

Arsen in Lebensmitteln und in Trinkwasser

Arsen ist ein Halbmetall der 5. Hauptgruppe des Periodensystems, das in der Umwelt eine weite Verbreitung hat. Es kommt natürlicherweise in verschiedenen Mineralien als auch gediegen vor. Zusätzliche Exposition wird auch durch menschliche Einträge in die Umwelt verursacht. Arsen spielt als Legierungsbestandteil in der Metallurgie und als Dotierungsmittel in der Halbleiterindustrie eine wichtige Rolle. Es kommt als organische Verbindung und in anorganischer Form vor.

In Lebensmitteln und Trinkwasser spielt das anorganische Arsen, zusammen mit methylierten Verbindungen eine überwiegende Rolle; in Fisch kommt organisch gebundenes Arsen (z.B. Arsenobetain und verschiedene Arsenozucker) vor. Anorganisches Arsen als AsV-Verbindungen werden im Organismus in höheren Anteilen in AsIII-Verbindungen umgewandelt. Daher wird bei der Bewertung von anorganischem Arsen nicht zwischen diesen beiden Verbindungen unterschieden. Oft wird in Lebensmitteln der Arsengesamtgehalt gemessen, dies umfasst organisch gebundenes und anorganisches Arsen.

Die toxikologische Bewertung von Arsen ist durch verschiedene Ausschüsse und Gruppierungen vorgenommen worden: ATSDR (2007), DEFRA (2009), EPA (2010), Greim (2002), Hassauer und Kalberlah (1999, inkl. Addendum Schuhmacher-Wolz und Schneider, 2008), IARC (2004), Kapaj et al. (2006), Vahter et al. (2008) und WHO (2001).

Die chronischen Effekte von Arsen betreffen Hautläsionen, Entwicklungstoxizität, Neurotoxizität, Herz-Kreislaufkrankungen, Diabetes und Krebs. Insgesamt kann gesagt werden, dass anorganische Arsenverbindungen eine höhere Toxizität besitzen als organische Arsenverbindungen. Für die anorganischen Arsenverbindungen wird angenommen, dass Arsen (V) weniger toxisch ist als Arsen (III).

Der Endpunkt mit der gesundheitlich höchsten Bedeutung ist die die krebsauslösende Wirkung von Arsen. Die International Agency for Research on Cancer (IARC) hat Arsen und anorganische Arsenverbindungen als „Carcinogenic to humans“ (Group I) eingestuft (IARC, 1973, 1980). Der Kontaminanten-Ausschuss der Europäischen Lebensmittelbehörde (EFSA) hatte erklärt, dass der PTWI (provisional tolerable weekly intake) von 15 µg/kg KG/ Tag nicht mehr angemessen ist (EFSA CONTAM Panel, 2009). Ihre Datenanalyse ergab einen unteren Wert für eine Benchmarkdosis zwischen 0,3 und 8 µg/kg KG/Tag für ein um 1% erhöhtes Risiko für Lungen-, Haut- und Blasenkrebs beim Menschen. Das Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) hat 2010 basierend auf epidemiologischen Studien einen Wert von 3,0 µg/kg KG/Tag für ein um 0,5% erhöhtes Risiko von Blasenkrebs (Spannbreite 2-7 µg/kg KG/Tag entsprechend der Spannbreite der Exposition) berechnet und daraufhin die vorläufige tolerierbare wöchentliche Aufnahme (PTWI) von 15 µg/kg KG/ Tag zurückgenommen.

Entsprechend der RICHTLINIE 98/83/EG DES RATES vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch ist ein Wert von 10 µg/L (Teil B Chemische Parameter) als Grenzwert angesetzt. Dieser Wert entspricht dem Wert, der von der WHO ebenfalls angegeben wird (WHO, 2011).

Die EFSA hat 2014 eine umfassende Expositionsabschätzung für Arsen veröffentlicht. Aus den Daten dieser Expositionsabschätzung geht hervor, dass die mittlere Exposition gegenüber Arsen über Lebensmittel in Kindern bis 11 Monate, Kindern von 12 bis 35 Monate und anderen Kindern (3 bis 9

Jahre) von 0,20 - 1,37 $\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$ und die 95. Perzentile von 0,36 bis 2,09 $\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$ variiert. Die mittleren Werte für Erwachsene variierten von 0,09 bis 0,38 $\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$ und die 95. Perzentile von 0,14 bis 0,64 $\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$.

Für alle Altersgruppen mit Ausnahme der Kinder bis 11 Monate und Kinder von 12 - 15 Monate tragen Brot und Brötchen, die zur Lebensmittelgruppe 'Grain-based processed products (non rice-based)' gehören, wesentlich zur Exposition gegenüber anorganischen Arsen bei. Andere Lebensmittelgruppen, die insbesondere bei Kindern bis 11 Monate und Kinder zwischen 12 und 15 Monaten die höchsten Beiträge für die Exposition ergaben, waren Milch und Milchprodukte, Reis, sowie Trinkwasser. Verzehr von drei Portionen (90g/Tag) einer Reis-basierten Kindernahrung kann eine wichtige Quelle für anorganisches Arsen darstellen (1.59-1.96 $\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$).

