

## Blei und Cadmium aus Keramik

Aktualisierte Stellungnahme\* Nr. 023/2005 des BfR vom 26. März 2004

Die farbige Glasur von Keramikgeschirr kann Schwermetalle wie Blei und Cadmium enthalten. Je nachdem, ob die Keramik bei hohen oder niedrigen Temperaturen gebrannt wurde und welche Art von Lebensmitteln wie lange in den Gefäßen aufbewahrt wird, können Schwermetalle herausgelöst werden. Im menschlichen Körper können diese Schwermetalle gesundheitliche Beeinträchtigungen verursachen. Besonders Kinder sind gefährdet.

Gefäße, aus denen Blei und Cadmium austreten können, werden blei- bzw. cadmiumlässig genannt. Um zu verhindern, dass Verbraucher durch blei- oder cadmiumlässige Keramikgefäße Schaden nehmen, wurden 1984 auf europäischer Ebene Höchstmengen für die Abgabe von Blei und Cadmium festgelegt. Danach dürfen bestimmte Keramikgefäße bis zu vier Milligramm Blei pro Liter abgeben. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat die geltenden Höchstmengen einer Risikobewertung unterzogen. Anlass ist die Überarbeitung der europäischen Richtlinie über Keramikgegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen.

Die Risikobewertung wird dadurch erschwert, dass keine ausreichenden Daten darüber vorliegen, wie viele Verbraucher in welchem Umfang mit Schwermetallen in Berührung kommen. Fest steht allerdings, dass bestimmte Personengruppen allein durch ihre Ernährungs- und Lebensweise größere Mengen an Schwermetall aufnehmen. Eine zusätzliche Belastung durch blei- oder cadmiumlässige Keramik sollte deshalb auf ein Minimum reduziert werden.

Legt man die geltenden Höchstmengen der EU zugrunde, kann es – je nach Berechnungsmodell – zu erheblichen Überschreitungen der vorläufig tolerierbaren wöchentlichen Aufnahmemenge (Provisional Tolerable Weekly Intake, PTWI) kommen, die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) festgelegt wurde. Insbesondere mit Blick auf die erhöhte Empfindlichkeit von Kindern, empfiehlt das BfR eine Absenkung der gesetzlichen Höchstmengen für die Abgabe von Blei und Cadmium aus Keramikgefäßen.

### 1 Gegenstand der Bewertung

Das BfR hat die derzeit geltenden Höchstmengen für die Abgabe von Blei und Cadmium aus Bedarfsgegenständen aus Keramik gesundheitlich bewertet. Anlass ist die Überarbeitung der europäischen Richtlinie aus dem Jahr 1984 über Keramikgegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Kontakt zu kommen (84/500/EWG).

Die Richtlinie bestimmt, dass aus Keramikgegenständen verschiedener Kategorien (1 bis 3) unter definierten Versuchsbedingungen folgende Grenzwerte für die Abgabe von Blei und Cadmium nicht überschritten werden dürfen:

**Tabelle 1: Grenzwerte für die Abgabe von Blei und Cadmium aus Keramik-Bedarfsgegenständen**

Kategorie	Beschreibung	Blei	Cadmium
1	Nicht füllbare Gegenstände und füllbare Gegenstände, deren innere Tiefe – gemessen zwischen dem tiefsten Punkt und der durch den oberen Rand gehenden waagerechten Ebene – 25 mm oder weniger beträgt	0,8 mg/dm <sup>2</sup>	0,07 mg/dm <sup>2</sup>
2	Alle anderen füllbaren Gegenstände	4,0 mg/L	0,3 mg/L
3	Kochgeräte, Backgeräte; Verpackungen und Lagerbehälter mit einem Fassungsvermögen von mehr als drei Litern	1,5 mg/L	0,1 mg/L

\* Aktualisiert am 7. Juni 2005

Die nach der europäischen Richtlinie zulässigen Abgabemengen für Blei und Cadmium sind in die deutsche Bedarfsgegenständeverordnung übernommen.

## 2 Ergebnis

Die Bleiabgabe aus Keramik an Lebensmittel kann bis zu 4 mg pro Liter betragen, wenn die Lebensmittel in Keramikgegenständen aufbewahrt werden, die die gesamte erlaubte Bleimenge abgeben. Je nach Berechnungsmodell kann die Bleiaufnahme den von der WHO toxikologisch abgeleiteten Grenzwert für vorläufig tolerierbare wöchentliche Aufnahmemengen (Provisional Tolerable Weekly Intake, PTWI) damit zum Teil erheblich überschreiten. Auch wenn davon auszugehen ist, dass es zu derart hohen Überschreitungen weder täglich noch lebenslang kommt, handelt es sich um zusätzliche und vor allen Dingen vermeidbare Aufnahmen.

Ähnliches gilt für Cadmium. Die Überschreitungen des PTWI sind allerdings deutlich niedriger als bei Blei. Andererseits gibt es Personengruppen, die durch ihre Lebens- und Verzehrsgewohnheiten so viel Cadmium aufnehmen, dass sie den PTWI nahezu ausschöpfen. Jede zusätzliche Cadmiumaufnahme sollte deshalb vermieden werden.

