



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Raupach, K., Marggraf, R.: Unzureichender Verbraucherschutz vor dem Mykotoxin Deoxynivalenol – Aktuelle Situation und Verbesserungsmöglichkeiten. In: Bahrs, E., Becker, T., Birner, R., Brockmeier, M., Dabbert, S., Doluschitz, R., Grethe, H., Lippert, C., Thiele, E.: Herausforderung des globalen Wandels für Agrarentwicklung und Ernährung. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 48, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (2013), S. 259-269.

UNZUREICHENDER VERBRAUCHERSCHUTZ VOR DEM MYKOTOXIN DEOXYNIVALENOL – AKTUELLE SITUATION UND VERBESSERUNGSMÖGLICHKEITEN

Katharina Raupach, Rainer Marggraf¹

Zusammenfassung

Mykotoxine [„Schimmelpilzgifte“] sind Stoffwechselprodukte bestimmter Pilze. Der Konsum Mykotoxin-belasteter Lebensmittel kann insbesondere für Risikogruppen unter den Verbrauchern ein Gesundheitsrisiko darstellen. Wichtige Mykotoxin-Bildner finden sich in der Pilzgattung *Fusarium*, als deren Leittoxin das Deoxynivalenol (DON) gilt. Besonders gravierend ist, dass sich das Vorkommen von *Fusarium*-Mykotoxinen allgemein sowie von DON speziell bisher nicht vollständig vermeiden lässt und – witterungsabhängig – insbesondere in sogenannten „*Fusarium*-Jahren“ ein nennenswerter Befall möglich ist. Hierdurch können bestimmte Verbrauchergruppen die unbedenkliche tolerierbare Tagesaufnahmeerhöherate erheblich überschreiten. Der erste Teil dieses Beitrags betrachtet den aktuellen Stand des Verbraucherschutzes vor DON. Dabei wird deutlich, dass eine Inkompatibilität zwischen den zulässigen Höchstgehalten und der gesundheitlich unbedenklichen Aufnahmeerhöherate besteht. Im zweiten Teil betrachten wir, wie man das aus dieser Inkompatibilität resultierende Gesundheitsrisiko verringern kann, wobei wir uns auf die Ergebnisse einer Expertenbefragung stützen.

Schlüsselwörter

Mykotoxine, Deoxynivalenol, gesetzliche Regulierung, Lebensmittelsicherheit, Risikomanagement

1 Einleitung

Es gibt eine Vielzahl pilzlicher Erreger, die Nahrungspflanzen für den Menschen (bzw. Futterpflanzen für Tiere) besiedeln können. Ein Teil dieser Pilze ist zudem in der Lage, im Rahmen des Sekundärstoffwechsels toxische Stoffe, die sogenannten Mykotoxine, zu produzieren. Laut BARTELS und RODEMANN (2003) sind bislang über 400 dieser Stoffe bekannt. Dabei geht GAREIS (1999) davon aus, dass etwa 20 Mykotoxine häufig und in für den Menschen bedeutenden Konzentrationen in Nahrungsmitteln auftreten. Erfolgt der Pilz-Befall mit anschließender Mykotoxinproduktion bereits auf dem Feld, wird von einer Primärkontamination gesprochen. Diese ist aus Sicht des Verbraucherschutzes besonders kritisch, da sie im fertigen Produkt optisch nicht erkennbar ist. Auch der Befall „fertiger“ Lebensmittel ist möglich (sichtbarer Schimmel, Sekundärkontamination). Laut GAREIS (1999) sind fünf Pilzgattungen besonders bedeutende Mykotoxinproduzenten, eine davon ist die Gattung *Fusarium*, die zu den „Feldpilzen“ zählt. Diese gilt in der nördlichen gemäßigten Zone als die am stärksten vorherrschende toxinbildende Art (SCF, 1999). Als *Fusarium*-Leittoxin wird häufig das Mykotoxin Deoxynivalenol (DON) aufgeführt (z. B. DEHNE et al., 2002), das im Getreide als das am häufigsten vorkommende und nachgewiesene Toxin gilt (BARTELS und RODEMANN, 2003). Hinsichtlich eines potentiellen Befalls durch *Fusarium* gilt die Witterung als der einflussreichste Faktor. Daneben gibt es eine Reihe Faktoren, die ebenfalls einen Einfluss auf einen *Fusarium*-Befall an Getreide haben und durch den Anbauer beeinflusst werden können (vgl. dazu BARTELS und RODEMANN, 2003). Wichtig ist es, hinsichtlich der DON-

¹ Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Fakultät für Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen, Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen, kraupac@uni-goettingen.de

Problematik auch die hohe Stabilität von DON im Rahmen der Verarbeitungsprozesse des Getreides zu beachten (MIEDANER und SCHNEIDER, 2001).

Generell lässt sich in Bezug auf die Mykotoxin-Problematik feststellen, dass dieser von Expertenseite eine relativ hohe Bedeutung beigemessen wird. Dabei wird jedoch das Risiko einer akuten Vergiftung durch die bisher bekannten Mykotoxine in hiesigen Breiten als gering eingestuft. Das chronische Risikopotential von Mykotoxinen hingegen wird aus Expertensicht als kritisch angesehen. So schätzt KUIPER-GOODMAN (2004) seine Bedeutung höher ein als z. B. die Gefährdung durch bestimmungsgemäß eingesetzte Pflanzenschutzmittel. Obgleich es noch Unsicherheiten hinsichtlich der gesundheitlichen Auswirkungen von DON auf die menschliche Gesundheit gibt, gilt eine negative Beeinflussung des Immunsystems durch DON als erwiesen. Die EU trägt dieser Tatsache Rechnung, indem für DON sowohl ein „tolerable daily intake“ [TDI]-Wert als auch maximal zulässige Höchstgehalte definiert wurden. Im Folgenden stellen wir zunächst dar, inwiefern mit der aktuellen Regelung ein Gesundheitsrisiko für die Verbraucher verbunden ist. Danach beschäftigen wir uns damit, wie mit dem gesundheitlichen Risiko der Verbraucher umzugehen ist. Wir ordnen das Risiko in die Risikoklassifizierung des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung zu Globalen Umweltveränderungen (WBGU) ein und „evaluieren“ die für diesen Risikotyp vom WBGU vorgeschlagenen Risikomanagementstrategien im Rahmen einer Expertenbefragung.

