

Ochratoxin A in Lebensmitteln und Belastung des Verbrauchers

Bericht über eine bundesweite Studie

Joachim Wolff (Detmold) und Manfred Gareis (Kulmbach)

Schimmelpilze sind in der Lage, unter sehr unterschiedlichen Bedingungen giftige Substanzen (Mykotoxine) zu bilden, die in der gesamten Nahrungskette vorkommen können. Zu den bekanntesten Vertretern zählt das Ochratoxin A, das von bestimmten *Penicillium*- und *Aspergillus*-Arten gebildet wird. Dieses Toxin kann die Nieren und das Immunsystem schädigen und zeigt im Tierversuch eine kanzerogene Wirkung. Der Aufgabe des Gesetzgebers, einen umfassenden Schutz der Verbraucher zu gewährleisten, ist das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) nachgekommen und hat eine wissenschaftliche Studie über Ochratoxin A initiiert und gefördert, die 1996 begonnen und 1999 abgeschlossen wurde. Das Projekt hatte zum Ziel, Verzehrdaten auf epidemiologischer Grundlage zu ermitteln und Ochratoxin A in relevanten Lebensmitteln sowie im Blutserum von Probanden zu bestimmen. Aus der Verknüpfung der Ergebnisse von Verzehrdaten, Lebensmitteluntersuchungen und Blutserum-Analysen können eine fundierte Beurteilung der tatsächlichen Exposition der Bevölkerung in Deutschland erstellt und Empfehlungen für eine Höchstmengenregelung abgeleitet werden.

BREIT ANGELEGTES PROJEKT

Auf Grund der toxikologischen Eigenschaften von Ochratoxin A (OTA) ist der Wissenschaftliche Lebensmittelausschuss der EU zu der Ansicht gelangt, dass die tägliche OTA-Aufnahme des Verbrauchers unter 5 Nanogramm ($\text{ng} = 10^{-9} \text{ g}$) pro Kilogramm Körpergewicht liegen sollte. Dieser Wert wird als PTDI-Wert (provisional tolerable daily intake) bezeichnet und hat empfehlenden Charakter.

Wie aber sieht die tatsächliche Kontamination der Lebensmittel und die Belastung der Verbraucher in Deutschland aus? Darüber gibt die jetzt vorliegende Studie erstmals verlässliche Auskunft. Das Projekt wurde von sieben Einrichtungen durchgeführt (s. Kasten), darunter den vier im

geschlossenen Bundesforschungsanstalten BAGKF (Detmold), BAFF (Kulmbach), BAFM (Kiel) und BFE (Karlsruhe).

Im Projektzeitraum von 2,5 Jahren sind fast 7.000 Lebensmittel und das Blut von über 1.000 Verbrauchern auf Ochratoxin A untersucht worden. Darüber hinaus wurden über 2.500 Verbraucher zu ihren Ernährungs- und Verbrauchsgewohnheiten mit umfangreichen Erhebungsbögen durch geschulte Interviewer befragt (Abb. 1). Es handelt sich damit um die weltweit größte Studie zu Ochratoxin A.

Auf der Grundlage der gewonnenen Daten konnte die OTA-Belastung der Verbraucherinnen und Ver-

„Forschungsverbund Produkt- und Ernährungsforschung“ zusammenge-

Am Forschungsprojekt „Ochratoxin A“ beteiligte Wissenschaftler und Einrichtungen

■ Joachim Wolff	Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung (BAGKF), Detmold	→ Getreide, Mehl, Brot, Backwaren; Projektkoordination
■ Horst Bresch	Bundesforschungsanstalt für Ernährung (Karlsruhe)	→ Bier, Kaffee, Tee, Säfte
■ Günther Engel	Bundesanstalt für Milchforschung (BAFM), Kiel	→ Milch, Milchprodukte, Süßwaren, Ölsaaten
■ Manfred Gareis, Rainer Scheuer, Siegfried Ehrhardt	Bundesanstalt für Fleischforschung (BAFF), Kulmbach	→ Fleisch, Fleischprodukte, Auswertung der Blutseren-retrospektiven Befragung
■ Paul Majerus	Chemisches Untersuchungsamt (CUA), Trier	→ Wein, Nahrungsmittel und Teigwaren
■ Heino Rosner	Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV), Jena	→ Humane Blutseren
■ Constanze Chomakov-Bodechtel	I+G Gesundheitsforschung, München	→ Epidemiologie, Verzehrerhebung



