

## **AUFNAHME VON BLEI ÜBER LEBENSMITTEL**



## **Autorin**

**Daniela Mischek**

**Daten, Statistik und Integrative Risikobewertung  
Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit  
Spargelfeldstraße 191, 1220 WIEN**

## **Analytik**

**Kompetenzzentrum Elemente (ehem.)  
Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit  
Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien**

**Elementanalytik  
Institut für Tierernährung und Futtermittel  
Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit  
Wieningerstraße 8, 4020 LINZ**

Jänner 2013

## **Zusammenfassung**

In der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) wurden von 2007 bis 2011 Lebensmittel aus dem österreichischen Handel auf Blei untersucht. Blei ist ein natürlicher Umweltkontaminant und ist aufgrund von Gesteinserosionen und Vulkanismus, sowie durch Emissionen der Industrie in die Umwelt weit verbreitet.

Generell kann eine Exposition des Menschen gegenüber Blei über Lebensmittel, Wasser, Luft, Boden und Staub erfolgen. Die Aufnahme beim Menschen erfolgt hauptsächlich über den Verzehr von kontaminierten Lebensmitteln. Eine chronische Aufnahme von Blei kann gesundheitliche Schäden vor allem am Zentralnervensystem, am kardiovaskulären System und den Nieren hervorrufen.

Insgesamt wurden 2619 Proben aus verschiedenen Lebensmittelgruppen auf ihre Bleigehalte analysiert. Die höchsten durchschnittlichen Konzentrationen wurden in der Lebensmittelgruppe „Besondere Nahrungsmittel“, zu denen u.a. Nahrungsergänzungsmittel und diätetische Lebensmittel gehören, mit 627 µg/kg Blei gefunden. In allen anderen untersuchten Lebensmittelgruppen wurden deutlich niedrigere Gehalte mit bis zu 169 µg/kg ermittelt. Eine Überschreitung der europäischen Höchstgehalte wurde bei insgesamt 6 Proben Nahrungsergänzungsmittel festgestellt.

Die ernährungsbedingte Exposition wurde unter Verwendung durchschnittlicher Gehalte in Lebensmitteln und durchschnittlicher Daten zum Lebensmittelverzehr für verschiedene Bevölkerungsgruppen ermittelt. Für die Abschätzung der Aufnahmemengen von Vielverzellern wurde für die 2 Lebensmittelgruppen, die am stärksten zur Gesamtaufnahme beitragen, das 95. Perzentil der Exposition (berechnet nur für Konsumenten) herangezogen. Für die übrigen Lebensmittelkategorien wurde die durchschnittliche Exposition (berechnet für die Gesamtpopulation) addiert.

Die durchschnittliche ernährungsbedingte Exposition gegenüber Blei beträgt für Frauen 0,11 µg/kg KG/d, für Männer 0,12 µg/kg KG/d und für Kinder 0,14 µg/kg KG/d. Die Exposition von Vielverzellern ist bei Frauen, Männern und Kindern sehr ähnlich. Es wurden Aufnahmemengen von 0,29 µg/kg KG/d (Frauen, Kinder) und 0,30 µg/kg KG/d (Männer) abgeschätzt. Die Hauptquellen für die Aufnahme von Blei bei Erwachsenen stellen vor allem Wurst- und Fleischwaren sowie Gemüse und Gemüseerzeugnisse inkl. Pilze dar. Bei Kindern sind auch Frucht-, und Gemüsesäfte sowie Nektare maßgeblich an der Gesamtaufnahme beteiligt.

Sowohl die Aufnahmemengen von Durchschnittsverzellern als auch die von Vielverzellern liegen unter den toxikologischen Referenzwerten. Auf Grundlage der verfügbaren Daten wird das Gesundheitsrisiko für die österreichische Bevölkerung durch die Aufnahme von Blei über die Nahrung daher als gering angesehen.

## Summary

From 2007 to 2011 the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES) analysed a variety of food sampled from retail sources in Austria for the presence of lead. Lead is a natural environmental contaminant and is ubiquitously found due to natural erosion, volcanism and emissions from industrial sources.

In general, humans are exposed to lead via food, water, air, soil and dust. The major source of human exposure to lead is contaminated food. Chronic exposure to lead can cause negative health effects on the central nervous system and cardiovascular system as well as renal toxicity.

In total, 2619 food samples were analysed for their lead levels. The highest mean concentration (627 µg/kg) was found in the food group "special food", to which inter alia food supplements and dietetic foods belong to. In all other food groups lower concentrations with up to 169 µg/kg were determined. The levels of six samples of food supplements were above the European maximum levels.

The dietary exposure assessment was performed by combining average concentrations of lead with average food consumption data of different population groups. The exposure for high consumers was calculated by summing the 95<sup>th</sup> percentile of exposure of the two most contributing food categories (calculated for consumers only) with the mean exposure for the remaining categories (calculated for the total population).

The mean estimated dietary exposure to lead is 0.11 µg/kg bw/d for women, 0.12 µg/kg bw/d for men and 0.14 µg/kg bw/d for children. The exposure of high consumers is quite similar for women, men and children. The estimated exposure is in the range of 0.29 µg/kg bw/d (women, children) to 0.30 µg/kg bw/d (men).

The major foods contributing to lead exposure for adults are sausages and meat products, vegetable and vegetable products including mushrooms. For children, other important contributors are fruit and vegetable juices and nectars.