2 Gesetzliche Grundlagen der Regulierung für DON

Hinsichtlich der Regulierung der Lebensmittelsicherheit ist es wichtig, sich zu entsinnen, dass diese in Deutschland mittlerweile stark durch Europa bzw. die EU bestimmt ist (vgl. hierzu auch den WISSENSCHAFTLICHEN BEIRAT „Verbraucher- und Ernährungspolitik“ beim BMVEL, 2005). Dementsprechend dient für die wissenschaftliche Beurteilung des Risikos durch das Mykotoxin DON die Risikobeurteilung der entsprechenden EU-Fachgremien. Für die Gehalte von Kontaminanten in Lebensmitteln [zu denen auch die Mykotoxine gehören] ist festgelegt, dass diese so gering wie möglich gehalten werden sollen (ALARA: „as low as reasonably achievable“, vgl. Verordnung (EWG) Nr. 315/93, Artikel 2; Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Food (CGSCT, Codex Stan 193-1995; 2009); siehe SCHNEIDER et al., 2004). Generell gilt sowohl in der EU als auch international der Grundsatz der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Lebensmitteln.

Um diese „gesundheitliche Unbedenklichkeit“ sicherzustellen und somit einen wirkungsvollen Gesundheitsschutz der Verbraucher zu gewährleisten, ist es essentiell zu wissen, welche Dosis eines potentiell schädlichen Stoffes aufgenommen werden darf, ohne dass Gesundheitseffekte zu befürchten sind. Diese Dosis gibt der TDI-(tolerable daily intake)-Wert an: Diese Menge kann täglich und lebenslang konsumiert werden, ohne dass mit merklichen negativen Gesundheitseffekten zu rechnen ist (KUIPER-GOODMAN, 2004). Der TDI-Wert basiert auf dem Körpergewicht, d. h., die Menge des Kontaminanten wird je kg Körpergewicht (body weight, bw) angegeben. Die Institution, die derartige Werte ermittelt, ist für die EU das wissenschaftliche Gremium für Kontaminanten (CONTAM-Panel). Bis Mai 2003 hat das Scientific Committee on Food (SCF) für die EU diese Aufgabe übernommen. Daher hat dieses auch die Bewertung von DON vorgenommen. Für DON wurde ein TDI-Wert von 1 Mikrogramm/kg Körpergewicht und Tag durch das SCF festgelegt (1999 vorläufig und 2002 endgültig). Bei diesem Wert geht das SCF (1999) davon aus, dass er sowohl vor akuten als auch vor subchronischen sowie vor Effekten auf die Fortpflanzung schützt. Die Bewertung der Toxizität von DON erfolgte durch das SCF ausgehend von toxikologischen Studien an Tieren. Der ermittelte TDI beruht auf dem in einer Langzeitstudie beobachteten „No Observed Adverse Effect Level“ (NOAEL) von 0,1 mg/kg Körpergewicht bei Mäusen und unter Verwendung eines Sicherheitsfaktors von 100. Der Sicherheitsfaktor setzt sich aus zwei einzelnen Faktoren zusammen: Bei der Extrapolation der Werte von Tierversuchen auf den Menschen wird ein Unsicherheitsfaktor (UF) appliziert, der bei der Übertragung von Studien-

ergebnissen von Nagetieren auf den Menschen gewöhnlich 10 beträgt (PIETERS et al., 2002). Ein weiterer Faktor von 10 wird hinzugezogen, um die Unterschiede in der individuellen Empfindlichkeit verschiedener Menschen abzudecken (PIETERS et al., 2002). Dieser Faktor wird auch „Intraspeziesfaktor“ genannt und häufig u. a. mit dem Schutz von Kindern begründet (SCHNEIDER et al., 2002). „Höchstgehalte“ (Grenzwerte) sind „maximal zulässige Konzentrationen von Kontaminanten in Lebensmitteln“ (SCHNEIDER et al., 2004). Auch sie werden in Deutschland maßgeblich im Rahmen von EU-Regulierungen festgelegt. Für die zulässigen Höchstgehalte von Mykotoxinen gilt derzeit die Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. In dieser Verordnung ist u. a. festgelegt: „Zum Schutz der öffentlichen Gesundheit ist es unerlässlich, den Gehalt an Kontaminanten auf toxikologisch vertretbare Werte zu begrenzen“. Ferner heißt es: „Die Höchstgehalte sind so niedrig festzulegen, wie dies durch eine gute Landwirtschafts-, Fischerei- und Herstellungspraxis vernünftigerweise erreichbar ist, unter Berücksichtigung des mit dem Lebensmittelverzehr verbundenen Risikos. Bei Kontaminanten, die als genotoxische Karzinogene einzustufen sind oder bei denen die derzeitige Exposition der Bevölkerung oder gefährdeter Bevölkerungsgruppen annähernd die tolerierbare Aufnahme erreicht oder diese übersteigt, sind die Höchstgehalte so niedrig festzulegen, wie in vernünftiger Weise erreichbar („as low as reasonably achievable“, ALARA).“

Hierdurch könnte das Problem entstehen, dass bestimmte Risikogruppen mehr DON aufnehmen, als aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes unbedenklich erscheint. Diesen Sachverhalt betrachten wir im Folgenden.

3 Grenzwerte und tolerierbare Tagesaufnahme

Wichtig ist, sich noch einmal des sowohl in der EU als auch international geltenden Grundsatzes der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Lebensmitteln zu entsinnen. Inwieweit jedoch trotz einer Einhaltung der Grenzwerte theoretisch die tolerierbaren Tagesaufnahme überschritten werden können, zeigt ein Rechenbeispiel:

Anhand der zulässigen Höchstgehalte und der Lebensmittelaufnahme eines durchschnittlichen Kleinkindes soll verdeutlicht werden, dass es im Rahmen der zulässigen Höchstgehalte zu Überschreitungen der tolerierbaren Tagesaufnahme kommen kann. Verwendet werden hinsichtlich der Lebensmittelaufnahme Verzehrdaten für zwei- bis vierjährige Kinder, die ursprünglich für die Abschätzung der Aufnahmemenge an Pflanzenschutzmitteln im Rahmen der „VELS-Studie“ ermittelt wurden (Verzehrstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern für die Abschätzung eines akuten Toxizitätsrisikos durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln, BfR, 2005; BANASIAK et al., 2005).

