

BfR schlägt die Einführung eines Höchstgehalts für Cadmium in Schokolade vor

Stellungnahme Nr. 015/2007 des BfR vom 31.01.2007

Schokolade gehört zu den Lebensmitteln, die Cadmium enthalten können. Cadmium kann beim Menschen Nierenschäden verursachen und gilt bei Aufnahme über die Atemwege als krebserzeugend. Bislang gibt es weder auf EU-Ebene noch in Deutschland rechtlich verbindliche Höchstgehalte für Cadmium in Schokolade. Zurzeit werden die europäischen Höchstgehalte für Schwermetalle in Lebensmitteln überarbeitet. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat einen Höchstgehalt für Cadmium in Schokolade vorgeschlagen, nachdem es die mögliche Cadmiumzufuhr durch Schokoladenverzehr und deren gesundheitliche Folgen bewertet hat.

Schokoladen unterscheiden sich je nach Kakaoanteil. Bei so genannter Bitterschokolade liegt der Kakaoanteil zwischen ca. 50 und 99 %. Wesentliche Bestandteile von Schokolade sind gemahlene Kakaobohnen, die als Kakaomasse bezeichnet werden. Je nach Beschaffenheit des Bodens haben Kakaobohnen und die daraus hergestellte Kakaomasse sehr unterschiedliche Cadmiumgehalte. Besonders Schokolade mit einem hohen Kakaomasseanteil, wie beispielsweise Bitterschokolade, kann hohe Cadmiumgehalte aufweisen.

Verbraucher nehmen Cadmium hauptsächlich oral über belastete Lebensmittel und inhalativ über Zigarettenrauch auf. Die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) festgelegte vorläufig duldbare wöchentliche Menge (Provisional Tolerable Weekly Intake, PTWI) an Cadmium, die ein Leben lang aufgenommen werden kann, ohne mit gesundheitlichen Schäden rechnen zu müssen, beträgt 0,007 Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht.

Das BfR empfiehlt aufgrund von Expositionsabschätzungen, den Höchstgehalt für Cadmium in Schokolade zwischen 0,1 und 0,3 Milligramm pro Kilogramm festzusetzen. Unter der Annahme eines wöchentlichen Schokoladenverzehrs von 150 g mit diesen Höchstwerten würde ein Erwachsener eine Cadmiummenge aufnehmen, die etwa 3 (bei 0,1 mg/kg) bzw. 10 % (bei 0,3 mg/kg) des PTWI entspricht. Bei anderen Lebensmitteln mit gesetzlich geregelten Höchstgehalten werden Anteile in dieser Größenordnung akzeptiert. Kinder würden allerdings, je nach Alter, bei einer durchschnittlichen Verzehrsmenge von 150 g pro Woche und einem Höchstgehalt für Cadmium von 0,1 mg/kg knapp ein Achtel ihres PTWI ausschöpfen, bei einem Höchstgehalt von 0,3 mg/kg fast die Hälfte.

Das BfR plant, neuere Verzehrdaten für Schokolade, die Ende dieses Jahres von der Nationalen Verzehrstudie II erwartet werden, in seine Bewertung einzubeziehen, um die Belastung der Verbraucher mit Cadmium so realistisch wie möglich beurteilen zu können.

1 Gegenstand der Bewertung

Die Generaldirektion für Lebens- und Futtermittel der Europäischen Union (DG Sanco) überprüft derzeit die ab 1. März 2007 geltenden EU-Höchstgehalte für Schwermetalle in Lebensmitteln. Aus diesem Anlass hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) die Cadmiumgehalte in Schokoladen bewertet.

2 Ergebnis

Das BfR hält aus Sicht des vorsorgenden gesundheitlichen Verbraucherschutzes die Einrichtung einer rechtlich verbindlichen Begrenzung des Cadmiumgehaltes in Schokolade unabhängig von ihrem Kakaomasseanteil für erforderlich.

Aufgrund der vergleichsweise hohen Auslastung des Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) für Cadmium durch den Verzehr durchschnittlicher Mengen Schokolade von Erwachsenen und insbesondere von Kindern empfiehlt das BfR aus den folgenden zusammengefassten Gründen – und in Anlehnung an die in Deutschland bereits im Jahr 1997 etablierten, rechtlich unverbindlichen Richtwerte des ehemaligen Bundesinstituts für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) von 0,1 mg Cd/kg für Milkschokolade und 0,3 mg Cd/kg für Schokolade, Sahneschokolade und Pralinen Höchstgehalte im Bereich zwischen 0,1 und 0,3 mg Cd/kg – festzulegen:

- Die Einführung eines Höchstgehaltes von 0,3 mg Cd/kg Schokolade kann Verbraucher vor den vergleichsweise wenigen, auf dem Markt befindlichen hoch belasteten Schokoladen schützen. Mit diesem Höchstgehalt kann aus Sicht des BfR ein Mindestmaß an gesundheitlichem Verbraucherschutz erreicht werden.
- Ein Höchstgehalt von 0,1 mg Cd/kg Schokolade liegt geringfügig über dem aus den Monitoringdaten von 2000 bis 2006 abgeleiteten Mittelwert von 0,085 mg Cd/kg Schokolade und könnte aus folgenden Gründen ein hohes Maß an gesundheitlichem Verbraucherschutz erreichen:
 - Die PTWI-Auslastung für Cadmium in Schokolade liegt bei einem Höchstgehalt von 0,1 mg Cd/kg Schokolade bei Erwachsenen bei durchschnittlichen Verzehrsmengen in dem Bereich anderer Lebensmittel, die in der EU-Kontaminanten-Verordnung geregelt sind.
 - Bei viel verzehrenden Erwachsenen (95. Perzentil der Verzehrer) beträgt die PTWI-Auslastung bei einer Belastung von 0,1 mg Cd/kg Schokolade bereits 10 %.
 - Kinder zwischen vier und 14 Jahren schöpfen den PTWI bei einem Cadmiumgehalt von 0,1 mg Cd/kg Schokolade zu etwa 10 % aus, wenn sie durchschnittliche Mengen Schokolade konsumieren.
- Kakaopulver enthaltende Produkte wie zum Beispiel Trinkschokolade oder Schokoladenkuchen sind in die hier verwendeten Verzehrsmengen nicht eingeflossen. Sie könnten jedoch aufgrund der hohen Verzehrsmengen insbesondere bei Kindern zusätzlich einen großen Beitrag zur Cadmiumbelastung leisten.

Das BfR empfiehlt außerdem, die Höchstgehalte zunächst mit Revisionsklauseln zu versehen, um ggf. bei Vorliegen neuer Verzehrdaten aus den EU-Mitgliedsländern zu Schokolade, insbesondere Bitterschokolade, und aktueller, repräsentativer Daten zum Cadmiumgehalt in Schokoladen mit unterschiedlichem Kakaomasseanteil die Höchstgehalte für Cadmium in Schokoladen im Sinne des vorsorgenden gesundheitlichen Verbraucherschutzes anpassen zu können.

3 Begründung

3.1 Agens

3.1.1 Cadmium

Cadmium (Cd) ist ein Element, das natürlicherweise in der Erdkruste vorkommt. Als reines Schwermetall liegt Cadmium in der Natur nicht vor. In der Regel tritt Cadmium gebunden als Cadmiumoxid, Cadmiumchlorid, Cadmiumsulfat oder Cadmiumsulfid auf. Die verschiedenen Verbindungen unterscheiden sich in ihrer Löslichkeit. Häufig bilden Cadmiumverbindungen mit Zink-, Blei- und Kupferverbindungen Komplexe. Die verschiedenen Cadmiumverbindungen können ineinander übergehen.