braucher sowie verschiedener Verbrauchergruppen (Vegetarier; Kleinkinder und Jugendliche; Niedrig-, Normal- und Hochverzehrer) ermittelt und mit den Toxin-Gehalten der analysierten Blutseren verglichen werden.

Über die Ergebnisse dieses umfangreichen Forschungsprojekts wurde kürzlich auf dem 21. Mykotoxin-Workshop in Jena berichtet. Die Publikation der wissenschaftlichen Daten ist im „Archiv für Lebensmittelhygiene“ vorgesehen.

STUDIENKONZEPTION UND LOGISTIK

Wieviel OTA der Verbraucher pro Tag aufnimmt, kann auf zweierlei Art ermittelt werden:

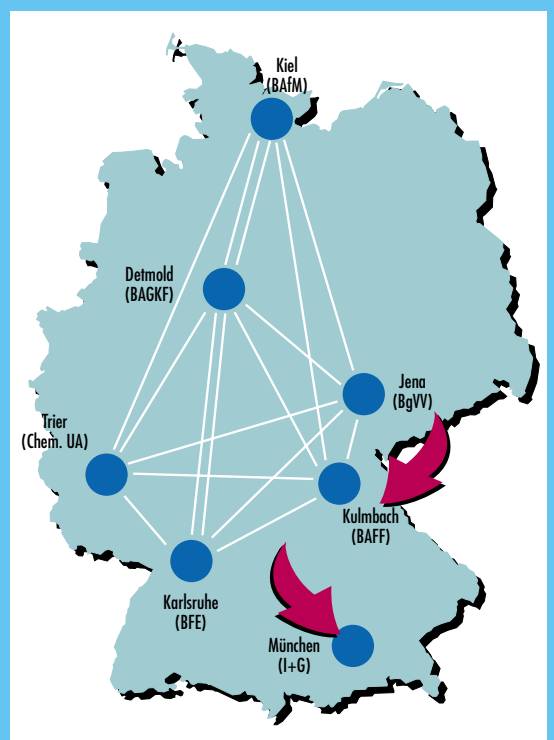
- Die analytisch ermittelten OTA-Gehalte von Lebensmitteln des deutschen Marktes und die Angaben der von diesen Lebensmitteln verzehrten Mengen durch den Verbraucher erlauben die rechnerische Bestimmung der möglichen täglichen Aufnahme,
- die analytisch bestimmten OTA-Gehalte in den Blutseren von Verbrauchern lassen einen Rückschluss auf die tatsächlich aufgenommenen Mengen zu.

Stimmen die Ergebnisse beider Ermittlungsarten überein, kann das

Gesamtergebnis als repräsentativ für die Belastung der deutschen Bevölkerung und die untersuchten Lebensmittel angesehen werden. Voraussetzungen für eine Übereinstimmung sind, dass bei der Auswahl

der zu untersuchenden Lebensmittel keine nennenswerten OTA-Quellen bei der Ernährung unerkannt geblieben sind und dass die OTA-Gehalte der Lebensmittel vollständig erfasst und bioverfügbar sind.

Abb. 1: Forschungsprojekt Ochtatoxin A: Die Studie wurde von einem Netzwerk aus sieben Einrichtungen durchgeführt. Lebensmittelproben wurden an allen Standorten erworben und zur Analyse an den jeweiligen Partner gesandt. Die Blutserum-Analysen wurden in Jena durchgeführt, die Daten inkl. der dazugehörigen Fragebögen zur Auswertung (retrosp. Befragung) nach Kulmbach geschickt (Pfeil). Alle anderen Daten gelangten zur epidemiologischen Auswertung nach München (Pfeil).