The estimated exposures of mean and high consumers are well below the toxicological reference values. Hence, on basis of the available data, the health risk for the Austrian population from dietary exposure to lead is considered to be low.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>2. ALLGEMEINER TEIL</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 GESETZLICHE REGELUNGEN</b> .....	<b>5</b>
<b>3. SPEZIELLER TEIL</b> .....	<b>5</b>
<b>3.1 BLEI</b> .....	<b>5</b>
<b>3.2 TOXIZITÄT</b> .....	<b>6</b>
3.2.1 Akute Toxizität.....	6
3.2.2 Chronische Toxizität.....	6
3.2.2.1 Neurotoxizität .....	7
3.2.2.2 Kardiovaskuläre Wirkungen und Nephrotoxizität.....	7
3.2.2.3 Kanzerogenität.....	7
3.2.3 Duldbare Aufnahmemenge, Benchmark-Dosis.....	7
<b>3.3 AUFTRETENSDATEN</b> .....	<b>8</b>
3.3.1 Blei in Wildfleisch .....	10
<b>3.4 EXPOSITIONSABSCHÄTZUNG</b> .....	<b>11</b>
<b>3.5 RISIKOCHARAKTERISIERUNG</b> .....	<b>14</b>
<b>4. SCHLUSSFOLGERUNG</b> .....	<b>15</b>
<b>5. LITERATUR</b> .....	<b>15</b>

# 1. EINLEITUNG

Kontaminanten sind unerwünschte Stoffe, die in einem Lebensmittel vorhanden sein können, jedoch nicht absichtlich hinzugefügt wurden. Umweltkontaminanten, zu denen auch das Schwermetall Blei zählt, können entweder natürlicherweise in der Umwelt vorkommen oder auch durch ihre Anwendung in der Industrie in die Umwelt freigesetzt werden.

## 2. ALLGEMEINER TEIL

### 2.1 Gesetzliche Regelungen

Auf EU-Ebene sind in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln für bestimmte Lebensmittelgruppen Höchstgehalte für Blei festgelegt. In den Verordnungen VO (EG) Nr. 629/2008 sowie VO (EG) Nr. 420/2011 wurden geringfügige Änderungen an den Lebensmittelgruppen und Höchstgehalten vorgenommen.

Die für Trinkwasser und Mineralwasser geltenden Höchstgehalte sind in der Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TWV) (BGBl. II Nr. 304/2001 idgF) bzw. der Verordnung der Bundesministerin für Frauenangelegenheiten und Verbraucherschutz über natürliche Mineralwässer und Quellwässer (Mineralwasser- und Quellwasserverordnung) (BGBl. II Nr. 309/1999 idgF) festgelegt.

Ergänzend zu den europäischen Höchstgehalten gibt es in Österreich auch Aktionswerte für Blei in bestimmten Lebensmitteln (Erlass BMGFJ-75210/0022-IV/B/7/2008 vom 14.1.2009). Ziel der Aktionswerte ist das vorausschauende Vorgehen. Bei einer Überschreitung sollen Maßnahmen zur Mängelbeseitigung oder Risikominderung durch den Lebensmittelunternehmer, bei Bedarf auch in Zusammenarbeit mit der Behörde gesetzt werden. Aktionswerte bestehen für solche Lebensmittel, für die es keine europäischen Höchstgehalte gibt, die aber mit dem jeweiligen Kontaminant hoch belastet sein können.

## 3. SPEZIELLER TEIL

### 3.1 Blei

Blei ist ein natürlicher Umweltkontaminant und ist aufgrund von Gesteinserosionen und Vulkanismus ubiquitär in der Umwelt verbreitet. Blei gelangt jedoch auch durch Emissionen der Industrie in die Umwelt. Ein großer Teil stammt aus anthropogenen Aktivitäten, wie Bergbau und Verhüttung von Metallen, Herstellung von Batterien, Munition und Metallwasserleitungen. In der Vergangenheit wurde Blei auch in Farben und Benzin eingesetzt. Durch das Verbot von bleihaltigem Benzin fiel eine Hauptquelle für die Bleibelastung für die Umwelt weg.

Generell kann eine Exposition gegenüber Blei über Lebensmittel, Wasser, Luft, Boden und Staub erfolgen. Die Aufnahme beim Menschen erfolgt hauptsächlich über den Verzehr von kontaminierten Lebensmitteln. Über Staub und Niederschläge gelangt Blei auf die Oberfläche von Früchten und Blättern. Aus diesem Grund sind besonders Obst und Gemüsearten, die oberirdisch wachsen und die eine große Oberfläche haben, mit Blei kontaminiert. Über bleihaltige, pflanzliche Futtermittel-

tel kann Blei auch in tierische Lebensmittel gelangen. Kleinkinder und Kinder können zusätzlich über Hausstaub und Bodenpartikel bedeutende Mengen an Blei aufnehmen können. Eine weitere Aufnahmequellen für den Menschen kann bleihaltiges Trinkwasser darstellen, wobei Bleirohre in älteren Wohnhäusern jedoch zunehmend ausgetauscht werden.

### **3.2 Toxizität**

Blei ist ein nichtessentielles und toxisches Spurenelement, das in organischer und anorganischer Form vorkommt. In der Umwelt ist die anorganische Form dominierend. Sie ist auch die einzige Form, die in Lebensmitteln gefunden wird. Nachfolgend wird in diesem Bericht unter dem Begriff „Blei“ daher generell die anorganische Form verstanden.

Nach oraler Aufnahme erfolgt die Resorption von Blei aus dem Gastrointestinaltrakt. Im Blut ist Blei zu einem Großteil an das Hämoglobin der Erythrozyten gebunden und wird in erster Phase in Leber, Nieren und Gehirn angereichert (Nau et al., 2003). Die Resorptionsrate der aufgenommenen löslichen Bleiverbindungen scheint bei Kindern höher als bei Erwachsenen zu sein. Eine geringere Absorption findet in der Gegenwart von Lebensmitteln statt (Ziegler et al., 1978, James et al., 1985, Rabinowitz et al., 1980).

Blei kann sich im Körper vor allem im Skelettknochen anreichern. Aus dem Skelett, wird es allmählich wieder in die Blutbahn freigesetzt, insbesondere bei Veränderungen des Calcium-Status während der Schwangerschaft, in der Stillzeit und bei Osteoporose, wo es zu einer Knochendemineralisierung kommt. Die Halbwertszeit für anorganisches Blei im Blut beträgt ca. 30 Tage; für Knochen zwischen 10 und 30 Jahren (Rabinowitz, 1991).