Industriell kommt Cadmium aufgrund seiner Toxizität eine zurückgehende Bedeutung zu. Die größten industriellen Einsatzbereiche für Cadmium stellen aktuell die Stahlindustrie und – noch expandierend – die Galvanik dar.

3.1.2 Schokolade

Schokolade wird Verbrauchern in sehr unterschiedlicher Darreichungsform angeboten: beispielsweise als massive Tafelschokolade, Pralinen, Schokolinsen, gefüllte Schokolade, Schokoladenriegel oder Brotaufstrich.

Die für Schokolade und Schokoladenerzeugnisse charakteristischen Kakaobohnen sind die Samen der Kakaofrucht des Kakaobaumes. Wichtige Voraussetzung für das Gedeihen der Kakaobäume sind gleichmäßige Wärme und hohe Boden- und Luftfeuchtigkeit. Diese Kriterien bedingen, dass Kakaobäume nur in den Äquatorial-Ländern der Erde wachsen. Besonders reiche Ernten liefern die westafrikanischen Kakaopflanzungen. Die so genannten Edelkakaosorten kommen dagegen – neben den Konsumsorten – vorwiegend aus dem nördlichen Südamerika, aus Mittelamerika und aus Indonesien (Infozentrum Schokolade 2003).

Auf Grund verschiedener Rezepturen wird Schokolade häufig wie folgt unterteilt und beschrieben:

Konsumschokolade:

Die Früchte und Samen bestimmter Sippen unterscheiden sich. Aus den meisten Sippen des Kakaobaumes *Theobroma cacao* gehen die so genannten Konsumkakaobohnen hervor, die zur Herstellung von Schokoladenerzeugnissen mit vergleichsweise weniger intensivem Geschmack und Aroma verwendet werden. Diese Schokoladenerzeugnisse werden als Konsumschokolade bezeichnet. Ca. 80 % der weltweiten Kakaoernte wird aus derartigen Sippen hergestellt. Schokolade aus diesen Kakaobohnen ist deshalb am weitesten verbreitet.

Edelschokolade:

Aus einigen Sippen des Kakaobaumes gehen die so genannten Edelkakaobohnen hervor, die zur Herstellung von Schokoladenerzeugnissen mit vergleichsweise intensivem Geschmack und Aroma verwendet werden. Diese Produkte werden als Edelschokolade bezeichnet.

Bitterschokolade:

Bitterschokolade ist Schokolade mit einem Kakaomasseanteil zwischen meistens 50 % und 70 % und vergleichsweise wenig Zucker. Bei Schokolade mit einem Kakaoanteil von meist

bis zu 99 % und einem sehr intensiven Aroma wird häufig der Begriff „Edel-Bitterschokolade“ verwendet. In Österreich ist auch die Bezeichnung Kochschokolade üblich.

Wesentliche Bestandteile von Schokolade und Schokoladenwaren sind fein gemahlene Kakaokerne (=Kakaomasse), Kakaobutter und Saccharose. Die Kakaomasse besteht aus etwa 45 % entölter Kakaotrockenmasse sowie zu 55 % aus Kakaobutter¹. Der Wassergehalt der Kakaomasse beträgt ca. 5 %, die der Gesamtkakaotrockenmasse etwa 2%. Die Gesamtkakaotrockenmasse wird auf einer Schokolade mit „Kakao: ...% mindestens“ deklariert. Weitere Zutaten wie Milcherzeugnisse, Nüsse oder Trauben können verwendet werden, wobei bei besonderen Qualitätshinweisen die Bestandteile in gesetzlich vorgeschriebener Menge enthalten sein müssen (aid 2003). Die gesetzlich vorgeschriebenen Mindestanforderungen an die Rezepturen für ausgewählte Schokoladenerzeugnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Gesetzliche Mindestanforderungen für ausgewählte Kakao- und Schokoladenerzeugnisse nach Anhang I der Richtlinie 2000/36/EG²

Verkehrsbezeichnung	Begriffsbestimmung	Ausgewählte Merkmale der Erzeugnisse **	
		Gesamtkakaotrockenmasse	Weitere Merkmale
Schokolade *	Erzeugnis aus Kakaoerzeugnissen und Zuckerarten	35 % ***	14 % entölte Kakaotrockenmasse 18 % Kakaobutter
Milchschokolade	Erzeugnis aus Kakaoerzeugnissen, Zuckerarten und Milch bzw. Milcherzeugnissen	25 % ***	2,5 % entölte Kakaotrockenmasse 14 % Milchtrockenmasse 3,5 % Milchfett 25 % Gesamtfettgehalt (aus Kakaobutter und Milchfett).
Haushaltmilchschokolade	Erzeugnis aus Kakaoerzeugnissen, Zuckerarten und Milch oder Milcherzeugnissen	20 % ***	2,5 % entölte Kakaomasse 20 % Milchtrockenmasse 5 % Milchfett 25 % Gesamtfettgehalt (aus Kakaobutter u. Milchfett)
Weißer Schokolade	Erzeugnis aus Kakaobutter, Milch oder Milcherzeugnissen und Zuckerarten		20 % Kakaobutter 14 % Milchtrockenmasse
Gefüllte Schokolade	Gefülltes Erzeugnis, dessen Außenschicht aus Schokolade, Milchschokolade, Haushaltmilchschokolade oder weißer Schokolade besteht		ausgenommen sind Erzeugnisse, deren Inneres aus Backwaren, feinen Backwaren oder Speiseeis besteht Anteil der Außenschicht aus Schokolade beträgt bei Erzeugnissen mit dieser Bezeichnung mindestens 25 % des Gesamtgewichts des Erzeugnisses
Chocolate a la taza	Erzeugnis aus Kakaoerzeugnissen, Zuckerarten und Mehl oder Weizen-, Reis- oder Mais-	35% ***	14 % entölte Kakaotrockenmasse 18 % Kakaobutter

¹ Fraunhofer IVV, persönliche Auskunft 2007

² Richtlinie 2000/36/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Juni 2000 über Kakao- und Schokoladenerzeugnisse für die menschliche Ernährung (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 197, 19-24)

Verkehrsbezeichnung	Begriffsbestimmung	Ausgewählte Merkmale der Erzeugnisse **	
		Gesamtkakaotrockenmasse	Weitere Merkmale
	Stärke		höchstens 8 % Mehl oder Stärke
Chocolate familiar a la taza	Erzeugnis aus Kakaoerzeugnissen, Zuckerarten und Mehl oder Weizen-, Reis- oder Maisstärke	30 %***	12 % entölte Kakaotrockenmasse 18 % Kakaobutter höchstens 18 % Mehl oder Stärke
Praline	Erzeugnis in mundgerechter Größe - aus gefüllter Schokolade oder - aus einer einzigen Schokoladenart oder aus zusammengesetzten Schichten		Schokoladenanteil des Erzeugnisses muss mindestens 25 % des Gesamtgewichts des Erzeugnisses entsprechen

* kann gleichgesetzt werden mit „Haushaltsschokolade“
 ** bei Prozentangaben ist jeweils der Mindestgehalt aufgeführt, wenn nicht anders beschrieben
 *** entsprechend Artikel 3, Absatz 3 der RL 2000/36/EG sind diese Kakao- und Schokoladenerzeugnisse mit dem Gesamtgehalt an Kakaotrockenmasse zu kennzeichnen mit: „Kakao: ... % mindestens“, wobei die unter „Weitere Merkmale“ aufgeführten Angaben zu „entölter Kakaotrockenmasse“ sowie „Kakaobutter“ als Anteile der Gesamtkakaotrockenmasse zu verstehen sind

