



AUFNAHME VON ARSEN ÜBER LEBENSMITTEL

DIE DATEN BEZIEHEN SICH AUF DIE ANALYSIERTEN LEBENSMITTELPROBEN DER AGES, WELCHE IM RAHMEN DER AMTLICHEN KONTROLLE IM ZEITRAUM 2007 – MITTE 2014 ANALYSIERT WURDEN. DIESE RISIKOBEWERTUNG DIENT ALS GRUNDLAGE ZU WEITEREN ÜBERLEGUNGEN. BEI VORLIEGEN NEUER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE UND NEUER INFORMATIONEN WIRD EINE AKTUALISIERUNG DES BERICHTS ANGESTREBT.

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
Fachbereich Integrative Risikobewertung, Daten und Statistik
Abteilung Risikobewertung: Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien
Abteilung Statistik: Zinzendorfgasse 27/1, 8010 Graz

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

Juli, 2015

ZUSAMMENFASSUNG

Arsen ist ein weit verbreiteter Kontaminant, der wegen seiner Giftigkeit bekannt ist. In der Natur kommt es als Bestandteil vieler Mineralien vor. Der Mensch setzt Arsen z. B. durch Bergbau, Industrie und Verbrennung fossiler Brennstoffe frei. Früher wurde Arsen auch bei der Herstellung von Pflanzenschutzmitteln, Düngemitteln und Holzschutzmitteln eingesetzt. Diese Verwendung ist heute verboten. Über diese verschiedenen Wege kann Arsen in den Boden und ins Meerwasser gelangen und somit in die Lebensmittelkette. Die Hauptquelle der Arsenaufnahme für die allgemeine Bevölkerung sind Lebensmittel. Anorganisches Arsen wurde von der Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC - International Agency for Research on Cancer) in die Gruppe 1 „krebserregend für Menschen“ („carcinogenic to humans“) eingestuft, da ein Zusammenhang zwischen einer hohen Aufnahme von anorganischem Arsen mit Haut-, Lungen- und Blasenkrebs belegt werden konnte. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA – European Food Safety Authority) legte verschiedene Benchmark Dose (BMDL₀₁-Werte) im Bereich von 0,3 – 8 µg/kg Körpergewicht (KG)/Tag für die Risikocharakterisierung und die Berechnung des MOE (Margin of Exposure) fest. Beim MOE-Wert handelt es sich um das Verhältnis zwischen der Dosis, bei der eine kleine, jedoch messbare negative Auswirkung festgestellt werden kann (Referenzpunkt – BMDL) und der Gesamtaufnahme für die Verbraucherinnen und Verbraucher.

Die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) untersuchte im Zeitraum Jänner 2007 – Juni 2014 insgesamt 1080 Proben auf Gesamtarsen. Es ist jedoch wichtig, die einzelnen Arsenarten zu differenzieren, da die verschiedenen Arten eine unterschiedliche Giftigkeit aufweisen (anorganisches Arsen ist giftiger als organisches Arsen). Aus diesem Grund wurden anhand der Umrechnungsfaktoren der EFSA (2009) die Gehalte an Gesamtarsen in Gehalte an anorganischem Arsen umgerechnet. Besonders stark mit anorganischem Arsen belastet waren Reis (durchschnittlicher Gehalt an anorganischem Arsen 101 µg/kg) und Algen (1901 µg/kg). Zu dem hohen Wert bei Algen ist anzumerken, dass in Österreich bisher nur vier Algenproben auf Arsen untersucht wurden. In der Gruppe „Fische und Meeresfrüchte“ wurde zwar ein hoher durchschnittlicher Gehalt an Gesamtarsen gemessen, der Gehalt an anorganischem Arsen ist jedoch gering (31 µg/kg). Die Aufnahme von anorganischem Arsen über verschiedene Lebensmittel wurde unter Verwendung durchschnittlicher Gehalte an anorganischem Arsen in Lebensmitteln und durchschnittlicher Verzehrsmengen von Kindern, Frauen und Männern berechnet. Als bedeutendste Aufnahmequelle für anorganisches Arsen wurde für die österreichische Bevölkerung Reis identifiziert (31 % - 36 %), gefolgt von den Warengruppen „Brot und Brötchen“ und „Obst und Obstprodukte“ (10 % -15%).

Anhand der derzeit vorliegenden Daten ergab sich folgende Expositionsabschätzung für die österreichische Bevölkerung: Durchschnittlich nehmen Kinder 0,15 µg, Frauen 0,16 µg und Männer 0,13 µg anorganisches Arsen pro kg Körpergewicht und Tag auf. VielverzehrerInnen von Reis und „Brot und Brötchen“ bzw. Reis und „Obst und Obstprodukten“ nehmen durchschnittlich 0,29 µg (Kinder), 0,44 µg (Frauen) und 0,39 µg (Männer) anorganisches Arsen pro KG und Tag auf.

Die berechnete Exposition gegenüber anorganischem Arsen liegt also im Bereich der BMDL₀₁-Werte von 0,3 -8 µg/kg KG/Tag. Es ist daher kein oder nur ein geringer MOE vorhanden. Auch die EFSA stellte in ihrer Expositionsabschätzung von 2009 fest, dass bei anorganischem Arsen kein oder nur ein geringer MOE vorhanden ist, und schloss daraus, dass „ein Risiko für einige VerbraucherInnen durch die Aufnahme von anorganischem Arsen über alle Lebensmittel nicht auszuschließen ist“.

In den kommenden Jahren sollen zusätzliche Untersuchungen von reisbasierten Lebensmitteln, „Getreide und Getreideprodukten“, „Obst und Obstprodukten“, „Gemüse und Gemüseprodukten“ sowie

„Milch und Milchprodukten“ durchgeführt werden. So kann die Gesamtaufnahme für die österreichische Bevölkerung genauer abgeschätzt werden.

SUMMARY

Arsenic is a contaminant which is ubiquitously found in the environment both from natural occurrence and from anthropogenic activity. Food is the main source of arsenic for the population. The International Agency for Research on Cancer (IARC) has classified inorganic arsenic as a human carcinogen Group 1, which means carcinogenic to humans. A causal relationship between a high exposure to inorganic arsenic with skin, lung and bladder cancer is demonstrated. EFSA identified a range of benchmark dose lower confidence limit (BMDL₀₁) values between 0.3 and 8 µg/kg b.w. (body weight) per day for risk characterization.

From January 2007 – June 2014 the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES) analyzed Total Arsenic in 1080 food samples. Since the different forms of arsenic (inorganic, organic) have different toxicities it is important to differentiate the various arsenic species (inorganic arsenic is more toxic than organic arsenic). EFSA made some assumptions for the estimation of the contribution of inorganic arsenic to total arsenic which was used in this dietary exposure assessment. The highest mean concentrations of inorganic arsenic were detected in rice (101 µg/kg) and algae (1901 µg/kg). It must be mentioned that the result of the algae are based on only four analyzed samples. Fish and other seafood had high concentrations of total arsenic, but the level of inorganic arsenic was low (31 µg/kg).

The dietary exposure assessment was performed by combining average concentration of inorganic arsenic with average food consumption data of children, women and men. Rice (31 % - 36 %), “wheat bread and rolls” and “fruits and fruit products” were identified as important sources for inorganic arsenic intake for the Austrian population (10 % -15%).

The average inorganic arsenic exposure from food has been estimated to 0,15 µg/kg b.w. per day (Medium Bound) children, 0,16 µg/kg b.w. per day for women and 0,13 µg/kg b.w. per day for men. The exposure for high consumer of rice and “wheat bread and rolls” or rice and “fruits and fruit products” is estimated to 0,29 µg/kg b.w. per day (Medium Bound - children), 0,44 µg/kg b.w. per day (Medium Bound - women) and 0,39 µg/kg b.w. per day (Medium Bound - men).

The estimated dietary exposure to inorganic arsenic for average and high level consumers in Austria are within the range of the BMDL₀₁ values identified, and therefore there is little or no margin of exposure and the possibility of a risk to some consumers cannot be excluded.