#### **3.2.1 Akute Toxizität**

Darmkoliken sind ein typisches Anzeichen einer akuten Bleivergiftung, insbesondere bei arbeitsplatzbedingter Exposition und sehr hoher Aufnahme von Blei. Zudem können Symptome wie Bauchschmerzen, Verstopfung, Übelkeit, Erbrechen und Appetitlosigkeit auftreten (ATSDR, 2007). Aufgrund der langen Halbwertszeit von Blei im Körper ist jedoch die chronische Toxizität von größerer Bedeutung.

#### **3.2.2 Chronische Toxizität**

Untersuchungen von Versuchstieren und Beobachtungen an beruflich exponierten Menschen haben gezeigt, dass bei einer chronischen oralen Exposition gegenüber anorganischem Blei verschiedene Organsysteme betroffen sein können. Das zentrale Nervensystem ist das wichtigste Zielorgan einer Bleivergiftung. In einer Reihe von Studien wurde auch ein Zusammenhang zwischen Bleikonzentration im Blut, erhöhtem systolischen Blutdruck und chronischen Nierenerkrankungen bei relativ niedrigen Blutbleiwerten identifiziert (IARC, 2006; ATSDR, 2007).

Von der EFSA (2010) wurden folgende drei Endpunkte als die empfindlichsten für den Menschen definiert:

- Die Entwicklung des Nervensystems bei Kindern mindestens bis zum Alter von 7 Jahren: Negative Wirkungen wurden hinsichtlich Verhalten, Aufmerksamkeit, Intelligenzleistungen oder Hörschwellenverschiebung beschrieben.
- Nierentoxizität bei Erwachsenen: dies äußert sich in einer Reduzierung der Nierenfunktionsleistung
- Herz-Kreislauf-Effekte bei Erwachsenen: Erhöhung des systolischen Blutdrucks

### 3.2.2.1 Neurotoxizität

Bezüglich Toxizität ist das Nervensystem das Hauptzielorgan für Blei. Das sich entwickelnde Nervensystem von Föten, Säuglingen und Kleinkindern reagiert dabei besonders empfindlich auf Blei. Bei Kleinkindern konnten unter anderen negative Effekte in Bezug auf das Verhalten, Aufmerksamkeit sowie Intelligenzleistungen (Verminderung des Intelligenzquotienten) schon bei sehr niedrigen Bleiexpositionen gezeigt werden (ATSDR, 2007). Aufgrund der Plazentagängigkeit von Blei kann auch der Fötus bereits vor der Geburt mit Blei belastet werden. Im Nabelschnurblut und in fetalen Geweben werden die gleichen Konzentrationen wie bei der Mutter gefunden (Nau et al., 2003). Zusätzlich können Säuglinge Blei über die Muttermilch aufnehmen.

### 3.2.2.2 Kardiovaskuläre Wirkungen und Nephrotoxizität

In zahlreichen Studien konnte nachgewiesen werden, dass ein Zusammenhang zwischen erhöhten Bleigehalten im Blut und einer Erhöhung des systolischen Blutdrucks sowie Effekten auf die Nierenfunktionsleistung (z.B. glomeruläre Filtrationsrate) besteht (ATSDR 2007; EFSA, 2010).

### 3.2.2.3 Kanzerogenität

Kanzerogene Wirkungen von Blei konnten im Tierversuch nachgewiesen werden. Von der International Agency for Research on Cancer (IARC, 2006) wurden anorganische Bleiverbindungen als „*probably carcinogenic to humans*“, wahrscheinlich kanzerogen für den Menschen eingestuft (Gruppe 2A). Organische Bleiverbindungen wurden als „*not classifiable as to their carcinogenicity to humans*“, nicht klassifizierbar im Hinblick auf ihre Kanzerogenität beim Menschen in Gruppe 3 eingestuft.

Die Arbeitsgruppe stellte fest, dass organische Bleiverbindungen zu anorganischen Bleiverbindungen metabolisiert werden können und somit die gleichen toxischen Wirkungen wie bei anorganischen Bleiverbindungen zu erwarten sind.

## **3.2.3 Duldbare Aufnahmemenge, Benchmark-Dosis**

Von der EFSA wurde in 2010 die vormals gültige provisorische tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (PTWI; provisional tolerable weekly intake) von 25 µg/kg Körpergewicht (KG) als nicht mehr angemessen angesehen. In ihrer Stellungnahme kam die EFSA zu dem Schluss, dass für Blei kein Schwellenwert definiert werden kann, unter dem keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen erfolgen. Diese Einschätzung wurde 2011 auch vom Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA) bestätigt (WHO, 2011).

Bezüglich der Bewertung der Bleiexposition wird von der EFSA empfohlen, den MOE-Ansatz (margin of exposure) für die Risikocharakterisierung zu verwenden (EFSA, 2010). Für die Berechnung des MOE wird ein Referenzpunkt bestimmt, der einer Dosis entspricht, die einen vordefinierten geringfügigen, messbaren gesundheitlichen Effekt in Tierversuchen oder auch beim Menschen auslöst. Unter Berücksichtigung eines Konfidenzbereichs wird die Benchmark-Dosis der unteren Konfidenzgrenze (BMDL; benchmark dose lower confidence limit) als solcher Referenzpunkt herangezogen. Für Blei wurden von der EFSA (2010) für die drei kritischen Endpunkte (Entwicklungstoxizität, kardiovaskuläre Effekte und Nierentoxizität) folgende BMDL-Werte definiert:

- BMDL<sub>01</sub> von 0,50 µg/kg KG/Tag für die Reduktion auf der IQ-Skala um 1 % bei Kindern
- BMDL<sub>01</sub> von 1,50 µg/kg KG/Tag für den Anstieg des systolischen Blutdrucks (BMDL<sub>SBP,1</sub>; SBP: systolic blood pressure) um 1 % bei Erwachsenen



- $BMDL_{10}$  von  $0,63 \mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$  für die Zunahme der Prävalenz für chronische Nierenerkrankungen ( $BMDL_{CKD,10}$ ; CKD chronic kidney disease) um 10 % bei Erwachsenen.