Entsprechend Artikel 3, Absatz 5 der Richtlinie 2000/36/EG können Schokoladen mit den Verkehrsbezeichnungen „Schokolade“, „Milkschokolade“ und „Schokoladenkuvertüre“ durch Informationen über die Qualitätsmerkmale oder durch Beschreibungen der Qualitätsmerkmale ergänzt werden, sofern die Erzeugnisse folgende Voraussetzungen erfüllen:

Schokolade: mindestens 43 % Gesamtkakaotrockenmasse, davon mindestens 26 % Kakaobutter

Milkschokolade: mindestens 30 % Gesamtkakaotrockenmasse und mindestens 18 % Milchtreibmasse (davon mindestens 4,5 % Milchfett) aus teilweise oder vollständig dehydratisierter Vollmilch, teil- oder vollentrahmter Milch, Sahne, teilweise oder vollständig dehydratisierter Sahne, Butter oder Milchfett

Schokoladenkuvertüre: mindestens 16 % entölte Kakaotrockenmasse

Aus dieser Übersicht zur Richtlinie 2000/36/EG geht hervor, dass derzeit Schokolade bzw. Schokoladenerzeugnisse rechtlich bis zu einer Gesamtkakaotrockenmasse von 35 % verbindlich und bis 43 % optional geregelt sind. Schokoladenerzeugnisse mit sehr hohen Gesamtkakaotrockenmassen bis 99 % (Bitterschokoladen), wie sie zunehmend in den Handel gelangen und beworben werden, sind in der Gesetzgebung derzeit nicht gesondert geregelt.

Begriffe wie „Edelschokolade“, „Bitterschokolade“ oder „Konsumschokolade“ sind in der Richtlinie 2000/36/EG nicht als Verkehrsbezeichnung oder als Begriffsbestimmung angegeben. Nach dieser Richtlinie sind keine Merkmale derartiger umgangssprachlicher Erzeugnisse festgelegt. Im Rahmen dieser Stellungnahme wird Schokolade mit Kakaomasseanteilen von über 50 % als Bitterschokolade bezeichnet. Auf die Verwendung der Begriffe „Edelschokolade“, „Edel-Bitterschokolade“ oder „Konsumschokolade“ wird, außer bei Zitaten, verzichtet.

3.2 Gefährdungspotenzial

Das Gefährdungspotenzial von Cadmium ist abhängig davon, in welcher Verbindung es vorliegt und ob die Aufnahme inhalativ oder oral erfolgt. Im Wasser liegt Cadmium überwiegend als freies Ion vor, während es in Nahrungsmitteln meistens in Komplexen gebunden vorkommt. Als Komplexbildner dienen dabei verschiedene Liganden wie Proteine oder Metallothionein (ATSDR 1999).

In der Literatur wird die Bioverfügbarkeit von Cadmium aus Kakaobohnen, je nach Anbauregion, zwischen etwa 10 bis 50 % beschrieben (Mounicou 2003). Die intestinale Resorptionsrate wird je nach individuellem, aktuellem Nährstoffprofil mit 5 bis 10 % angegeben (ATSDR 1999).

Als empfindlichstes Zielorgan gegenüber oral aufgenommenem Cadmium gilt die Niere (JECFA 2003).

Der Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) für Cadmium stellt die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorläufig duldbare wöchentliche Aufnahmemenge nach dem heutigen Kenntnisstand dar. Der PTWI für Cadmium von 0,007 mg/kg Körpergewicht und Woche wurde 2003 vom Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) beibehalten, obwohl neuere, jedoch statistisch noch nicht gesicherte Daten darauf hindeuten, dass bei diesem PTWI ein Anteil der Bevölkerung ein erhöhtes Risiko einer tubulären Nierenschädigung haben könnte.

Cadmium und seine Verbindungen wurde von der International Agency for Research on Cancer (IARC) ausgehend vor allem von Studien mit inhalativer Exposition in Gruppe 1 als humankanzerogen³ eingestuft (IARC 1993).

3.3. Exposition

Für die Bevölkerung sind die Hauptexpositionsquellen für Cadmiumverbindungen Lebensmittel und Zigarettenrauch. Während Früchte und Getränke nur geringe Mengen Cadmium enthalten, weisen Blattgemüse und Kartoffeln höhere Gehalte auf. Die höchsten Cadmiumgehalte wurden in Nüssen, Ölfrüchten (v. a. Sonnenblumenkernen), Mollusken sowie in den Innereien Niere und Leber gefunden (JECFA 2003). Raucher nehmen im Vergleich zu Nichtrauchern etwa die doppelte Cadmiummenge pro Tag auf (ATSDR 1999).

Für die USA wird aus einer „total diet study“ die durchschnittliche Cadmiumaufnahme durch den Verzehr von Lebensmitteln mit 30 µg pro Tag angegeben (ATSDR 1999), was einer PTWI-Auslastung von 50 % für einen 60 kg schweren Erwachsenen entspricht.

Die WHO geht von einer durchschnittlichen Cadmiumexposition durch Lebensmittel von 2,8-4,2 µg/kg Körpergewicht pro Woche aus (entspricht 24-36 µg/Tag), was etwa 40-60 % des PTWI von 0,007 mg/kg Körpergewicht entspricht (JECFA 2003).

Zu den Bevölkerungsgruppen, die potenziell besonders hohen Cadmiumgehalten ausgesetzt sein können, gehören neben Rauchern zum Beispiel Personen, die große Fischmengen aus Cadmium belasteten Gewässern verzehren (ATSDR 1999).

³ carcinogenic to humans

3.3.1 Cadmium in Schokolade

Je nach spezifischer lokaler Konstitution des Bodens können Kakaobohnen hohe Cadmiumgehalte aufweisen (ICCO 2001). 1989 wurden von Matissek et al. Daten zu Schwermetallen in Kakao und Kakaoerzeugnissen zusammengestellt, die als Querschnitt eine gute Übersicht der damaligen Ist-Situation repräsentieren (Matissek 1989). Die Einteilung der Herkunftsländer der Kakaobohnen erfolgte in die drei Gruppen Afrika, Ozeanien/Asien und Amerika. Die maximalen gemessenen Cadmiumgehalte in Kakaokernen bzw. Kakaomasse der einzelnen Länder dieser Gruppen, für die mehr als eine Stichprobe vorlag ($n > 1$), sind in Tabelle 2 dargestellt. Da detaillierte Rezepturen zur Herstellung von Schokoladen nicht zugänglich sowie nicht im Einzelnen zu berechnen sind, wurde auf Grundlage der gesetzlich geregelten Mindestanforderungen an Schokolade nach der Richtlinie 2000/36/EG der mögliche Cadmiumgehalt in Schokolade als Modellrechnung bestimmt. Dabei wurde angenommen, dass Cadmium ausschließlich in der entölte Kakaotrockenmasse vorliegt und der Wasserverlust bei der Gesamtkakaotrockenmasse 3 % gegenüber der Kakaomasse beträgt. Die sich aus dieser Modellrechnung ergebenden Ergebnisse sind ebenfalls in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Modellrechnung zu möglichen Cadmiumgehalten in Schokolade in Abhängigkeit vom jeweiligen entölte Kakaotrockenmasseanteil (Spalte 4 und 5) auf Grundlage ausgewählter maximaler Cadmiumgehalte in Kakaokernen und Kakaomassen verschiedener Herkunftsländer (modifiziert nach Matissek 1989; Spalte 1)