In the next years rice-based food, “grain and grain products”, “fruit and fruit products”, “vegetable and vegetable products” and “milk and milk products” should be analyzed to allow a more precise assessment of the dietary exposure of inorganic arsenic in Austria.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
2	ALLGEMEINER TEIL	2
	2.1 Gesetzliche Regelungen	2
3	SPEZIELLER TEIL	3
	3.1 Arsen	3
	3.1.1 Eintragsquellen von Arsen in die Lebensmittelkette.....	3
	3.1.2 Chemische Formen von Arsen	4
	3.2 Verhalten von Arsen im Körper	4
	3.2.1 Akute und subakute Toxizität	5
	3.2.2 Chronische Toxizität	5
	3.2.2.1 Mutagenität und Kanzerogenität	5
	3.2.2.2 Entwicklungs- und Neurotoxizität	5
	3.2.3 Benchmark Dosis.....	6
	3.3 Auftretensdaten	6
	3.3.1 Analytik	6
	3.3.2 Verhältnis von anorganischem Arsen zu Gesamtarsen	7
	3.3.3 Ergebnisübersicht	7
	3.3.4 Beschreibung der Lebensmittelgruppen	12
	3.3.4.1 Besondere Nahrungsmittel	12
	3.3.4.2 Fische und Meeresfrüchte	12
	3.3.4.3 Gemüse und Gemüseprodukte	12
	3.3.4.4 Getreide und Getreideprodukte inkl. Reis	13
	3.3.4.5 Säfte	13
	3.3.4.6 Säuglings- und Kleinkindernahrung	13
	3.3.4.8 Zusammengesetzte Lebensmittel - reisbasiert	13
	3.3.4.9 Sonstige Lebensmittelgruppen	13
	3.3.4.10 Nicht untersuchte Lebensmittelgruppen	14
	3.4 Expositionsabschätzung von anorganischem Arsen	14
	3.4.1 Verzehrdaten	14
	3.4.2 Berechnung der durchschnittlichen Aufnahme von anorganischem Arsen	14
	3.4.3 Berechnung der Aufnahme von anorganischem Arsen für VielverzehrerInnen	18
	3.4.4 Vergleich der Aufnahme der österreichischen Bevölkerung mit der EU-Bevölkerung	19
	3.5 Risikocharakterisierung	19
	3.6 Unsicherheiten	20
	3.7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen	21
4	LITERATUR	23
5	RECHTSAKTE IN DER GELTENDEN FASSUNG	25

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Eintragungsquellen von Arsen in die Lebensmittelkette	3
Abbildung 2: Gehalte ($\mu\text{g}/\text{kg}$) an anorganischem Arsen.....	11
Abbildung 3: Anteil der einzelnen Lebensmittelgruppen an der Gesamtexposition (%).....	17

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Höchstgehalte anorganisches Arsen nach Verordnung (EU) 2015/1006	2
Tabelle 2: Zusammenfassung der wichtigsten Arsenformen in Lebensmitteln (mod. nach EFSA, 2009)	4
Tabelle 3: Referenzpunkte für anorganisches Arsen (EFSA, 2009)	6
Tabelle 4: Anteil von anorganischem Arsen an Gesamtarsen (EFSA, 2009).....	7
Tabelle 5: Gesamtarsengehalte ($\mu\text{g}/\text{kg}$) in verschiedenen Lebensmittelgruppen*	9
Tabelle 6: Gehalte an anorganischem Arsen ($\mu\text{g}/\text{kg}$) in verschiedenen Lebensmittelgruppen*	10
Tabelle 7: Körpergewichte der Personengruppen für die Expositionsabschätzung	14
Tabelle 8: Durchschnittliche tägliche Aufnahme von anorganischem Arsen.....	16
Tabelle 9: Anteil der einzelnen Lebensmittelgruppen an der Gesamtexposition (%)	18
Tabelle 10: Aufnahme von anorg. Arsen ($\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$) für Durchschnitts- und VielverzehrerInnen .	18
Tabelle 11: MOE-Werte bei durchschnittlichem Verzehr und im Bezug zu dem BMDL_{01} -Wertebereich von 0,3 bis 8 $\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$	20
Tabelle 12: MOE-Werte bei VielverzehrerInnen und im Bezug zu dem BMDL_{01} -Wertebereich von 0,3 bis 8 $\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$	20

1 EINLEITUNG

Arsen (As) ist ein weit verbreiteter Schadstoff, der sowohl natürlich als auch bedingt durch anthropogene Aktivitäten in der Umwelt vorkommt. Die Hauptquelle der Arsenexposition für die allgemeine Bevölkerung sind Lebensmittel. Aus diesem Grund wird der Arsengehalt von Lebensmitteln in Österreich kontinuierlich überwacht, um die Gesundheit der Konsumentinnen und Konsumenten zu schützen.

Diesem Bericht liegen AGES-Untersuchungsergebnisse des Zeitraumes Jänner 2007 – Juni 2014 zugrunde. Durch Berechnung der oralen Aufnahme von Arsen über Lebensmittel wird das gesundheitliche Risiko für die österreichische Bevölkerung, insbesondere für bestimmte Bevölkerungsgruppen abgeschätzt.

2 ALLGEMEINER TEIL

2.1 Gesetzliche Regelungen

Für Arsen sind derzeit auf EU-Ebene noch auf nationaler Ebene Höchstgehalte bzw. Aktionswerte in Lebensmitteln festgelegt. Am 25. Juni 2015 wurde die Verordnung (EU) 2015/1006 der Kommission zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte für anorganisches Arsen in Lebensmitteln veröffentlicht. Es wurden für einzelne Warengruppen wie beispielsweise Reis und Reisprodukte Höchstgehalte für anorganisches Arsen (Summe aus As(III) und As(V)) festgelegt. Die festgelegten Höchstgehalte für Arsen gelten ab dem 1. Januar 2016 (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Höchstgehalte anorganisches Arsen nach Verordnung (EU) 2015/1006

„3.5	Arsen (anorganisch) ⁽⁵⁰⁾ ⁽⁵¹⁾	mg/kg
3.5.1	Geschliffener Reis, nicht parboiled (polierter oder weißer Reis)	0,20
3.5.2	Parboiled-Reis und geschälter Reis	0,25
3.5.3	Reiskekse, Reiswaffeln, Reiskracker und Reiskuchen	0,30
3.5.4	Reis für die Herstellung von Lebensmitteln für Säuglinge und Kleinkinder ⁽³⁾	0,10“

„⁽⁵⁰⁾ Summe aus As(III) und As(V)

⁽⁵¹⁾ Reis, geschälter Reis, geschliffener Reis und Parboiled-Reis im Sinne des Codex-Standards 198-1995“

Weiters wurde die Empfehlung (EU) 2015/1381 der Kommission vom 10. August 2015 für eine Überwachung von Arsen in Lebensmitteln veröffentlicht, in der die Mitgliedstaaten das Vorkommen von Arsen in Lebensmitteln in den Jahren 2016, 2017 und 2018 überwachen sollen. Die Überwachung sollte eine große Bandbreite von Lebensmitteln umfassen, die die Verbrauchsgewohnheiten widerspiegeln, darunter Lebensmittel wie Getreidekörner, Getreideerzeugnisse (einschließlich Kleie und Keime), Obst- und Gemüsesäfte, Trinkwasser (einschließlich in Flaschen abgefülltes Wasser), Kaffee, getrocknete Teeblätter, Bier, Fisch und Meeresfrüchte, Gemüse, Algenerzeugnisse (einschließlich Hijiki), Milch, Milcherzeugnisse, Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder, Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke und Lebensmittelzusatzstoffe, um eine möglichst genaue Schätzung der Exposition zu ermöglichen.

Momentan gibt es auf weltweiter Ebene Maximalgehalte bezogen auf das Gesamtarsen für Streichfette, Öle, Mineralwasser und Salz (Codex Standard, 2013). Maximalgehalte für anorganisches Arsen für ausgewählte Lebensmittel auf weltweiter Ebene sind ebenfalls in Diskussion.

In Trinkwasser gilt in Österreich für Arsen ein Parameterwert von 10 µg/l, der in der Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch festgelegt ist (Trinkwasserverordnung, 2001). Für Mineralwässer gilt ein Grenzwert von 10 µg/l. Dieser Wert ist in der Verordnung der Bundesministerin für Frauenangelegenheiten und Verbraucherschutz über natürliche Mineralwässer und Quellwässer (Mineralwasser- und Quellwasserverordnung) (BGBl. II Nr. 309/1999 idgF) festgelegt.

3 SPEZIELLER TEIL

3.1 Arsen

Arsen (As) ist ein Halbmetall, das aus natürlichen und anthropogenen Ursprüngen in der Umwelt vorkommen kann. Natürlicherweise kommt Arsen in der Erdkruste vor, ist Bestandteil vieler Mineralien und kann über Boden, Wasser und Luft in die Lebensmittelkette gelangen. Anthropogene Quellen sind die Metallindustrie, fossile Brennstoffe sowie eisenfreies Bergwesen und Verhüttung. Verbesserungen der industriellen Prozesse in den letzten Jahren führten zu einer Abnahme der Arsenemissionen aus der Metallindustrie.

Expositionsquellen von Arsen für den Menschen sind Lebensmittel, die Umgebungsluft, Rauchen und der Boden. Eine berufsbedingte Exposition kann auch inhalativ oder dermal auftreten. Der vorliegende Bericht berücksichtigt jedoch nur die Aufnahme von Arsen über Lebensmittel.