### **3.3 Auftretensdaten**

In den Jahren 2007 bis 2011 wurden insgesamt 2619 Lebensmittelproben auf das Vorkommen von Blei untersucht. In Tabelle 2 sind die durchschnittlichen sowie das 95. Perzentil der Gehalte von Blei in verschiedenen Lebensmittelgruppen dargestellt. Eine besondere Herausforderung stellt der Umgang mit Gehalten, die unterhalb der Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, dar. Aus diesem Grund wird das Konzept der „Obergrenze“ (upper bound), „Untergrenze“ (lower bound) und des „Mittelwerts“ (middle bound) angewendet. Für die Berechnung der Konzentrationen im Upper-Bound (UB) sind die Werte, die unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze liegen, gleich dieser analytischen Grenzen. Beim Lower-Bound-Ansatz (LB) werden Gehalte unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze gleich „null“ gesetzt. Für den Middle Bound-Ansatz (MB) wird die Hälfte der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze verwendet.

Das 95. Perzentil der Gehalte ist in der Tabelle nur bei Lebensmittelgruppen mit mehr als 20 Proben dargestellt. Auch bei weniger als 60 Proben sollen die Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden (EFSA, 2011). Die Lebensmitteluntergruppen mit weniger als 5 Untersuchungsergebnissen sind in Tabelle 2 nicht separat aufgeführt, werden jedoch bei der Darstellung der Gehalte der jeweiligen Lebensmittelobergruppe berücksichtigt.

**Tabelle 1: Bleigehalte (in µg/kg) in verschiedenen Lebensmittelgruppen (Daten aus 2007 – 2011)**

	Anzahl Proben	Anzahl bestimmbarer Gehalte	Mittelwert (µg/kg)		95. Perzentil (µg/kg)	
			MB <sup>a</sup>	LB <sup>b</sup> -UB <sup>c</sup>	MB	LB-UB
<b>Besondere Nahrungsmittel</b>	<b>223</b>	<b>189</b>	<b>627</b>	<b>(626-628)</b>	<b>2331</b>	<b>(2331)</b>
<b>Fette und Öle</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>27</b>	<b>(23-30)</b>		
<b>Fisch und andere Meeresfrüchte</b>	<b>538</b>	<b>268</b>	<b>22</b>	<b>(20-25)</b>	<b>70</b>	<b>(70)</b>
Fischfleisch	357	162	15	(12-18)	41	(41)
Krebstiere	108	54	17	(14-19)	51	(51)
Weichtiere	58	40	70	(68-72)	276	(276)
Fischerzeugnisse	7	7	69	(69)		
<b>Fleisch und -erzeugnisse</b>	<b>281</b>	<b>159</b>	<b>28</b>	<b>(25-31)</b>	<b>112</b>	<b>(112)</b>
Geflügel	49	14	11	(8-15)	45	(45)
Innereien, Nutztiere	17	12	26	(24-28)		
Pökelwaren (Wild)	10	4	13	(10-16)		
Wild, Federwild	185	113	29	(26-32)	110	(110)
Würste	16	14	83	(82-84)		
<b>Frucht- und Gemüsesäfte sowie Nektare</b>	<b>293</b>	<b>88</b>	<b>8</b>	<b>(5-11)</b>	<b>20</b>	<b>(20)</b>
Fruchtnektar	12	1	6	(2-11)		
Fruchtsaft	235	73	9	(5-12)	24	(24)
Fruchtsaftkonzentrat	17	8	2	(2-3)		
Gemischte Frucht- und Gemüsesäfte	17	6	8	(5-10)		
<b>Gemüse und -erzeugnisse (inkl. Pilze)</b>	<b>43</b>	<b>29</b>	<b>23</b>	<b>(22-25)</b>	<b>77</b>	<b>(77)</b>
Gemüse	16	11	15	(13-16)		
Gemüseerzeugnisse	7	1	18	(14-22)		
Pilze	16	13	27	(26-28)	65	(65)
<b>Getreide und -erzeugnisse</b>	<b>35</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>(8-15)</b>	<b>46</b>	<b>(46)</b>
Getreide Mahlprodukte	33	10	12	(8-15)	48	(48)
<b>Kräuter, Gewürze und Würzmittel</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>169</b>	<b>(100-237)</b>	<b>419</b>	<b>(419-507)</b>
Gewürze	12	9	130	(125-135)		
Salz	14	4	228	(86-371)		
<b>Milch</b>	<b>121</b>	<b>42</b>	<b>2</b>	<b>(1-3)</b>	<b>7</b>	<b>(7-10)</b>
<b>Nicht-alkoholische Getränke</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>17</b>	<b>(13-21)</b>		
Soft Drinks	15	1	5	(1-9)		
<b>Obsterzeugnisse</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>22</b>	<b>(21-23)</b>		
<b>Ölsaaten</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>(17-20)</b>	<b>50</b>	<b>(50)</b>
<b>Säuglings- und Kleinkindernahrung</b>	<b>682</b>	<b>412</b>	<b>11</b>	<b>(8-14)</b>	<b>23</b>	<b>(23)</b>
<b>Zucker und Süßwaren</b>	<b>283</b>	<b>73</b>	<b>25</b>	<b>(7-43)</b>	<b>40</b>	<b>(31-80)</b>
Honig	281	72	25	(7-43)	40	(30-80)
<b>Zusammengesetzte Lebensmittel (z.B. Fertiggerichte, Suppen)</b>	<b>42</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>(2-10)</b>	<b>8</b>	<b>(8-10)</b>

<sup>a</sup> MB = Middle bound, <sup>b</sup> LB = Lower-Bound, <sup>c</sup> UB = Upper-Bound

In der Lebensmittelgruppe „Besondere Nahrungsmittel“, zu denen u.a. Nahrungsergänzungsmittel und diätetische Lebensmittel gehören, wurden die höchsten Gehalte an Blei gefunden. Die durchschnittliche Konzentration liegt bei 627 µg/kg Blei, wobei vor allem in Nahrungsergänzungsmitteln hohe Gehalte gefunden wurden. Eine Überschreitung der in der VO Nr. 1881/2006 festgelegten Höchstgehalte für Blei wurde bei insgesamt 6 Proben Nahrungsergänzungsmitteln festgestellt.