Herkunftsland	Cadmiumgehalt in Kakaomasse , Maximum [mg/kg] (nach Matissek 1989)	Cadmiumgehalt in Gesamtkakaotrockenmasse auf Grundlage von Spalte 1 [mg/kg] *	Cadmiumgehalt in entölte Kakaotrockenmasse auf Grundlage von Spalte 2 [mg/kg] **	Cadmiumgehalt in Schokolade mit 14 % entölte Kakaotrockenmasse auf Grundlage von Spalte 3 [mg/kg] ***	Cadmiumgehalt in Milchschokolade mit 2,5 % entölte Kakaotrockenmasse auf Grundlage von Spalte 3 [mg/kg] ***
Spalte	1	2	3	4	5
Afrika (n = 42)					
Aus allen untersuchten Herkunftsländern	0,24	0,25	0,56	0,08	0,01
Ozeanien und Asien (n = 50)					
Papua-New Guinea	0,29	0,30	0,67	0,09	0,02
Sabah Estate	1,29	1,33	2,96	<u>0,41</u>	0,07
Malaysia	1,83	1,89	4,20	<u>0,59</u>	0,10
Davon Länder, die überwiegend Edelkakao produzieren					
Samoa Is.	0,22	0,23	0,51	0,07	0,01
Sri Lanka	0,27	0,28	0,62	0,09	0,02
Sumatra	0,52	0,54	1,20	0,17	0,03
Java	0,76	0,78	1,73	0,24	0,04
Amerika (n = 95)					
Brasil (Bahia)	0,29	0,30	0,67	0,09	0,02
Colombia	0,62	0,64	1,42	0,20	0,04
Mexico	0,66	0,68	1,51	0,21	0,04
Sanchez	1,36	1,40	3,11	<u>0,44</u>	0,08
Davon Länder, die überwiegend Edelkakao produzieren					
Grenada	0,78	0,80	1,78	0,25	0,04
Trinidad	0,80	0,82	1,82	0,25	0,05
Ecuador (Arriba)	1,76	1,81	4,02	<u>0,56</u>	0,10
Venezuela	4,1	4,23	9,40	<u>1,32</u>	0,24

* Der Wasserentzug wurde mit 3 % angenommen.

** Der Anteil der entölte Kakaotrockenmasse wurde mit 45 % der Kakaomasse angenommen.

*** Der gewählte entölte Kakaotrockenmasseanteil entspricht der gesetzlich geregelten Mindestanforderungen für das Erzeugnis Schokolade bzw. Milchschokolade nach der RL 2000/36/EG.

Die in Tabelle 2, Spalte 4 unterstrichenen Werte der Modellrechnung zeigen, dass Schokolade mit einer Gesamtkakaotrockenmasse von 35 % und dem Mindestgehalt von 14 % entölter Kakaotrockenmasse Cadmiumgehalte aufweisen kann, die über dem BgVV-Richtwert von 0,3 mg/kg für Cadmium in Schokolade liegen.

Dem BfR liegen die Messergebnisse zu sechs Kakaomassen aus einem Bericht zu Bitterschokolade des Chemischen und Veterinäruntersuchungsamts (CVUA) Stuttgart vor, wobei nur zu einer Kakaomasse das Herkunftsland, Ghana, angegeben wurde (CVUA Stuttgart 2006). Der für diese Probe angegebene Wert von 0,16 mg Cd/kg Kakaomasse liegt unter dem in Tabelle 2 angegebenen Maximalwert für Cadmium in Kakaomasse aus Afrika. Er entspricht etwa dem von Matissek et al. angegebenen Maximalgehalt von 0,18 mg Cd/kg Kakaomasse aus Ghana (Matissek 1989).

Zum Cadmiumgehalt in Schokolade wurden dem BfR vom CVUA Stuttgart insgesamt 70 Messergebnisse zur Verfügung gestellt. Zu 66 Proben ist der Kakaomasseanteil mit angegeben. Zu 24 der 66 Proben wurde das Herkunftsland angegeben. Für zwölf dieser 24 Proben wurde Ecuador als Herkunftsland genannt. Die Cadmiumgehalte in den berechneten Kakaomasseanteilen dieser zwölf Proben liegen im Bereich zwischen 0,36 mg und 0,72 mg Cd/kg Kakaomasse. Dieser Bereich liegt innerhalb des von Matissek et al. angegebenen Bereichs von 0,18 mg und 1,76 mg Cd/kg Kakaomasse (Matissek 1989). Für die anderen Proben, für die ein Herkunftsland angegeben wurde, ließen sich die Cadmiumgehalte in der Kakaomasse nicht anhand der von Matissek et al. angegebenen Werte überprüfen. Die Herkunftsländer stimmten entweder nicht mit denen von Matissek et al. angegebenen überein, oder es konnte nur eine einzige Probe für einen Vergleich herangezogen werden.

Die vom CVUA Stuttgart gemessenen Cadmiumgehalte in Schokolade sind für die 66 Proben, unterteilt in die unterschiedlichen Kakaomasseanteile, in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3: Zusammenfassung der von der CVUA Stuttgart gemessenen Cadmiumgehalte in Schokolade mit unterschiedlicher Gesamtkakaotrockenmasse (nach Deklaration)

Gesamtkakaotrockenmasse [%]	30 %	31-55 %	60 %	70 %	> 70 % (max. 86 %)
Anzahl der Proben [n]	13	16	7	11	19
Cadmiumgehalt in Schokolade, Minimum [mg/kg]	0	0,017	0,06	0,19	0,05
Cadmiumgehalt in Schokolade, Mittelwert [mg/kg]	0,03	0,07	0,18	0,28	0,24
Cadmiumgehalt in Schokolade, Maximum [mg/kg]	0,16	0,15	0,24	0,39	0,52

Das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL Bayern) hat 2006 im Internet einen Bericht unter anderem zum Cadmiumgehalt in Schokoladen eingestellt (LGL Bayern 2006). Die für diesen Bericht zugrunde gelegten Daten liegen dem BfR vor.

Für 30 Proben wurden vom LGL Bayern 2005 die Cadmiumgehalte in Schokolade bestimmt. Der Kakaomasseanteil entsprechend Herstellerangaben ist für alle 30 Proben angegeben. Für 29 der 30 Proben liegen die Kakaomasseanteile laut Hersteller zwischen 50 % und 99

% . Nur eine Probe enthält laut Hersteller einen Kakaomasseanteil von 35 %. Das Herkunftsland wurde nur für sechs Proben angegeben. Für die beiden Proben aus Ecuador ergeben sich Cadmiumgehalte in dem Kakaomasseanteil, die ebenfalls in dem von Matissek et al. angegebenen Bereich liegen (Matissek 1989).

In Tabelle 4 sind die Cadmiumgehalte in Schokolade, aufgeteilt in unterschiedliche Kakaomasseanteile ab einem Kakaomasseanteil von 50 % laut Herstellerangaben, zusammengefasst.

Tabelle 4: Zusammenfassung der vom LGL Bayern gemessenen Cadmiumgehalte in Schokolade mit unterschiedlichen Gesamtkakaotrockenmassen (nach Deklaration)

Gesamtkakaotrockenmasse nach Deklaration [%]	50 %	60 %	65 %	>=70 (max. 99 %)
Anzahl der Proben [n]	7	6	3	13
Cadmiumgehalt in Schokolade, Min-Wert [mg/kg]	0,027	0,122	0,061	0,061
Cadmiumgehalt in Schokolade, Mittelwert [mg/kg]	0,051	0,168	0,244	0,279
Cadmiumgehalt in Schokolade, Max-Wert [mg/kg]	0,067	0,262	0,438	1,281

3.3.2 Verzehr von Schokolade

Zur Abschätzung der Verzehrsmengen bezüglich der Lebensmittelgruppe „Schokolade“ wurden die im BfR vorliegenden Verzehrdaten der Nationalen Verzehrsstudie I (1986-1989; Adolf 1995) und des Ernährungssurvey (Mensink 1998) herangezogen. Dabei diente die Nationale Verzehrsstudie I als Grundlage für die Ermittlung der Verzehrsmengen bei Kindern. Der Ernährungssurvey wurde für die Berechnung der Verzehrsmengen von Erwachsenen herangezogen.