Das BfR kommt zu folgendem Schluss: Aus der Beibehaltung der bisherigen Höchstmengen für den Übergang von Blei und Cadmium aus Keramikbedarfsgegenständen auf Lebensmittel können in Einzelfällen rechtlich sanktionierte Aufnahmemengen resultieren, die insbesondere für Blei nicht mehr als sicher anzusehen sind. Wie viele Verbraucher wie häufig von solch hohen Schwermetallaufnahmen betroffen sind, bleibt allerdings offen.

Das BfR empfiehlt deshalb, insbesondere im Hinblick auf die Empfindlichkeit von Kindern, die Grenzwerte für die Abgabe von Blei und Cadmium aus Keramik-Bedarfsgegenständen zu senken.

## 3 Begründung

### 3.1 Risikobewertung

#### 3.1.1 Agens

Zur Charakterisierung der Elemente Blei und Cadmium wird auf internationale Monographien verwiesen (z. B. WHO, 1992; WHO, 1995; ATSDR, 1999a; ATSDR, 1999b).

#### 3.1.2 Gefährdungspotential

##### 3.1.2.1 Blei

Gesundheitsgefährdungen durch extreme Bleiaufnahmen über Lebensmittel, die längere Zeit in stark bleilässigen Bedarfsgegenständen aus Keramik aufbewahrt wurden, können auch heute nicht völlig ausgeschlossen werden. So sind z. B. Fälle von Bleivergiftungen nach dem Konsum von Fruchtsäften, die in bleilässigen Keramik-Krügen aufbewahrt wurden, beschrieben. Akute Bleivergiftungen äußern sich unter anderem durch Speichelfluss, Erbrechen, Darmkoliken, Verstopfung und akutes Nierenversagen. Insbesondere bei Kindern kann es zu Hirnschädigungen kommen.

Die Symptome leichter Bleivergiftungen sind eher unspezifisch, wie Müdigkeit, Kopfschmerzen und beginnende Blutarmut. Insbesondere bei sich entwickelnden Organismen wie Föten,

Säuglingen und Kleinkindern kann es darüber hinaus zu neurologischen Störungen kommen. Chronische Bleivergiftungen können sich durch Schwächegefühl, Appetitlosigkeit, Nervosität, Übelkeit und Abmagerung äußern. Objektiv messbare bzw. zu beobachtende Veränderungen sind neben der Gewichtsabnahme auch Blässe, Muskelzittern und eine Schwäche der Streckermuskulatur sowie eine erhöhte Ausscheidung von Delta-Aminolävulinsäure im Harn, Porphyrinurie, erhöhte Bleispiegel im Blut, basophil punktierte Erythrozyten und Erythroblasten sowie ein „Bleisaum“ an den Zähnen (schwarzgraue Verfärbung der Zahnfleischränder).

Die Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) stuft Blei und seine anorganischen Verbindungen außer Bleiarsenat und Bleichromat in die Kategorie 3B ein: „Aus In-vitro- oder aus Tierversuchen liegen Anhaltspunkte für eine krebserzeugende Wirkung vor, die jedoch zur Einordnung in eine andere Kategorie nicht ausreichen. Zur endgültigen Entscheidung sind weitere Untersuchungen erforderlich“ (MAK- und BAT-Werte-Liste, 2003).

### 3.1.2.2 Cadmium

Cadmiumvergiftungen äußern sich zunächst als massive akute Gastroenteritis (Erbrechen, Durchfall, starker Flüssigkeitsverlust) und münden in systemischen Veränderungen (Veränderungen des gesamten Organismus) wie Nierenversagen, Leber- und Herzschädigungen sowie Kreislaufversagen, oft begleitet von sehr schmerzhaften Krämpfen (Schock). Gleichzeitig bestehende Risikofaktoren wie Protein-, Eisen-, Calcium- oder Vitamin D-Mangel können die Wirkung von Cadmium erheblich beeinflussen. Ein tragisches Beispiel dafür, dass unterernährte Personen besonders betroffen sein können, lieferte in den 50er Jahren der Ausbruch der so genannten Itai-Itai (Aua-Aua) Krankheit in Japan bei älteren, unterernährten Frauen mit mehreren Kindern.

Bei subchronischer und chronischer oraler Exposition gilt die Niere sowohl beim Menschen als auch beim Versuchstier als das Hauptzielorgan. Gleichzeitig kommt es zu Calciumverlusten aus den Knochen und einer erhöhten Calciumausscheidung über die Nieren (ATSDR, 1999b). Die ersten Anzeichen für eine Cadmiumvergiftung sind eher unspezifischer Art, zu den Symptomen zählen Müdigkeit, Kopfschmerzen und beginnende Anämie sowie neurologische Störungen.

Das Schwermetall Cadmium verfügt über ein hohes Akkumulationspotential im Organismus. Mehr als die Hälfte des im Körper angereicherten Cadmiums konzentriert sich in Leber und Niere. Die Resorption (Aufnahme) aus dem Magen-Darm-Trakt wird mit durchschnittlich 5 % angegeben. Je nach Zusammensetzung der Nahrung und Versorgungszustand des Menschen können sich jedoch individuelle Schwankungen im Bereich von 1 % bis 20 % ergeben (WHO, 1992). Einmal resorbiertes Cadmium wird nur langsam wieder ausgeschieden. Wegen seiner langen biologischen Halbwertszeit (Niere und Lunge 10-20 Jahre, Leber 5-10 Jahre) sind die Gewebe älterer Menschen auch stärker belastet. Die höchsten Gewebskonzentrationen finden sich normalerweise in der Nierenrinde, die deshalb auch als Indikatororgan für die Belastungsabschätzung herangezogen wird. Nach extremer Cadmiumexposition jedoch können die höchsten Gehalte in der Leber gemessen werden.