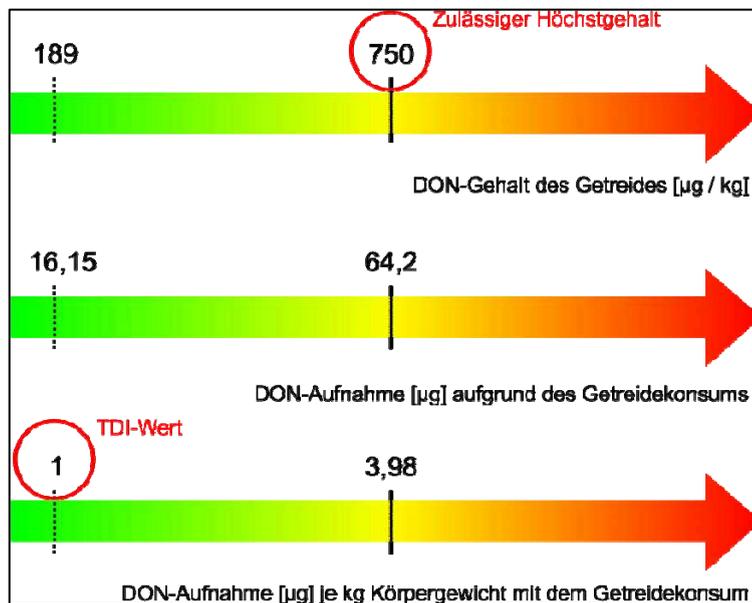
Laut dieser Studie beträgt das durchschnittliche Körpergewicht eines Kindes zwischen zwei und vier Jahren 16,15 kg. Die durchschnittliche Getreide-Verzehrmenge liegt bei 85,6 g pro Tag. Der zulässige DON-Höchstgehalt für Getreide liegt bei 750 µg/kg (VO (EG) Nr. 1881/2006). Der TDI-Wert für DON beträgt 1 µg je kg Körpergewicht.

Da in 1000 g Getreide 750 µg DON zulässig sind, sind dieses für 85,6 g Getreide entsprechend 64,2 µg DON. Hieraus resultiert (bei Ausschöpfung der Höchstgehalte) bei einem Körpergewicht von 16,15 kg die Aufnahme von $\approx 3,98$ µg Deoxynivalenol je kg Körpergewicht durch das Kleinkind. Dieses bedeutet eine deutliche Überschreitung des TDI-Wertes von 1 µg/kg Körpergewicht.

Wird diese Rechnung anders herum aufgestellt, dürfte der Höchstgehalt, um das durchschnittliche Kleinkind wirksam zu schützen, nur etwa ein Viertel so hoch sein, wie er derzeit tatsächlich ist. D. h., das Kleinkind dürfte 16,15 µg DON (entsprechend 1 µg/kg Körpergewicht) mit den verzehrten 85,6 g Getreide aufnehmen, um den TDI-Wert nicht zu überschreiten. Um diesen Wert zu erreichen, dürfen in einem kg Getreidelebensmittel maximal 189 µg DON

enthalten sein. Dieser Zusammenhang wird in der kommenden Abbildung 1 noch einmal grafisch dargestellt.

Abbildung 1: DON-Gehalt von Getreide und DON-Aufnahme des durchschnittlichen Kleinkindes*



* (2-4 Jahre) mit dem Getreidekonsum (insgesamt und je kg Körpergewicht) bei Ausschöpfung der Grenzwerte (durchgezogene Linie) im Vergleich zu den Werten bei der Einhaltung des TDI-Wertes (gestrichelte Linie)

Sind diese Überschreitungen jedoch auch in der Praxis der jüngeren Vergangenheit vorgekommen? Um diese Frage zu klären, wird der oben ermittelte – für das durchschnittliche Kleinkind unbedenkliche Wert von 189 μg DON – mit im Rahmen der „Besonderen Ernte und Qualitätsermittlung“ (BEE) ermittelten DON-Gehalten verglichen (Tabelle 1). In dieser Tabelle sind die DON-Gehalte von luftgetrocknetem Getreide für die Jahre 2001 bis 2010 dargestellt. Da es sich bei den Tabellenwerten um Rohware handelt, wurde der Mittelwert des DON-Gehaltes auf den Wert für verarbeitetes Getreide umgerechnet (Reduzierung um den [Reinigungs-/Verarbeitungs-Effekt]-Faktor 3/5, was der Reduktion der maximalen Höchstgehalte für Rohgetreide von 1250 $\mu\text{g}/\text{kg}$ auf 750 $\mu\text{g}/\text{kg}$ in Getreide, das unmittelbar dem menschlichen Verzehr dient, entspricht (vgl. VO (EG) Nr. 1881/2006 sowie NIENS und HASSELMANN, 2011).

Tabelle 1 zeigt zunächst, dass dieser – für das durchschnittliche Kleinkind unbedenkliche – Wert von 189 μg DON in der Regel unterschritten wird. Allerdings wird deutlich, dass die Belastung laut dieser „Besonderen Ernte und Qualitätsermittlung“ (BEE) im Jahr 2007 so hoch lag, dass anzunehmen ist, dass durchschnittliche Kleinkinder in diesem Jahr mehr DON als toxikologisch unbedenklich ist, aufgenommen haben. Dabei wird davon ausgegangen, dass die im Zuge der BEE ermittelten Qualitätsparameter des Getreides repräsentativ sind, wie von KALISCH (2001) dargestellt: „Neben den quantitativen Aspekten der Getreideerzeugung werden im Rahmen der BEE auch wichtige qualitative Parameter erfasst. Diese ermöglichen einen repräsentativen Überblick über ausgewählte Backeigenschaften und Inhaltsstoffe der geernteten Getreidepartien.“ (Hervorhebung nicht im Original).