Aus beiden Studien konnte allerdings nicht der Konsum von Bitterschokolade separat ermittelt werden. Dies liegt zum einen in der Aktualität der Daten begründet. Da dem Konsum von Bitterschokolade seit einiger Zeit gesundheitlich positive Effekte wie „Stärkung der Blutgefäße“, „Blutdrucksenkung“ in der Presse zugeschrieben werden (z. B. Medizinauskunft 2004, SWR 3 Gesundheitsticker 2005), ist das Marktangebot für diese Erzeugnisse in den letzten Jahren erheblich breiter geworden. Während es früher eher als seltenes verzehrtes Luxuslebensmittel galt, wird Bitterschokolade mit hohem Kakaoanteil heutzutage zunehmend auch in Discountern angeboten. Die daraus resultierenden Änderungen im Verzehrverhalten wurden in keiner der zugrunde liegenden Studien erfasst.

Darüber hinaus ist wie bei den Angaben zu Cadmiumgehalten in Schokolade auch bei den Verzehrangaben keine eindeutige Zuordnung der Daten zu Bitterschokolade und sonstiger Schokolade möglich.

Für die aktuelle Risikobewertung wurde deshalb die Verzehrsmenge von Schokolade insgesamt zugrunde gelegt, ohne die Schokolade genauer in Milkschokolade, Schokolade oder Bitterschokolade etc. zu unterteilen. Die Lebensmittelgruppen, die für die Ermittlung der Ver-

zehrmengen berücksichtigt wurden, sind in Tabelle 5 für den Ernährungssurvey sowie in Tabelle 6 für die Nationale Verzehrsstudie I aufgeführt.

Tabelle 5: Lebensmittel der Lebensmittelgruppe „Schokolade“, die für die Ermittlung der Verzehrmenge aus dem Ernährungssurvey berücksichtigt wurden

Kodierung	Lebensmittel
S530000, S530033, S538011, S540000	Milchschokoladen, verschiedene
S145011	Nuss-Nugat-Creme süß
S450000	Nougat
S610000, S620000, S621000, S622000, S623000, S624000	Pralinen, verschiedene
S632000, S633000, S633211, S634011	Schokoladen gefüllt, verschiedene
S500000, S500033, S560011	Schokoladen, verschiedene
S640011	Rumkugeln
S660000	Schokoladenstreuseflocken
S670033, S671023	Schokoladenüberzugsmassen gekocht, verschiedene
L329311	Haselnuss-Nougat-Creme für Diabetiker
L330011	Diabetikerschokolade
L331011	Vollmilchschokolade für Diabetiker

Tabelle 6: Lebensmittel der Lebensmittelgruppe „Schokolade“, die für die Ermittlung der Verzehrmenge aus der Nationalen Verzehrsstudie I berücksichtigt wurden

Kodierung	Lebensmittel
S141000, S145000, S146000	Schoko-/Nougat- bzw. Kakaocremes
S450000	Nougat
S500000, S520000, S530000, S531000, S533000, S535000, S539000, S540000, S550000, S576000, S630100, S630200, S633200, S633300, S634000, S634100, S638000, S710100, S720200, S730300, S780400	Schokoladen, verschiedene (inkl. gefüllte Schokoladen)
S570000	Schokoladenstreuseflocken
S580000	Schokoladenüberzugsmassen
S590000	Schokoladenwaren milchfrei
S600000, S603000, S610000, S620000, S623100, S624100, S625000, S626000, S630000, S640000, S680000	Pralinen, verschiedene
S640009	Rumkugeln (klein)
S700000, S840100, S840200, S690000	Schokoladenwaren Pralinen u. ä.
S820000, S820300, S820400, S820700, S820800, S820900, S821000, S821100, S821200, S821300, S821400, S822000, S822100, S823000, S823200	Schokoladenriegel, verschiedene

Der Cadmiumgehalt der Schokolade stammt im Wesentlichen aus der verarbeiteten Kakao-masse. Schokoladenerzeugnisse, die aus Kakaopulver hergestellt werden, sind nicht in die Auswertung einbezogen, wie aus Tabelle 5 und 6 deutlich wird.

Für die Abschätzung der aktuellen Verzehrsmengen, insbesondere von Bitterschokoladen in Deutschland, sollen in einer weiteren Berechnung die Daten der Nationalen Verzehrsstudie II

zugrunde gelegt werden, die jedoch nicht vor Ende 2007 zur Verfügung stehen (Krems 2006).

Die Auswertung des Ernährungssurveys über die Verzehrsmengen für Erwachsene zeigt, dass 76 % der deutschen Bevölkerung mindestens einmal pro Monat ein Lebensmittel der Lebensmittelgruppe Schokolade verzehren. Männer verzehren etwas mehr Schokolade als Frauen. Der Schokoladenverzehr nimmt mit zunehmendem Alter ab. Die höchste Verzehrsmenge ist in der Altersgruppe der 18-24 Jährigen zu finden (31 g pro Tag im Mittel, 96 g 95. Perzentil).

Die aus dem Ernährungssurvey für Erwachsene abgeleiteten Verzehrsmengen für Schokolade, die in der folgenden Risikocharakterisierung berücksichtigt werden, sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7: Verzehrsmengen (Monatsmittel) der Verzehrer (Erwachsene) insgesamt von Schokolade pro Tag und Woche

	Verzehrsmenge der Verzehrer pro Tag [g/d]	Verzehrsmenge der Verzehrer pro Woche [g/Woche]
Mittelwert	19	133
95. Perzentil	65	455

Zur Ableitung von Verzehrsmengen für Schokolade bei Kindern wird auf Daten der Nationalen Verzehrsstudie I zurückgegriffen. Diese unterscheidet sich vom Ernährungssurvey durch den Zeitpunkt der Erhebung und die Erhebungsmethode. Somit sind keine zuverlässigen Aussagen zum Anteil der Verzehrer möglich, da die Nationale Verzehrsstudie I nur einen Zeitraum von einer Woche abdeckt. Mittlere Verzehrsmengen der Verzehrer können jedoch zuverlässig geschätzt werden. Demnach verzehren Jungen etwas mehr Schokolade pro Tag als Mädchen. Die höchste Verzehrsmenge ist in der Altersgruppe 10-14 Jahre zu finden (Mittelwert: 28,7 g pro Tag, 95. Perzentil: 81,85 g pro Tag). In Tabelle 8 sind die in der folgenden Risikocharakterisierung berücksichtigten Verzehrsmengen für die jeweils berücksichtigten Altersgruppen dargestellt.

Tabelle 8: Mittlere Verzehrsmenge der Verzehrer insgesamt von Schokolade pro Tag und Woche für die verschiedenen Altersgruppen von Kindern

Altersgruppe	4-6 Jahre, Verzehrsmenge der Verzehrer		7-9 Jahre, Verzehrsmenge der Verzehrer		10-14 Jahre, Verzehrsmenge der Verzehrer		15-19 Jahre, Verzehrsmenge der Verzehrer	
	Tag [g/d]	Woche [g/Woche]	Tag [g/d]	Woche [g/Woche]	Tag [g/d]	Woche [g/Woche]	Tag [g/d]	Woche [g/Woche]
Mittelwert	20,9	146	22,5	157,5	28,7	200,9	27,8	194,6
95. Perzentil	56	392	62,1	434,7	81,9	573	76	532

3.3.3. Verzehr anderer kakaohaltiger Lebensmittel

Möglicherweise können auch andere kakaohaltige Lebensmittel, insbesondere bei Kindern, eine Expositionsquelle für Cadmium darstellen. Hinweise, die diese Annahme stützen, liegen aus Österreich vor (IfEW 1999).