Die Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) stuft Cadmium und seine bioverfügbaren einatembaren Verbindungsfraktionen in die Kategorie 2 ein: „Stoffe, die als krebserregend für den Menschen anzusehen sind, weil durch hinreichende Ergebnisse aus Langzeit-Tierversuchen oder Hinweise aus Tierversuchen und epidemiologischen Untersuchungen davon auszugehen ist,

dass sie einen nennenswerten Beitrag zum Krebsrisiko leisten“ (MAK- und BAT-Werte-Liste, 2003).

Im Gegensatz zur inhalativen Cadmiumexposition konnte bisher für die orale Exposition des Menschen ein kanzerogenes Potential nicht eindeutig nachgewiesen werden (Waalkes et al., 1992).

### 3.1.3 Exposition

Bedarfsgegenstände aus Keramik können unter bestimmten Umständen Blei- und Cadmium an die in ihnen aufbewahrten Lebensmittel in Mengen abgeben, die die Höchstmengen der EG-Keramik-Richtlinie bzw. der deutschen Bedarfsgegenständeverordnung deutlich überschreiten (Sheets, 1999).

Für die vorliegende Bewertung werden jedoch keine gemessenen Lässigkeitwerte (Lässigkeit = Abgabe von schädlichen Bestandteilen an das Füllgut) herangezogen, sondern die zulässigen Migrationswerte aus der Keramik-Richtlinie, um so „Expositionsszenarien“ zu konstruieren, anhand derer abgeschätzt werden kann, ob die derzeit geltenden Höchstmengen für die Abgabe von Blei und Cadmium aus Bedarfsgegenständen aus Keramik noch einen ausreichenden Schutz für den Verbraucher darstellen:

Ein Teller von 20 cm Durchmesser und einer Tiefe von 1,5 cm (Kategorie 1) fasst ein Volumen von 471 ml. Dieser Teller hat eine Oberfläche (F) von 4,08 qdm, die mit dem Füllgut in Berührung kommen kann. Für die weitere Betrachtung wird mit einer abgerundeten Oberfläche von 4 qdm gerechnet.

$$F = \pi \times 10^2 = 314 \text{ qcm} = 3,14 \text{ qdm (Grundfläche)} + 0,94 \text{ qdm (Randfläche)} = 4,08 \text{ qdm}$$

Im Hinblick auf die aktuell zulässigen Werte für Blei und Cadmium bedeutet das Ergebnis, dass ein Verbraucher beim Genuss eines Tellerinhalts, auf den die gesamte erlaubte Menge an Blei bzw. Cadmium übergegangen ist, ca. 3,2 mg Blei (0,8 x 4) bzw. 0,28 mg Cadmium (0,07 x 4) aufnimmt. Mit einem Liter eines solchen Tellerinhalts könnten 6,8 mg Blei bzw. 0,6 mg Cadmium aufgenommen werden.

Mit dem Verzehr von einem Liter bzw. 471 ml des Füllguts, das in füllbaren Gegenständen der Kategorie 2 aufbewahrt wurde, könnten unter vergleichbaren Bedingungen nur 4 mg bzw. 1,88 mg Blei und/oder 0,3 mg bzw. 0,14 mg Cadmium aufgenommen werden.

Mit dem Verzehr von einem Liter bzw. 471 ml Füllgut aus Geräten und Gefäßen der Kategorie 3 könnten unter vergleichbaren Bedingungen 1,5 mg bzw. 0,71 mg Blei und/oder 0,1 mg bzw. 0,047 mg Cadmium aufgenommen werden.

Für die nachfolgende Expositionsabschätzung haben wir zwei Modelle gewählt: Im ersten wird angenommen, dass Keramikgeschirr einmal wöchentlich benutzt wird, im zweiten, dass dies täglich geschieht. Außerdem werden zwei Verbrauchergruppen betrachtet: Kinder mit einem Körpergewicht von 20 kg und Erwachsene mit einem Körpergewicht von 70 kg. Im Hinblick auf die tägliche Benutzung von Keramikgeschirr wurde zur Ermittlung der Überschreitung des PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake) dieser Wert auf den Tag umgerechnet, was streng genommen nicht zulässig ist, hier zur näherungsweisen Verdeutlichung der Überschreitung jedoch erlaubt sei.