Bei hinreichender Übereinstimmung müssten in Zukunft zur Ermittlung der OTA-Belastung, zum Beispiel in anderen Ländern, nur die OTA-Gehalte in den Blutseren einer genügenden Anzahl von Verbrauchern bestimmt werden.

Von der Projektgruppe wurden gemeinsam Instrumente entwickelt, die gleiche Kriterien für die Teilnehmer festlegten und die ein Zusammenführen der Labordaten mit den Daten der Erhebungen ermöglichten:

- Warenkatalog der zu analysierenden und in den Verzehrprotokollen abzufragenden Lebensmittel,
- Zeitraum und Intervalle aller Erhebungen und Analysen,
- Datenbank für alle Labor- und Begleitdaten,
- Verzehrprotokolle und Berechnungsfaktoren,
- Fragebögen zur Ermittlung der Ernährungsgewohnheiten der Testpersonen,
- Vergleichstest der lebensmitteluntersuchenden Labore (Ringversuch),
- Laborvergleichstest für die Blutanalyse (Ringversuch).

Die bisher in der Fachliteratur beschriebenen Daten der OTA-Gehalte in Lebensmitteln und der Gehalte von Blutseren konnten für diese Studie nicht genutzt werden, da diese aus unterschiedlichen Regionen, Ländern und Zeiträumen stammen und mit nicht vergleichbaren Methoden ermittelt wurden – also nicht repräsentativ sind. Die bekannten Verzehrstudien berücksichtigten nicht die neuen Bundesländer und auch nicht alle Lebensmittel, die möglicherweise OTA enthalten.

Der für diese Studie aufgestellte Warenkatalog umfasst in 29 Lebensmittelgruppen 137 Untergruppen, so zum Beispiel bei Brot: Weizenmischbrot, Roggenmischbrot, Roggenvollkornbrot, Mehrkornbrot, Toastbrot, Knöckebrot, verschiedene Brötchen usw. Allein 25 verschiedene Getränke wie Kaffees, Biere, Weine, Säfte und kakaohaltige Getränke wurden ebenso in den Katalog aufgenommen wie Milch und Milchprodukte, Fleisch und Fleischprodukte, Süßwaren, Würzmittel, Öle und Ölsaaten.

Die Muster zur Untersuchung wurden in den Regionen der beteiligten Einrichtungen im örtlichen Handel eingekauft und an die Labore geschickt, die die entsprechenden Warengruppen schwerpunktmäßig zu untersuchen hatten. Muster, bei denen mit einem Verderb zu rechnen war, wurden vakuum verpackt und gekühlt versandt. Der OTA-Nachweis erfolgte mit spurenanalytischen Verfahren. Alle untersuchten Lebensmittel waren im Geruch und Geschmack einwandfrei und nicht verdorben, auch wenn OTA vereinzelt in außerordentlich hohen Konzentrationen bis zu 31,8 µg/kg nachweisbar war.

Die Blutproben, ebenfalls aus allen Bereichen der Projektteilnehmer gewonnen, wurden sofort nach der Serumgewinnung tiefgefroren und so zum BgVV nach Jena zur Untersuchung geschickt.

BELASTUNG DER LEBENSMITTEL

Die Untersuchungen auf Ochratoxin A geben einen guten Überblick über die Belastungssituation von Lebensmitteln, die in Deutschland als Endprodukte dem Verbraucher zur Verfügung stehen.

OTA ist in pflanzlichen Lebensmitteln sehr häufig und in weiten Konzentrationsbereichen nachweisbar. Insgesamt wurde es in 57,2 % von fast 7.000 Mustern nachgewiesen. Dabei ergaben sich jedoch nur in rund 7 % der Proben Werte über

0,5 µg/kg und in 1 % Werte über 3 µg/kg. Mit mehr als 5 µg/kg waren 0,5 % der Proben belastet.