Tabelle 1: DON-Gehalte $\mu\text{g}/\text{kg}$ luftgetrockenes Getreide², deutschlandweit ermittelt

| Jahr | Probenzahl | Mittelwert luftgetrockenes Getreide [$\mu\text{g DON}/\text{kg}$] | <i>Entspricht Mittelwert in Getreide zum unmittelbaren menschlichen Verzehr [$\mu\text{g DON}/\text{kg}$]</i> | Median luftgetrockenes Getreide [$\mu\text{g DON}/\text{kg}$] | Min. – Max. luftgetrockenes Getreide [$\mu\text{g DON}/\text{kg}$] | 90. Perzentil luftgetrockenes Getreide [$\mu\text{g DON}/\text{kg}$] |
|------|------------|---|--|---|--|--|
| 2001 | 253 | 246 | <i>147,6</i> | 69 | < 10 – 3528 | 722 |
| 2002 | 261 | 239 | <i>143,4</i> | 136 | < 10 – 3616 | 563 |
| 2003 | 457 | 148 | <i>88,8</i> | 51 | < 10 – 2692 | 308 |
| 2004 | 505 | 268 | <i>160,8</i> | 109 | < 10 – 3965 | 714 |
| 2005 | 496 | 80 | <i>48</i> | 36 | < 10 – 4097 | 180 |
| 2006 | 471 | 88 | <i>52,8</i> | 16 | < 10 – 7543 | 131 |
| 2007 | 481 | 394 | <i>236,4</i> | 163 | < 10 – 12249 | 763 |
| 2008 | 468 | 70 | <i>42</i> | 16 | < 5 – 2506 | 185 |
| 2009 | 473 | 118 | <i>70,8</i> | 27 | < 5 – 7236 | 279 |
| 2010 | 458 | 127 | <i>76,2</i> | 27 | < 3 – 5005 | 269 |

Quelle: SCHWAKE-ANDUSCHUS und LINDHAUER im BEE-Bericht des BMELV (2010, verändert, eingefügte Spalte durch Kursiv-Setzen gekennzeichnet)

Bei Betrachtung der in Tabelle 1 dargestellten Mittelwerte der DON-Belastung wird deutlich, dass im Jahr 2007 nach der Reduzierung der Gehalte von luftgetrocknetem Getreide um den Faktor durch Reinigung im Mittel noch 236,4 $\mu\text{g DON}$ enthalten sind [Wert hervorgehoben]. Diese überschreiten die oben als unbedenklich für das durchschnittliche Kleinkind ermittelten 189 μg um etwa 25 %.

4 DON-Mykotoxinrisiko ist ein Pythia-Risiko

Die obige Darstellung zeigt sehr deutlich, dass durch das Mykotoxin DON trotz der derzeitigen gesetzlichen Regulierung ein Risiko aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes besteht. Dementsprechend sollte das Risiko weiter reduziert werden. Eine auf den ersten Blick logisch erscheinende Verschärfung der Grenzwerte bis auf das Niveau, das alle Verbrauchergruppen adäquat schützt, stellt sich insofern als nicht praktikabel dar, dass dann in Jahren starken Befalls zu große Teile der Ernte nicht für die menschliche Ernährung zur Verfügung stehen würden. Dieses ist umso problematischer, wenn die zu erwartende Zunahme der Weltbevölkerung (vgl. z. B. OECD, 2003) mit in die Betrachtung aufgenommen wird.

Dementsprechend sind neue Strategien im Umgang mit dem DON-Mykotoxinrisiko notwendig. Ein Konzept für einen besonders effizienten Risiko-Umgang hat der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU, 1999) in seinem Jahresgutachten 1998 erarbeitet. Dort schlägt der WBGU (1999, 4) für einen besonders „effektiven, effizienten und sachlichen Umgang mit Risiken“ heutiger Zeit vor, diese zunächst aufgrund besonders relevanter Risikoeigenschaften zu klassifizieren, um anschließend die dem jeweiligen Risikotyp entsprechende optimale Managementstrategie anzuwenden. Für die Klassifizierung sollten jedoch neben den beiden klassischen – das Risiko charakterisierenden – Faktoren Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß weitere wichtige hinzugezogen werden (WBGU, 1999, 55 ff.; 63): die Abschätzungssicherheit von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß, die Ubiquität, die Persistenz, die Irreversibilität, die Verzögerungswirkung sowie das Mobilisierungspotential. Diese vom WBGU vorgeschlagenen Risikoeigenschaften haben wir auf das Mykotoxinrisiko durch DON angewandt und festgestellt, dass dieses Risiko zum Typ Pythia gehört. Die wichtigsten Risikoeigenschaften, die zu dieser Klassifizierung führten, sind die geringe Abschätzungssicherheit sowohl der Eintrittswahrscheinlichkeit als auch des Schadenspotentials von DON. Weiterhin gehen wir von einer

² Ab 2004: Korrektur der Werte entsprechend der Wiederfindungsraten (vgl. BMELV, S. 41)

hohen räumlichen Verbreitung des Risikos (Ubiquität) aus, während wir die anderen beim WBGU aufgeführten Risikofaktoren, so auch die Persistenz, als nicht von ausschlaggebender Bedeutung für die Typisierung des DON-Risikos erachten.

Für den Risikotyp Pythia wird eine vorsorgeorientierte Vorgehensweise des Risikomanagements vorgeschlagen. Die entsprechende Risikomanagementstrategie setzt sich dabei im Einzelnen aus folgenden Komponenten zusammen (WBGU, 1999; RENN, 2008):

- Implementierung des Vorsorgeprinzips
- Verbesserung des Wissens
- Entwicklung von Substituten
- Intensives Monitoring
- Verbesserung der Resilienz
- Containment (Ort, Zeit)

Diese Komponenten werden im Folgenden auf die DON-Mykotoxinproblematik angewandt und unter Einbezug von Expertenmeinungen evaluiert.