**Tabelle 2: Maximal mögliche Bleiaufnahme aus Keramik bei Ausschöpfung der Verordnungswerte im Vergleich zum PTWI\*, bei wöchentlich einmaliger Benutzung von Keramik**

Blei (Pb)	Maximal mögliche Pb-Aufnahme aus Keramik bei Ausschöpfung der Verordnungswerte	Überschreitung des PTWI (0,5 mg/Woche) bezogen auf 20 kg Körpergewicht		Überschreitung des PTWI (1,75 mg/Woche) bezogen auf 70 kg Körpergewicht	
		Faktor	Prozent	Faktor	Prozent
Kategorie 1	(0,8 mg/qdm <sup>1</sup> bzw. 6,8 mg/L <sup>2</sup> ) 3,2 mg / Teller (471ml)	6,4	540 %	1,83	83 %
Kategorie 2	4 mg/L <sup>1</sup> 1,88 mg / 471 ml <sup>3</sup>	8	700 %	2,3	128 %
Kategorie 3	1,5 mg/L <sup>1</sup> 0,71 mg / 471 ml <sup>3</sup>	3	200 %	—	—

\* Der PTWI-Wert für Blei (Provisional Tolerable Weekly Intake) beträgt 0,025 mg/kg KG (Körpergewicht) und Woche. Er wird hier einmal auf ein 20 kg schweres Kind bezogen und einmal auf einen 70 kg schweren Erwachsenen.

<sup>1</sup> Erlaubter Übergang gemäß Richtlinie 84/500/EWG

<sup>2</sup> Ergebnis der oben beschriebenen Umrechnung der Abgabe mg/dm<sup>2</sup> auf mg/L

<sup>3</sup> Vergleichsmenge mit Tellerinhalt (471 ml) der Kategorie 1

**Tabelle 3: Maximal mögliche Cadmiumaufnahme aus Keramik bei Ausschöpfung der Verordnungswerte im Vergleich zum PTWI\* bei wöchentlich einmaliger Benutzung von Keramik**

Cadmium (Cd)	Maximal mögliche Cd-Aufnahme aus Keramik bei Ausschöpfung der Verordnungswerte	Überschreitung des PTWI (0,14 mg/Woche) bezogen auf 20 kg Körpergewicht		Überschreitung des PTWI (0,49 mg/Woche) bezogen auf 70 kg Körpergewicht	
		Faktor	Prozent	Faktor	Prozent
Kategorie 1	0,07 mg/qdm <sup>1</sup> bzw. 0,6 mg/L <sup>2</sup> 0,28 mg / Teller (471 ml)	2	100 %	—	—
Kategorie 2	0,3 mg/L <sup>1</sup> 0,14 mg / 471 ml <sup>3</sup>	2,14	114 %	—	—
Kategorie 3	0,1 mg/L <sup>1</sup> 0,047 mg / 471 ml <sup>3</sup>	—	—	—	—

\* Der PTWI-Wert für Cadmium (Provisional Tolerable Weekly Intake) wurde 2003 von JECFA bestätigt und beträgt nach wie vor 0,007 mg/kg KG (Körpergewicht) und Woche. Er wird hier einmal auf ein 20 kg schweres Kind bezogen und einmal auf einen 70 kg schweren Erwachsenen.

<sup>1</sup> Erlaubter Übergang gemäß Richtlinie 84/500/EWG

<sup>2</sup> Ergebnis der oben beschriebenen Umrechnung der Abgabe mg/dm<sup>2</sup> auf mg/L

<sup>3</sup> Vergleichsmenge mit Tellerinhalt (471 ml) der Kategorie 1

**Tabelle 4: Maximal mögliche Bleiaufnahme aus Keramik bei Ausschöpfung der Verordnungswerte im Vergleich zum PTWI\*, bei täglicher Benutzung von Keramik**

Blei (Pb)	Maximal mögliche Pb-Aufnahme aus Keramik bei Ausschöpfung der Verordnungswerte	Überschreitung des PTWI (0,07 mg/Tag) bezogen auf 20 kg Körpergewicht		Überschreitung des PTWI (0,25 mg/Tag) bezogen auf 70 kg Körpergewicht	
		Faktor	Prozent	Faktor	Prozent
Kategorie 1	(0,8 mg/qdm <sup>1</sup> bzw. 6,8 mg/L <sup>2</sup> ) 3,2 mg / Teller (471ml)	45,7	4471 %	12,8	1180 %
Kategorie 2	4 mg/L <sup>1</sup> 1,88 mg / 471 ml <sup>3</sup>	57,1	5614 %	16	1500 %
		27	2586 %	7,5	652 %
Kategorie 3	1,5 mg/L <sup>1</sup> 0,71 mg / 471 ml <sup>3</sup>	21,4	2043 %	6	500
		10,1	914 %	2,8	184

\* Der PTWI-Wert für Blei (Provisional Tolerable Weekly Intake) beträgt 0,025 mg/kg KG (Körpergewicht) und Woche. Er wird hier umgerechnet auf pro Tag einmal auf ein 20 kg schweres Kind bezogen und einmal auf einen 70 kg schweren Erwachsenen.

