

Bewertung des Schimmelpilzgiftes Deoxynivalenol (DON) in Haferprodukten

Stellungnahme Nr. 019/2012 des BfR vom 5. Dezember 2011

Das Schimmelpilzgift (Mykotoxin) Deoxynivalenol (DON) wird durch Fusarien gebildet. Fusarien sind Schimmelpilze, die vor allem Weizen, Mais, Gerste und Hafer befallen können. Mykotoxine sind natürlich vorkommende Stoffe, die nicht vollständig vermieden werden können. Sie können während des Anbaus und der Lagerung gebildet werden. Bei Tieren kann die Aufnahme von DON zu Appetitverlust, Futtermittelverweigerung, Erbrechen und reduziertem Wachstum führen. Im Tierversuch zeigte sich, dass eine anhaltend hohe Aufnahme von DON-haltigem Getreide das Immunsystem schwächt.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat einen „provisorischen Höchstwert für die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (PMTDI)“, d.h. für die Menge, die ein Mensch ein Leben lang täglich ohne gesundheitliches Risiko verzehren kann, abgeleitet. Dieser liegt bei 1 µg je Kilogramm Körpergewicht und Tag (µg/kg KG und Tag). Die von der WHO abgeleitete „akute Referenzdosis“ für den einmaligen Verzehr ohne gesundheitliche akute Folgen liegt bei 8 µg DON je Kilogramm Körpergewicht.

Nach Informationen einer Landesbehörde wurde bei Kontrollen der Lebensmittelindustrie in 14 Haferprodukten wie Hafergrütze, Hafermehl, Haferflocken und Müsli das Mykotoxin DON nachgewiesen. Die Waren waren nicht verkehrsfähig, da die europaweit festgelegten Höchstgehalte für DON in Haferprodukten überschritten wurden.

Als höchster Gehalt wurde über 2700 µg DON je Kilogramm, als niedrigster Gehalt 630 µg DON je Kilogramm Haferprodukt nachgewiesen. Im europäischen Schnellwarnsystem wurde vor dem Verzehr dieser Haferprodukte gewarnt und die beanstandete Ware zurückgerufen.

Repräsentative Untersuchungen von DON-Gehalten in Haferprodukten zeigen üblicherweise Werte unterhalb des geltenden EU-Höchstgehaltes. Die amtliche Lebensmittelüberwachung prüft in regelmäßigen Abständen Getreideprodukte auf eine mögliche DON-Belastung.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat die betroffenen Produkte gesundheitlich bewertet. Dabei stand die Frage im Mittelpunkt, ob durch den Verzehr von Haferprodukten mit derartig hohen DON-Gehalten gesundheitsschädliche Folgen speziell bei Kindern möglich wären.

Das BfR kommt bei seiner Risikobewertung der Haferprodukte mit entsprechenden hohen DON-Gehalten zu folgendem Ergebnis: Für die Gruppe der Vielverzehrer (20 g/Tag) bei Kleinkindern zwischen einem halben und zwei Jahren hätten alle 14 Haferprodukte zu möglichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen wie der Schwächung des Immunsystems führen können. Das gilt insbesondere dann, wenn über längere Zeiträume (z.B. über einen Monat) kontinuierlich Haferprodukte mit solchen hohen DON-Gehalten verzehrt würden. Die akute Referenzdosis für DON, d.h. die Menge DON, die Verbraucher bei einer Mahlzeit oder bei mehreren Mahlzeiten über einen Tag ohne erkennbares Gesundheitsrisiko mit der Nahrung aufnehmen können, wäre beim Verzehr einer großen Portion (64,3 g) des Haferproduktes mit dem höchsten DON-Gehalt bei Kindern überschritten worden. Erbrechen oder Übelkeit hätten die Folge sein können.

1 Gegenstand der Bewertung

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) um die gesundheitliche Bewertung von nachgewiesenen Gehalten des Mykotoxins Deoxynivalenol (DON) in verschiedenen Haferprodukten gebeten.