Für eine Bewertung von Kakao müssten zusätzlich Kakaopulver enthaltende Lebensmittel wie Trinkschokoladen, Schokoladenkuchen oder Schokoladenpuddings mit in die Verzehrsmengen

mengen eingerechnet werden. Das würde allerdings erhöhte methodische Unsicherheiten mit sich bringen, da der jeweilige Anteil an Kakaopulver oder ggf. Kakaomasse nicht eindeutig zu ermitteln ist.

3.4 Risikocharakterisierung

3.4.1 Gesetzliche Regelungen, Richtwerte

Gesetzliche Regelungen zu Cadmiumgehalten in Schokolade liegen national für Deutschland sowie auf EU-Ebene bisher nicht vor.

Für Schokolade, Sahneschokolade und Pralinen wurde seinerzeit vom BgVV ein Richtwert für Cadmium von 0,3 mg/kg Frischsubstanz bzw. Angebotsform⁴ festgelegt. Für Milkschokolade lag der Richtwert bei 0,1 mg/kg Frischsubstanz bzw. Angebotsform (Bundesgesundheitsblatt 1997). Eine Regelung in Bezug auf die konkrete Gesamtkakaotrockenmasse ist in den Richtwerten des BgVV nicht enthalten.

Die Richtwerte für die verschiedenen Schokoladenerzeugnisse können als Orientierung für die Bewertung des Cadmiumgehalts in Schokolade herangezogen werden. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass die Richtwertfestsetzung für die Einzellebensmittel nicht allein nach toxikologischen Gesichtspunkten erfolgte, sondern aus der Betrachtung der Gesamtzufuhr des jeweiligen Stoffes über alle verzehrten Lebensmittel unter Berücksichtigung der aktuellen Gehaltssituationen der Lebensmittel, der durchschnittlichen Verzehrsmengen des Erwachsenen sowie der PTWI-Werte (Provisional Tolerable Weekly Intake) ermittelt wurden.

3.4.2 Cadmiumbelastung für Schokolade mit Kakaomasseanteilen unter 60 %

Die in Tabelle 2 dargestellte Modellrechnung auf Grundlage der Arbeit von Matissek et al. aus dem Jahr 1989 zeigt (unterstrichene Werte in Spalte 4 der Tabelle), dass auch bei Schokoladen mit einer Gesamtkakaotrockenmasse von 35 % mit beispielsweise 14 % entölter Kakaotrockenmasse bereits Cadmiumgehalte auftreten können, die über einem möglichen Höchstgehalt von 0,3 mg Cd/kg Schokolade liegen.

Die vom CVUA Stuttgart zur Verfügung gestellten Daten zu den Cadmiumgehalten in Schokolade weisen bei Gesamtkakaotrockenmassen von 30 % (nach Deklaration) keine Überschreitung eines möglichen Höchstgehaltes von 0,3 mg Cd/kg auf.

Die vom LGL Bayern bereit gestellten Daten wurden hier nicht berücksichtigt, da nur eine Probe mit einem Kakaomasseanteil von 35 % gekennzeichnet war.

Bei Festlegung eines Höchstgehaltes ausschließlich für Schokolade mit einem Kakaomasseanteil von über 60 % könnte sich ein erhöhter Cadmiumgehalt auch für Schokolade mit geringerem Kakaomasseanteil ergeben, wenn in Folge einer derartigen Regelung die Kakaomassen mit erhöhtem Cadmiumgehalt zur Herstellung von Schokolade mit geringem Kakaomasseanteil verwendet würden. Aus diesen Gründen schlägt das BfR vor, für sämtliche Schokolade den Cadmiumgehalt zu begrenzen.

⁴ bezogen auf die essbaren Teile

3.4.3 Auslastung des PTWI für Cadmium durch den Verzehr von Schokolade bei Erwachsenen

Die im Folgenden dargestellte Auslastung des PTWI für Cadmium durch den Verzehr von Schokolade ist, wie unter Exposition beschrieben, auf die Verzehrsmenge der in Tabelle 5 aufgeführten Schokoladen insgesamt bezogen. Auf eine Unterteilung in Schokoladen mit unterschiedlicher Gesamtkakaotrockenmasse wurde verzichtet, da zum einen entsprechende aktuelle Verzehrdaten nicht vorliegen und zum anderen aus Sicht des vorsorgenden gesundheitlichen Verbraucherschutzes für sämtliche Schokoladen der Cadmiumgehalt in Schokolade reguliert werden sollte.

Für einen 60 kg schweren Erwachsenen ergibt sich für Cadmium ein PTWI von 0,42 mg (0,007 mg/kg Körpergewicht nach JECFA 2003). In Tabelle 9 ist die PTWI-Auslastung für Cadmium für einen 60 kg schweren Erwachsenen bei unterschiedlichen Verzehrsmengen an Schokolade dargestellt. Als Cadmiumgehalt in der Schokolade wurden die vom BgVV festgelegten Richtwerte von 0,3 bzw. 0,1 mg Cd/kg Schokolade zugrunde gelegt, ohne allerdings zwischen Milkschokolade und Schokolade zu unterscheiden.

Tabelle 9: Auslastung des PTWI für Cadmium von 0,42 mg für einen 60 kg schweren Erwachsenen bei durchschnittlichem (Mittelwert) und hohem (95. Perzentil) Verzehr von Schokolade mit einem Cadmiumgehalt von 0,3 mg Cd/kg Schokolade bzw. 0,1 mg Cd/kg Schokolade

	Verzehrmenge der Verzehrer (Mittelwert)		PTWI-Auslastung (60 kg schwerer Erwachsener) [%]	
	Tag [g/d]	Woche [g/Woche]	Cd-Gehalt Schokolade:	Cd-Gehalt Schokolade:
			0,3 mg/kg	0,1 mg/kg
Mittelwert	19	133	9,5	3,2
95. Perzentil	65	455	32,5	10,8

Um die PTWI-Auslastung für Cadmium durch den Verzehr von Schokolade im Vergleich zu anderen Cadmium-haltigen Lebensmitteln bewerten zu können, wurden für ausgewählte Lebensmittelgruppen bzw. Einzellebensmittel beispielhaft die durchschnittlichen Verzehrsmengen (Mittelwerte der Verzehrer) aus dem Ernährungssurvey bestimmt. Auch hier wurden nur die Verzehrsmengen der Verzehrer berücksichtigt. Auf dieser Grundlage wurde die PTWI-Auslastung für eine 60 kg schwere erwachsene Person ebenfalls berechnet, indem der jeweilige Höchstgehalt entsprechend der Verordnung (EG) 1881/2006⁵ für die Lebensmittelgruppe bzw. das Einzellebensmittel herangezogen wurde. Die sich für ausgewählte Lebensmittel ergebene PTWI-Auslastung für Cadmium bei Erwachsenen ist in Tabelle 10 dargestellt.