<sup>1</sup> Erlaubter Übergang gemäß Richtlinie 84/500/EWG

<sup>2</sup> Ergebnis der oben beschriebenen Umrechnung der Abgabe mg/dm<sup>2</sup> auf mg/L

<sup>3</sup> Vergleichsmenge mit Tellerinhalt (471 ml) der Kategorie 1

**Tabelle 5: Maximal mögliche Cadmiumaufnahme aus Keramik bei Ausschöpfung der Verordnungswerte im Vergleich zum PTWI\* bei täglicher Benutzung von Keramik**

Cadmium (Cd)	Maximal mögliche Cd-Aufnahme aus Keramik bei Ausschöpfung der Verordnungswerte	Überschreitung des PTWI (0,02 mg/Tag) bezogen auf 20 kg Körpergewicht		Überschreitung des PTWI (0,07 mg/Tag) bezogen auf 70 kg Körpergewicht	
		Faktor	Prozent	Faktor	Prozent
Kategorie 1	0,07 mg/qdm <sup>1</sup> bzw. 0,6 mg/L <sup>2</sup> 0,28 mg / Teller (471 ml)	14	40 %	4	300 %
Kategorie 2	0,3 mg/L <sup>1</sup> 0,14 mg / 471 ml <sup>3</sup>	15	1400 %	4,29	329 %
		7	600 %	2	100 %
Kategorie 3	0,1 mg/L <sup>1</sup> 0,047 mg / 471 ml <sup>3</sup>	5	400 %	1,43	43 %
		2,4	135 %	—	—

\* Der PTWI-Wert für Cadmium (Provisional Tolerable Weekly Intake) wurde 2003 von JECFA bestätigt und beträgt nach wie vor 0,007 mg/kg KG (Körpergewicht) und Woche. Er wird hier einmal auf ein 20 kg schweres Kind bezogen und einmal auf einen 70 kg schweren Erwachsenen.

<sup>1</sup> Erlaubter Übergang gemäß Richtlinie 84/500/EWG

<sup>2</sup> Ergebnis der oben beschriebenen Umrechnung der Abgabe mg/dm<sup>2</sup> auf mg/L

<sup>3</sup> Vergleichsmenge mit Tellerinhalt (471 ml) der Kategorie 1

### 3.1.3.1 Blei- und Cadmiumaufnahme aus anderen Quellen

Für Blei bewegen sich die Angaben in einem weiten Rahmen. Repräsentative quantitative Angaben für besondere Personengruppen gibt es nur in Einzelfällen. In den USA wird die alimentäre Bleiaufnahme mit Werten zwischen 5 und 11 µg pro Tag angegeben. Aus anderen Quellen sollen bis zu mehreren 100 µg dazukommen können, bei Kindern in belasteter Umgebung erfolgt die Aufnahme insbesondere über Staub (Bolger et al., 1991; US-EPA,

1986 und 1989, ATSDR, 1999a). Genauere Angaben nennen als so genannte typische normale alimentäre (nahrungsbedingte) Bleiaufnahme 1 µg bis 2 µg/kg KG und Woche und als typische erhöhte Bleiaufnahme 2 µg bis 4 µg/kg KG und Woche. Für Kinder wurde die mögliche Bleiaufnahme aus allen Quellen in sieben verschiedenen Ländern mit Werten von 0,6 µg bis 30 µg/kg KG und Woche angegeben. Dabei lag die mögliche Bleiaufnahme über Lebensmittel für Kinder in einigen Ländern zwei- bis dreimal so hoch wie die für Erwachsene. Eine weitere wesentliche Bleiquelle kann nach wie vor das Leitungswasser sein (JECFA, 2000).

Für Cadmium wird der Aufnahmebereich in nicht belasteten Gegenden mit Werten zwischen 10-40 µg pro Tag angegeben. Die tägliche alimentäre Cadmiumaufnahme der europäischen Bevölkerung bewegt sich zwischen 14 und 57 µg pro Person, wobei es selbst innerhalb eines Mitgliedslandes erhebliche Schwankungen gibt (SCF, 1995). Neuere Schätzungen von JECFA hinsichtlich der durchschnittlichen Cadmiumaufnahme bewegen sich in der gleichen Größenordnung. Damit werden etwa 40 bis 60 % des 2003 erneut bestätigten PTWI in Höhe von 7 µg/kg KG und Woche ausgeschöpft. Es wird allerdings auch darauf verwiesen, dass Hochverzehrer („total food consumption for high consumers“) die doppelte Menge an Cadmium aufnehmen und damit den PTWI überschreiten können (JECFA, 2003). Für Deutschland wird die gesamte tägliche Cadmiumzufuhr auf etwa 30-35 µg/Person geschätzt, dabei werden über 80 % über Lebensmittel, 15 % über Trinkwasser und meist unter 1 % über Atemluft aufgenommen (Schwarz et al., 1993). Etwa die gleiche Menge Cadmium kann über den durchschnittlichen Zigarettenkonsum aufgenommen werden. Ein beruflich unbelasteter 50-jähriger Nichtraucher hat eine Cadmium-Gesamtkörperbelastung von etwa 15 mg, während ein vergleichbarer Raucher eine Gesamtkörperbelastung von etwa 30 mg hat (Stoepler, 1991).

### 3.1.4 Risikocharakterisierung

Beobachtungen, dass sowohl die Blei- als auch die Cadmiumlössigkeit von Keramikgegenständen mit der Häufigkeit der Benutzung geringer wird, sind prinzipiell richtig und auch belegt. Allerdings konnte auch belegt werden, dass es durchaus auch Keramikgegenstände gibt, die über lange Zeit hinweg trotz häufiger Benutzung Blei und/oder Cadmium in gleichbleibenden Mengen an die in ihnen aufbewahrten Lebensmittel abgeben (Sheets, 1997).