5 Expertenbefragung

Methodik der Befragung

Die Experten-Befragungen wurden im Rahmen der Bearbeitung eines entsprechenden Forschungsprojektes im Forschungsverbund Agrar- und Ernährungswissenschaften Niedersachsen (FAEN) durchgeführt. Dabei wurden Experten innerhalb und außerhalb des Verbundes hinsichtlich ihrer Einschätzung des Risikos und Risikomanagements der *Fusarium*-Mykotoxine mit dem Schwerpunkt auf DON befragt. Dieses fand im Zeitraum von März bis Dezember 2009 statt. Für die Befragungen wurden sowohl eine allgemeine Fragebogenfassung als auch spezielle Versionen für Analytiker und Toxikologen entwickelt. Die Befragungen fanden schriftlich statt. Dabei wurde eine Kombination von geschlossenen und offenen Fragen gewählt. Die geschlossenen Fragen wurden als Alternativfragen mit Ja / Nein-Antworten bzw. mit einer fünfstufigen endpunktbenannten Antwortskala zur Beantwortung gestellt, wobei jeweils die Möglichkeit der Ausweichantwort „Das kann ich nicht abschätzen“ gegeben war. Ein Teil der Fragen war in allen Fragebogenvarianten identisch, während andere an die jeweilige Expertise angepasst wurden. Durch die Varianten der Fragebögen erklären sich im Folgenden die unterschiedlichen Stichprobengrößen. Die einzelnen Befragungen sind in Tabelle 2 zusammenfassend dargestellt. Zur besseren Veranschaulichung der Ergebnisse wurden die Expertenmeinungen der verschiedenen Fragebogenvarianten bei gleicher Fragestellung zusammenfassend ausgewertet.

Tabelle 2: Expertise der schriftlich befragten Experten

| Fragebogenkategorie | Anzahl versendete Fragebögen | Anzahl Rückläufe |
|---|------------------------------|------------------|
| Breit aufgestellte Expertise, verbundintern | 4 | 4 |
| Breit aufgestellte Expertise, verbundextern | 20 | 9 |
| Toxikologie | 5 | 2 |
| Analytik | 6 | 4 |
| Summe | 35 | 19 |

Achtzehn der befragten Experten gaben ihre(n) Tätigkeitsbereich(e) an, diese waren: Forschung (13 Nennungen), Wissenschaft (12), Behörde/Verwaltung (3), Wirtschaft (3) sowie Praxisverband und Verbraucherschutzorganisation mit je einer Nennung. Als inhaltliche Arbeitsschwerpunkte wurden genannt: Pflanzenschutz (10), Analytik (9), Lebensmittelsicherheit (7), Pflanzenbau (5). Jeweils vier Experten gaben Tierernährung/Tiergesundheit, Toxiko-

logie und Verbraucherschutz an, zwei Experten nannten ferner die Pflanzenzüchtung. Mehrfachnennungen waren jeweils möglich.

Die Einschätzungen dieser Experten dienen uns für die Evaluierung der oben dargestellten Komponenten der Risikomanagementstrategie und werden im Folgenden ausführlich dargestellt.

Implementierung des Vorsorgeprinzips

In der Praxis ist für die Gehalte von Kontaminanten in Lebensmitteln festgelegt, dass diese auf einem so geringen Level wie möglich gehalten werden sollen (ALARA: „as low as reasonably achievable“, siehe oben).

Wie beurteilen die befragten Experten die Anwendung des Vorsorgeprinzips? Dabei wurde dieses in den Befragungen nicht direkt thematisiert. Werden jedoch die Aussagen der Experten zu der offenen Frage nach den wichtigsten und effektivsten Maßnahmen zur Verbesserung des Verbraucherschutzes vor *Fusarium*-Mykotoxinen hinzugezogen, wird die Bedeutung, die die Experten allgemein der Anwendung des Vorsorgeprinzips beimessen, deutlich: Die beiden Toxikologen führen an dieser Stelle die Einführung, Anwendung und Überwachung von Höchstgehalten für die wichtigsten *Fusarium*-Mykotoxine auf. Von den weiteren 15 Statements, die an dieser Stelle abgegeben wurden, beziehen sich neun auf Maßnahmen, die der Vorbeugung eines Befalls und somit dem ALARA-Prinzip dienen.

Die hohe Bedeutung, die von Seiten der Experten der Vorsorge / Vorbeugung vor einem Befall durch *Fusarium* beigemessen wird, zeigt sich auch hinsichtlich der Stufe der Wertschöpfungskette, auf der reagiert werden sollte: Die Mehrzahl der Experten hält den Einsatz von Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft für besonders effektiv (Tabelle 3).

Tabelle 3: Einschätzung der Eignung des Ansatzes auf der jeweiligen Stufe der Wertschöpfungskette für die effektive Senkung der Gehalte von *Fusarium*-Mykotoxinen durch die befragten Experten

| Stufe der Wertschöpfungskette | Anzahl Nennungen „sehr/eher geeignet“ (Σ Experten n = 17) | Gültige n | Keine Einschätzung abgegeben | Modus | Mittelwert der Nennungen | Standardabweichung |
|-------------------------------|---|-----------|------------------------------|-------|--------------------------|--------------------|
| Landwirtschaft | 16 | 17 | 0 | 2 | 1,65 | 0,606 |
| Mühlen / Landhandel | 12 | 17 | 0 | 2 | 2,29 | 0,849 |
| Vorgelagerter Bereich | 11 | 17 | 2 | 2 | 2,25 | 1,238 |
| Lebensmittelherstellung | 4 | 17 | 1 | 4 | 3,27 | 1,163 |

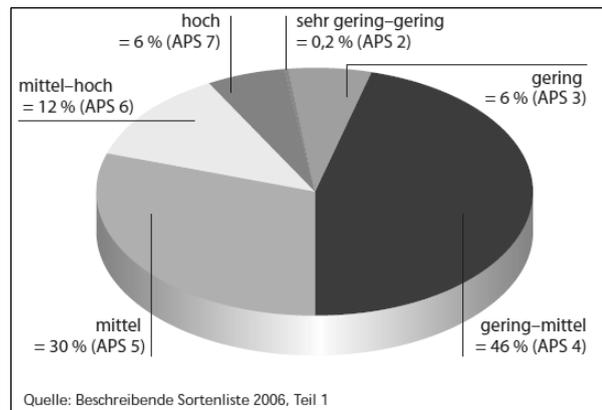
(Antwortkategorien: 1 = „sehr geeignet“, ..., 5 = „überhaupt nicht geeignet“)

Als Maßnahmen des Risikomanagements im Bereich der Landwirtschaft sehen die hierzu befragten 13 Experten insbesondere die Sortenwahl und die Fruchtfolge sowie die „Pflicht des Pflugeinsatzes nach Mais“ als geeignet für die Reduzierung von Mykotoxinen an.