Insbesondere sollte die Frage geklärt werden, ob der Verzehr der betroffenen Haferprodukte speziell für Kleinkinder bzw. Kinder gesundheitsschädliche Folgen haben kann.

2 Ergebnis

Nach Auffassung des BfR ergeben sich bei Berücksichtigung der vorliegenden Daten zum Langzeitverzehr insbesondere für Vielverzehrer (95tes Perzentil) unter den Kleinkindern (6 Monate bis < 2 Jahre) mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen für **alle** Haferprodukte, die hohe DON-Gehalte aufweisen. Bei dieser Gruppe von Verzehrern liegen die Ausschöpfungen des Provisional Maximum Tolerable Daily Intake (PMTDI) für DON zwischen 122–539 %. Bei Berücksichtigung einer Packungsgröße von 500 g Haferprodukt und einem zugrundeliegenden Verzehr von 20 g/Tag ist bereits eine längerfristige Überschreitung des PMTDI von 25 Tagen zu erwarten. Darüber hinaus ist eine Bevorratung von mehreren Packungen möglich. Eine derartig andauernde Überschreitung des PMTDI, allein durch Haferprodukte, kann gesundheitliche Beeinträchtigungen nach sich ziehen, wobei immunotoxische Effekte, wie beispielsweise die negative Beeinflussung des Immunstatus, in Betracht gezogen werden müssen. Weitere Beiträge zur Ausschöpfung des PMTDI durch andere Lebensmittelgruppen (z.B. Weizenprodukte wie Brot, Nudeln) wurden bei dieser Berechnung nicht berücksichtigt.

Bei Betrachtung der akuten Effekte (akute Referenzdosis ARfD) ergibt sich für die am höchsten kontaminierte Probe bei Berücksichtigung einer maximalen Kurzzeitverzehrsmenge (97,5tes Perzentil) in Höhe von 64,3 g für Kinder (2 bis < 5 Jahre, 16,15 kg Körpergewicht) eine Ausschöpfung der ARfD von 139,3 %. Nach Auffassung des BfR ist in diesem Fall eine gesundheitliche Beeinträchtigung bei einmaligem hohem Verzehr als möglich einzustufen. Symptome wie Erbrechen oder Übelkeit können auftreten.

3 Begründung

Das BfR weist auf die „Toxikologische Bewertung von Rückständen des Mykotoxins Deoxynivalenol“ der WHO/FAO aus dem Jahr 2011 hin, in der die toxikologischen Hintergrundinformationen zu DON umfassend dargestellt sind.

In den untersuchten Haferprodukten wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Gehalte an Deoxynivalenol nachgewiesen. Diese liegen sämtlich über den in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 festgesetzten Höchstgehalten für die einzelnen Lebensmittel. So liegt der Höchstgehalt für DON für die Erzeugnisse Brot (einschließlich Kleingebäck), feine Backwaren, Kekse, Getreide-Snacks und Frühstückscerealien, wozu z.B. Müsli oder Haferflocken gehören bei 500 µg/kg. Für zum unmittelbaren menschlichen Verzehr bestimmtes Getreide und Getreidemehl, wozu auch Hafermehl gehört, beträgt der Höchstgehalt 750 µg/kg. Gemäß Artikel 1 Abs. 1 dürfen die im Anhang aufgeführten Lebensmittel nicht in den Verkehr gebracht werden, wenn sie eine der im Anhang aufgeführten Kontaminanten in einer Menge enthalten, die den im Anhang festgelegten Höchstgehalt überschreitet.

Tabelle 1: Gehalte an Deoxynivalenol in auffälligen Proben

Produktbezeichnung	Haferanteil in %	DON-Gehalte im Haferanteil in µg/kg	DON-Gehalte im Produkt in µg/kg
Hafergrütze			2012
Hafergrütze			2025
Haferkerne			1495
Hafermehl			1265
Haferflocken			1530
Haferflocken			1490
Haferflocken			2790
Haferflocken			1610
Müsli	70,5	1160	818
Müsli	67	990	663
Müsli	54	680	367
Müsli	100	630	630
Müsli	74	770	570
Müsli	71	760	540