⁵ Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln (L 364/5)

Tabelle 10: Höchstgehalte für Cadmium in ausgewählten Lebensmittelerzeugnissen entsprechend der Verordnung (EG) 1881/2006 mit Angabe der durchschnittlichen Verzehrsmengen (Mittelwerte) für ausgewählte Lebensmittelerzeugnisse für Erwachsene sowie der PTWI-Auslastung

	Lebensmittelgruppe bzw. Einzel-lebensmittel	Höchstgehalt [mg/kg FG]	Verzehrsmenge (Mittelwert) [g/Woche]	PTWI-Auslastung (60 kg schwerer Erwachsener) [%]
3.2.1.	Geflügel	0,050	138,6	1,65
3.2.1.	Fleischteilstücke vom Rind	0,050	196	2,33
3.2.5.	Muskelfleisch von Fischen*	0,050	140 *	1,66
3.2.6.	Muskelfleisch von Fischen*	0,10	140 *	3,32
3.2.7.	Muskelfleisch von Schwertfisch	0,30	28	2
3.2.9.	Muscheln	1,0	22,4	5,3
3.2.15	Blattgemüse	0,20	203	9,67

* Für diese Modellrechnung wurden nicht die genauen Verzehrsmengen ermittelt, sondern sowohl für die unter 3.2.5. geregelten Fische als auch die unter 3.2.6. geregelten Fische (z. B. Sardellen, Thunfische) eine durchschnittliche Verzehrsmenge von 20 g/Tag angenommen (nach Mensink 2002)

FG Frischgewicht

Werden die jeweiligen Höchstgehalte bzw. der BgVV-Richtwert von 0,3 mg/kg in Schokolade zugrunde gelegt, zeigt ein Vergleich der PTWI-Auslastungen für Cadmium, dass von den ausgewählten Beispielen nur Blattgemüse mit 9,67 % (Tabelle 10) eine PTWI-Auslastung in gleicher Höhe aufweist wie die Auslastung durch Cadmium in Schokolade unter Annahme eines Cadmiumgehaltes in Höhe des BgVV-Richtwertes von 0,3 mg Cd/kg Schokolade.

Die anderen für den Vergleich gewählten Beispiele liegen mit ihrer jeweiligen PTWI-Auslastung im Bereich zwischen 1,65 % und 5,3 %. Innerhalb dieses Bereiches würde mit 3,2 % auch die Auslastung für Cadmium in Schokolade liegen, wenn der BgVV-Richtwert für Milkschokolade von 0,1 mg Cd/kg als Grundlage herangezogen werden würde (Tabelle 9).

3.4.4 Auslastung des PTWI für Cadmium durch den Verzehr von Schokolade bei Kindern

Die im Folgenden dargestellte Auslastung des PTWI für Cadmium durch den Verzehr von Schokolade bei Kindern unterschiedlicher Altersstufen ist, wie unter Exposition beschrieben, auf die Verzehrsmenge der in Tabelle 6 aufgeführten Schokoladenerzeugnisse insgesamt bezogen. Auf eine Unterteilung in Schokolade mit unterschiedlicher Gesamtkakaotrockenmasse wurde verzichtet, da zum einen entsprechende aktuelle Verzehrdaten nicht vorliegen und zum anderen aus Sicht des BfR für sämtliche Schokolade der Cadmiumgehalt in Schokolade reguliert werden sollte.

In Tabelle 11 ist die PTWI-Auslastung für Cadmium durch den Verzehr durchschnittlicher Mengen an Schokolade (Mittelwert) für die verschiedenen Altersgruppen aufgeführt. Für die Berechnung der PTWI-Auslastung wurden die BgVV-Richtwerte 0,3 mg Cd/kg Schokolade bzw. 0,1 mg Cd/kg Milkschokolade zugrunde gelegt.

Tabelle 11: PTWI-Auslastung für Cadmium bei durchschnittlichen Verzehrsmengen (Mittelwert) von Schokolade für Kinder unterschiedlicher Altersgruppen und Zugrundelegung von 0,3 mg bzw. 0,1 mg Cd/kg Schokolade

Altersgruppen der Kinder	Körpergewicht Mädchen [kg] ¹	Verzehrmenge (Mittelwert)		PTWI-Auslastung [%]	
		Tag [g/d]	Woche [g/Woche]	Cd-Gehalt in Schokolade: 0,3 mg/kg	Cd-Gehalt in Schokolade: 0,1 mg/kg
4-6 Jahre	16,2	20,9	146	38,7	12,9
7-9 Jahre	23,3	22,5	157,5	28,97	9,7
10-14 Jahre	32,3	28,7	200,9	26,66	8,9
15-19 Jahre	54	27,8	194,6	15,44	5,2

¹ Körpergewichte der Mädchen nach AUH 1995

Die PTWI-Auslastung durch den durchschnittlichen Verzehr von Schokolade ist bei Kindern je nach Altersstufe um etwa den Faktor 2 bis 4 höher als bei Erwachsenen. Die Altersgruppe der 4-6jährigen Kinder schöpft den PTWI zu fast 40 % aus, wenn der Cadmiumgehalt in Schokolade 0,3 mg/kg beträgt. Bei einem Cadmiumgehalt von 0,1 mg/kg Schokolade würde die PTWI-Auslastung in dieser Altersgruppe noch etwa 13 % betragen.

3.4.5 Vergleich der BgVV-Richtwerte mit den vorliegenden Ergebnissen der Proben zum Cadmiumgehalt in Schokolade

Die Ermittlung der PTWI-Werte auf Basis der Höchstgehalte überschätzt in den meisten Fällen die tatsächliche Exposition der Verbraucher. Für die Modellierung der tatsächlichen Exposition zur Bewertung eines chronischen Risikos, wie im Fall von Cadmium, würden idealerweise Mittelwerte aus repräsentativen Monitoring-Studien herangezogen. Dieser Ansatz würde die Wahrscheinlichkeit berücksichtigen, dass ein Verbraucher nicht bei jedem Verzehrereignis mit den höchsten auf dem Markt befindlichen Gehalten an Kontaminanten in Kontakt kommt. D.h. auch einzelne Überschreitungen oder Werte nahe an der Höchstmenge führen bei chronischen Risiken nicht automatisch zu einer Gefährdung der Verbraucher.

Bei der Ableitung von Höchstmengen muss diese jedoch auch auf ihre Sicherheit bei voller Ausschöpfung der Höchstmenge bewertet werden. Zur Gegenüberstellung von tatsächlicher Exposition auf Basis von Monitoring-Daten und der theoretischen Aufnahme bei Verwendung der Höchstgehalte liegen wie oben dargestellt in Deutschland derzeit keine geeigneten Werte vor. Dennoch sollen die vorliegenden Daten im Folgenden den BgVV-Richtwerten gegenübergestellt werden, um Anhaltspunkte für die tatsächliche PTWI-Auslastung zu erhalten.

Bei den Daten der CVUA Stuttgart (Tabelle 3) würden nur einige Schokoladen mit Kakaoanteilen von 70 % und mehr über einem Höchstgehalt von 0,3 mg Cd/kg Schokolade liegen. Bei Festlegung eines Höchstgehaltes von 0,1 mg Cd/kg Schokolade würden auch Schokoladen mit Kakaomasseanteilen unter 60 % den Höchstgehalt überschreiten.

Bei den Daten der LGL Bayern (Tabelle 4) würden ebenfalls nur einige Schokoladen mit Kakaomasseanteilen von 65 % oder mehr einen Höchstgehalt von 0,3 mg Cd/kg überschreiten. Eine Aussage über Schokolade mit Kakaomasseanteilen unter 50 % kann auf dieser Datengrundlage nicht erfolgen, da nur eine Probe für Schokolade mit Kakaomasseanteil unter 50 % gemessen wurde (in Tabelle 4 nicht dargestellt).

Beim Vergleich der BgVV-Richtwerte mit vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) statistisch ausgewerteten Monitoringdaten (n = 429) von 2000 bis 2006 für Cadmium in Schokolade zeigt sich, dass über 90 % der untersuchten Schokolade

einen Höchstgehalt von 0,3 mg Cd/kg Schokolade einhalten würden (90. Perzentil: 0,186 mg/kg)⁶. Der vom BVL errechnete Mittelwert von 0,085 mg Cd/kg Schokolade würde noch etwas unter dem BgVV-Richtwert für Milkschokolade von 0,1 mg Cd/kg Schokolade liegen.