D. h., der Einsatz vorbeugender Maßnahmen ist vorgeschrieben und wird von den Experten mit hoher Einigkeit als sehr sinnvoll erachtet. Inwiefern die Anwendung in der Praxis erfolgt, soll am Beispiel „Sortenwahl“ dargestellt werden (Abbildung 2).

Anhand Abbildung 2 wird deutlich, dass bislang kaum Weizen mit hohen *Fusarium*-Resistenz-Einstufungen angebaut wird. Gründe hierfür können darin liegen, dass der Landwirt von seinem betriebswirtschaftlichen Optimum abweichen muss, um diese vorbeugenden Maßnahmen gegen *Fusarium* zu ergreifen. Wenn er auf diese Weise besonders gering mit *Fusarium*-Mykotoxinen belastetes Getreide produziert, wird dieses bislang nicht honoriert. Ein anderer Faktor (Nicht-Handeln durch eventuell unzureichendes Wissen des Landwirtes um die Problematik) wird im Folgenden diskutiert.

Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Resistenzeinstufung für Ährenfusarium des Bundessortenamtes und Vermehrungsfläche zugelassener und für den Anbau relevanter Sorten (Stand 2006)



Quelle: RODEMANN und BARTELS (2007)

Verbesserung des Wissens

Die Verbesserung des Wissens kann dabei mehrschichtig gesehen werden. Einerseits geht es um das allgemeine Wissen um die Problematik, d. h. den Stand der Forschung. Andererseits kann die Verbesserung des Wissens auf Seiten der Akteure das Risiko mindern.

In der Praxis findet Forschung im Themenfeld der Mykotoxinproblematik statt. Dabei erscheint es aus Sicht der befragten Akteure jedoch noch sinnvoll, diese auszubauen, so thematisieren alle 19 befragten Experten Forschungsbedarf hinsichtlich der *Fusarium*-Mykotoxin-Problematik. Der prozentual höchste Anteil Experten (83,3 %) sieht dabei Forschungsbedarf im Bereich der Toxikologie.

An der Thematik interessierte Akteure können sich u. a. auf zahlreichen Internetseiten über die Mykotoxinproblematik informieren. Dennoch sind sich die befragten Experten auch hinsichtlich der Verbesserung des Wissens der Akteure sehr einig, dass Verbesserungspotential besteht: So wird eine Unterstützung des Landwirtes durch die Politik, damit dieser der Mykotoxin-Problematik eine hohe Priorität beimisst, von Seiten der befragten Experten insbesondere im Bereich Aufklärung / Sensibilisierung für die Mykotoxinproblematik gesehen. D. h., es wird davon ausgegangen, dass der Landwirt durch ein verbessertes Wissen um die Mykotoxinrisiken sowie geeignete Vermeidungsstrategien, diesen höhere Priorität beimisst.

Eine weitere wichtige Akteursgruppe im Hinblick auf das Wissen um die Problematik sind die Verbraucher als direkt Betroffene einer Mykotoxinbelastung der Lebensmittel. Hier sind sich die befragten Experten (n = 13, ohne speziell als Analytiker und Toxikologen angesprochene) ebenfalls sehr einig, dass die Kommunikation gegenüber den Konsumenten nicht gut ist. Elf der Befragten stimmten dem Statement „Die Kommunikation über *Fusarium*-Mykotoxine gegenüber den Konsumenten ist gut“ eher nicht bzw. gar nicht zu. Dabei wird die zur Verbesserung dieser Kommunikation entwickelte Verbraucherinformationsplattform (vgl. RAUPACH, 2012 als Basis der hier vorgestellten Forschungsergebnisse) jedoch von der Mehrzahl der Experten skeptisch betrachtet. Ein Hinweis darauf, als wie gut sich die Verbraucher selbst informiert ansehen, konnte in der Literatur nicht gefunden werden. Studien zur Mykotoxin-Risikoeinschätzung des Verbrauchers lassen offen, inwieweit den Konsumenten dabei tatsächlich das Risiko einer Primärkontamination bewusst ist (vgl. z. B. FREESE, 2010).

Entwicklung von Substituten

Hinsichtlich der Entwicklung von Substituten geht es darum, das Risiko durch die Entwicklung von Alternativen zu senken. Dabei geht es einerseits um die „Entwicklung“ derselben, d. h., Forschung ist notwendig (s. o.). Andererseits muss die Substitution Einzug in die Praxis finden. Eine generelle Substitution des Grundnahrungsmittels Weizen aus der Nahrung

erscheint dabei nicht realistisch. Dementsprechend erscheint es sinnvoll, mit der Substitution an anderer Stelle anzusetzen. Als Stufe der Wertschöpfungskette für Substitutionen im Produktionsverfahren erscheint die Landwirtschaft besonders geeignet, da hier dem Befall, der einer Belastung der Lebensmittel vorangeht, ursächlich entgegengewirkt werden kann (s. o.). Die Substitution von Anbauverfahren für eine Vermeidung des Befalls entspricht der Beachtung des vorgeschriebenen und oben dargestellten ALARA-Prinzips.