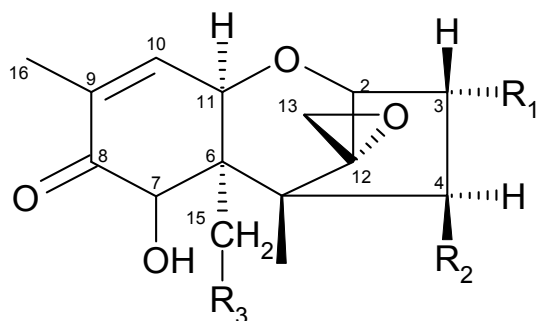
3.1 Agens Deoxynivalenol

3.1.1 Allgemeine Eigenschaften

DON und einige strukturell sehr ähnliche Verbindungen (Abbildung 1) bilden die Gruppe der 8-Ketotrichothecene oder Typ B Trichothecene. Sie unterscheiden sich von den Typ A Trichothecenen (z.B. T-2 Toxin) durch die Ketogruppe an C8, die auch für einige analytisch bedeutsame Eigenschaften dieser Toxine verantwortlich ist. Wie alle Fusarientoxine der Trichothecene weist DON einen chemisch sehr stabilen 12,13-Epoxydring auf, der auch für die toxischen Eigenschaften von Bedeutung ist. Mit einer metabolischen Spaltung des Epoxydriings (= Deepoxydeoxynivalenol, DOM-1) ist eine weitgehende Reduktion der toxischen Eigenschaften verbunden (Eriksen et al., 2004).

DON ist relativ polar und daher sehr gut wasserlöslich. Die Löslichkeit in Methanol und Acetonitril ist ebenfalls gut, in unpolaren Lösungsmitteln relativ schlecht. Die hohe Wasserlöslichkeit ist bei der Extraktion von DON aus Probenmaterialien von Relevanz.

Abbildung 1: Strukturformel von DON und einiger anderer natürlich vorkommender 8-Ketotrichothecene



Toxin	R ₁	R ₂	R ₃
Deoxynivalenol (DON)	OH	H	OH
3-Acetyl-DON	OAc	H	OH
15-Acetyl-DON	OH	H	OAc
3,15-Diacetyl-DON	OAc	H	OAc
Nivalenol	OH	OH	OH
4-Acetylivalenol (Fusarenon X)	OH	OAc	OH

Im Hinblick auf weitere ausführliche Angaben zur Charakterisierung von DON, insbesondere zur Analytik, sei insbesondere auf die JECFA-Bewertung (2001) verwiesen.

3.1.2 Toxikologische Bewertung von DON

Die toxischen Eigenschaften von DON sind wie für alle Trichothecene vor allem durch chronische immuntoxische Wirkungen gekennzeichnet. Hauptsymptom einer chronischen Aufnahme ist eine reduzierte Gewichtszunahme bei Jungtieren, wobei das Schwein besonders empfindlich reagiert (WHO 1990). Die betroffenen Organsysteme sind je nach Tierart unterschiedlich. DON löst bei Mäusen nach chronischer Aufnahme aufgrund seiner immuntoxischen Wirkung Krankheitsbilder aus, die derjenigen einer IgA-Nephropathie ähneln (JECFA, 2000). Vor allem beim Schwein wurden mehrfach weitere Schädwirkungen nach oraler Gabe festgestellt, insbesondere Futterverweigerung und akutes Erbrechen. Daher wird DON im amerikanischen Sprachraum häufig auch als „Vomitoxin“ bezeichnet. Zahlreiche Fütterungsstudien mit DON-belastetem Material bei Schweinen und Mäusen belegen die oben angegebenen Schädwirkungen. Rinder und Geflügel scheinen dagegen relativ unempfindlich auf DON zu reagieren.