#### 3.1.4.1 Blei

Die unter 3.1.2 beschriebene klinisch manifeste Bleivergiftung (anhaltende Obstipation, Anämie und Bauchkoliken sowie neurologische Effekte), wie sie bei länger andauerndem Gebrauch von stark bleilässigen Bedarfsgegenständen aus Keramik gelegentlich auch heute noch beobachtet werden kann, ist im Allgemeinen mit Bleikonzentrationen im Blut ab 80 µg/dL assoziiert. Solche Werte werden bei einer täglichen Bleiaufnahme von 3 bis 5 mg erreicht (WHO, 1995; Schlatter Ch, 1975; Mahaffey KR, 1977).

Bleikonzentrationen im Blut von 40 bis 50 µg/dL führen im Allgemeinen zu den ebenfalls unter 3.1.2 erwähnten subklinischen, eher unspezifischen Effekten, wie Müdigkeit, Kopfschmerzen und beginnender Anämie, die aber bei besonders empfindlich reagierenden Personen auch klinisch manifest werden können (WHO, 1977 und 1995; Schlatter Ch, 1975).

Im Entwicklungsstadium reagiert der Organismus besonders empfindlich auf Blei. Eine erhöhte Bleiexposition kann dort zu irreversiblen neurologischen Schäden bzw. zu Störungen bestimmter Hirnfunktionen führen. Exakte Schwellenwerte lassen sich bisher für solche Effekte nicht nennen, es wird jedoch allgemein akzeptiert (davon ausgegangen), dass aus Vor-

sorgegründen bei Säuglingen und Kleinkindern die mittlere Bleikonzentration im Blut 10 bis 15 µg/dL nicht übersteigen sollte (WHO, 1977 und 1995). Da Blei über die Plazenta auf den Fötus übergehen kann, sollte dieser Wert auch bei Schwangeren nicht überschritten werden.

Die alimentäre Bleiaufnahme, mit der sich solche Bleiwerte im Blut einhalten lassen, wird für Kinder bis 6 Jahre mit 60 µg/Tag, für Kinder ab 7 Jahren mit 150 µg/Tag und für Schwangere mit 250 µg/Tag angegeben. Für andere gesunde Erwachsene werden Bleiaufnahmen von 750 µg/Tag als sicher und aus toxikologischer Sicht tolerierbar genannt. Der PTWI für die lebenslange Aufnahme von Blei beträgt zur Zeit 25 µg/kg KG. Das bedeutet, dass ein Erwachsener (70 kg) während seines ganzen Erwachsenenlebens wöchentlich nicht mehr als 1,75 mg Blei aufnehmen sollte, ein Kind (20 kg) im Laufe seiner Kindheit nicht mehr als 0,5 mg wöchentlich.

Dagegen kann die maximal erlaubte Bleiaufnahme über Lebensmittel aus Keramik-Bedarfsgegenständen in unserem Berechnungsmodell im unrealistischen Extremfall in der Kategorie 1 mehr als 3 mg betragen, in Kategorie 2 bis zu 4 mg. Allerdings ist bei bestimmungsgemäßem und zu erwartendem Gebrauch von Keramikgegenständen im Alltag mit der theoretisch möglichen Migration in voller erlaubter Höhe nicht täglich und auch nicht lebenslang zu rechnen. Andererseits muss bedacht werden, dass solche Gefäße auch über längere Zeit hinweg zur Aufbewahrung von Lebensmitteln verschiedener Art verwendet werden. In solchen Fällen kann aus Gefäßen, deren Bleiabgabe sich an der oberen Grenze bewegt, Blei in solchen Mengen in die darin aufbewahrten Lebensmittel übergehen, dass die Gefäße nicht mehr als sicher zu bezeichnen sind und nicht verwendet werden sollten.

#### 3.1.4.2 Cadmium

Cadmiumvergiftungen durch Lebensmittel, die längere Zeit in stark cadmiumlässigen Bedarfsgegenständen aus Keramik aufbewahrt wurden, sind bei Einhaltung der derzeit geltenden gesetzlichen Regelungen nicht zu erwarten. In der Literatur wurden zwar akute Vergiftungen beschrieben, die durch stark cadmiumbelastete Lebensmittel (insbesondere durch cadmiumbelastete Getränke) ausgelöst wurden. Kontaminiert waren allerdings nur Speisen und Getränke mit niedrigem pH-Wert, die langfristig in cadmiumbeschichteten Metallbehältern aufbewahrt worden waren.

Bei der Bewertung einer zusätzlichen Cadmiumaufnahme über Lebensmittel, die in cadmiumlässigen Keramikgefäßen aufbewahrt wurden, muss Folgendes berücksichtigt werden: Auch wenn die durchschnittliche Cadmiumaufnahme der Normalbevölkerung relativ gering ist, nimmt ein nicht unerheblicher Teil der Gesamtbevölkerung je nach Lebens- und Ernährungsgewohnheiten bereits Cadmiummengen auf, die sich dem PTWI nähern bzw. ihn sogar überschreiten (SCF, 1995, JECFA, 2003). Neuere Untersuchungen lassen vermuten, dass sogar relativ niedrige Cadmiumexpositionen unabhängig von ihrer Wirkung auf die Nierenfunktion das Risiko der Demineralisierung der Knochen und der Entwicklung einer Osteoporose erhöhen (JECFA, 2003).