Getreideprodukte

Bei den analytisch-chemischen Untersuchungen von Getreide und Getreideprodukten (n = 2.347) konnte OTA in 68,6 % der Proben nachgewiesen werden. Gehalte über 3 µg/kg wurden in 1,4 % (n = 33), über 5 µg/kg in 0,8 % (n = 15) der Muster festgestellt.

Bedingt durch die hohen Verzehrsmengen tragen Brot und Brötchen mit circa 13 ng wesentlich zu der täglichen OTA-Aufnahme der Verbraucher bei (Abb. 2). Eine generelle jahreszeitliche Abhängigkeit der OTA-Gehalte in Speisegetreide, Mehlen und Broten konnte über den Erhebungszeitraum nicht ermittelt werden. Ebenso waren keine signifikanten regionalen Unterschiede erkennbar.

Kaffee

Kaffee zählt ebenfalls zu den stärker mit OTA belasteten Lebensmitteln. In rund 50 % der 357 Muster wurde OTA nachgewiesen, und zwar bis zu 9,5 µg/kg. Der Anteil an der Gesamtaufnahme bei der Basisstichprobe beträgt circa 5,6 ng und damit rund 16 % (Abb. 2). Löslicher Kaffee kann einen höheren Beitrag zur OTA-Aufnahme leisten als nicht löslicher Kaffee.

Bier

Bei der Warengruppe Bier wurde in über 50 % der 318 Muster OTA in niedrigen Konzentrationen nachgewiesen. Die Belastung stammt wahrscheinlich aus der verarbeiteten Gerste und dem Malz. Nach den Berechnungen – Verzehrsgewohnheiten plus Analysendaten – beträgt der Anteil an der Gesamtaufnahme durch Bier im Durchschnitt 4 ng. Dieser Wert wird sicher von einzelnen Bevölkerungsgruppen deutlich überschritten.



Wein und Traubensaft

In Wein und Traubensaft wurde OTA häufiger als in Bier nachgewiesen. OTA gelangt wahrscheinlich über kontaminierte Trauben in die Produkte. Rote Traubensäfte sind stärker belastet als andere Säfte (Apfel, Orange). Dies ist von besonderer Bedeutung, weil Traubensaft gern und häufig Kindern angeboten wird (Abb. 2).

Beim Wein ist Rotwein stärker belastet als Weißwein. Die in Europa geschätzte mittlere tägliche OTA-Aufnahme durch Rotwein von bis zu 7 ng/kg Körpergewicht (Männer) wird leicht mehr als verdoppelt, wenn Rotwein in „moderaten Mengen“ genossen wird. Darunter werden etwa 200 ml pro Tag verstanden, also etwas weniger als das in Süddeutschland beliebte „Viertel“. Nach den Befragungsergebnissen dieser Studie nehmen Erwachsene in Deutschland im Mittel knapp 11 ml Rotwein pro Tag auf. Damit liegt der tägliche Rotweinkonsum in Deutschland deutlich unter dem europäischen Durchschnitt.

Tierische Lebensmittel

Auch in einigen tierischen Lebensmitteln ist OTA nachweisbar (Abb. 3), was auf die Verwendung OTA-haltigen Futters zurückzuführen sein dürfte. Einen Beitrag zur Gesamtbelastung des Verbrauchers leisten im Wesentlichen Produkte vom Schwein, vor allem Nieren und Leber. Die Belastung von Fleischerzeugnissen (z. B. Leber- und Blutwurst) ist in erster Linie von der verwendeten Rohware und dem Zusatz von Schweineblutplasma und kontaminierten Gewürzen abhängig. Geflügel-, Rindfleisch und Milch sind praktisch OTA-frei. Bei Milch und Milchprodukten kann es nur durch OTA-belastete Zusätze wie Würste, Müsli

oder Trockenfrüchte zu Kontaminationen kommen.