3.1.1 Eintragsquellen von Arsen in die Lebensmittelkette

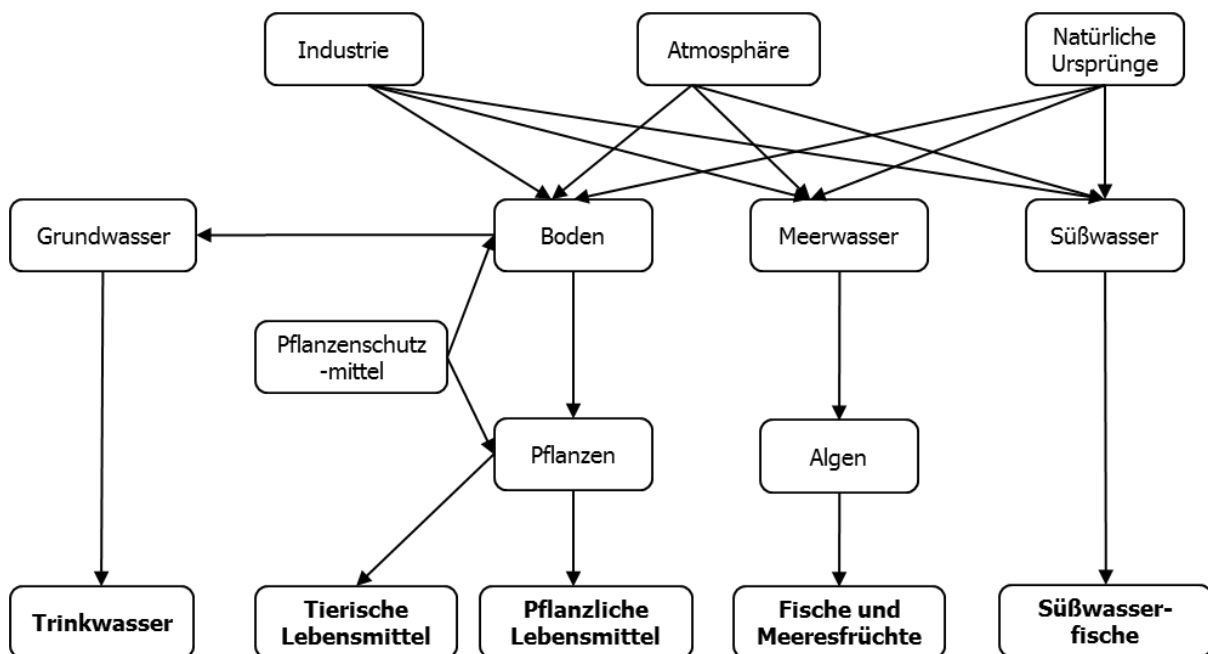


Abbildung 1: Eintragsquellen von Arsen in die Lebensmittelkette

Über industrielle Emissionen, Deposition aus der Atmosphäre und aus natürlichen Ursprüngen kann Arsen in den Boden und ins Meerwasser gelangen.

Im Meerwasser hängt die Bioakkumulation von den Umweltbedingungen, den involvierten Tier- und Pflanzenspezies, dem trophischen Status innerhalb der Nahrungskette sowie der Aufnahmeroute ab (Williams et al, 2006). Algen nehmen Arsenat aus dem Meerwasser auf, wandeln es in Arsenozucker um und reichern diese Form an (EFSA, 2009).

Gezüchtete Süßwasserfische aus Aquakulturen können ebenfalls Arsen (vor allem Arsenobetain) enthalten. Eintragungsfaktoren können arsenhaltiges Wasser und arsenhaltiges Futtermittel sein (EFSA, 2009).

Pflanzen können Arsen aus dem Boden aufnehmen oder abgelagertes Arsen absorbieren. Bestimmte Pflanzensorten können Arsen auch akkumulieren (US EPA, 1982). Blattgemüse nimmt Arsen vorwiegend über Deposition aus der Atmosphäre auf, wogegen Wurzelgemüse zusätzlich Arsen aus dem Boden aufnimmt (Larsen et al, 1992).

3.1.2 Chemische Formen von Arsen

Arsen liegt in verschiedenen anorganischen und organischen Formen vor. Im Rahmen der Lebensmittelkontrolle in der EU wird vorwiegend Gesamtarsen untersucht, ohne die verschiedenen Arsenarten zu unterscheiden, da Methoden für die Unterscheidung der Arsenarten erst im Entstehen und noch nicht im Routinebetrieb verfügbar sind. Es ist jedoch wichtig, die einzelnen Arsenarten zu differenzieren, da die verschiedenen Arten eine unterschiedliche Toxizität aufweisen. Die anorganischen Formen von Arsen (wie Arsenit und Arsenat) sind verglichen mit den organischen Formen (Arsenobetain, Arsenozucker und Arsenolipide) toxisch relevanter. In der AGES wurde die Methode für den Nachweis von anorganischem Arsen bereits entwickelt und ab 2015 werden die Lebensmittelproben auch auf anorganisches Arsen untersucht.

In Tabelle 2 ist eine Zusammenfassung der wichtigsten, in Lebensmitteln vorkommenden Arsenformen dargestellt. Andere Arsenformen können in Spuren in Lebensmitteln vorliegen.

Tabelle 2: Zusammenfassung der wichtigsten Arsenformen in Lebensmitteln (mod. nach EFSA, 2009)

Anorganisches Arsen	Summe aus As(III) und As(V)
Arsenit - As(III)	Spuren in den meisten Lebensmitteln; sehr toxisch
Arsenat - As(V)	Spuren in den meisten Lebensmitteln; vorwiegende Form in den meisten Lebensmitteln; vorwiegende Form im Wasser; sehr toxisch
Organisches Arsen	
Arsenobetain	Vorwiegende Arsenformen in Fisch und Meeresfrüchten; nicht toxisch
Arsenozucker	Vorwiegende (essbare Algen) oder bedeutende (Weichtiere) Form in vielen Fischen und Meeresfrüchten
Arsenolipide	Neu entdeckte Arsenformen in Fischöl und fettigem Fisch

3.2 Verhalten von Arsen im Körper

Arsen tritt in verschiedenen Formen auf (anorganisches Arsen mit verschiedenen Oxidationsstufen sowie organisch gebundenes Arsen). Jede Arsenform weist unterschiedliche physikalisch-chemische Eigenschaften, Bioverfügbarkeit und toxikologische Effekte auf. Von hoher Relevanz hinsichtlich der toxikologischen Eigenschaften ist das anorganische Arsen.

Anorganisches Arsen wird meistens vollständig und schnell absorbiert (ATSDR, 2007), wobei die Löslichkeit und die Gegenwart anderer Lebensmittelbestandteile einen Einfluss auf die Aufnahme haben. Organische Arsenverbindungen werden zu 70% aufgenommen (EFSA, 2009). Das aufgenommene Arsen wird – unabhängig von der Aufnahmeroute – im Körper in alle Organe verteilt, wobei auch die Plazentaschranke überschritten werden kann (Baars et al, 2001).

3.2.1 Akute und subakute Toxizität

Nach akuten (Einzeldosis) und subakuten (Exposition kürzer als 2-3 Wochen) Einnahmen von anorganischem Arsen (Arsenit oder Arsenat) kann es beim Menschen zu diversen Auswirkungen auf den Magen-Darm-Bereich, das Herz-Kreislauf-System, die Nieren sowie das Nervensystem kommen. In geringerem Ausmaß werden Effekte auf das Atemsystem, die Leber, das Blut und die Haut beobachtet. In der Literatur wird eine akute letale Dosis nach Verschlucken von 1-5 mg Arsen/kg KG (Arsenit und/oder Arsenat) (ATSDR, 2007) beschrieben.

Für subchronische Effekte liegt der LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) im Bereich von 0,05 – 0,1 mg/kg KG/Tag (ATSDR, 2007).

Für organisches Arsen liegen keine Studien hinsichtlich einer akuten Toxizität vor.

3.2.2 Chronische Toxizität

In verschiedenen Studien wird von einem kausalen Zusammenhang zwischen einer chronischen Arsenexposition durch kontaminiertes Trinkwasser und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Gefäßerkrankungen und koronaren Herzkrankheiten berichtet (ATSDR, 2007; EFSA, 2009). Weiters wird von einem erhöhten Risiko für die Entstehung von Diabetes mellitus berichtet (EFSA, 2009). Bei einer beruflichen Exposition über die Inhalationswege sind Effekte auf den Atemtrakt sowie Irritationen der Schleimhaut zu beobachten (EFSA, 2009). Berichtet wird auch von Hautläsionen, die bereits bei Trinkwasserkonzentrationen unter 100 µg/l beobachtet wurden. Da Arsen die Plazenta überschreiten kann, gibt es aufgrund von Studien aus Regionen mit kontaminiertem Trinkwasser Hinweise, dass erhöhte pränatale und postnatale Expositionen das Wachstum des Fötus und des Säuglings negativ beeinflussen können (EFSA, 2009).

3.2.2.1 Mutagenität und Kanzerogenität

Anorganisches Arsen wurde von der International Agency for Research on Cancer (IARC, 1987; IARC, 2004) in die Gruppe 1 „krebserregend für Menschen“ („carcinogenic to humans“) eingestuft. Grundlage dafür war der kausale Zusammenhang mit Haut-, Lungen- und Blasenkrebs, der in zahlreichen Studien an exponierten Arbeitern oder in Populationen mit hoher Exposition über Trinkwasser belegt werden konnte. Die chronische orale Aufnahme führt meist zu Hauttumoren, es wird jedoch auch von Blasen- und Lungentumoren berichtet. Die Mechanismen der Krebsentstehung durch anorganisches Arsen werden derzeit noch diskutiert, es wird jedoch von einem Schwellenwertmechanismus ausgegangen (IARC, 2004).

3.2.2.2 Entwicklungs- und Neurotoxizität

Eine chronische Aufnahme von niedrigen Arsendosen kann sowohl das Zentralnervensystem negativ beeinflussen als auch zu einer Verschlechterung der kognitiven Funktionen und des Lernens führen. In einigen Studien wird von intellektuellen Defiziten bei Schulkindern in Regionen mit stark belastetem Trinkwasser (über 50 µg/l) berichtet (ATSDR, 2007). In einer anderen Studie konnten bei Menschen, die in Japan als Kleinkinder durch mit Arsen kontaminierte Milch exponiert waren, auch 50 Jahre später noch ernste neurologische Auswirkungen wie Epilepsie und mentale Verzögerungen beobachtet werden (EFSA, 2009).