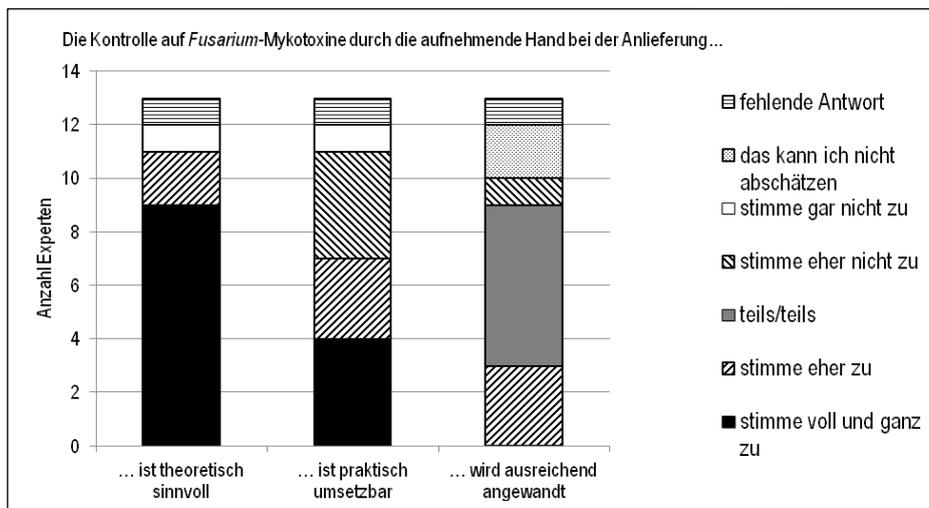
Eine Form der Substitution könnte auch die alternative Verwendung belasteter Parteien darstellen. Die bestehenden Möglichkeiten der alternativen Verwendung werden von den Experten jedoch als kritisch angesehen. Auch an dieser Stelle könnte die Forschung ansetzen.

Intensives Monitoring

Eine intensive Überwachung würde es ermöglichen, einzelne hoch belastete Parteien, die stark zur durchschnittlichen Belastung beitragen, zu identifizieren und zu verhindern, dass diese den Verbraucher erreichen (vgl. hierzu auch Tabelle 1). Insbesondere ein im Rahmen der Studie befragter Toxikologe unterstützt das intensive Monitoring als Risikomanagementstrategie, indem er als wichtigste und effektivste Maßnahme für den Verbraucherschutz „Höchstgehalte und ihre effektive Überwachung“ (Hervorhebung nicht im Original) nennt.

Diese Vorgehensweise erscheint in der Praxis bislang verbesserungsfähig: so stimmen beispielsweise nur drei der hierzu befragten 13 Experten „eher“ zu, dass es derzeit zu einer ausreichenden Kontrolle auf *Fusarium*-Mykotoxine durch die aufnehmende Hand kommt (Abbildung 3).

Abbildung 3: Einschätzung der Kontrolle auf *Fusarium*-Mykotoxine durch die aufnehmende Hand durch die befragten Experten (n = 13)



Insgesamt wurde im Rahmen der durchgeführten Befragungen deutlich, dass die Experten der Überwachung der Mykotoxine im Verlauf der Wertschöpfungskette (außer im Einzelhandel) allgemein eine sehr hohe Bedeutung beimessen (hohe Anzahl Zustimmungen zum Statement „Maßnahme ist theoretisch sinnvoll“). Die Anzahl derer, die diese Maßnahme für praktisch umsetzbar ansehen, ist jeweils (wie im obigen Beispiel dargestellt) deutlich geringer. Hinsichtlich der ausreichenden Anwendung fällt die Zahl der Experten, die dieser zustimmen, jeweils noch einmal deutlich ab.

Darüber hinaus zeigten sich die gezielt als Analytiker angesprochenen Experten, die eine Aussage hinsichtlich einer „Analysemethode der Zukunft“ für die Praktiker (z. B. Mühlen, Landhandel) trafen, einig, dass zunächst ein schnelles Erfassen der Belastung mittels Schnelltest erfolgen sollte, um hoch kontaminierte Parteien von der weiteren Verarbeitung zu Lebensmitteln auszuschließen.

Verbesserung der Resilienz

Da sich die Widerstandsfähigkeit der Verbraucher gegenüber DON nicht verändern lässt, erscheint es auch bezüglich der Verbesserung der Resilienz sinnvoll, an Möglichkeiten zum „Abpuffern“ der Effekte eines *Fusarium*-Befalls durch das landwirtschaftliche System anzusetzen. In diesem Bereich liegt auch der Fokus der Expertenmeinungen. Hier sind sich die Befragten einig, dass vorbeugend Maßnahmen des Anbaus (u. a. Sortenwahl, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung) beachtet werden sollten, um das Risiko im Falle einer den Befall fördernden Wetterlage zu reduzieren. Diese Punkte wurden oben bereits ausführlich diskutiert.

6 Fazit

In Jahren mit einem witterungsbedingt hohen Infektionsdruck durch *Fusarium*-Pilze kann es dazu kommen, dass Risikogruppen unter den Verbrauchern über einen längeren Zeitraum eine höhere Dosis des Mykotoxins DON aufnehmen, als aus toxikologischer Sicht unbedenklich erscheint. Diesem Risiko muss effizient entgegengewirkt werden. Entsprechende Vorschläge für einen adäquaten Risikoumgang finden sich in dem in diesem Paper vorgestellten Jahrgutachten des WBGU. Eine Evaluierung der hier dargestellten Vorgehensweisen für einen adäquaten Risikoumgang auf der Basis von Expertenmeinungen zeigen besondere Defizite in der konsequenten Anwendung vorbeugender Maßnahmen durch die Landwirtschaft und dem Einsatz eines ausreichenden Monitorings. Dabei besteht unter den Experten eine hohe Einigkeit, welche Anbauverfahren im Hinblick auf die *Fusarium*-Vermeidung besonders sinnvoll sind. Das Defizit der Anwendung scheint vielmehr in der Etablierung in die Praxis zu bestehen. Einen Beitrag zu einer vermehrten Vermeidung kann die Verbesserung des Wissens der Landwirtschaft um die Problematik liefern. Dementsprechend sollte – als besonders sinnvolle Handlungsstrategie neben weiterer Forschung – im Bereich Kommunikation der Kenntnisse an sämtliche betroffenen Akteure angesetzt werden. Ferner scheint künftig ein intensiviertes Monitoring unerlässlich.