BELASTUNG DES VERBRAUCHERS (NACH BERECHNUNGEN)

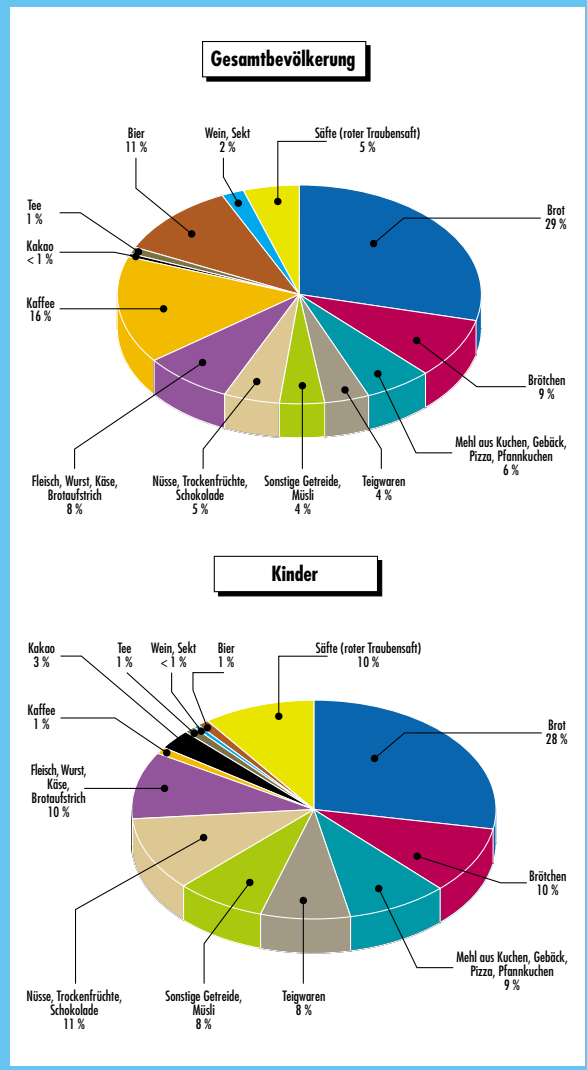
Für Erwachsene in Deutschland wurden, basierend auf der 'mean case-Variante' (50. Perzentile der OTA-Gehalte der Lebensmittel, mittlere plausible Portionsgrößen) für alle Bevölkerungsgruppen Werte im Bereich von 0,5 - 0,6 ng/kg Körpergewicht und Tag ermittelt. Überwiegend vegetarisch lebende Verbraucher unterschieden sich in der Höhe ihrer OTA-Aufnahme pro Kilogramm Körpergewicht nicht von der Basis (Abb. 3). Bei Erwachsenen sind auf Gruppenebene keine geschlechts- oder altersspezifischen Unterschiede bei der OTA-Belastung gefunden worden.

Hingegen weisen Kinder, besonders in den jüngeren Altersklassen, rechnerisch eine deutlich höhere OTA-Belastung pro Kilogramm Körpergewicht auf als Erwachsene. Die tägliche mittlere Belastung für die befragten 574 Kinder im Alter von 4 bis 14 Jahren berechnet sich für die mean case-Variante zu 0,7 - 1,2 ng pro Kilogramm Körpergewicht. In der Fachliteratur konnten keine Empfehlungen für eine tolerable tägliche OTA-Aufnahme bei Kindern gefunden werden, jedoch ist davon auszugehen, dass strengere Werte als für Erwachsene angesetzt werden müssen. Public Health-Maßnahmen beziehungsweise Höchstmengeneempfehlungen sollten also vor allem die OTA-Belastung von Kindern berücksichtigen.

BELASTUNG DES VERBRAUCHERS (NACH BLUTUNTERSUCHUNGEN)

Ochratoxin A wird im Blutserum der deutschen Bevölkerung mit 98 % zwar sehr häufig, dabei aber meist nur in sehr niedrigen Konzentrationen

Abb. 2: Prozentualer Anteil verschiedener Lebensmittel an der durchschnittlichen OTA-Aufnahme bei der Gesamtbevölkerung (Gesamtaufnahme 35,3 ng/Tag) und bei Kindern bis 14 Jahren (Gesamtaufnahme 23,5 ng/Tag). Zur Berechnung wurden die Verzehrsgewohnheiten nach einem 3-Tage-Protokoll ermittelt und mittlere plausible Portionsgrößen der Lebensmittel sowie die Mediane der OTA-Konzentration berücksichtigt.



gefunden. Neugeborene können in der gleichen Höhe wie Erwachsene durch OTA exponiert sein.