3.2.3 Benchmark Dosis

Das EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) veröffentlichte 2009 eine wissenschaftliche Stellungnahme zu Arsen in Lebensmitteln (EFSA, 2009). In dieser Stellungnahme kam die EFSA zu dem Schluss, dass der PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake - Vorläufig tolerierbare wöchentliche Aufnahme) von 15 µg/kg KG pro Tag, der von der JECFA 1988 festgelegt wurde, nicht mehr angemessen sei. Wegen Unsicherheiten bezüglich der Dosis-Wirkungsbeziehung werden die epidemiologischen Daten als nicht geeignet erachtet, um eine Aufnahmemenge im Sinne eines TDI (tolerierbare tägliche Aufnahmemenge) abzuleiten, die kein nennenswertes gesundheitliches Risiko birgt.

Aus diesem Grund wird für die Risikocharakterisierung der MOE - Ansatz (Margin of Exposure) empfohlen. Hierbei handelt es sich um das Verhältnis zwischen dem aus epidemiologischen Studien identifizierten Referenzpunkt und der Exposition in der Bevölkerung. Der Referenzpunkt entspricht einer Dosis, die einen vordefinierten geringfügigen, jedoch 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.

Aus epidemiologischen Studien leitete die EFSA (2009) für die Endpunkte Hautschäden, Lungenkrebs, Blasenkrebs und Hautkrebs solche Referenzwerte für die toxikologische Bewertung ab. In Tabelle 3 sind diese Referenzpunkte dargestellt.

Die niedrigsten BMDL-Werte wurden für den Endpunkt Lungenkrebs aus einer Trinkwasser-Kontroll-Studie zum Anstieg der Prävalenz für Lungenkrebs in der Bevölkerung in Chile modelliert.

Basierend auf diesen Referenzpunkten soll der Bereich von 0,3 – 8 µg/kg KG/Tag anstelle von einem einzelnen Referenzpunkt für die Risikocharakterisierung und für die Kalkulation des MOE verwendet werden (EFSA, 2009).

Tabelle 3: Referenzpunkte für anorganisches Arsen (EFSA, 2009)

Endpunkt	BMDL₀₁ (µg/kg KG/Tag)
Hautläsionen	2,2-5,7
Hautläsionen (aus einer anderen Studie)	0,93-3,7
Lungenkrebs	0,34-0,69
Blasenkrebs	3,2-7,5

3.3 Auftretensdaten

3.3.1 Analytik

Die Untersuchungen der Lebensmittelproben auf Arsen wurden und werden vom ehemaligen Kompetenzzentrum Elemente am Standort AGES Wien und von der Abteilung Elementanalytik vom AGES Institut für Tierernährung und Futtermittel in Linz mittels ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry), AAS (Atomic Absorption Spectrometry) durchgeführt.

3.3.2 Verhältnis von anorganischem Arsen zu Gesamtarsen

In der AGES werden die Gehalte an Gesamtarsen in Lebensmitteln untersucht, eine Methode zur Bestimmung der Gehalte an anorganischem Arsen steht seit 2015 zur Verfügung. Die Unterscheidung zwischen den Arsenarten ist aufgrund der unterschiedlichen Toxizität von hohem Interesse. So liegt beispielsweise in Fischen und Meeresfrüchten, die einen hohen Gesamtarsengehalt aufweisen, ein hoher Anteil als organische Form vor, die weniger toxisch ist. Deshalb sollten die verschiedenen Arsenformen und deren unterschiedliche Toxizität für eine gesundheitliche Bewertung der Arsenaufnahme für die Bevölkerung berücksichtigt werden.

Auch die EFSA befasste sich mit der Umrechnung der unterschiedlichen Arsenarten. Es konnten allerdings keine typischen Anteile von anorganischem Arsen an Gesamtarsen festgelegt werden. Aus diesem Grund und anhand der zugrundeliegenden Auftretensdaten nimmt die EFSA bestimmte Faktoren für die Anteile von anorganischem Arsen an Gesamtarsen an (Tabelle 4).

Tabelle 4: Anteil von anorganischem Arsen an Gesamtarsen (EFSA, 2009)

Lebensmittel	Anteil von anorganischem Arsen an Gesamtarsen
Lebensmittel terrestrischen Ursprungs	50 – 100% (durchschnittlich 70%)
Trinkwasser	100%
Fische	2%
Meeresfrüchte	3,5%

In Fischen und Meeresfrüchten ist der Anteil an anorganischem Arsen kleiner und tendiert je nach Art der Meeresfrüchte bei steigendem Gesamtarsengehalt zu fallen.

Die Faktoren aus Tabelle 4 werden auch bei der nachfolgenden Expositionsabschätzung für die österreichische Bevölkerung angewendet.

3.3.3 Ergebnisübersicht

Im Zeitraum Jänner 2007 bis Ende Juni 2014 wurden im Rahmen der behördlichen Überwachung insgesamt 1080 Proben auf Gesamtarsen untersucht. Dabei konnte in 303 (28%) der 1080 Proben Gesamtarsen bestimmt werden, in den anderen Proben lag der Gehalt an Gesamtarsen unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze.

In Tabelle 5 sind die durchschnittlichen Gesamtarsengehalte sowie das 95. Perzentil der Gehalte in den verschiedenen Lebensmittelgruppen dargestellt. Wie in Kapitel 3.3.2 beschrieben, verwendet die EFSA (2014) Faktoren, um das analysierte Gesamtarsen in anorganisches Arsen umzurechnen. In Tabelle 6 sind die berechneten Gehalte an anorganischem Arsen in den verschiedenen Lebensmittelgruppen ersichtlich und in Abbildung 2 sind die Gehalte graphisch dargestellt. Für die Umrechnung von Gesamtarsen auf anorganisches Arsen wurden die in Tabelle 4 angeführten Durchschnittsanteile herangezogen.

Aufgrund der eingeschränkten Datenlage sind der Vollständigkeit halber die Kennzahlen für alle Lebensmittelobergruppen dargestellt, in denen Untersuchungen durchgeführt wurden. Die Kennzahlen der Lebensmitteluntergruppen werden hingegen nur dargestellt, wenn mehr als 10 Proben untersucht wurden. Für die Expositionsrechnung wurden alle untersuchten Proben miteinbezogen, ausgenommen Wasser, da es sich bei den untersuchten Wasserproben vorwiegend um unbehandelte Wasser-

proben handelte und diese im Handel in solch einer Form nicht erhältlich sind. Dies würde somit zu einer Überschätzung der Arsenaufnahme durch Wasser führen. Es wird jedoch an dieser Stelle auf den aktuellen Österreichischen Trinkwasserbericht 2011 - 2013 verwiesen, wo auch Arsenuntersuchungen angeführt werden (Trinkwasserbericht, 2015).

Mit den Gehalten, die unterhalb der Nachweisgrenze oder Bestimmungsgrenze liegen, wurden verschiedene Szenarien (Lower Bound – LB, Medium Bound – MB, Upper Bound – UB) berechnet. Beim Ansatz des Lower Bounds wird für nicht nachweisbare bzw. nicht bestimmbare Gehalte der Wert Null gesetzt, beim Medium Bound die Hälfte der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze und beim Upper Bound die jeweilige Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze. Der Vergleich von LB, MB und UB liefert einen Eindruck über die Unsicherheiten für die geschätzte Exposition. Je stärker sich die Ergebnisse dieser Ansätze unterscheiden, desto höher ist der Anteil an linkszensierten Daten, also an Werten, die nicht nachweisbar bzw. nicht bestimmbar sind.

Tabelle 5: Gesamtarsengehalte ($\mu\text{g}/\text{kg}$) in verschiedenen Lebensmittelgruppen*

Lebensmittelgruppe	Proben anzahl	Anzahl bestimmbarer Gehalte	Mittelwert ($\mu\text{g}/\text{kg}$)		95. Perzentil ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	
			MB	LB-UB	MB	LB-UB
alkoholische Getränke	1	0	10	0-20	10	0-20
Besondere Nahrungsmittel	280	172	562	557-575	4024	4024
Fisch und Meeresfrüchte^a	79	78	2349	2349	6907	6907
(exkl. 1 Ausreißer ^b)	78	78	1372	1372	5976	5976
Fisch	55	54	3196	3196	6924	6924
(exkl. 1 Ausreißer ^b)	54	54	1719	1719	6357	6357
Krebstiere und Wasserweichtiere	24	24	663	663	1753	1753
Fleisch und Fleischprodukte	93	2	8	1-15	13	0-27
Rind- und Kalbfleisch	26	2	10	3-18	34	24-43
Schweinefleisch	54	0	6	0-13	8	0-15
Gemüse und -produkte	43	8	272	267-277	2341	2341
(Gemüse und -produkte exkl. Algen ^c)	39	4	21	16-26	26	26
(Gemüse und -produkte exkl. Algen ^c und exkl. 1 Ausreißer ^d)	38	3	7	2-12	15	15-17
Blattgemüse	20	3	36	31-41	54	54
(exkl. 1 Ausreißer ^d)	19	2	8	3-14	26	26
Algen ^c	4	4	2715	2715	3266	3266
Getreideprodukte	112	22	34	27-41	183	183
Reis	17	15	144	143-145	301	301
Brot und Brötchen	93	3	12	3-20	9	0-19
Weizenbrot und Semmel	28	0	9	0-18	9	0-19
Mischbrot und Semmel	14	0	9	0-17	9	0-19
Hülsenfrüchte	4	1	29	20-39	71	67-75
Gewürze	6	4	95	88-102	235	235
Milch und Milchprodukte (Kuhmilch)	16	3	1	0-1	1	1
nicht-alkoholische Getränke	7	0	11	0-23	26	0-52
Obst und Obstprodukte^e	23	1	7	2-12	6	0-12
Säfte	320	9	7	1-14	10	0-20
Fruchtsaft	251	5	7	0-14	10	0-20
Fruchtsaftkonzentrat ^f	13	2	2	1-3	4	4-6
Fruchtnektar	17	0	8	0-15	10	0-20
Gemischte Frucht- und Gemüsesäfte	38	2	8	1-14	10	1-20
Säuglings- und Kleinkindernahrung	79	0	33	0-66	35	0-70
Stärkehaltige Wurzeln (Kartoffeln)	12	1	6	1-12	9	5-14
Honig	3	1	17	4-29	19	10-38
Zusammengesetzte Lebensmittel – reisbasiert	2	1	160	155-164	295	294-295

* Es handelt sich um gerundete Zahlenwerte.