Kräuter, Gewürze und Würzmittel weisen auch höhere Mengen an Blei mit einer durchschnittlichen Konzentration von 169 µg/kg auf. In Salz wurden durchschnittliche Gehalte von 228 µg/kg ermittelt.

In Gemüse und Gemüseerzeugnissen wurden durchschnittliche Gehalte von 23 µg/kg gefunden, wobei in dieser Lebensmittelgruppe vor allem Pilze höhere Mengen an Blei mit einem durchschnittlichen Gehalt von 27 µg/kg enthalten sind. Für Trockenpilze wurde ein Verarbeitungsfaktor von 10 angenommen. Für Fisch und andere Meeresfrüchte wurde ein durchschnittlicher Gehalt von 22 µg/kg Blei berechnet. Innerhalb dieser Lebensmittelgruppe sind vor allem Weichtiere höher mit Blei belastet. Fleisch und Fleischerzeugnisse, Wild und Innereien weisen geringfügig höhere Bleigehalte als Fische und Fischerzeugnisse (22 versus 28 µg/kg) auf. Die höchsten Gehalte in der Lebensmittelgruppe Fleisch und Fleischerzeugnisse haben Wild und Innereien (Nutztiere). Ein Vergleich zu Gehalten in Fleisch von Nutztieren ist nicht möglich, da nur eine Fleischprobe von Nutztieren untersucht wurde. In der Lebensmittelgruppe Frucht- und Gemüsesäfte sowie Nektare wurden zu einem überwiegenden Anteil die Bleigehalte in Fruchtsäften bestimmt. Der durchschnittliche Gehalt in dieser Lebensmittelgruppe liegt bei 8 µg/kg. Ein durchschnittlicher Gehalt von 12 µg/kg wurde in Mahlprodukten aus der Lebensmittelgruppe Getreide und Getreideerzeugnisse ermittelt. Für Ölsaaten wie Kürbiskerne und Sonnenblumenkerne wurde eine durchschnittliche Konzentration von 20 µg/kg ermittelt. In Honig wurden durchschnittlich 25 µg/kg Blei gefunden. Der durchschnittliche Bleigehalt in Säuglings- und Kleinkindernahrung liegt bei 11 µg/kg, das 95. Perzentil bei 23 µg/kg. Diese Werte sind mit den von der EFSA (2012) veröffentlichten Gehalten (12 µg/kg bzw. 25 µg/kg) vergleichbar. Die niedrigsten Gehalte wurden in Milch festgestellt, hier lag der durchschnittliche Wert bei 2 µg/kg und das 95. Perzentil der Gehalte bei 7 µg/kg.

### 3.3.1 Blei in Wildfleisch

Da in den letzten Jahren besonders die Belastung von Wildfleisch durch Bleimunition in Diskussion steht, sind in Tabelle 3 die Bleigehalte in Wildfleisch und Wildfleischerzeugnissen dargestellt. Wie aus den Ergebnissen ersichtlich, wurden in der Lebensmittelgruppe Fleisch und Fleischerzeugnisse zum Großteil Proben aus Wildfleisch untersucht. Aufgrund einer geringen Anzahl an Fleischproben von Nutztieren ist daher kein aussagekräftiger Vergleich der beiden Lebensmittelgruppen möglich. Es kann aber festgehalten werden, dass bei Wildfleisch und Wildfleischerzeugnissen höhere Gehalte (32 µg/kg) im Gegensatz zu Geflügelfleisch, das mit einem Gehalt von 11 µg/kg belastet ist, festgestellt wurden.

Im Rahmen der Untersuchungen des nationalen Rückstandskontrollplans konnten vereinzelt hohe Werte in Fleischproben von Wild nachgewiesen werden. Die Bewertungen der Ergebnisse sind unter <http://www.ages.at/ages/ernaehrungssicherheit/rueckstaende-kontaminanten/arzneimittel-und-hormonrueckstaende/bewertung-rueckstandskontrollplan/> abrufbar.

**Tabelle 2: Bleigehalte (in µg/kg) in Wildfleisch und Wildfleischerzeugnissen**

	Anzahl Proben	Anzahl bestimmbarer Gehalte	Mittelwert (µg/kg)		95.Perzentil (µg/kg)	
			MB <sup>a</sup>	LB <sup>b</sup> -UB <sup>c</sup>	MB	LB-UB
<b>Fleisch und Fleischerzeugnisse Wild gesamt</b>	210	130	32	(29-35)	136	(136)
<b>Federwild</b>	3	1	31	(30-33)	55	(55)
<b>Pökelwaren (Wild)</b>	10	4	9	(5-13)	19	(19-20)
<b>Wildfleisch</b>	182	112	29	(26-32)	111	(111)
<b>Würste (Wild)</b>	15	13	88	(87-89)	259	(259)

<sup>a</sup> MB = Middle bound, <sup>b</sup> LB = Lower-Bound, <sup>c</sup> UB = Upper-Bound

### **3.4 Expositionsabschätzung**

#### **Verzehrsdaten**

Für die Berechnung der Aufnahmemengen wurden Verzehrsdaten der österreichischen Bevölkerung herangezogen, die im Rahmen des Ernährungsberichts 2008 erhoben wurden (Elmadfa et al., 2009). Die Erhebungen wurden vom Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien durchgeführt. Für Erwachsene wurden die Verzehrsmengen in einem 24-Stunden-Recall, für Kinder mithilfe eines 3-Tage-Schätzprotokolls erhoben.

Die Aufnahmemengen wurden für folgende Bevölkerungsgruppen berechnet: Kinder im Alter von 6 bis 15 Jahren mit einem Körpergewicht (KG) von 39,7 kg, Frauen mit einem KG von 63,6 kg und Männer mit einem KG von 81,5 kg (19 bis 65 Jahre alt).