Beim Menschen sind vor allem akute toxische Wirkungen beschrieben, die sich in unspezifischen Symptomen wie Erbrechen, Durchfall, Schmerzen im Unterbauch, Kopfschmerzen und Fieber widerspiegeln. Diese Symptome treten häufig bereits 30 Minuten nach Verzehr kontaminierter Lebensmittel auf und sind kaum von einer bakteriellen Vergiftung zu unterscheiden. So wurden 1987 in Indien entsprechende Symptome (Bauchschmerzen, Erbrechen) bei 50 000 erkrankten Personen beobachtet, die Brot verzehrt hatten, das mit DON-

Gehalten zwischen 340 und 8400 µg/kg kontaminiert war. Neben DON wurden aber auch noch weitere Trichothecene (z.B. Nivalenol) in geringeren Konzentrationen nachgewiesen, so dass die Symptomatik nicht allein auf DON zurück zu führen war.

Die Ausscheidung aus dem Organismus erfolgt sehr schnell und es sind bisher keine Todesfälle beschrieben, die auf eine Vergiftung mit Deoxynivalenol zurück zu führen sind (JECFA, 2000).

Nach derzeitigem Kenntnisstand konnten im Tierversuch für DON keine eindeutigen mutagen, karzinogenen oder teratogenen Wirkungen belegt werden (JECFA, 2001).

Zur Ermittlung der tolerierbaren Tagesaufnahme („Tolerable Daily Intake“, TDI) für DON beim Menschen wurden mehrere Arbeiten publiziert. Im Rahmen einer Risikobewertung durch das **JECFA (Joint FAO/WHO Experts Committee on Food Additives)** wurde zunächst als vorläufige maximal tolerierbare Tagesaufnahme („Provisional Maximum Tolerable Daily Intake“, PMTDI) ein Wert von 1 µg/kg Körpergewicht für DON festgelegt (JECFA, 2001).

Der wissenschaftliche Lebensmittelausschuss der Europäischen Kommission (Scientific Committee on Food, SCF. European Commission, Health & Consumer Protection Directorate-General Directorate B – Scientific Health Opinions Unit B3 – Management of Scientific Committees II) veröffentlichte in zwei Dokumenten ebenfalls eine Risikobewertung für DON, die im Wesentlichen identisch mit derjenigen der JECFA ist. In diesen beiden Dokumenten wurde zunächst (1999) eine vorläufige, 2002 dann eine endgültige tolerierbare Tagesaufnahme (TDI) für DON von 1 µg/kg Körpergewicht und Tag festgelegt (SCF, 1999 & 2002).

JECFA kam 2011 bei der Evaluierung von einzelnen Kontaminanten in Lebensmitteln zu dem Schluss, dass bezüglich der toxikologischen Endpunkte für Deoxynivalenol keine neueren Erkenntnisse vorliegen. Bei der Betrachtung der toxikologischen Effekte von Deoxynivalenol (DON) sind 3-Acetyl-Deoxynivalenol (3-Ac-DON) als auch 15-Acetyl-DON, die in Deoxynivalenol *in vivo* umgewandelt werden können, und somit zur gesamten DON-induzierten Toxizität beitragen, zu berücksichtigen. Die vorläufige maximal tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (PMTDI) wurde deshalb für die gesamte Gruppe von 1 µg/kg Körpergewicht für DON und seine acetylierten Derivate (3-Ac-DON und 15-Ac-DON) festgelegt. Hierbei ging der Ausschuss davon aus, dass die Toxizität der acetylierten Derivate vergleichbar der von DON ist. Der Ausschuss leitete außerdem für DON sowie dessen acetylierten Derivate eine akute Referenzdosis (ARfD) von 8 µg/kg KG ab, unter Verwendung der niedrigsten Benchmark-Dosis (BMDL₁₀, 10-prozentige Ausschöpfung) in Höhe von 0,21 mg/kg KG und Tag, die bei Schweinen – als empfindlichste Versuchstiergruppe – Erbrechen auslöst. Einige Daten aus menschlichen Fallberichten weisen darauf hin, dass Gehalte an DON von bis zu 50 µg/kg Körpergewicht pro Tag mit der Nahrung gewöhnlicherweise nicht geeignet sind, Erbrechen auszulösen.