^a In der Obergruppe „Fisch und Meeresfrüchte“ enthalten: Fische, Krebstiere, Wasserweichtiere

^b In der Obergruppe „Fisch und Meeresfrüchte“ lag ein extremer Wert vor, daher wurden die Kennzahlen auch ohne diese Proben berechnet.

^c Vier untersuchte Algenprodukte hatten einen sehr hohen Arsengehalt, daher wurde der durchschnittliche Arsengehalt der Lebensmittelgruppe „Gemüse und -produkte“ zusätzlich auch ohne Algenproben berechnet.

Für die getrockneten Algenprodukte wurde ein Faktor von 10 miteinbezogen, um den Arsengehalt/Frischgewicht zu berechnen.

^d in der Obergruppe „Gemüse- und Gemüseprodukte“ wurde eine Spinatprobe mit einem sehr hohen Arsen-Wert ausgeschlossen.

^e für Trockenfrüchte wurde ein Faktor von 10 miteinbezogen, um den Arsengehalt/Frischgewicht zu berechnen.

^f für Fruchtsaftkonzentrate wurde ein Verdünnungsfaktor von 7 miteinberechnet.

Tabelle 6: Gehalte an anorganischem Arsen ($\mu\text{g}/\text{kg}$) in verschiedenen Lebensmittelgruppen*

Lebensmittel	Proben anzahl	Anzahl bestimmbarer Gehalte	Mittelwert ($\mu\text{g}/\text{kg}$)		95. Perzentil ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	
			MB	LB-UB	MB	LB-UB
alkoholische Getränke	1	0	7	0-14	7	0-14
Fisch und Meeresfrüchte^a	79	78	50	50	138	138
(exkl. 1 Ausreißer ^b)	78	78	31	31	120	120
Fisch	55	54	64	64	138	138
(exkl. 1 Ausreißer ^b)	54	54	40	40	127	127
Krebstiere und Wasserweichtiere	24	24	23	23	61	61
Fleisch und Fleischprodukte	93	2	6	1-10	9	0-19
Rind und Kalbfleisch	26	2	7	2-12	24	17-30
Schweinefleisch	54	0	4	0-9	5	0-11
Gemüse und -produkte	43	8	190	187-194	1639	1639
(Gemüse und -produkte exkl. Algen ^c)	39	4	15	11-19	18	18
(Gemüse und -produkte exkl. Algen ^c und exkl. 1 Ausreißer ^d)	38	3	5	1-9	10	10-12
Blattgemüse	20	3	25	21-29	38	38
(exkl. 1 Ausreißer ^d)	19	2	6	2-9	18	18
Algen ^c	4	4	1901	1901	2286	2286
Getreideprodukte	112	22	24	19-28	128	128
Reis	17	15	101	100-102	211	211
Brot und Brötchen	93	3	8	2-14	7	0-13
Weizenbrot und Semmel	28	0	6	0-13	7	0-13
Mischbrot und Semmel	14	0	6	0-12	7	0-13
Hülsenfrüchte	4	1	20	14-27	50	47-52
Gewürze	6	4	66	62-71	165	165
Milch und Milchprodukte (Kuhmilch)	16	3	0	0-1	1	1
nicht-alkoholische Getränke	7	0	8	0-16	18	0-37
Obst und Obstprodukte^e	23	1	5	1-8	4	0-8
Säfte	320	9	5	0-9	7	0-14
Fruchtsaft	251	5	5	0-10	7	0-14
Fruchtsaftkonzentrat ^f	13	2	1	0-2	3	3-4
Fruchtnektar	17	0	5	0-11	7	0-14
Gemischte Frucht- und Gemüsesäfte	38	2	5	1-10	7	0-14
Säuglings- und Kleinkindernahrung	79	0	23	0-46	25	0-149
Stärkehaltige Wurzeln (Kartoffeln)	12	1	4	1-8	6	4-10
Honig	3	1	12	3-20	13	7-27
Zusammengesetzte Lebensmittel - reisbasiert	2	1	112	108-115	206	206-207

* Es handelt sich um gerundete Zahlenwerte.

^a In der Obergruppe „Fisch und Meeresfrüchte“ enthalten: Fische, Krebstiere, Wasserweichtiere.

^b In der Obergruppe „Fisch und Meeresfrüchte“ lag ein extremer Wert vor, daher wurden die Kennzahlen auch ohne diese Proben berechnet

^c Vier untersuchte Algenprodukte hatten einen sehr hohen Arsengehalt, daher wurde der durchschnittliche Arsengehalt der Lebensmittelgruppe „Gemüse und -produkte“ zusätzlich auch ohne Algenproben berechnet

Für die getrockneten Algenprodukte wurde ein Faktor von 10 miteinbezogen, um den Arsengehalt/Frischgewicht zu berechnen.

^d In der Obergruppe „Gemüse- und Gemüseprodukte“ wurde eine Spinatprobe mit einem sehr hohen Arsen-Wert ausgeschlossen.

^e Für Trockenfrüchte wurde ein Faktor von 10 miteinbezogen, um den Arsengehalt/Frischgewicht zu berechnen.

^f Für Fruchtsaftkonzentrate wurde ein Verdünnungsfaktor von 7 miteinberechnet.