Aus den Tabellen 2-5 wird ersichtlich, dass in den hier gewählten Modellbetrachtungen insbesondere Kinder Bleimengen aufnehmen können, die zu erheblichen Überschreitungen des PTWI führen. Dagegen sind die in diesen Modellen ermittelten Überschreitungen des PTWI für Cadmium nicht so ausgeprägt wie die für Blei.

### 3.2 Handlungsoptionen/Maßnahmen

Auf europäischer Ebene sollte darauf hingewiesen werden, dass es bei Beibehaltung der bisherigen Regelung in bestimmten Fällen zu stark überhöhten Blei- und Cadmiumaufnahmen kommen kann. Bislang jedoch lässt sich nicht genau abschätzen, wie viele Verbraucher wie häufig überhöhte Mengen an Schwermetall aufnehmen. Das BfR empfiehlt deshalb, insbesondere im Hinblick auf die besondere Empfindlichkeit von Kindern gegenüber Blei, die gesetzlichen Höchstmengen für die Lässigkeit von Blei und Cadmium aus Keramikbedarfsgegenständen zu senken.

Zur Festlegung neuer Höchstmengen für die Schwermetalllässigkeit aus Keramikgegenständen könnten folgende Überlegungen herangezogen werden:

- Die maximal zulässigen Abgabemengen sollen den PTWI bei wöchentlich einmaliger Benutzung ohne Berücksichtigung der Aufnahme aus anderen Quellen nicht überschreiten. Da unwahrscheinlich ist, dass Keramikgegenstände mit hoher Schwermetalllässigkeit ausschließlich und lebenslang benutzt werden, kann die Aufnahme aus anderen Quellen in der Bilanz unberücksichtigt bleiben.

oder

- Die maximal zulässigen Abgabemengen sollen den Wert, der sich aus der Umrechnung des PTWI auf die tägliche Zufuhr ergibt (tägliche Benutzung), ebenfalls ohne Berücksichtigung der Aufnahme aus anderen Quellen nicht überschreiten.

Diesen Überlegungen folgend müssten entsprechende Höchstmengen festgelegt werden. In den Tabellen 6 und 7 wird dargestellt, welche Höchstmengen die genannten Anforderungen erfüllen.

**Tabelle 6: Höchstmengen für die Abgabe von Blei aus Keramikgegenständen, mit denen der PTWI ohne Berücksichtigung der Schwermetallgehalte aus anderen Quellen nicht überschritten werden würde**

Blei (Pb)	Höchstmenge bei Einhaltung des PTWI (wöchentlich einmalige Benutzung)		Höchstmenge bei Einhaltung des PTWI (tägliche Benutzung)	
	Kind (PTWI: 0,5 mg) bezogen auf 20 kg Körpergewicht	Erwachsener (PTWI: 1,75 mg) bezogen auf 70 kg Körpergewicht	Kind (PTWI: 0,07 mg)* bezogen auf 20 kg Körpergewicht	Erwachsener (PTWI: 0,25 mg)* bezogen auf 70 kg Körpergewicht
Kategorie 1 Verzehrmenge 471 ml	0,125 mg/dm <sup>2</sup>	0,437 mg/dm <sup>2</sup>	0,0175 mg/dm <sup>2</sup>	0,0625 mg/dm <sup>2</sup>
Kategorie 2 Verzehrmenge 1L	0,5 mg/L	1,75 mg/L	0,07 mg/L	0,25 mg/L
Kategorie 3 Verzehrmenge 1L	0,5 mg/L	1,75 mg/L	0,07 mg/L	0,25 mg/L

\* Wert, der sich aus der Umrechnung des PTWI auf die tägliche Zufuhr ergibt.

**Tabelle 7: Höchstmengen für die Abgabe von Cadmium aus Keramikgegenständen mit denen der PTWI ohne Berücksichtigung der Schwermetallgehalte aus anderen Quellen nicht überschritten werden würde**

Cadmium (Cd)	Höchstmenge bei Einhaltung des PTWI (wöchentlich einmalige Benutzung)		Höchstmenge bei Einhaltung des PTWI (tägliche Benutzung)	
	Kind (PTWI: 0,14 mg) bezogen auf 20 kg Körpergewicht	Erwachsener (PTWI: 0,49 mg) bezogen auf 70 kg Körpergewicht	Kind (PTWI: 0,02 mg)* bezogen auf 20 kg Körpergewicht	Erwachsener (PTWI: 0,07 mg)* bezogen auf 70 kg Körpergewicht
Kategorie 1 Verzehrmenge 471 ml	0,035 mg/dm <sup>2</sup>	0,123 mg/dm <sup>2</sup>	0,005 mg/dm <sup>2</sup>	0,0175 mg/dm <sup>2</sup>
Kategorie 2 Verzehrmenge 1L	0,14 mg/L	0,49 mg/L	0,02 mg/L	0,07 mg/L
Kategorie 3 Verzehrmenge 1L	0,14 mg/L	0,49 mg/L	0,02 mg/L	0,07 mg/L

\* Wert, der sich aus der Umrechnung des PTWI auf die tägliche Zufuhr ergibt.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass es technisch möglich ist, Erzeugnisse mit wesentlich geringeren Schwermetallabgaben herzustellen. Dies bestätigen Untersuchungen zur Blei- und Cadmiumabgabe aus Keramik-Bedarfsgegenständen, die zwischen 1998 und 2001 vom Bedarfsgegenständeuntersuchungsamt Lüneburg durchgeführt und vom Untersuchungsamt Braunschweig übermittelt wurden. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 8 und 9 dargestellt.