Der Ausschuss wies darauf hin, dass bisher alle mittleren Schätzungen zur nationalen Exposition für DON unterhalb des Gruppen-PMTDI von 1 µg/kg KG liegen. Nur wenige nationale Berichte zeigten nahrungsbedingte Expositionen oberhalb von 1 µg/kg KG und Tag.

Die von der FAO/WHO abgeleiteten Werte, die für die gesundheitliche Bewertung des BfR herangezogen wurden, sind:

- Gruppe PMTDI: 1 µg/kg Körpergewicht für DON und seine acetylierte Derivate
- Gruppe ARfD: 8 µg/kg Körpergewicht für DON und seine acetylierte Derivate

3.2 Verzehrgrundlagen

3.2.1 Schätzung der Kurzzeit-Aufnahmemenge von Hafer und Hafererzeugnissen bei Kleinkindern

Für die Schätzung des Kurzzeitverzehr wurden Verzehrdaten für Kleinkinder aus der VELS-Studie (Heseker et al., 2003) herangezogen. Dabei wurden alle zusammengesetzten und verarbeiteten Lebensmittel auf die unverarbeiteten Ausgangsprodukte zurückgerechnet. Die Studie wurde zwischen 2001 und 2002 an 816 Säuglingen und Kleinkindern im Alter zwischen 6 Monaten bis < 5 Jahren in ganz Deutschland durchgeführt. Die Eltern haben für jedes Kind zweimal 3-Tage-Ernährungsprotokolle über alle verzehrten Lebensmittel geführt.

Aufgrund des Vorliegens von Verzehrangaben zu einzelnen Tagen sind 2x3-Tage Ernährungsprotokolle sowohl für Expositionsabschätzungen bei akuten als auch bei chronischen Risiken geeignet.

Die bewertungsrelevante Verzehrsmenge für Haferprodukte wurde im Rahmen der VELS-Studie für zwei- bis unter fünfjährige Kinder (mittleres Körpergewicht 16,15 kg) ermittelt (Heseker et al., 2003)¹.

Der Verzehr von Hafer gesamt umfasst sowohl unverarbeiteten Hafer, Mahlerzeugnisse, Haferflocken (Schälmuhlenerzeugnisse) sowie Hafer aus verarbeiteten Produkten wie Müsli. Da die Haferflocken den Großteil des Haferverzehrs bei Kindern ausmachen, wurde dieser gesondert aufgeführt und als Berechnungsgrundlage herangezogen.

So wurde für die einmalige hohe Kurzeitaufnahme von Haferflocken (97,5tes Perzentil des maximalen Verzehr der Verzehrer) eine Verzehrsmenge von 64,3 g ermittelt (large portion).

3.2.2 Langzeitverzehr von Hafer und Haferprodukten bei Kleinkindern

Für die Schätzung des Langzeitverzehr wurden ebenfalls Verzehrdaten für Kleinkinder von 0,5 - 5 Jahre aus der VELS-Studie (Heseker et al., 2003)¹ herangezogen.

Der Verzehr (Tabelle 2) von Hafer gesamt umfasst dabei sowohl unverarbeiteten Hafer, Mahlerzeugnisse, Haferflocken (Schälmuhlenerzeugnisse) sowie Hafer aus verarbeiteten Produkten wie Müsli. Da die Haferflocken den Großteil des Haferverzehrs bei Kindern ausmachen, wurde dieser gesondert aufgeführt und als Berechnungsgrundlage herangezogen. Alle anderen Hafererzeugnisse wurden nur in geringen Mengen und von wenigen Kindern verzehrt und sind aufgrund der damit verbundenen Unsicherheiten (repräsentative Aussagekraft) nicht dargestellt und in der Berechnung nicht berücksichtigt.