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen „Lebensmittelverzehr/OTA-Konzentration im Blutserum“ zeigen, dass für die OTA-Gehalte in den Blutseren nicht einzelne Lebensmittel oder Lebensmittelgruppen verantwortlich sind. Es ist nicht möglich,

die durch einzelne Lebensmittelgruppen theoretisch-rechnerisch bedingte OTA-Belastung durch Serum-Analysen zu bestätigen. Daher ist von einer monokausalen Betrachtungsweise der potentiell mit OTA belasteten Lebensmittel im Zusammenhang mit einer Belastung des Verbrauchers zweifelsfrei Abstand zu nehmen.

ERGEBNISSE STIMMEN ÜBEREIN

Interessant und bedeutsam ist, dass die beiden unterschiedlichen Untersuchungsmethoden zu sehr ähnlichen Ergebnissen geführt haben. Die tägliche OTA-Aufnahme, die aus dem Medianwert der Blutserumkonzentrationen ermittelt wurde, beträgt 0,46 ng OTA pro Kilogramm Körpergewicht. Das Ergebnis der Berechnung aus der Verzehrserhebung in Verbindung mit den ermittelten OTA-Gehalten der Lebensmittel beträgt 0,50 ng OTA pro Kilogramm Körpergewicht und Tag.

Bei dieser weitgehenden Übereinstimmung ist davon auszugehen, dass die Belastung des Verbrauchers mit Ochratoxin A tatsächlich sehr gering ist. Selbst bei einer erhöhten Serumkonzentration (90. Perzentil) ergibt sich mit 0,89 ng OTA pro Kilogramm Körpergewicht und Tag nur eine Auslastung des anfangs erwähnten PTDI-Wertes von 18 %.

VERBRAUCHER SIND AUF DER SICHEREN SEITE

Gegenwärtig gibt es in der Europäischen Union noch keine Höchstmengenregelung für Ochratoxin A in Lebensmitteln. Auf Grund der Ergebnisse dieser Studie werden zurzeit bei der Expertengruppe „Agrarkontaminanten“ der EU für mehrere Lebensmittelgruppen Höchstmengen diskutiert, so für unverarbeitetes Getreide 5 µg/kg, Getreide und Getreideprodukte 3 µg/kg, Wein 1 µg/kg, Bier 0,2 µg/kg, Röstkaffee und Kaffeeprodukte 4 µg/kg und Rosinen 5 µg/kg.

Die Ergebnisse des deutschen OTA-Projektes zeigen, dass die Verbraucher in Deutschland mit den zurzeit im Handel befindlichen Lebensmitteln bei gegenwärtigen Ernährungsgewohnheiten nur rund 0,5 ng OTA pro Kilogramm Körpergewicht und Tag aufnehmen – selbst bei relativ hoher Belastung einzelner Lebensmittel. Damit wird der vom Wissenschaftlichen Lebensmittelausschuss der EU vorgeschlagene PTDI-Wert im Mittel zu nur etwa 10 % ausgelastet.

Eine bedenkliche Situation für den Verbraucher besteht daher nach Auswertung der Lebensmitteldaten zurzeit nicht. ■

*Dr. Joachim Wolff, Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung, Institut für Biochemie von Getreide und Kartoffeln, 32756 Detmold, Schützenberg 12;
PD Dr. Dr. Manfred Gareis, Bundesanstalt für Fleischforschung, Institut für Mikrobiologie und Toxikologie, E.-C.-Baumann-Straße 20, 95326 Kulmbach.*

Abb. 3: Durchschnittliche OTA-Aufnahme der Bevölkerung in Nanogramm pro Tag, berechnet für 19 Lebensmittelgruppen (Berechnungsgrundlage s. Abb. 2).