**Tabelle 8: Untersuchungsergebnisse aus den Jahren 1998 bis 2001 zur Bleiabgabe aus Keramik-Bedarfsgegenständen**

Art des Gegenstandes	Anzahl der Proben		Bleiabgabe
	Absolut	prozentual	
Kategorie 1: insges. 145 Proben	3	2 %	> 0,8 mg/dm <sup>2</sup>
	16	11 %	0,05 – 0,8 mg/dm <sup>2</sup>
	28	19 %	n.b.* (0,01 – 0,05 mg/dm <sup>2</sup> )
	98	68 %	n.n.** (< 0,01 mg/dm <sup>2</sup> )
Kategorie 2: insges. 512 Proben	1	0,2 %	> 4 mg/l
	8	2 %	1 – 4 mg/l
	55	11 %	0,1 – 1 mg/l
	41	8 %	0,05 – 0,1 mg/l
	13	2 %	n.b.* (0,002 – 0,005 mg/l)
	394	77 %	n.n.** (< 0,01 mg/l)

\* n.b. nicht bestimmbar

\*\* n.n. nicht nachweisbar

**Tabelle 9: Untersuchungsergebnisse aus den Jahren 1998 bis 2001 zur Cadmiumabgabe aus Keramik-Bedarfsgegenständen**

Art des Gegenstandes	Anzahl der Proben		Cadmiumabgabe
	absolut	prozentual	
Kategorie 1: insges. 89 Proben	2	2 %	> 0,07 mg/dm <sup>2</sup>
	12	14 %	0,005 - 0,07 mg/dm <sup>2</sup>
	9	10 %	n.b.* (0,002 - 0,005 mg/dm <sup>2</sup> )
	66	74 %	n.n.** (< 0,002 mg/dm <sup>2</sup> )
Kategorie 2: insges. 513 Proben	1	0,2 %	> 0,3 mg/l
	16	3 %	0,005 - 0,3 mg/l
	9	2 %	n.b.* (0,002 - 0,005 mg/l)
	487	95 %	n.n.** (< 0,002 mg/l)

\* n.b. nicht bestimmbar

\*\* n.n. nicht nachweisbar

#### 4 Referenzen

ATSDR (1999a): Toxicological Profile for Lead. U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

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

Bolger PM, Carrington CD, Capar SG, Adams MA (1991): Reductions in dietary lead exposure in the United States. Chem. Speciation Bioavailability 3 (34), 31-36.

DFG (2003): MAK- und BAT-Werte-Liste 2003. Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Mitteilung 39. Wiley-VCH Verlag, Weinheim.

JECFA (2000): Safety evaluation of certain food additives and contaminants: Lead. WHO Food Additives Series 44. World Health Organization, Geneva.

JECFA (2003): Summary and conclusions of the sixty-first meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 16-18. World Health Organization, Geneva.

Mahaffey KR (1977): Quantities of lead producing health effects in humans: sources and bioavailability. Environ. Health Perspect. 19, 285-295.

SCF (1995): Opinion on Cadmium (expressed on 2 June 1995). Scientific committee for Food. European Commission, Directorate-General III Brussels, Belgium.

Schlatter Ch (1975): Bedeutung der Umweltkontamination mit Blei für Mensch und Tier. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 66, 51-57.

Schwarz E, Chutsch M, Krause C, Schulz C, Thefeld W (1993): Cadmium. Umwelt-Survey Band Iva. WaBoLu Hefte Nr. 2/1993.

Sheets RW (1997): Extraction of lead, cadmium and zinc from overglaze decorations on ceramic dinner-ware by acidic and basic food substances. Science of the Total Environment 197, 167-175.

Sheets RW (1999): Acid extraction of lead and cadmium from newly-purchased ceramic and melamine dinnerware. *Science of the Total Environment* 234, 233-237.

Stoeppler M (1991): Cadmium. In: Merian E (ed): *Metals and their compounds in the environment*. Weinheim, Verlag Chemie, 805-849.

US-EPA (1986): *Air Quality Criteria for Lead*. EPA-600/8-83/028aF. EPA, Research Triangle Park, NC.

US-EPA (1989): *Review of the National Ambient Air Quality Standards for Lead: Exposure Analysis Methodology and Validation*. OAQPS Staff Report, EPA-450/2-89-011. EPA, Research Triangle Park, NC.

US-FDA (2000): *Action Levels for poisonous or deleterious substances in human food and animal feed*. U.S. Food and Drug Administration. *Industry Activities Staff Booklet*, August 2000, page 10.

<http://vm.cfsan.fda.gov/~lrd/fdaact.html>

Waalkes MP, Rehm S (1992): Carcinogenicity of oral cadmium in the male wistar (WF/NCr) rat. Effect of chronic dietary zinc deficiency. *Fund Appl Toxicol* 19:512-520.

WHO (1977): *Lead*. Environmental Health Criteria No 3. WHO, Geneva, 78-79.

WHO (1992): *Cadmium*. Environmental Health Criteria No 134. WHO, Geneva.

WHO (1995): *Inorganic lead*. Environmental Health Criteria No 165. WHO, Geneva, 25-32 und 215-234.