¹ http://www.bfr.bund.de/cm/218/bfr_entwickelt_neues_verzehrmodell_fuer_kinder.pdf

Tabelle 2: Langzeitverzehr von Hafer und Haferprodukten bei Kleinkindern (VELS)

Lebensmittel	0,5 - < 2 Jahre (KG 10,5 kg)					
	g/Tag				g/ kg KG/Tag	
	n	Anteil Ver- zehrer	MW	95. Perz.	MW	95. Perz.
Hafer gesamt	329	70 %	4,5	20,3	0,4	1,9
Haferflocken	329	66 %	4,2	20,3	0,4	1,9
Lebensmittel	2 - < 5 Jahre (KG 16,15 kg)					
	g/Tag				g/ kg KG/Tag	
	n	Anteil Ver- zehrer	MW	95. Perz.	MW	95. Perz.
Hafer gesamt	475	57 %	3,3	17,7	0,2	1,1
Haferflocken	475	56 %	3,1	17,1	0,2	1,1

Die Nutzung (Mittelung) von wenigen Einzeltagesmessungen für die Berechnung einer lebenslangen Aufnahme ist allerdings mit Unsicherheiten verbunden, die insbesondere bei Aussagen zu detaillierten Lebensmittelgruppen oder bei Schätzungen mit einem hohen Prozentsatz Nichtverzehrer zu beachten sind. Der Verzehreranteil von nahezu oder mehr als 60 % ist jedoch eher mit geringeren Unsicherheiten behaftet.

3.3 Gesundheitliche Bewertung

3.3.1 Akute Effekte

Für die Bewertung der akuten Toxizität wird die einmalige maximale Verzehrsmenge (97,5tes Perzentil der Verzehrer) für Haferflocken in Höhe von 64,3 g für Kinder von 2 bis < 5 Jahren herangezogen. Hierbei ist die Ausschöpfung der ARfD von Bedeutung. Die maximale tägliche Referenzdosis für akute Effekte begründet auf den ARfD von 8 µg/kg KG pro Tag beträgt 129 µg, bezogen auf ein Kind mit einem Körpergewicht von 16,15 kg. Für die zu bewertenden Haferprodukte ergeben sich für diese Verzehrsmenge die nachfolgenden Berechnungen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Berechnungen der DON-Aufnahmemenge und der entsprechenden Ausschöpfungen der ARfD für Kinder im Alter von 2 bis < 5 Jahren

Produktbezeichnung	DON-Gehalte in µg/kg*	DON-Aufnahmemenge in µg/Portion bei Kurzzeitverzehr		Ausschöpfung des ARfD in %
		97,5 Perz.		
Hafergrütze	2012	129,8		100,4
Hafergrütze	2025	130,6		101,1
Haferkerne	1495	96,4		74,6
Hafermehl	1265	81,6		63,2
Haferflocken	1530	98,7		76,4
Haferflocken	1490	96,1		74,4
Haferflocken	2790	180,0		139,3
Haferflocken	1610	103,8		80,4
Müsli	1160	74,8		57,9
Müsli	990	63,9		49,4
Müsli	680	43,9		33,9
Müsli	630	40,6		31,5
Müsli	770	49,7		38,4
Müsli	760	49,0		37,9

*: DON-Gehalte beziehen sich bei Hafergrütze, -kerne, -mehl, -flocken auf das Produkt selbst, während bei Müsli die Gehalte auf den bestimmten Haferanteil zurückgeführt wurden.

Eine der Haferflockenproben überschreitet die ARfD mit 139,3 % deutlich. Nach Auffassung des BfR ist in diesem Fall eine gesundheitliche Beeinträchtigung bei einmaligem hohem Verzehr als möglich einzustufen. Symptome wie Erbrechen oder Übelkeit können auftreten.

3.3.2 Chronische Effekte

Für die Bewertung der chronischen Toxizität sind die Verzehrdaten der Langzeitverzehrer heranzuziehen. Dabei spielt insbesondere die Ausschöpfung des PMTDI eine Rolle.

Zur Betrachtung möglicher chronischer Folgen wurde daher für die Berechnung der Ausschöpfung der PMTDI von 1 µg/kg Körpergewicht und Tag herangezogen.

Für Kleinkinder von 6 Monaten bis < 2 Jahren (KG 10,5 kg) ergeben sich für die Beurteilung der vorgelegten Proben die in Tabelle 4 wiedergegebenen Berechnungen.