**Gehalte an anorganischem Arsen
in verschiedenen Lebensmittelgruppen**

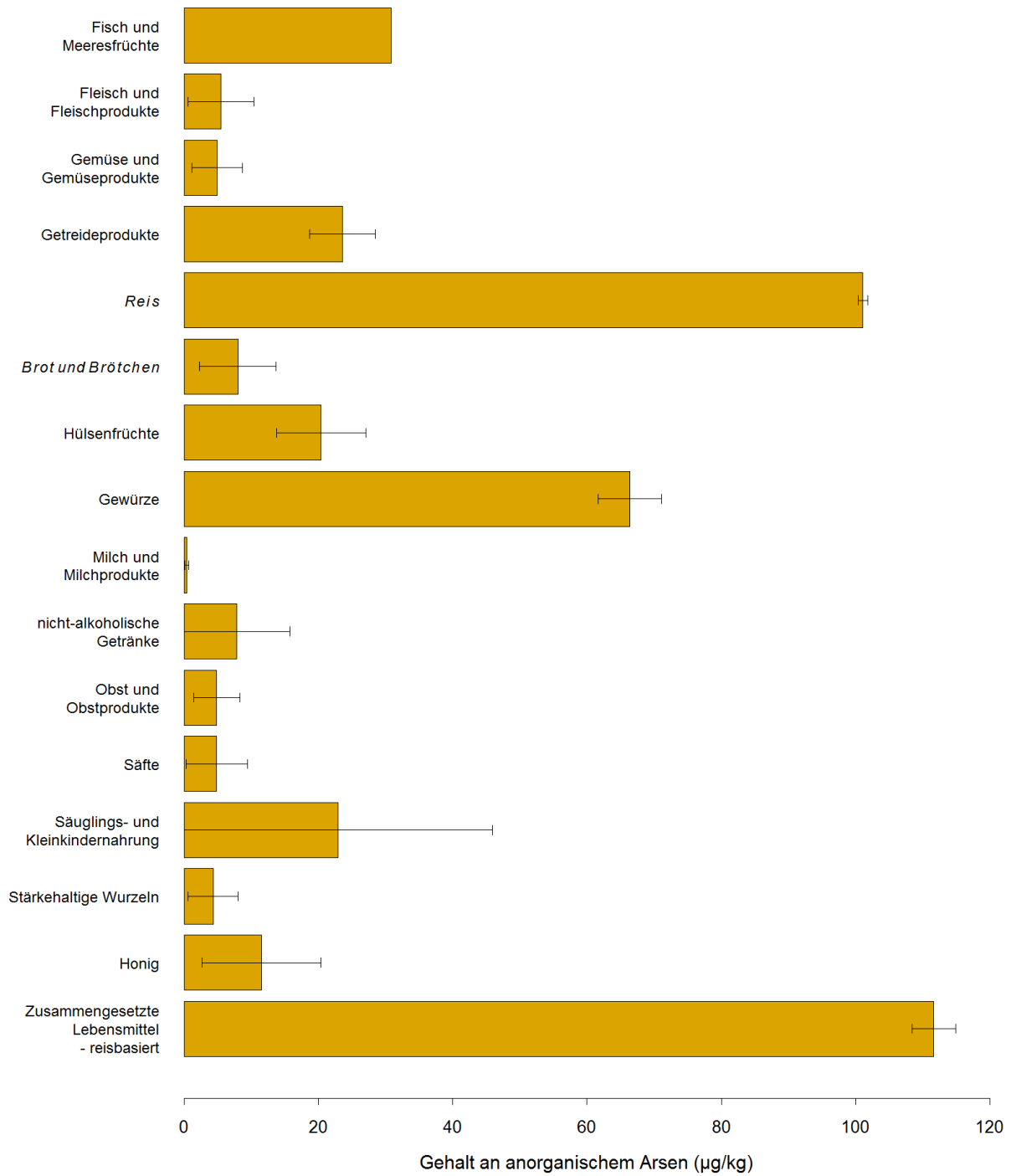


Abbildung 2: Gehalte (µg/kg) an anorganischem Arsen

3.3.4 Beschreibung der Lebensmittelgruppen

3.3.4.1 Besondere Nahrungsmittel

In der Lebensmittelgruppe „Besondere Nahrungsmittel“ wurden vorwiegend Nahrungsergänzungsmittel und Lebensmittel für besondere Zwecke untersucht, die häufig Tonerde bzw. Algen enthalten. Aus diesem Grund sind der durchschnittliche Gesamtarsengehalt mit 562 µg/kg und das 95. Perzentil mit 4024 µg/kg Gesamtarsen relativ hoch. Da es sich um eine heterogene Lebensmittelgruppe handelt und es keinen geeigneten Faktor für die Berechnung des anorganischen Arsengehaltes gibt, wurde für diese Gruppe keine Berechnung bezüglich anorganischen Arsengehalt durchgeführt.

3.3.4.2 Fische und Meeresfrüchte

In 78 von 79 untersuchten Proben konnte Arsen bestimmt werden. In dieser Lebensmittelgruppe wurden einige höhere Gehalte (im Bereich von 5000 – 10000 µg/kg) gemessen, weiters gab es einen sehr hohen Ausreißer. Aus diesem Grund wurden die Kennzahlen sowohl für die gesamte Lebensmittelgruppe **Fische und Meeresfrüchte** als auch für die Lebensmittelgruppe ausgenommen dem Ausreißer berechnet. Der durchschnittliche Gesamtarsengehalt liegt bei 2349 µg/kg, das 95. Perzentil bei 6907 µg/kg. Nach Ausschluss des Ausreißers lag der Mittelwert des Gesamtarsengehalts bei 1372 µg/kg und das 95. Perzentil bei 5976 µg/kg. Wird der Gesamtarsengehalt auf anorganisches Arsen umgerechnet, so liegt der durchschnittliche Gehalt der Lebensmittelgruppe Fisch und Meeresfrüchte bei 50 µg/kg, das 95. Perzentil bei 138 µg/kg (nach Ausschluss des Ausreißers bei 31 µg/kg bzw. 120 µg/kg bezogen auf das 95. Perzentil).

Der durchschnittliche Gesamtarsengehalt bei **Fischen** liegt bei 3196 µg/kg, das 95. Perzentil bei 6924 µg/kg. Die Berechnung exklusive den Ausreißer ergibt durchschnittlich 1719 µg/kg bzw. bezogen auf das 95. Perzentil 6357 µg/kg Gesamtarsen. Der durchschnittliche Gehalt an anorganischem Arsen liegt bei 64 µg/kg, das 95. Perzentil bei 138 µg/kg. Nach Ausschluss des Ausreißers beträgt der anorganische Arsengehalt in Fisch 40 µg/kg und das 95. Perzentil 127 µg/kg.

In allen vorliegenden **Krebstieren und Wasserweichtieren** konnte Arsen bestimmt werden. Der durchschnittliche Gesamtarsengehalt liegt bei 663 µg/kg und das 95. Perzentil 1753 µg/kg. Der durchschnittliche Gehalt an anorganischem Gehalt beträgt 23 µg/kg und das 95. Perzentil 61 µg/kg.

3.3.4.3 Gemüse und Gemüseprodukte

In der Gruppe „Gemüse und Gemüseprodukte“ wurden neben verschiedenen Frucht-, Blatt-, Zwiebel- und Kohlgemüsearten auch vier getrocknete Algenproben untersucht. Dabei wurde ein Faktor von 10 für die Umrechnung von Trocken- auf Frischgewicht miteinbezogen. Vor allem die **Algenprodukte** und eine Blattspinatprobe sind verantwortlich für den hohen Arsengehalt in der gesamten Lebensmittelgruppe (durchschnittlicher Gesamtarsengehalt 272 µg/kg für die gesamte Lebensmittelgruppe vs. 21 µg/kg für die Lebensmittelgruppe ausgenommen Algen vs. 7 µg/kg für die Lebensmittelgruppe ausgenommen Algen und einer Blattspinatprobe (Ausreißer)). Die Kennzahlen der untersuchten Algenprodukte werden deshalb auch separat dargestellt. Sie weisen einen hohen durchschnittlichen Gesamtarsengehalt von 2715 µg/kg (durchschnittlicher Gehalt an anorganischem Arsen 1901 µg/kg) auf. Die Spinatprobe welche als Ausreißer Wert von den Berechnungen entfernt hat einen Gesamtarsengehalt von 558 µg/kg und war im Vergleich zu den restlichen Spinatproben sehr hoch, da in allen anderen Proben der Gehalt unter der Bestimmungsgrenze war. Die Untergruppe **Blattgemüse** hat mit dem hohen Ausreißer-Wert einen durchschnittlichen Gesamtarsengehalt von 36 µg/kg und ohne diese Spinatprobe beträgt der durchschnittliche Gesamtarsengehalt 8 µg/kg. Der durchschnittliche

anorganische Arsengehalt beträgt bei Blattgemüse mit der Spinatprobe mit dem hohen Wert 25 µg/kg und ohne Ausreißer-Wert beträgt der anorganische Arsengehalt 6 µg/kg.

3.3.4.4 Getreide und Getreideprodukte inkl. Reis

In dieser Lebensmittelgruppe werden sowohl Reis als auch Backwaren zusammengefasst. In **Reis** konnte in 15 der untersuchten 17 Proben Arsen bestimmt werden, der durchschnittliche Gehalt liegt bei 144 µg/kg, das 95. Perzentil bei 301 µg/kg. Der Gehalt an anorganischem Arsen in Reis liegt bei 101 µg/kg (Mittelwert) bzw. 211 µg/kg (95. Perzentil). Dies entspricht auch den Auftretensdaten der EFSA. In **Backwaren** (Brot und Brötchen) konnte nur in wenigen Proben Arsen bestimmt werden.

3.3.4.5 Säfte

Von 320 untersuchten Proben konnte in 9 Proben Arsen bestimmt werden, der durchschnittliche Gesamtarsengehalt liegt dabei bei 7 µg/kg, das 95. Perzentil bei 10 µg/kg. Für die Gehalte an anorganischem Arsen liegen die Werte bei 5 bzw. 7 µg/kg. Bei Fruchtsaftkonzentraten wurde ein Verdünnungsfaktor von 7 miteinberechnet.

3.3.4.6 Säuglings- und Kleinkindernahrung

In allen 79 untersuchten Proben konnte kein Arsen bestimmt werden (< Bestimmungsgrenze).

3.3.4.8 Zusammengesetzte Lebensmittel - reisbasiert

Zwei reisbasierte Lebensmittel wurden untersucht, davon konnte in einer Probe Arsen bestimmt werden.

3.3.4.9 Sonstige Lebensmittelgruppen

Von 93 untersuchten Proben „**Fleisch und Fleischprodukte**“ konnte nur in zwei Proben Arsen bestimmt werden. Der durchschnittliche Gehalt aller Proben liegt bei 8 µg/kg (Gesamtarsen) bzw. 6 µg/kg (anorganisches Arsen).

Von den vier untersuchten Proben „**Hülsenfrüchte**“ konnte lediglich in einer Probe Arsen bestimmt werden.

In vier der sechs untersuchten Proben der Lebensmittelgruppe „**Gewürze**“ konnte Arsen bestimmt werden, der durchschnittliche Arsengehalt liegt dabei bei 95 µg/kg, der durchschnittliche Gehalt an anorganischem Arsen bei 66 µg/kg.

In der Lebensmittelgruppe „Milch und Milchprodukte“ wurden 16 **Kuhmilchproben** untersucht, die bestimmbaren Arsengehalte liegen nur knapp über der Bestimmungsgrenze.

In den sieben untersuchten **nicht-alkoholischen Getränken** konnte kein Arsen bestimmt werden.

In den 23 untersuchten Proben „**Obst und Obstprodukte**“ konnte nur in einer Probe Arsen bestimmt werden.

In der Gruppe „Stärkehaltige Wurzeln“ wurden ausschließlich **Kartoffeln** untersucht. Es konnte lediglich in einer Probe Arsen bestimmt werden.

Es wurden lediglich 3 Proben **Honig** untersucht, davon konnte in einer Probe Arsen bestimmt werden.

