

## Ist eine Verbesserung des Verbraucherschutzes vor Mykotoxinen ökonomisch rational?

Is a higher level of consumer protection against mycotoxins a rational economic choice?

Christine NIENS und Heinrich HASSELMANN

### Zusammenfassung

Beim Anbau von Getreide stellt der Befall mit Ährenfusarien ein erhebliches Qualitätsproblem dar. Fusarien können Mykotoxine erzeugen, deren langfristige Aufnahme gesundheitsschädigend wirkt. Daher unterliegt Getreide gesetzlichen Regelungen hinsichtlich des erlaubten Mykotoxingehalts. Allerdings gibt es Hinweise darauf, dass die derzeitige Grenzwertsetzung keinen umfassenden Verbraucherschutz garantiert. Im Folgenden wird ausgeführt, wie hoch Getreide maximal mit Mykotoxinen belastet sein darf, um gesundheitlich unbedenkliche Lebensmittel produzieren zu können. Ausgehend davon wird mittels Kosten-Nutzen-Analyse gezeigt, dass eine Verbesserung des Verbraucherschutzes vor Mykotoxinen ökonomisch rational ist.

**Schlagnote:** Mykotoxine, Verbraucherschutz, Kosten-Nutzen-Analyse

### Summary

Fusarium infections are one of the main problems in wheat cultivation. Fusarium produces mycotoxins, which can cause serious, chronic health effects. To reduce consumers' health risks, wheat and wheat products underlie legal regulation concerning the maximum level of mycotoxin concentration. But legislated maximum levels do not prevent consumers from over-stepping acceptable total daily intake, particularly children. Therefore a new threshold is presented which ensures an improved consumer protection. By using cost-benefit-analysis,

we show that a higher level of consumer protection against mycotoxins is a rational economic choice.

**Keywords:** mycotoxins, consumer protection, cost-benefit analysis

## 1. Einleitung

In der Landwirtschaft spielt neben einem hohen Ertrag die Qualität des Ernteguts eine wichtige Rolle. Beim Anbau von Getreide stellt besonders der Befall mit Feldpilzen der Gattung „Fusarium“ ein erhebliches Problem dar. Fusarien produzieren bestimmte, gesundheitsschädliche Schimmelpilzgifte, die „Mykotoxine“. Um eine Gesundheitsgefährdung der Verbraucher zu vermeiden, wurden in der EU Mykotoxin-Höchstgehalte für Getreide und getreidehaltige Lebensmittel gesetzlich festgelegt. Jedoch wird diskutiert, ob die aktuellen Grenzwerte einen ausreichenden Gesundheitsschutz gewährleisten.

Vor diesem Hintergrund wird gezeigt, welche Mykotoxingehalte zu einer Reduzierung der Gesundheitsgefährdung, insbesondere von Risikogruppen führen. Da eine Unterschreitung der aktuellen Grenzwerte für den Landwirt mit Mehraufwand und dadurch mit zusätzlichen Kosten verbunden ist, wird mittels einer Kosten-Nutzen-Analyse geprüft, ob eine Verbesserung des gesundheitlichen Verbraucherschutzes vor Mykotoxinen volkswirtschaftlich sinnvoll ist. Dabei steht die Ermittlung der Mehrkosten der Landwirte im Vordergrund.

## 2. Mykotoxine im Getreide

Unter den Getreidearten gilt Weizen als besonders anfällig für eine Fusariuminfektion. Der Pilzbefall führt zum Schadbild der „partiellen Taubährigkeit“ und kann im schlimmsten Fall Ertragseinbußen bis zu 45% verursachen (vgl. RODEMANN und BARTELS, 2004). Zudem erzeugen Fusarien gesundheitsgefährdende Mykotoxine, wobei „Deoxynivalenol“ (DON) das häufigste Fusarium-Mykotoxin darstellt (ebd.). Aufgrund der weiten Verbreitung von DON beziehen sich alle weiteren Ausführungen auf dieses Mykotoxin und auf Weizen, als bedeutendstes Getreide für die Nahrungsmittelproduktion (vgl. BMELV, 2010).