Tabelle 4: Berechnungen der DON-Aufnahmemenge und der entsprechenden Ausschöpfungen des PMTDI und ARfD für Kleinkinder im Alter von 0,5 - < 2 Jahren (Verzehrmengen siehe Tabelle 2)

Produktbezeichnung	DON-Gehalte in µg/kg*	DON- Aufnahmemenge in µg/ d bei Langzeitverzehr		Ausschöpfung des PMTDI in %		Ausschöpfung des ARfD in %	
		MW	95. Perz.	MW	95. Perz.	MW	95. Perz.
Hafergrütze	2012	9,1	40,8	86,2	389,0	10,8	48,6
Hafergrütze	2025	9,1	41,1	86,8	391,5	10,8	48,9
Haferkerne	1495	6,7	30,3	64,1	289,0	8,0	36,1
Hafermehl	1265	5,7	25,7	54,2	244,6	6,8	30,6
Haferflocken	1530	6,9	31,1	65,6	295,8	8,2	37,0
Haferflocken	1490	6,7	30,2	63,9	288,1	8,0	36,0
Haferflocken	2790	12,6	56,6	120,0	539,4	14,9	67,4
Haferflocken	1610	7,2	32,7	69,0	311,3	8,6	38,9
Müsli	1160	5,2	23,5	49,7	224,3	6,2	28,0
Müsli	990	4,5	20,1	42,4	191,4	5,3	23,9
Müsli	680	3,1	13,8	29,1	131,5	3,6	16,4
Müsli	630	2,8	12,8	27,0	121,8	3,4	15,2
Müsli	770	3,5	15,6	33,0	148,9	4,1	18,6
Müsli	760	3,4	15,4	32,6	146,9	4,1	18,4

*: DON-Gehalte beziehen sich bei Hafergrütze, -kerne, -mehl, -flocken auf das Produkt selbst, während bei Müsli die Gehalte auf den bestimmten Haferanteil zurückgeführt wurden.

Der PMTDI wird bei Kleinkindern im Alter von 6 Monaten bis < 2 Jahren bei *durchschnittlichem längerfristigen Verzehr* bei nur einer Probe Haferflocken zu 120 % ausgeschöpft, während sich für die übrigen Proben Ausschöpfungen von 27-87 % ergeben. Bei der Betrachtung von Vielverzellern (95tes Perzentil Verzehr) ergeben sich bei allen Proben Ausschöpfungen in Höhe von 122-539 %.

Nach Auffassung des BfR sind daher für Langzeitvielverzerer unter den Kleinkindern (6 Monate bis 2 Jahre) für alle Proben gesundheitliche Beeinträchtigungen möglich. Bei Berücksichtigung einer Packungsgröße von 500 g und einem zugrundeliegenden Verzehr von 20 g/Tag ist bereits eine längerfristige Überschreitung des PMTDI von 25 Tagen zu erwarten. Darüber hinaus ist eine Bevorratung von mehreren Packungen möglich. Eine derartig andauernde Überschreitung des PMTDI, allein durch Haferprodukte, kann gesundheitliche Beeinträchtigungen nach sich ziehen, wobei immunotoxische Effekte, wie beispielsweise die negative Beeinflussung des Immunstatus, in Betracht gezogen werden müssen. Weitere Beiträge zur Ausschöpfung des PMTDI durch andere Lebensmittelgruppen (z.B. Weizenprodukte wie Brot, Nudeln) wurden bei dieser Berechnung nicht berücksichtigt.

Für Kinder zwischen 2 bis < 5 Jahren (KG 16,15 kg) ergeben sich für die Beurteilung der vorgelegten Proben die in Tabelle 5 wiedergegebenen Berechnungen.