3.3.4.10 Nicht untersuchte Lebensmittelgruppen

In der Gruppe „Alkoholische Getränke“ wurde nur eine Probe untersucht. Aus den Lebensmittelgruppen „Eier und Eiprodukte“, „Fette und Öle“ sowie „Snacks, Desserts“ wurden gar keine Proben untersucht. Die EFSA (2014) berechnet für diese Gruppen durchschnittliche Gehalte an anorganischem Arsen im Bereich von 1-10 µg/kg (alkoholische Getränke), 5 µg/kg (Eier und Eiprodukte), 7-23 µg/kg (Fette und Öle) bzw. 4-81 µg/kg (Snacks).

3.4 Expositionsabschätzung von anorganischem Arsen

3.4.1 Verzehrsdaten

Zur Abschätzung der Arsenaufnahme der österreichischen Bevölkerung wurden die im österreichischen Ernährungsbericht 2008 erhobenen Verzehrsmengen (Elmadfa et al., 2009) herangezogen. Das Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien hat diese Erhebungen durchgeführt und einen Teil der österreichischen Bevölkerung zu ihren Ernährungsgewohnheiten befragt. Für Erwachsene wurden die Verzehrsdaten in einem 24-Stunden-Recall und für Kinder mit einem 3-Tage-Schätzprotokoll erhoben.

In Tabelle 7 sind die jeweiligen Körpergewichte dargestellt, die für die Expositionsberechnung verwendet wurden.

Tabelle 7: Körpergewichte der Personengruppen für die Expositionsabschätzung

Personengruppe	Alter (Jahre)	Körpergewicht (kg)
Kinder	6-15	39,7
Frauen	19-65	63,6
Männer	19-65	81,5

3.4.2 Berechnung der durchschnittlichen Aufnahme von anorganischem Arsen

In Tabelle 8 ist die durchschnittliche tägliche Aufnahme von anorganischem Arsen des Gesamtkollektivs für die drei Bevölkerungsgruppen Kinder, Frauen und Männer zu sehen. Die durchschnittliche Aufnahme wurde mit dem durchschnittlichen Verzehr der jeweiligen Bevölkerungsgruppe und mit den durchschnittlichen Gehalten an anorganischem Arsen der jeweiligen Lebensmittelgruppe berechnet.

Die Expositionsabschätzung wurde aufgrund der geringen Datenlage in den Lebensmitteluntergruppen nur für die Lebensmitteloberguppen berechnet. Ausnahme ist die Lebensmittelgruppe „Getreide und Getreideprodukte“, in der ausschließlich Reis sowie Brot und Gebäck untersucht wurden. Da die Arsenaufnahme über Reis von Interesse ist, wurden bei dieser Lebensmittelgruppe Reis sowie Brot und Gebäck separat dargestellt.

Nicht berücksichtigt wurde die Aufnahme über die Gruppen „Säuglings- und Kleinkindernahrung“, „Besondere Nahrungsmittel“ sowie „Zusammengesetzte Lebensmittel“ aufgrund der fehlenden bzw. nicht repräsentativen Verzehrdaten sowie die Lebensmittelgruppen, in denen keine Proben analysiert wurden.

Bei der Lebensmittelgruppe „Fisch und Meeresfrüchte“ wurde die Exposition ohne den extrem hohen Ausreißer berechnet, ebenso wurden in der Lebensmittelgruppe „Gemüse und Gemüseprodukte“ die vier untersuchten Algenproben ausgeschlossen, da keine Verzehrdaten dazu vorliegen und ein hoher Messwert bei einer Blattspinat Probe wurde als Ausreißer in die Berechnungen ebenfalls nicht miteinbezogen.

Im Falle der Anwendung des Medium Bound-Ansatzes, demnach für nicht nachweisbare bzw. nicht bestimmbare Ergebnisse die halbe Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze gesetzt wird, beträgt die Gesamtaufnahme von anorganischem Arsen bei Kindern durchschnittlich 0,15 µg/kg KG/Tag, bei Frauen 0,16 µg/kg KG/Tag und bei Männern 0,13 µg/kg KG/Tag. Tabelle 8 stellt die durchschnittliche tägliche Aufnahmemenge über die einzelnen Lebensmittelgruppen dar, zusätzlich auch für den Lower Bound Ansatz sowie den Upper Bound Ansatz.

Der Beitrag der einzelnen Lebensmittelgruppen an der Gesamtaufnahme (MB) von anorganischem Arsen ist der

Tabelle 9 zu entnehmen. In Abbildung 3 ist dies graphisch dargestellt. Die höchste Aufnahmemenge für Kinder wird über die Lebensmittelgruppe Reis berechnet (0,0369 µg/kg KG/Tag). Auch für Frauen und Männer stellt Reis eine bedeutende Aufnahmequelle dar (0,0366 bzw. 0,0347 µg/kg KG). Eine weitere wichtige Aufnahmequelle stellt mit einer durchschnittlichen Aufnahme von 0,0149 µg/kg KG/Tag für Kinder und mit 0,0132 µg/kg KG/Tag für Männer die Lebensmittelgruppe „Brot und Brötchen“ dar. Für Frauen stellt die Lebensmittelgruppe „Obst und Obstprodukte“ mit durchschnittlicher Aufnahme von 0,0170 µg/kg KG/Tag dar. Die restlichen Lebensmittelgruppen leisten nur einen geringeren Beitrag zur Gesamtaufnahme von anorganischem Arsen.

Tabelle 8: Durchschnittliche tägliche Aufnahme von anorganischem Arsen

	Durchschnittliche tägliche Aufnahme von anorganischem Arsen (µg/kg KG/Tag)					
	Kinder		Frauen		Männer	
	MB	LB-UB	MB	LB-UB	MB	LB-UB
Fisch und Meeresfrüchte	0,0073	0,0073	0,0065	0,0065	0,0047	0,0047
Fleisch und Fleischprodukte	0,0027	0,0003-0,0052	0,0023	0,0003-0,0044	0,0037	0,0004-0,0069
Gemüse und Gemüseprodukte	0,0098	0,0023-0,0172	0,0148	0,0036-0,0261	0,0099	0,0024-0,0176
Getreide und Getreideprodukte						
Reis	0,0369	0,0366-0,0371	0,0366	0,0364-0,0369	0,0347	0,0344-0,0349
Brot und Brötchen	0,0149	0,0043-0,0254	0,0127	0,0036-0,0217	0,0132	0,0038-0,0225
Hülsenfrüchte	0,0015	0,0010-0,0019	0,0033	0,0022-0,0044	0,0018	0,0012-0,0024
Gewürze	0,0011	0,0010-0,0012	0,0016	0,0015-0,0018	0,0011	0,0011-0,0012
Milch und Milchprodukte	0,0010	0,0004-0,0017	0,0005	0,0002-0,0008	0,0003	0,0001-0,0006
nicht-alkoholische Getränke	0,0142	0,0000-0,0285	0,0037	0,0000-0,0074	0,0076	0,0000-0,0151
Obst und Obstprodukte	0,0124	0,0036-0,0211	0,0170	0,0050-0,0291	0,0103	0,0030-0,0176
Säfte	0,0126	0,0008-0,0245	0,0079	0,0005-0,0154	0,0066	0,0004-0,0127
Stärkehaltige Wurzeln	0,0043	0,0007-0,0080	0,0035	0,0005-0,0065	0,0030	0,0004-0,0055
Honig	0,0003	0,0001-0,0005	0,0005	0,0001-0,0008	0,0003	0,0001-0,0006
Gesamt	0,12	0,06-0,18	0,11	0,06-0,16	0,10	0,05-0,14

Abbildung 3: Anteil der einzelnen Lebensmittelgruppen an der Gesamtexposition (%)