Literatur

- BANASIAK, U., HESEKER, H., SIEKE, C., SOMMERFELD, C. und C. VOHMANN (2005): Abschätzung der Aufnahme von Pflanzenschutzmittel-Rückständen in der Nahrung mit neuen Verzehrsmengen für Kinder. Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 48 (1): 84-93.
- BARTELS, G. und B. RODEMANN (2003): Strategien zur Vermeidung von Mykotoxinen in Getreide. Gesunde Pflanzen 55 (5): 125-135.
- BFR (Bundesinstitut für Risikobewertung) (2005): BfR entwickelt neues Verzehrsmodell für Kinder. Information Nr. 016/2005 des BfR vom 2. Mai 2005. URL: http://www.bfr.bund.de/cm/218/bfr_entwickelt_neues_verzehrsmodell_fuer_kinder.pdf (27.03.2008).
- CODEX STAN 193-1995 (Amended 2009). Codex General Standard for Contaminants and toxins in foods (CODEX STAN 193-1995). URL: http://www.codexalimentarius.net/download/standards/17/CXS_193e.pdf (07.12.2010).
- DEHNE, H.-W., OERKE, E.-C. und U. STEINER (2002): Mykotoxine in Getreide und Getreideprodukten – *Fusarium*-Befall an Weizen. In: Beiträge zum ersten Workshop der Arbeitsgruppe Lebensmittelqualität und -sicherheit QUASI der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel, Heft 94. Selbstverlag der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- FREESE, C. (2010): Empirische und experimentelle Analyse von Verbrauchereinstellungen gegenüber Mykotoxinrisiken und Lebensmittelkennzeichnungen. URL: <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2010/freese/freese.pdf> (03.03.2011).
- GAREIS, M. (1999): Mykotoxine und Schimmelpilze. ForschungsReport 2/1999: 4-5.
- KALISCH, J. (2001): Durchführung und Ergebnissicherheit der Besonderen Ernteterminnung. Getreide, Mehl und Brot 55 (4): 204-208.

- KUIPER-GOODMAN, T. (2004): Risk assessment and risk management of mycotoxins in food. In: Magan, N. und M. Olsen (eds.) (2004): *Mycotoxins in food: detection and control*. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK, 367-405.
- MIEDANER, T. und B. SCHNEIDER (2001): Züchtungsstrategien zur Verringerung von Ährenfusariosen und Mycotoxingehalten bei Getreide. In: Tagungsband „*Fusarium*-Befall und Mycotoxinbelastung von Getreide – Ursachen, Auswirkungen, Vermeidungsstrategien“, 13. Wissenschaftliche Fachtagung am 7.11.2001, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität Bonn.
- NIENS, C. und H. HASSELMANN (2011): Ist eine Verbesserung des Verbraucherschutzes vor Mykotoxinen ökonomisch rational? *Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie - Band 20 (1)*: 181-190. Facultas Verlag, Wien.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2003): *Emerging Systemic Risks. Final Report to the OECD Futures Project*. Paris.
- PIETERS, M.N., FREIJER, J., BAARS, B.J., FIOLET, D.C.M., KLAVEREN, J. VAN und W. SLOB (2002): Risk assessment of Deoxynivalenol in food: concentration limits, exposure and effects. In: DeVries, J.W., Trucksess, M.W. und L.S. Jackson (eds.): *Mycotoxins and food safety: Proceedings of an American Chemical Society symposium held in Washington, DC, USA, on 21-23 August 2000, 2002*. Serie: *Advances in Experimental Medicine and Biology*. Kluwer Academic Publishers. Volume 504: 235-248.
- RAUPACH, K. (2012): Risiko und Risikomanagement ausgewählter *Fusarium*-Mykotoxine – Eine Analyse mit dem Fokus auf der Verbesserung des gesundheitlichen Verbraucherschutzes (vgl. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen). ibidem-Verlag, Stuttgart. Renn, O. (2008): Die Akzeptabilität von Risiken. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* 68 (7/8): 289-293.
- RODEMANN, B. und G. BARTELS (2007): Besser ernten mit resistenten Sorten. Broschüre IG Pflanzenzucht.
- SCF (Scientific Committee on Food) (1999): Opinion of the Scientific Committee on Food on *Fusarium* toxins. Part 1: Deoxynivalenol (DON) (2. December 1999).
- SCF (Scientific Committee on Food) (2002): Opinion of the Scientific Committee on Food on *Fusarium* toxins. Part 6: Group evaluation of T-2 toxin, HT-2 toxin, Nivalenol and Deoxynivalenol (adopted on 26 February 2002).
- SCHNEIDER, K., GERDES, H., HASSAUER, M., OLTMANN, J. und J. SCHULZE (2002): Berücksichtigung der Risikogruppe Kind bei der Ableitung gesundheitsbezogener Umweltstandards. URL: <http://www.apug.de/archiv/pdf/kinderempfindlichkeit.pdf> (27.03.2008).
- SCHNEIDER, K., SCHUHMACHER-WOLZ, U., OLTMANN, J. und M. CLAUSBERG (2004): Verfahren zur Standardsetzung für Höchstgehalte für Umweltkontaminanten in Lebensmitteln. Endbericht. URL: http://www.bfr.bund.de/cm/208/verfahren_zur_standardsetzung_fuer_hoehstgehalte_fuer_umweltkontaminanten_in_lebensmitteln.pdf (03.03.2008).
- SCHWAKE-ANDUSCHUS, C. und M. LINDHAUER (2010): Gesundheitlich nicht erwünschte Stoffe. In: BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hrsg.): *Besondere Ernte- und Qualitätsermittlung (BEE) 2010*. Reihe: *Daten-Analysen*, S. 41-42.
- VERORDNUNG (EWG) Nr. 315/93 des Rates vom 8. Februar 1993 zur Festlegung von gemeinschaftlichen Verfahren zur Kontrolle von Kontaminanten in Lebensmitteln.
- VERORDNUNG (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung zu Globalen Umweltveränderungen, 1999): *Welt im Wandel: Der gesellschaftliche Umgang mit globalen Umweltrisiken*. Jahresgutachten 1998. Springer, Berlin.
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT „Verbraucher- und Ernährungspolitik“ beim BMVEL (2005): *Grundsatzpapier Ernährungspolitik*.

Danksagung

Wir danken dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur für die finanzielle Förderung des Forschungsvorhabens.