### 3. Einflussfaktoren auf die Fusarium-Toxinbildung bei Weizen

Für einen Befall des Weizens mit Fusarien sowie die DON-Bildung sind zum einen die Anbaustrategie des Landwirts und zum anderen die Witterungsverhältnisse zum Zeitpunkt der Weizenblüte entscheidend. Zu den wichtigsten pflanzenbaulichen Einflussfaktoren gehören Fruchtfolge, Sortenwahl, Bodenbearbeitung und der Einsatz spezieller Fungizide (vgl. BRUNOTTE, 2007).

- Fruchtfolge: Im Vergleich zu den Vorfrüchten Getreide und Blattfrucht erhöht sich der DON-Gehalt des Weizens nach Silomais um ca. 70%. Hingegen sind keine signifikanten Unterschiede der Vorfruchtwirkungen von Getreide und Blattfrüchten in Bezug auf den DON-Gehalt der nachfolgenden Frucht nachweisbar (vgl. GÖDECKE und v. TIEDEMANN, 2009; BECK und LEPSCHY, 2000).
- Sortenwahl: Der Anbau einer hoch anfälligen Weizensorte erhöht die DON-Belastung des Getreides gegenüber einer gering anfälligen Sorte unter sonst identischen Anbaubedingungen um bis zu 400% (vgl. GÖDECKE und v. TIEDEMANN, 2009).
- Bodenbearbeitung: Gegenüber einer Direktsaat können die DON-Gehalte durch eine wendende Bodenbearbeitung um ca. 70% und durch eine Mulchsaat mit Lockerung um ca. 50% reduziert werden (vgl. BRUNOTTE, 2007). Der hohe Wirkungsgrad der wendenden Bodenbearbeitung wird allerdings nur in Kombination mit der Vorfrucht Mais erreicht (vgl. BARTELS und RODEMANN, 2003; BECK und LEPSCHY, 2000).
- Pflanzenschutzmittel: In Jahren mit günstigen Klimabedingungen für das Fusariumwachstum kann auf eine Blütenspritzung mit Azolfungiziden zurückgegriffen werden, um die DON-Belastung des Weizens zu regulieren. Unter Praxisbedingungen wurden dadurch im Idealfall Reduzierungen zwischen 40% und 50% erreicht (vgl. BARTELS und RODEMANN, 2003; PAUL et al., 2008)

### 4. Wirkungen von DON auf die Gesundheit

Die Aufnahme von Mykotoxinen wie DON stellt ein gesundheitliches Risiko dar. Dabei wird Mykotoxinen vor allem ein chronisches Gefährdungspotential zugeschrieben (vgl. KUIPER-GODEMANN, 2004). Zu den durch DON ausgelösten Erkrankungen gehört die Immunsuppression,

in deren Folge sich die Anfälligkeit für Infektionserkrankungen erhöht (vgl. SCF, 1999). Weiterhin kann DON auch Erbrechen, Übelkeit und Darmbluten hervorrufen (vgl. BARTELS und RODEMANN, 2003).

#### 4.1 Grenzwertsetzung und Gesundheitsschutz

Die maximal zulässige Belastung von Weizen mit Mykotoxinen wird auf europäischer Ebene durch die Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 (KOMMISSION 2006b) geregelt. Die dort angegebenen Höchstgehalte sollen dem Schutz der öffentlichen Gesundheit dienen und bei Einhaltung guter Landwirtschaftspraxis erreichbar sein. Laut der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 darf unverarbeiteter Weizen maximal 1.250 µg DON/kg und Weizenmehl sowie direkt zum menschlichen Verzehr vorgesehener Weizen höchstens 750 µg DON/kg enthalten.

Die Ermittlung der Mykotoxin-Höchstgehalte erfolgt unter Bezugnahme des TDI (tolerable daily intake) und der täglichen Aufnahmemenge bestimmter Nahrungsmittel. Der TDI-Wert stellt die Menge eines potentiell gesundheitsschädlichen Stoffes dar, die lebenslang täglich konsumiert werden kann, ohne dass merkliche Gesundheitseffekte auftreten (vgl. KUIPER-GOODMAN, 2004). Für DON gilt ein TDI von 1µg/kg Körpergewicht pro Tag (vgl. SCF, 2002).