Tabelle 5: Berechnungen der DON-Aufnahmemenge und der entsprechenden Ausschöpfungen des PMTDI und ARfD für Kinder im Alter von 2-< 5 Jahren (Verzehrmengen siehe Tabelle 2)

Produktbezeichnung	DON-Gehalte in µg/kg*	DON-Aufnahmemenge in µg/Tag bei Langzeitverzehr		Ausschöpfung des PMTDI in %		Ausschöpfung des ARfD in %	
		MW	95. Perz.	MW	95. Perz.	MW	95. Perz.
Hafergrütze	2012	6,6	35,6	41,1	220,5	5,1	27,6
Hafergrütze	2025	6,7	35,8	41,4	221,9	5,2	27,7
Haferkerne	1495	4,9	26,5	30,5	163,8	3,8	20,5
Hafermehl	1265	4,2	22,4	25,8	138,6	3,2	17,3
Haferflocken	1530	5,0	27,1	31,3	167,7	3,9	21,0
Haferflocken	1490	4,9	26,4	30,4	163,3	3,8	20,4
Haferflocken	2790	9,2	49,4	57,0	305,8	7,1	38,2
Haferflocken	1610	5,3	28,5	32,9	176,5	4,1	22,1
Müsli	1160	3,8	20,5	23,7	127,1	3,0	15,9
Müsli	990	3,3	17,5	20,2	108,5	2,5	13,6
Müsli	680	2,2	12,0	13,9	74,5	1,7	9,3
Müsli	630	2,1	11,2	12,9	69,0	1,6	8,6
Müsli	770	2,5	13,6	15,7	84,4	2,0	10,5
Müsli	760	2,5	13,5	15,5	83,3	1,9	10,4

*: DON-Gehalte beziehen sich bei Hafergrütze, -kerne, -mehl, -flocken auf das Produkt selbst, während bei Müsli die Gehalte auf den bestimmten Haferanteil zurückgeführt wurden.

Bei Kindern im Alter von 2 bis < 5 Jahren wird der PMTDI bei durchschnittlichem Verzehr bei keinem der kontaminierten Produkte ausgeschöpft. Bei der Betrachtung von Vielverzhern (95tes Perzentil Verzehr) ergeben sich jedoch Ausschöpfungen in Höhe von 69-306 %.

Bei Überschreitungen der Ausschöpfung des PMTDI über 100 % ist nach Auffassung des BfR eine gesundheitliche Beeinträchtigung möglich.

Aufgrund der vorliegenden Berechnungen ist eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch chronische Effekte bei allen Proben möglich. Dies gilt insbesondere für die Vielverzhern unter den Kleinkindern im Alter von 6 Monaten bis < 2 Jahren.

4 Literatur

WHO (1990) INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 105, SELECTED MYCOTOXINS: OCHRATOXINS, TRICHOCEGENES, ERGOT

(verfügbar unter: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc105.htm>)

JECFA (2000) Safety evaluation of certain food additives. Geneva: IPCS/WHO, 2000 (WHO Food Additives Series, 44)

(verfügbar unter: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v47je01.htm>)

H. Eriksen, H. Pettersson T., Lundh (2004) Comparative cytotoxicity of deoxynivalenol, nivalenol, their acetylated derivatives and de-epoxy metabolites, Food Chem Toxicol 42(4): 619-624.

Heseker H, Oepping A, Vohmann C (2003): Verzehrstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern für die Abschätzung eines akuten Toxizitätsrisikos

sikos durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln (VELS). Forschungsbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Universität Paderborn.

JECFA (2001) „Safety evaluation of certain mycotoxins in food - Deoxynivalenol - First draft R.A. Canady, R.D. Coker, S.K. Egan, R. Krska, T. Kuiper-Goodman, M.Olsen, J. Pestka, S. Resnik and J. Schlatter (Prepared by the Fifty-sixth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), FAO Food And Nutrition Paper 74, FAO/WHO 2001; (verfügbar unter: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v47je01.htm>)

SCF (1999) Opinion on Fusarium Toxins. Part 1: Deoxynivalenol (DON) (expressed on 2 December 1999) SCF/CS/CNTM/MYC/19 Final

SCF (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) SCF/CS/CNTM/MYC/27 Final

WHO (2011) Seventy-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, EVALUATION OF CERTAIN CONTAMINANTS IN FOOD, Band 959 (2011) (verfügbar unter: http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_959_eng.pdf)

Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln (ABl. EU L 364, vom 20.12.2006, S. 5-24)