#### **Berechnung der Aufnahme von Blei**

Für die drei Bevölkerungsgruppen Kinder, Frauen und Männer wurden die durchschnittlichen Aufnahmemengen für Blei durch Verknüpfung des durchschnittlichen Verzehrs der jeweiligen Bevölkerungsgruppe mit den durchschnittlichen Gehalten in Lebensmitteln berechnet. Für die Abschätzung der Aufnahmemengen von Vielverzehrern wurde für die 2 Lebensmittelgruppen, die am stärksten zur Gesamtaufnahme beitragen, das 95. Perzentil der Exposition (berechnet nur für Konsumenten) herangezogen. Für die übrigen Lebensmittelkategorien wurde die durchschnittliche Exposition (berechnet für die Gesamtpopulation) addiert (EFSA, 2011).

Um den Beitrag der einzelnen Lebensmittelgruppen an der Gesamtaufnahme zu bestimmen, wurde die durchschnittliche Aufnahmemenge (middle bound) verwendet. Tabelle 3 zeigt die tägliche Bleiaufnahme für Durchschnittsverzehrer über verschiedene Lebensmittelgruppen.

Für die Lebensmittelgruppen „Besondere Nahrungsmittel“, Säuglings- und Kleinkindernahrung, zusammengesetzte Lebensmittel sowie Obsterzeugnisse wurden aufgrund fehlender Verzehrsdaten bzw. weniger Auftretensdaten keine Expositionsrechnungen durchgeführt.

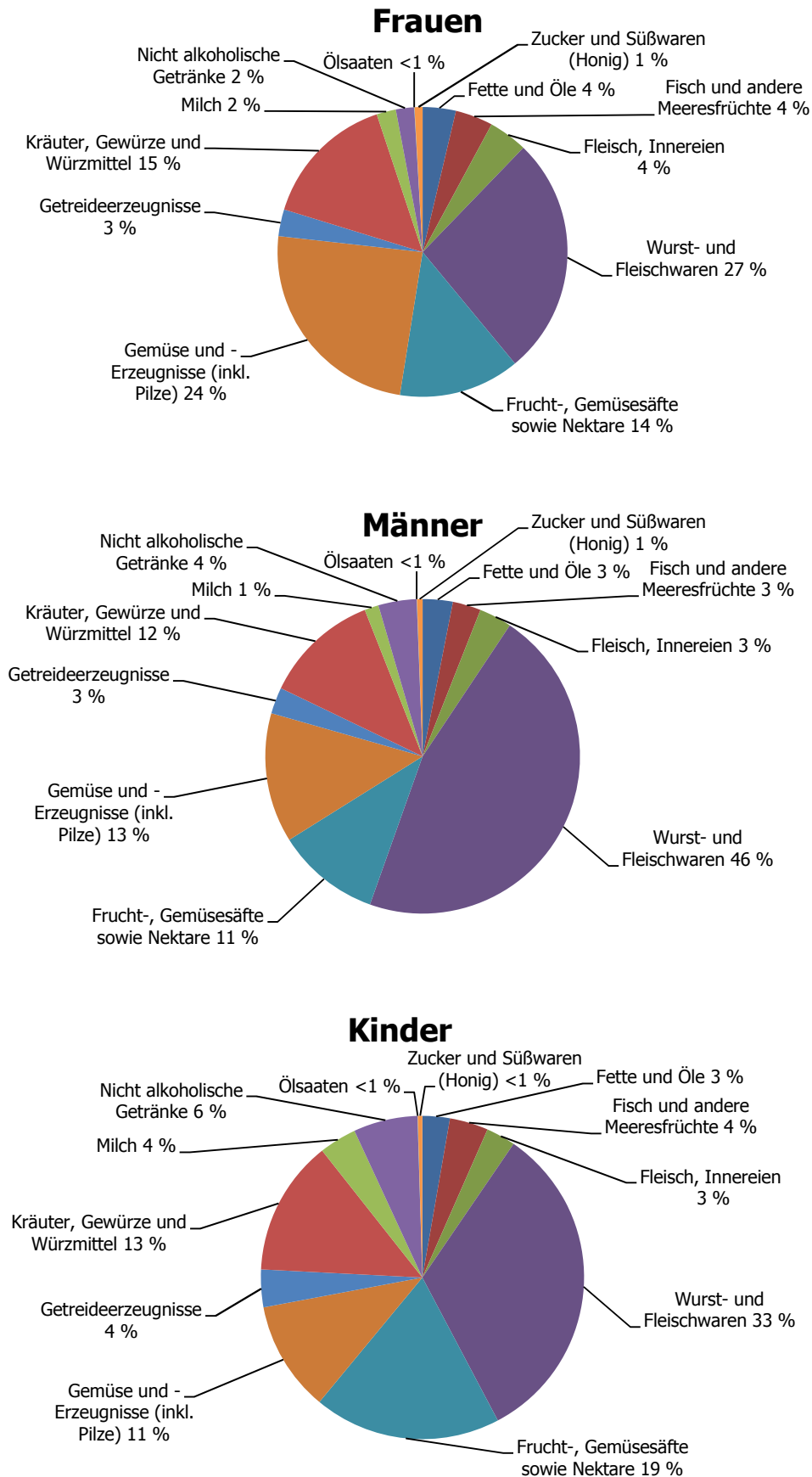
Die höchsten Aufnahmemengen wurden bei Frauen mit 0,030 µg/KG kg/d, bei Männern mit 0,054 µg/KG kg/d und bei Kindern mit 0,045 µg/KG kg/d über Wurst- und Fleischwaren berechnet. Frauen nehmen über Gemüse und Gemüseerzeugnisse inkl. Pilze ähnliche Mengen auf (0,027 µg/kg KG/d). Diese Lebensmittelgruppe hat bei Männern und Kindern mit maximal 0,016 µg/kg KG/d eine geringere Bedeutung als bei Frauen. Bei Kinder wurden hingegen höhere Aufnahmemengen von 0,026 µg/kg KG/d über Frucht-, Gemüsesäfte sowie Nektare abgeschätzt. Über Kräuter, Gewürze und Würzmittel nehmen Frauen 0,017 µg/kg KG/d, Männer 0,014 µg/kg KG/d und Kinder 0,018 µg/kg KG/d auf. Für Männer und Frauen wurden Aufnahmemengen für nicht alkoholische Getränke wie Limonaden von maximal 0,005 µg/kg KG/d berechnet. Kinder haben eine geringfügig höhere Aufnahme von 0,009 µg/kg KG/d. Die Aufnahmemengen über Fette und Öle, Fisch und Meeresfrüchte, Fleisch und Innereien, Getreideerzeugnisse und Milch liegen bei allen Bevölkerungsgruppen bei 0,002 bis 0,005 µg/kg KG/d. Noch geringere Aufnahmemengen wurden für Ölsaaten und Honig abgeschätzt.