#### 4.2 Empfehlungen für einen umfassenden Verbraucherschutz

Es gibt Hinweise darauf, dass die aktuellen Grenzwerte eine Überschreitung des TDI bei bestimmten Personengruppen zulassen (vgl. BfR, 2006; KOMMISSION 2006a). RAUPACH und MARGGRAF (2009) zeigen, dass zwei- bis vierjährige Kinder mit durchschnittlichem Getreideverzehr den TDI um fast das Vierfache überschreiten können. Um eine Gesundheitsgefährdung von Kleinkindern zu reduzieren wird für Deutschland ein Grenzwert von 193 µg/kg für empfohlen (vgl. RAUPACH und MARGGRAF, 2009). Um verzehrfertiges Getreide mit diesem Grenzwert produzieren zu können, muss auch die DON-Belastung des Rohgetreides verringert werden. Bei der derzeitigen Grenzwertsetzung wird davon ausgegangen, dass sich die DON-Belastung des Rohgetreides durch weitere Verarbeitungsschritte um ca. 40% reduziert. Übertragen auf den ermittelten DON-Höchstgehalt für verzehrfertiges Getreide von 193 µg/kg, müsste der Grenzwert für Weichweizen als

Rohgetreide also 321 µg/kg ( $[(192,6/60)*100]$ ) betragen, was in etwa einem Viertel des gegenwärtig zulässigen Höchstgehaltes entspräche.

## 5. Ökonomische Bewertung

Eine Herabsetzung der zulässigen DON-Höchstgehalte kann für den Landwirt durch zusätzliche Maßnahmen zur Vermeidung eines Fusarienbefalls mit Mehrkosten verbunden sein. Andererseits resultiert aus einer Verbesserung des gesundheitlichen Verbraucherschutzes auch ein Nutzen für die Konsumenten, da Erkrankungen vermieden werden. Vor diesem Hintergrund wird mittels einer Kosten-Nutzen-Analyse geprüft, ob ein umfassender Verbraucherschutz vor DON ökonomisch rational ist. Dafür müsste der volkswirtschaftliche Nutzen die volkswirtschaftlichen Kosten übertreffen. Entscheidend für die Vorteilhaftigkeit der Maßnahme ist aber weniger die absolute Höhe der Werte, sondern vielmehr das Vorzeichen der Kosten-Nutzen-Analyse. Da in jedem Jahr mit einem ähnlichen Verhältnis von Kosten und Nutzen strengerer DON-Grenzwerte zu rechnen ist, ist für die Prüfung des Vorzeichens eine einjährige Betrachtung ausreichend.

Die volkswirtschaftlichen Kosten eines umfassenden Verbraucherschutzes entsprechen hier den Einkommensrückgängen der Landwirte, die aus der Produktion von Weizen mit einer maximalen DON-Belastung von 321 µg/kg resultieren. Der volkswirtschaftliche Nutzen strenger Grenzwerte ergibt sich aus der Vermeidung von Krankheitskosten und Produktionsverlusten. Zudem ist mit intangiblen Effekten, wie einem erhöhten Sicherheitsgefühl der Konsumenten zu rechnen. Da jedoch unklar ist, wie viele Krankheitsfälle durch DON verursacht werden, ist es unmöglich die Anzahl vermiedener Erkrankungen zu kalkulieren. Folglich ist auch die Höhe der eingesparten Krankheitskosten und Produktionsverluste nicht bestimmbar. Der volkswirtschaftliche Nutzen wird daher über die Mehrzahlungsbereitschaft der Verbraucher für „mykotoxinreduzierte“ Nahrungsmittel ermittelt.

### 5.1 Methodik: Bestimmung des volkswirtschaftlichen Nutzens

Im Rahmen einer Konsumentenbefragung wurde die Zahlungsbereitschaft für einen umfassenden Verbraucherschutz vor Mykotoxinen erhoben. Hierzu wurde ein Fragebogen eingesetzt, mit dem die Zahlungsbereitschaft für ein Kilo Weizenmehl 405 mit unbedenklichem

Mykotoxingehalt über eine offene Frage, direkt erfasst wurde. Die Zahlungsbereitschaft wurde 2009 in persönlichen Interviews am Point of Sale, in der Osnabrücker Innenstadt und bei Haustürbefragungen erfasst. Die Befragten wurden zuvor informiert, dass der aktuelle Mehlprijs ca. 40 Cent beträgt. Insgesamt haben 696 Personen eine Zahlungsbereitschaft geäußert (vgl. FREESE und ENNEKING, 2009).