Reis weist einen hohen Gehalt an anorganischem Arsen auf (Tab. 1). Die Exposition hängt jedoch auch von den Verzehrsmengen ab. Daher sind in spezifischen Altersgruppen andere Lebensmittel, die geringere Gehalte aufweisen aber in relativ hohem Ausmaß verzehrt werden, die Lebensmittel mit dem höchsten Beitrag zur Arsenexposition (z.B. Brot und Brötchen, die zur Lebensmittelgruppe 'Grain-based processed products (non rice-based)' gehören).

Die Beratungskommission der GT hat sich mit der neuen Expositionsbeurteilung der EFSA für Arsen befasst. Aus den dort dargestellten Daten wird erkenntlich, dass die Aufnahme von Arsen durch den Verzehr von Lebensmitteln hoch ist (siehe unten stehende Tabelle).

Für die gesundheitliche Bewertung von Arsen hat das CONTAM-Panel der EFSA empfohlen, den methodischen Ansatz des Margin of Exposure (MOE) anzuwenden. Wie aus Tabelle hervorgeht, liegt der MOE zwischen 2 und 89 und damit deutlich unterhalb eines MOE von 10000; dieser Wert gilt für genotoxische Kanzerogene als Hinweis eines nicht unmittelbaren Handlungsbedarfs.

Aufgrund dieses Sachverhalts bewertet die Beratungskommission der GT die Exposition mit Arsen durch Lebensmittel als ein bedeutendes gesundheitliches Risiko. Sie hält es für dringlich geboten, dass entsprechende Empfehlungen, wie die Exposition verringert werden könnte, ausgearbeitet und veröffentlicht werden.

Tabelle: Margin of Exposure (Verhältnis zwischen Dosis mit Effekt und Exposition)

Altersgruppe	Exposition via Lebensmittel ohne Trinkwasser ($\mu\text{g}/\text{kg}$ Körpergewicht)	Benchmarkdosis (BMDL) ($\mu\text{g}/\text{kg}$ Körpergewicht) eines erhöhten Risikos für Lungenkrebs um		Margin of Exposure (MOE)(BMDL/Exposition)	
		mittlerer Wert (unterer–oberer Grenzwert)	0,5% (errechnet durch JECFA)	1% (errechnet durch EFSA)	für 0,5%
Kinder (<1 Jahr)	0,24 -1,37	2-7 (3 für MOE-Berechnung verwendet)	0,3-8 (8 für MOE-Berechnung verwendet)	2-12	6-33
Kinder (1-2 Jahre)	0,32-1,17			3-9	7-25
ältere Kinder (3-9 Jahre)	0,20-0,87			3-15	9-40
Heranwachsende (10-17 Jahr)	0,12-0,48			6-25	17-66
Erwachsene (18-65 Jahre)	0,11-0,38			8-27	21-73
Ältere (65-74 Jahre)	0,09-0,34			9-33	26-89
Ältere (≥ 75 Jahre)	0,09-0,36			8-33	22-89

EFSA= European Food Safety Agency JECFA= JointFAO/WHO Expert Committee on Food Additives

Literatur

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2007)

Toxicological Profile for Arsenic

U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service

online: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.pdf>

DEFRA, Department for Environment, Food and Rural Affairs (2009)

Arsenic. In: DEFRA, Guidelines for Metals and Metalloids in Ambient Air for the Protection of Human Health. London, 17-38

online: <http://www.defra.gov.uk/environment/quality/air/airquality/panels/aqs/>

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) (2009) Scientific Opinion on Arsenic in Food. EFSA Journal 2009; 7(10):1351. [199 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2009.1351. Available online: www.efsa.europa.eu 1

EFSA (2014) Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population EFSA Journal 2014;12(3):3597[68 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2014.3597

EFSA. (2005) Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to a harmonised approach for risk assessment of substances which are both genotoxic and carcinogenic. The EFSA Journal, 282, 1-31

EPA, Environmental Protection Agency (2010) Integrated Risk Information System (IRIS) online: <http://www.epa.gov/NCEA/iris/>

Greim, H. (2002)

Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe, Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten, Loseblattsammlung, 35. Lfg.

DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft, WILEY-VCH Verlag, Weinheim

Hassauer, M.; Kalberlah, F. (1999/2008)

Arsen und Verbindungen. Mit Addendum 2008 (Schuhmacher-Wolz, U., Schneider, K.)

In: Eikmann, T.; Heinrich, U.; Heinzow, B.; Konietzka, R., Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen. Ergänzbare Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung, Kennziffer D 095, Gw. 2/99

Erich Schmidt Verlag Berlin

IARC, International Agency for Research on Cancer (2004)

IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Vol. 84. Some Drinking-Water Disinfectants and Contaminants, Including Arsenic

WHO, World Health Organization, Geneva

JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on food additives) (2010) 72nd meeting. Summary and Conclusions, issued 16th March 2010

Kapaj, S.; Peterson, H.; Liber, K.; Bhattacharya, P. (2006)

Human health effects from chronic arsenic poisoning-a review

Journal of Environmental Science and Health, Part A, 41, 2399-2428

Vahter, M. (2008)

Health effects of early life exposure to arsenic

Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology, 102, 204-211

WHO, World Health Organization (2001)

WHO/SDE/WSH/03.04/75/Rev/1 Arsenic in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality (2011)

Environmental Health Criteria 224, Arsenic and Arsenic Compounds (Second Edition)

IPCS, International Programme on Chemical Safety; World Health Organization, Geneva

Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 5.12.98 L 330/32DE RICHTLINIE 98/83/EG DES RATES vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch