden
26 a) RICHTLINIE 98/53/EG DER KOMMISSION vom 16. Juli 1998 zur Festlegung von Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Kontrolle bestimmter Lebensmittel auf Einhaltung der Höchstgehalte für Kontaminanten, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften **L201**, 93–101 (1998)

b) RICHTLINIE 2002/26/EG DER KOMMISSION vom 13. März 2002 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Kontrolle der Ochratoxin-A-Gehalte in Lebensmitteln, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften **L75**, 38–43 (2002)
c) RICHTLINIE 2002/27/EG DER KOMMISSION vom 13. März 2002 zur Änderung der Richtlinie 98/53/EG zur Festlegung von Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Kontrolle bestimmter Lebensmittel auf Einhaltung der Höchstgehalte für Kontaminanten, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften **L75**, 44–45 (2002)
d) RICHTLINIE 2003/78/EG DER KOMMISSION vom 11. August 2003 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Kontrolle des Patulingehalts von Lebensmitteln, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften **L203**, 40–44 (2003)
e) RICHTLINIE 2003/121/EG DER KOMMISSION vom 15. Dezember 2003 zur Änderung der Richtlinie 98/53/EG der Kommission zur Festlegung von Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Kontrolle bestimmter Lebensmittel auf Einhaltung der Höchstgehalte für Kontaminanten, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften **L332**, 38–40 (2003)
f) RICHTLINIE 2004/43/EG DER KOMMISSION vom 13. April 2004 zur Änderung der Richtlinie 98/53/EG und der Richtlinie 2002/26/EG hinsichtlich der Probenahmeverfahren und Analysemethoden zur amtlichen Kontrolle der Gehalte an Aflatoxin und Ochratoxin A in Lebensmitteln für Säuglinge und Kleinkinder, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften **L113**, 14–16 (2004)
g) RICHTLINIE 2005/5/EG DER KOMMISSION vom 26. Januar 2005 zur Änderung der Richtlinie 2002/26/EG zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Kontrolle der Ochratoxin-A-Gehalte in Lebensmitteln, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften **L27**, 38–40 (2005)
h) RICHTLINIE 2005/38/EG DER KOMMISSION vom 6. Juni 2005 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Kontrolle des Gehalts an Fusarientoxinen in Lebensmitteln, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften **L143**, 18–26 (2005)

27 Schweizerisches Lebensmittelbuch (SLMB), Kapitel 54: Toxische Stoffe natürlichen Ursprungs

28 RICHTLINIE 85/591/EWG DES RATES vom 20. Dezember 1985 zur Einführung gemeinschaftlicher Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die Kontrolle von Lebensmitteln, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften **L372**, 50–52 (1985)

Korrespondenzadresse: Dr. Helmut Kandler; Kantonales Labor Zürich, Fehrenstrasse 15, 8032 Zürich, E-Mail: helmut.kandler@klzh.ch