## 5.2 Methodik: Berechnung der volkswirtschaftlichen Kosten

Zur Bestimmung der volkswirtschaftlichen Kosten sind die Einkommensrückgänge der Landwirte infolge des neuen DON-Grenzwerts von 321 µg/kg zu berechnen. Dazu werden unter Bezugnahme von Monitoringdaten (vgl. BRUNOTTE, 2007) und Feldversuchsergebnissen aus Südniedersachsen (vgl. IFZ, 2010) drei hypothetische Anbauszenarien und ein Basisszenario entworfen. Das Basisszenario beschreibt, eine besonders effiziente Methode, um Winterweizen (WW) entsprechend des aktuellen DON-Grenzwerts von 1.250 µg/kg zu produzieren. Die Szenarien 1-3 ermöglichen die Produktion von WW mit maximal 321 µg DON/kg. In allen Szenarien wird Weizen der Sorte „Cubus“ (mittlere Fusarienanfälligkeit) angebaut. Bezüglich des Mykotoxinrisikos wird von günstigen Wetterbedingungen für das Fusariumwachstum ausgegangen. Die DON-Belastung des WW im Basisszenario wurde von BRUNOTTE (2007) übernommen. Ausgehend davon wurden für die Szenarien 1-3 theoretische DON-Gehalte aufgrund der Fruchtfolgewirkung bei Direktsaat und einem Verzicht auf Blütenspritzung berechnet. Zur Erreichung eines DON-Gehalts des WW in Rohform von 321 µg/kg werden in Szenario 1-3 jeweils Vorfrucht, Bodenbearbeitung und Fungizideinsatz variiert (vgl. Tabelle 1).

Tab. 1: Darstellung verschiedener Anbauszenarien zur Produktion von WW

Szenarien	Fruchtfolge	theoretischer DON-Gehalt	Bodenbearbeitung	Blütenspritzung	Ertrag dt/ha
Basis	Raps/WW	1050 µg/kg	Direktsaat		110
Sz. 1	Silomais/WW	1785 µg/kg	Pflug	Folicur, Caramba	100
Sz. 2	Raps/WW	1050 µg/kg	Mulchsaat	Folicur, Caramba	110
Sz. 3	WW/WW	1050 µg/kg	Mulchsaat	Folicur, Caramba	90

Quelle: Eigene Darstellung

Über eine Teilkostenrechnung werden auf Basis von Richtwertdeckungsbeiträgen (LWK NDS., 2010) für jedes Szenario Erlöse (je 50% A-Weizen zu 14,00 Euro/dt und 50% B-Weizen zu 13,34 Euro/dt) und variable Kosten der Weizenproduktion pro Hektar errechnet. Für die Kostenkalkulation wird von einer durchschnittlichen Nährstoffversorgung der Böden (Gehaltsklasse C, LWK NDS., 2010) ausgegangen. Die Düngung erfolgt jeweils ertragsabhängig unter Berücksichtigung der Nährstoffrücklieferung der Vorfrucht. Des Weiteren wird ein intensiver chemischer Pflanzenschutz, einschließlich der Ausbringung von Insektiziden und Wachstumsreglern unterstellt (vgl. Tabelle 2).

Tab. 2: Deckungsbeiträge [EUR/ha] für WW mit unterschiedlichem DON-Gehalt

Kennzahl	Basis	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Saatgut	64,30	64,30	64,30	64,30
Düngemittel	422,50	598,45	422,50	457,00
Pflanzenschutz	248,36	317,67	317,67	317,67
Var. masch. Kosten	169,67	220,41	207,41	199,69
Sonstiges	30,87	32,21	29,52	28,44
Σ var. Kosten [ha]	935,70	1.233,04	1.041,40	1.067,10
Erlöse	1.503,70	1.367,00	1.503,70	1.230,30
<b>Deckungsbeitrag [ha]</b>	<b>568,00</b>	<b>133,96</b>	<b>462,30</b>	<b>163,20</b>

Quelle: LWK NIEDERSACHSEN, 2010; Eigene Darstellung

Die Einkommensrückgänge der Landwirte je Hektar ergeben sich aus den Differenzen zwischen dem Deckungsbeitrag des Basisszenarios und den jeweiligen Deckungsbeiträgen der Szenarien 1-3. Da der Ausmahlgrad von Weizenmehl Typ 405 zwischen 40% und 55% beträgt, werden für die Herstellung von einem Kilo Mehl bis zu zweieinhalb Kilo Rohgetreide benötigt. Entsprechend müssen für die Kosten-Nutzen-Analyse die Einkommensrückgänge des Landwirts bezogen auf zweieinhalb Kilo Rohgetreide berechnet werden.