**Tabelle 3: Durchschnittliche tägliche Aufnahmemengen (in µg/kg KG) von Blei über Lebensmittel von Kindern, Frauen und Männern**

	Frauen			Männer			Kinder		
	Aufnahme (µg/kg KG/d)								
	LB	MB	UB	LB	MB	UB	LB	MB	UB
<b>Fette und Öle</b>	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
<b>Fisch und andere Meeresfrüchte</b>	0,004	0,005	0,005	0,003	0,003	0,004	0,005	0,005	0,006
<b>Fleisch, Innereien</b>	0,003	0,005	0,006	0,003	0,004	0,005	0,003	0,004	0,005
<b>Wurst- und Fleischwaren</b>	0,029	0,030	0,031	0,052	0,054	0,056	0,043	0,045	0,046
<b>Frucht-, Gemüsesäfte sowie Nektare</b>	0,009	0,015	0,021	0,007	0,013	0,018	0,015	0,026	0,037
<b>Gemüse und -Erzeugnisse (inkl. Pilze)</b>	0,025	0,027	0,029	0,014	0,016	0,017	0,014	0,015	0,016
<b>Getreideerzeugnisse</b>	0,002	0,003	0,004	0,002	0,003	0,004	0,004	0,005	0,007
<b>Kräuter, Gewürze und Würzmittel</b>	0,008	0,017	0,025	0,007	0,014	0,021	0,009	0,018	0,028
<b>Milch</b>	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,003	0,005	0,007
<b>Nicht alkoholische Getränke</b>	<0,001	0,002	0,004	<0,001	0,005	0,009	0,001	0,009	0,017
<b>Ölsaaten</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Zucker und Süßwaren (Honig)</b>	<0,001	0,001	0,002	<0,001	0,001	0,001	<0,001	0,001	0,001

Der Beitrag der einzelnen Lebensmittelgruppen zur Gesamtaufnahme von Blei für Frauen, Männer und Kinder ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die Hauptquellen für die Aufnahme von Blei bei Erwachsenen stellen vor allem Wurst- und Fleischwaren (27 – 46 %) sowie Gemüse und Gemüseerzeugnisse inkl. Pilze (13 – 24 %) dar. Bei Kindern sind auch Frucht-, Gemüsesäfte sowie Nektare mit einem Anteil von 19 % maßgeblich an der Gesamtaufnahme beteiligt. Dies ist vor allem durch die Verzehrsgewohnheiten der Kinder begründet, die größere Mengen dieser Lebensmittelgruppe zu sich nehmen. Bei Männern und Frauen trägt diese Lebensmittelgruppe mit 11 bzw. 14 % zur Gesamtaufnahme bei. Für Kräuter, Gewürze und Würzmittel wurde, bedingt durch die höheren Gehalte in dieser Lebensmittelgruppe, ein Beitrag zur Gesamtaufnahme von 12 bis 15 % berechnet. Im Gegensatz dazu liefern alle anderen Lebensmittelgruppen einen geringen Beitrag von unter 5 % zur Gesamtaufnahme bei Frauen, Männern und Kindern. Nur der Beitrag von alkoholfreien Getränken bei Kindern liegt bei 6 %. Ölsaaten und Honig tragen bei allen Bevölkerungsgruppen nur bis zu einem Prozent zur Gesamtexposition bei (Abbildung 1).



**Abbildung 1: Beitrag der einzelnen Lebensmittelgruppen zur Aufnahme von Blei bei verschiedenen Bevölkerungsgruppen**

Ergebnisse von Expositionsabschätzungen des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR, 2010) zeigen, dass andere Lebensmittelgruppen wie Getränke, Gemüse, die Gruppe „Obst, Nüsse, Kakao“ und Getreide den größten Beitrag zur Bleiexposition liefern. Die EFSA berichtet, dass Getreide, Gemüse und Leitungswasser maßgeblich zur Bleiexposition in der Europäischen Bevölkerung beitragen (EFSA, 2010).

Ein direkter Vergleich unterschiedlicher Expositionsabschätzungen ist jedoch schwierig. Unterschiede in der Erhebung der Verzehrdaten, Auftretensdaten sowie in der Methodik der Expositionsabschätzung können dabei einen großen Einfluss haben. Im Rahmen dieses Berichts wurden z. B. besonders viele Wurst,- und Fleischwaren aus Wildfleisch untersucht. Im Gegensatz dazu stehen für andere Lebensmittelgruppen wie Getreide und Gemüse nur sehr wenige Daten zur Verfügung. Zudem liegen innerhalb der einzelnen Lebensmittelgruppen nur eingeschränkt Untersuchungen vor bzw. können diese nur mit Verzehrdaten von Lebensmittelobergruppen verknüpft werden. Da nicht für nicht alle Lebensmittelgruppen, die potentiell mit Blei belastet sind, Auftretensdaten vorhanden sind, könnten die Aufnahmemengen von Blei eventuell höher sein.

### 3.5 Risikocharakterisierung

Die täglichen Aufnahmemengen von Blei durch die österreichische Bevölkerung sind in Tabelle 4 dargestellt. Zusätzlich sind die Aufnahmemengen den toxikologischen Referenzwerten (Benchmark-Dosen) für den Anstieg des systolischen Blutdrucks ( $BMDL_{SBP,1}$ ) und für die Zunahme der Prävalenz für chronische Nierenerkrankungen ( $BMDL_{CKD,10}$ ) gegenübergestellt.