Somit kann davon ausgegangen werden, dass auch die tatsächliche Ausschöpfung des PTWI für Schokolade nicht wesentlich unter dem auf Basis des BgVV-Richtwertes von 0,1 mg Cadmium/kg Schokolade abgeleiteten Wert liegt. Insbesondere, da bei Schokolade mit einer hohen Markentreue zu rechnen ist, könnte für markentreue Verzehrer bestimmter höher belasteter Schokoladenerzeugnisse die Aufnahme in den berechneten Bereichen liegen.

4 Maßnahmen/Empfehlungen

Das BfR hält die Einführung von Höchstgehalten für Cadmium in Schokolade, unabhängig von ihrem Kakaomasseanteil, für erforderlich.

Aus den im Folgenden zusammengefassten Gründen empfiehlt das BfR, die Höchstgehalte für die verschiedenen Schokoladen in Anlehnung an die in Deutschland bereits im Jahr 1997 etablierten, rechtlich unverbindlichen Richtwerte von 0,1 mg Cd/kg für Milkschokolade und 0,3 mg Cd/kg für Schokolade, Sahneschokolade und Pralinen im Bereich zwischen 0,1 und 0,3 mg Cd/kg festzulegen:

- Die Einführung eines Höchstgehaltes von 0,3 mg Cd/kg Schokolade kann die Verbraucher vor der vergleichsweise wenigen, auf dem Markt befindlichen hoch belasteten Schokolade schützen. Mit diesem Höchstgehalt kann aus Sicht des BfR ein Mindestmaß an gesundheitlichem Verbraucherschutz erreicht werden.
- Ein Höchstgehalt von 0,1 mg Cd/kg Schokolade liegt nur geringfügig über dem aus den Monitoringdaten von 2000 bis 2006 abgeleiteten Mittelwert von 0,085 mg Cd/kg Schokolade und könnte aus folgenden Gründen ein hohes Maß an gesundheitlichem Verbraucherschutz bieten:
 - Die PTWI-Auslastung für Cadmium in Schokolade liegt bei einem Höchstgehalt von 0,1 mg Cd/kg Schokolade bei Erwachsenen bei durchschnittlichen Verzehrsmengen im Bereich anderer Lebensmittel, die in der EU-Kontaminanten-Verordnung geregelt sind.
 - Bei viel verzehrenden Erwachsenen (95. Perzentil der Verzehrer) beträgt die PTWI-Auslastung bei einer Belastung von 0,1 mg Cd/kg Schokolade bereits 10 %.
 - Kinder zwischen vier und 14 Jahren schöpfen den PTWI bei einem Cadmiumgehalt von 0,1 mg Cd/kg Schokolade zu etwa 10 % aus, wenn sie durchschnittliche Mengen Schokolade konsumieren.
- Weitere Produkte, die wie Trinkschokolade oder Schokoladenkuchen Kakaopulver enthalten, sind in die verwendeten Verzehrsmengen nicht eingeflossen. Sie könnten jedoch aufgrund der hohen Verzehrsmengen insbesondere bei Kindern zusätzlich einen großen Beitrag zur Cadmiumbelastung leisten. Hinweise, die diese Annahme bestätigen, liegen aus Österreich vor (IfEW 1999).

⁶ Die seitens der Hersteller vorgelegten Daten zum Cadmiumgehalt im Endprodukt Schokolade bestätigen die BVL-Monitoringdaten insofern, als dass sie in der gleichen Größenordnung liegen.

Das BfR empfiehlt außerdem, die Höchstgehalte zunächst mit Revisionsklauseln zu versehen, um ggf. bei Vorliegen neuer Verzehrdaten aus den EU-Mitgliedsländern zu Schokolade, insbesondere Bitterschokolade, sowie aktueller, repräsentativer Daten zum Cadmiumgehalt in Schokoladenerzeugnissen mit unterschiedlichem Kakaomasseanteil die Höchstgehalte für Cadmium in Schokolade im Sinne des vorsorgenden gesundheitlichen Verbraucherschutzes anpassen zu können.

5 Referenzen

Adolf T., Schneider R., Eberhardt W. et al. 1995: Ergebnisse der Nationalen Verzehrsstudie (1985–1988) über die Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland. In VERA-Schriftenreihe Band XI [W Kuebler, HJ Anders and W Heeschen, editors]. Niederkleen: Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck.

aid 2003: Infodienst Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft e. V. 1501/2003: Süßwaren, 9-13; ISBN 3-8303-0339-7.

ATSDR 1999: Toxicological Profile for Cadmium; U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

AUH (Ausschuss für Umwelthygiene) 1995: Standards zur Expositionsabschätzung. Bericht des Ausschusses für Umwelthygiene der Arbeitsgemeinschaft der leitenden Medizinalbeamtinnen und -beamten der Länder. Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales, Hamburg.

BgVV 2000: Lebensmittel-Monitoring 2000 – Gemeinsamer Bericht der Länder; Hrsg.: Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV), Zentrale Erfassungs- und Bewertungstelle für Umweltchemikalien (ZEBS) des BgVV; ISBN 3-931675-68-8.

Bundesgesundheitsblatt 1997: Richtwerte für Schadstoffe in Lebensmitteln; Bundesgesundheitsblatt 5, 182-184.

CVUA Stuttgart 2006: Bitterschokolade: Cadmium – ein Thema?
http://www.xn--untersuchungsmter-bw-nzb.de/pub/beitrag.asp?ID=530&subid=1&Thema_ID=2&Pdf=False&Aktuell=False [online 05.12.2006].

IARC 1993: Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol 58, Beryllium, Cadmium, Mercury, and Exposures in the Glass Manufacturing Industry, Lyon.

IfEW 1999: Expertengutachten zur Lebensmittelsicherheit Cadmium; Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien;
<http://www.bmgf.gv.at/cms/site/attachments/9/7/5/CH0049/CMS1038849469927/cadmium.pdf> [online 13.10.2006].

Infozentrum Schokolade 2003: Broschüre „Schokoladenseiten“; <http://www.infozentrum-schoko.de> [online 1.11.2006].

IOOC 2001: What is the situation regarding cadmium, lead and copper in cocoa beans? International Cocoa Organization; <http://www.icco.org/questions/cadmium.htm> [online 11.10.2006].

JECFA 2003: Summary and conclusions of the sixty-first meeting of the Joint FAU/WHO Expert Committee on Food Additives, 16-18. World Health Organization, Geneva; <ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/jecfa61sc.pdf> [online 09.05.2006].

Krems C.; Bauch A.; Goetz A.; Heuer T.; Hild A.; Moeseneder J.; Brombach C. 2006: Methoden der Nationalen Verzehrsstudie II. Ernährungs-Umschau 53 (2): S44-50.

LGL Bayern 2006: Schokoladen und Schokoladenwaren: Cadmiumgehalt in Schokoladen; <http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/warencodes/schokoladen.htm#cadmium> [online 05.12.2006].

Matissek R., Burkhardt H. G. 1989: Schwermetallspuren in Kakao und Kakaoerzeugnissen. Gordian 89: 157-162.

Mensink G B M; Hermann-Kunz M; Thamm M 1998: Der Ernährungssurvey. Gesundheitswesen 60 Nr. Sonderheft 2: S83 - S86.

Mensink 2002: Was essen wir heute? Ernährungsverhalten in Deutschland. Robert-Koch-Institut, Berlin. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes (2002)

Mounicou S., Szpunar J., Andrey D., Blake C., Lobinski R. 2003: Concentrations and bioavailability of cadmium and lead in cocoa powder and related products; Food Additives and Contaminants 20 (4), 343-352.