## 6. Ergebnisse und Diskussion

Es zeigt sich, dass toxikologisch unbedenkliche DON-Grenzwerte, die einen verbesserten Gesundheitsschutz von Risikogruppen wie Kindern ermöglichen, bei guter landwirtschaftlicher Praxis und erhöhtem Fusariumdruck erreichbar sind (vgl. Tabelle 3).

Tab. 3: DON des Weizens nach Bodenbearbeitung und Blütenspritzung

Szenario	DON-Gehalt des Weizens als Rohware in µg/kg nach:			
	Theoretische Belastung	Pflug (-70%)	Mulchsaat (-50%)	Blütenspritzung (-40%)
Szenario 1	1.785	535		<b>321</b>
Szenario 2	1.050		525	<b>315</b>
Szenario 3	1.050		525	<b>315</b>

Quelle: Eigene Darstellung

Die Anforderungen der VO (EG) Nr. 1881/2006 werden damit auch bei einem umfassenden Verbraucherschutz erfüllt. Die Einkommensrückgänge der Landwirte bezogen auf 2,5 Kilo Weizen mit maximal 321 µg DON/kg, welche für ein Kilo mykotoxinreduziertes Mehl Typ 405 benötigt werden, betragen zwischen zwei Cent für Szenario 2 und zehn Cent für Szenario 1. Die Unterschiede begründen sich mit Ertragsdifferenzen und den jeweils erforderlichen pflanzenbaulichen Maßnahmen zur Erreichung des neuen DON-Grenzwerts von 321 µg/kg. Die Zahlungsbereitschaft für ein Kilo Weizenmehl mit unbedenklichem Mykotoxingehalt beträgt durchschnittlich 68 Cent (vgl. FREESE und ENNEKING, 2009). Ausgehend von einem Mehlpreis von 40 Cent, der den Befragten im Rahmen der Datenerhebung als Status Quo vorgegeben wurde (vgl. Kap. 5.1), liegt die Mehrzahlungsbereitschaft der Konsumenten bei 28 Cent (vgl. Abbildung 1).

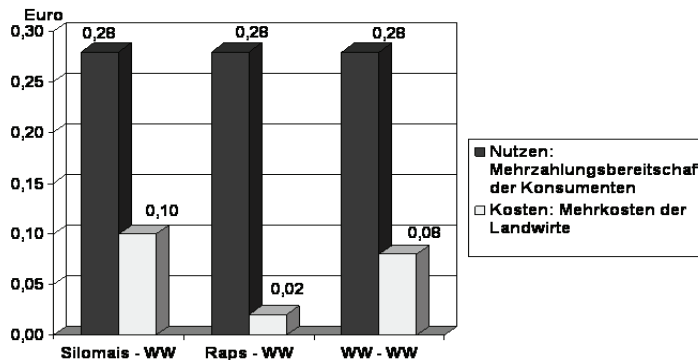


Abb. 1: Kosten und Nutzen eines umfassenden Verbraucherschutzes vor DON bezogen auf ein Kilo Weizenmehl Typ 405

Quelle: Eigene Darstellung



Der volkswirtschaftliche Nutzen (Mehrzahlungsbereitschaft der Konsumenten) übertrifft in allen Fällen die volkswirtschaftlichen Kosten (Mehrkosten der Landwirte) für strengere DON-Grenzwerte. Folglich stellt ein umfassender Verbraucherschutz vor dem Mykotoxin DON eine ökonomisch rationale Maßnahme dar.

Zu beachten ist allerdings, dass die ermittelten Kosten nur als Durchschnittswerte verstanden werden dürfen. Die einzelbetrieblichen Kosten können unter anderem durch standortbedingte Ertragsunterschiede abweichen. Des Weiteren können strengere DON-Grenzwerte auch zusätzliche Kosten für die weiterverarbeitende Industrie (Mühlen) verursachen. Hier könnte die alternative Verwendung von Winterweizen, welcher den Grenzwert überschreitet, kostenwirksam werden. Allerdings wurden auch auf der Nutzenseite nicht alle Nutzeneffekte berücksichtigt. So konnten die Einsparungen von Krankheitskosten sowie die Vermeidung von Produktionsverlusten nicht bestimmt werden. Daher ist insgesamt davon auszugehen, dass die volkswirtschaftlichen Kosten eines umfassenden Verbraucherschutzes vor DON durch den volkswirtschaftlichen Nutzen mindestens gedeckt werden.