Bezüglich der Bewertung der Bleiexposition wird von der EFSA empfohlen, den MOE-Ansatz (margin of exposure) für die Risikocharakterisierung zu verwenden (EFSA, 2010). Die MOE-Werte werden durch Division der BMDL mit der berechneten Aufnahmemenge bestimmt.

**Tabelle 4: Tägliche Aufnahmemengen ( $\mu\text{g}/\text{kg KG}$ ) von Blei der verschiedenen Bevölkerungsgruppen im Vergleich zu den toxikologischen Referenzpunkten**

	Tägliche Aufnahmemenge ( $\mu\text{g}/\text{kg KG}$ )					
	Durchschnittsverzehrer			Vielverzehrer		
	LB	MB	UB	LB	MB	UB
<b>Frauen</b>	0,09	0,11	0,14	0,26	0,29	0,33
<b>Männer</b>	0,09	0,12	0,14	0,27	0,30	0,34
<b>Kinder</b>	0,10	0,14	0,17	0,22	0,29	0,36
	<b>Vergleich mit <math>BMDL_{SBP,1}</math> von <math>1,50 \mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{d}</math></b>					
<b>Frauen</b>	17,3	13,4	11,0	5,8	5,1	4,6
<b>Männer</b>	16,0	12,7	10,6	5,6	5,0	4,5
<b>Kinder</b>	15,2	11,0	8,6	6,7	5,1	4,2
	<b>Vergleich mit <math>BMDL_{CKD,10}</math> von <math>0,63 \mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{d}</math></b>					
<b>Frauen</b>	7,3	5,6	4,6	2,4	2,1	1,9
<b>Männer</b>	6,7	5,4	4,4	2,3	2,1	1,9
<b>Kinder</b>	6,4	4,6	3,6	2,8	2,1	1,7

Sowohl die Aufnahmemengen von Durchschnittsverzehrern als auch die von Vielverzehrern liegen unter den toxikologischen Referenzpunkten. Die EFSA kommt zum Schluss, dass ein MOE von 10 oder größer ausreichend ist, um sicherzustellen, dass kein nennenswertes Risiko sowohl für kli-

nisch signifikante Effekte auf den systolischen Blutdruck als auch für signifikante Veränderungen in der Prävalenz für chronische Nierenerkrankungen besteht. Das Risiko bei einem MOE von größer als 1 wird als sehr gering eingeschätzt. Die in dieser Studie ermittelten MOE-Werte auf Basis der  $BMDL_{SBP,1}$  liegen für Durchschnittsverzehrer bei 8,6 bis 17,3; die Werte auf Basis der  $BMDL_{CKD,10}$  bei 3,6 bis 7,3. Für Vielverzehrer wurden MOE-Werte von 4,2 bis 6,7 ( $BMDL_{SBP,1}$ ) und 1,7 bis 2,8 ( $BMDL_{CKD,10}$ ) ermittelt.

## 4. Schlussfolgerung

Die in diesem Bericht durchgeführten Expositionsrechnungen zur Bleibelastung der österreichischen Bevölkerung zeigen, dass die Aufnahmemengen unter den toxikologischen Referenzpunkten liegen. Da jedoch nicht für alle Lebensmittelgruppen, die potentiell mit Blei belastet sind, Auftretensdaten für eine Expositionsabschätzung zur Verfügung stehen, könnten die Aufnahmemengen von Blei eventuell höher sein. Auf Grundlage der verfügbaren Daten wird das Gesundheitsrisiko für die österreichische Bevölkerung durch die Aufnahme von Blei über die Nahrung aber als gering angesehen.

## 5. Literatur

ATSDR (United States Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2007. Toxicological profile for lead. U.S. Department of Health and Human Services, 582 Seiten.

BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung), 2010: Aufnahme von Umweltkontaminanten über Lebensmittel – Ergebnisse des Forschungsprojekts LExUKon.

[http://www.bfr.bund.de/cm/350/aufnahme\\_von\\_umweltkontaminanten\\_ueber\\_lebensmittel.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/350/aufnahme_von_umweltkontaminanten_ueber_lebensmittel.pdf)

EFSA (European Food Safety Authority), 2010: Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Journal 8(4):1570. Verfügbar unter: [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)

EFSA (European Food Safety Authority), 2011: Use of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database in Exposure Assessment. EFSA Journal 9(3):2097. Verfügbar unter: [www.efsa.europa.eu/efsajournal.htm](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal.htm)

EFSA (European Food Safety Authority), 2012: Lead dietary exposure in the European population. EFSA Journal 10(7):2831. Verfügbar unter: [www.efsa.europa.eu/efsajournal](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal)

Elmadfa, I., Freisling H., Nowak V. et al., 2009: Österreichischer Ernährungsbericht 2008. Institut für Ernährungswissenschaften, Universität Wien, 1. Auflage.

IARC (International Agency for Research on Cancer), 2006. Inorganic and organic lead compounds. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human, Vol. 87, 529 Seiten.

James H.M., Hilburn M.E., Blair J.A., 1985: Effects of meals and meal times on uptake of lead from the gastrointestinal tract in humans. Hum Toxicol. 4: 401-7.

Nau H., Steinberg P., Kietzmann M., 2003: Lebensmitteltoxikologie. Rückstände und Kontaminanten: Risiken und Verbraucherschutz. Blackwell Verlag Berlin, Wien.

Rabinowitz M.B., Kopple J.D., Wetherill G.W., 1980: Effect of food intake and fasting on gastrointestinal lead absorption in humans. Am J Clin Nutr. 33: 1784-8.

Rabinowitz M.B., 1991. Toxicokinetics of bone lead. Environmental Health Perspectives 91: 33-37.



WHO (World Health Organization), 2011. Evaluation of certain food additives and contaminants. Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series, No 960, Genf, Schweiz.

Ziegler E.E., Edwards B.B., Jensen R.L., Mahaffey K.R., Fomon S.J., 1978: Absorption and retention of lead by infants. *Pediatr Res.* 12: 29-34.