### **Danksagung**

Wir danken dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur für die finanzielle Förderung des Forschungsvorhabens FAEN 3.

### **Literatur**

- BARTELS, G. und RODEMANN, B. (2003): Strategien zur Vermeidung von Mykotoxinen in Getreide. *Gesunde Pflanzen* 55, 5, S. 125-135.
- BECK, R. und LEPSCHY, J. (2000): Ergebnisse aus dem Fusarium-Monitoring 1989-1999 - Einfluß der produktionstechnischen Faktoren Fruchtfolge und Bodenbearbeitung. *Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau*, 3, S. 39-47.
- BRUNOTTE, J. (2007): Konservierende Bodenbearbeitung als Beitrag zur Minderung von Bodenschadverdichtungen, Bodenerosion, Run off und Mykotoxinbildung im Getreide. *Landbauforschung Völkenrode. FAL Agricultural Research. Sonderheft 305. FAL Braunschweig.*
- BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung) (2006): Erste Erfolge bei der Minimierung der Kontamination von Lebensmitteln mit dem Schimmelpilzgift Deoxyvalenol. *Kurzprotokoll eines Expertengesprächs von 26. Januar 2006. Berlin.*

- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2010): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2009. Bonn.
- FREESE, C. und ENNEKING, U. (2009): Erhebung zur Beurteilung und Verbesserung von Produktkennzeichnungsstrategien aus Sicht des Konsumentenverhaltens. Persönliche Mitteilung vom 14. April 2010. Osnabrück.
- GÖDECKE, R. und v. TIEDEMANN, A. (2009): Aktuelle Bewertung des Mykotoxinrisikos in Weizen. Getreidemagazin, 14, 2, S. 84-87.
- IFZ (Institut für Zuckerrübenforschung Göttingen) (2010): Feldversuchsergebnisse 2009. Persönliche Mitteilung durch A. Muskulus. Göttingen.
- KOMMISSION (2006a): Empfehlung der Kommission (2006/583/EG) vom 17. August 2006 zur Prävention und Reduzierung von Fusariumtoxinen in Getreide und Getreideprodukten. Brüssel.
- KOMMISSION (2006b): Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zu Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminationen in Lebensmitteln. Brüssel.
- KUIPER-GOODMANN, T. (2004): Risk assessment and risk management of mycotoxins in food. In: Magan, N. und M. Olsen (Eds): Mycotoxins in food: detection and control. Cambridge, UK, Woodhead Publishing Ltd., S. 367-405.
- LWK NDS. (Landwirtschaftskammer Niedersachsen) (2010): Richtwert-Deckungsbeiträge 2009. Oldenburg.
- PAUL, P. A., LIPPS, P. E., HERSHMAN, D. E., MCMULLEN, M. P., DRAPER, M. A. und MADDEN, L. V. (2008): Relative efficacy of triazole-based fungicides for Fusarium head blight and deoxynivalenol control in wheat. *Phytopathology*, 98, 9, S. 999-1011.
- RAUPACH, K. und MARGGRAF, R. (2009): Verbraucherschutz vor dem Schimmelpilzgift Deoxynivalenol in Getreideprodukten. Diskussionsbeiträge des Departments für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung der Georg-August-Universität Göttingen, Nr. 0904. Göttingen.
- RODEMANN, B. und BARTELS, G. (2004): Fusariumbefall – Schadbild und Ausbreitung. *Mais*, 32, 1, S. 4-7.
- SCF (Scientific Committee of Food) (1999): Opinion on Fusarium Toxins Part 1: Deoxynivalenol (DON). Brüssel.
- SCF (Scientific Committee of Food) (2002): Opinion of the Scientific Committee on Food on Fusarium Toxins. Brüssel.

#### **Anschrift der Verfasser**

*Dipl. Sozw. Christine Niens und M. Sc. Heinrich Hasselmann  
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen, Deutschland  
Tel.: +49 (0)551 4853, eMail: cniens@uni-goettingen.de*