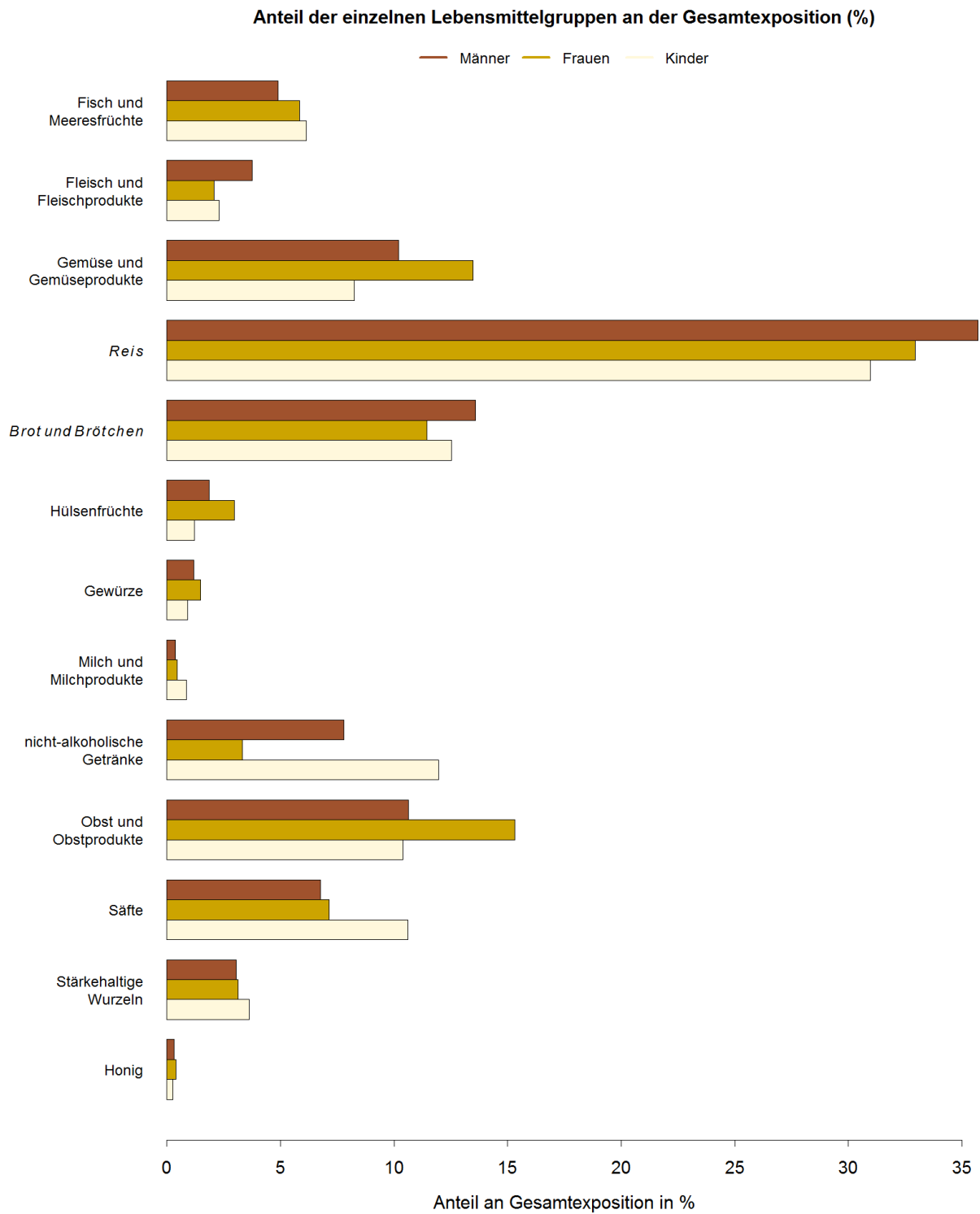


Tabelle 9: Anteil der einzelnen Lebensmittelgruppen an der Gesamtexposition (%)

	Anteil an der Gesamtexposition (%)		
	Kinder	Frauen	Männer
Fisch und Meeresfrüchte	6,13	5,83	4,88
Fleisch und Fleischprodukte	2,30	2,09	3,76
Gemüse und Gemüseprodukte	8,24	13,48	10,19
Getreide und Getreideprodukte			
Reis	30,96	32,93	35,69
Brot und Brötchen	12,54	11,44	13,57
Hülsenfrüchte	1,22	2,98	1,85
Gewürze	0,91	1,48	1,17
Milch und Milchprodukte	0,86	0,44	0,36
nicht-alkoholische Getränke	11,96	3,33	7,78
Obst und Obstprodukte	10,38	15,32	10,62
Säfte	10,61	7,14	6,76
Stärkehaltige Wurzeln	3,63	3,14	3,04
Honig	0,25	0,41	0,33

3.4.3 Berechnung der Aufnahme von anorganischem Arsen für VielverzehrerInnen

Für die Abschätzung der Aufnahme bei VielverzehrerInnen (KonsumentInnen, die aufgrund ihres Verzehrverhaltens höher exponiert sein können) wurde in Anlehnung an die EFSA (EFSA, 2011) für jene beiden Lebensmittelgruppen, die am stärksten zur durchschnittlichen Gesamtaufnahme beitragen, anstelle der mittleren Verzehrmenge das 95. Perzentil (User) herangezogen. Bei den Kindern und Männern entspricht das den beiden Lebensmittelgruppen „Reis“ sowie „Brot und Brötchen“ und bei den Frauen „Reis“ und „Obst und Obstprodukte“.

In Tabelle 10 ist die Aufnahme von anorganischem Arsen für DurchschnittsverzehrerInnen gegenüber jener der VielverzehrerInnen dargestellt. Verglichen mit der durchschnittlichen Aufnahme nehmen Kinder etwa das Zweifache, Erwachsene etwa das Dreifache an anorganischem Arsen auf.

Tabelle 10: Aufnahme von anorg. Arsen ($\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$) für Durchschnitts- und VielverzehrerInnen

	Durchschnittliche Aufnahme von anorganischem Arsen ($\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$)		Aufnahme von anorganischem Arsen für VielverzehrerInnen ($\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$)	
	MB	LB-UB	MB	LB-UB
Kinder	0,15	0,08-0,22	0,29	0,22-0,37
Frauen	0,16	0,09-0,22	0,44	0,37-0,52
Männer	0,13	0,07-0,18	0,39	0,33-0,44

3.4.4 Vergleich der Aufnahme der österreichischen Bevölkerung mit der EU-Bevölkerung

Die EFSA (2014) berechnet die Aufnahme von anorganischem Arsen anhand europäischer Auftretensdaten und Verzehrdaten.

Sie kommt zu dem Ergebnis, dass Kinder täglich durchschnittlich zwischen 0,20-1,37 µg/kg KG Arsen aufnehmen und Vielverzehrer zwischen 0,36-2,09 µg/kg KG/Tag. Zu den Hauptaufnahmequellen zählen Reis, Milch und Milchprodukte sowie Trinkwasser. Erwachsene nehmen laut EFSA (2014) täglich durchschnittlich 0,09-0,38 µg/kg KG auf, Vielverzehrer 0,14-0,64 µg/kg KG/Tag. Hauptaufnahmequellen sind Getreideprodukte (Weizenbrot), Reis, Milch und Milchprodukte sowie Trinkwasser.

Die geschätzte Gesamtaufnahme für die österreichische Bevölkerung liegt somit etwas niedriger als die von der EFSA berechnete. Diese Tatsache kann darauf zurückgeführt werden, dass nicht alle Lebensmittelgruppen für die Expositionsabschätzung berücksichtigt wurden. Weiters liegen in Österreich für manche Lebensmittelgruppen nur wenige Auftretensdaten vor.

3.5 Risikocharakterisierung

Die EFSA empfiehlt, für die Risikocharakterisierung von Arsen den MOE-Ansatz zu wählen und den Bereich von 0,3-8 µg/kg KG/Tag als Referenzbereich zu verwenden (vgl. Kapitel 3.2.3). Der Margin of Exposure (MOE) wird aus dem Verhältnis der Benchmark Dose Lower Limit (BMDL) zur geschätzten Exposition der einzelnen Bevölkerungsgruppen gegenüber anorganischem Arsen kalkuliert.

Für Kinder liegt beim durchschnittlichen Verzehr die Gesamtaufnahme von anorganischem Arsen bei 0,08 bis 0,22 µg/kg KG/Tag (LB bis UB), für Frauen bei 0,09 bis 0,22 µg/kg KG/Tag (LB bis UB) und für Männern bei 0,07 bis 0,18 µg/kg KG/Tag (LB bis UB). Bei Betrachtung der Vielverzehrer beträgt die Gesamtaufnahme von anorganischem Arsen für Kinder 0,22 bis 0,37 µg/kg KG/Tag (LB bis UB), für Frauen 0,37 bis 0,52 µg/kg KG/Tag (LB bis UB) und für Männer 0,33 bis 0,44 µg/kg KG/Tag (LB bis UB).

Diese geschätzten Aufnahmemengen liegen im unteren Bereich der aus epidemiologischen Studien abgeleiteten BMDL₀₁-Werte von 0,3 bis 8 µg/kg KG/Tag.

Die kalkulierten MOE-Werte für den Durchschnittsverzehrer sind in Tabelle 11 dargestellt, die kalkulierten MOE-Werte für den Vielverzehrer in Tabelle 12. Die Exposition der jeweiligen Bevölkerungsgruppen ist in Bezug zu dem BMDL₀₁-Wertebereich von 0,3 bis 8 µg/kg KG/Tag (EFSA, 2009) als toxikologischen Referenzwert gesetzt. Die MOE-Werte sind gerundet.

Die niedrigen MOE-Werte zeigen, dass nur ein geringer Abstand zwischen dem im Expositionsmodell geschätzten Aufnahmemengen und den aus epidemiologischen Studien abgeleiteten toxikologischen Referenzwerten (0,3 bis 8 µg/kg KG/Tag) besteht. Nach EFSA (2009) ist „kein oder nur ein geringer MOE vorhanden, weswegen ein Risiko für einige VerbraucherInnen durch die Aufnahme von anorganischem Arsen über alle Lebensmittel nicht auszuschließen ist“.

Tabelle 11: MOE-Werte bei durchschnittlichem Verzehr und im Bezug zu dem BMDL₀₁-Wertebereich von 0,3 bis 8 µg/kg KG/Tag

Bevölkerungsgruppe	Aufnahme von anorganischem Arsen (µg/kg KG/Tag) für DurchschnittsverzehrerInnen			MOE		
	LB	MB	UB	LB	MB	UB
Kinder	0,08	0,15	0,22	3,7 – 99,4	2,0 – 53,9	1,4 - 37
Frauen	0,09	0,16	0,22	3,2 – 85,2	1,9 – 51,4	1,4 – 36,9
Männer	0,07	0,13	0,18	4,0 – 107,2	2,4 - 63	1,7 – 44,6

Tabelle 12: MOE-Werte bei VielverzehrerInnen und im Bezug zu dem BMDL₀₁-Wertebereich von 0,3 bis 8 µg/kg KG/Tag

Bevölkerungsgruppe	Aufnahme von anorganischem Arsen (µg/kg KG/Tag) für VielverzehrerInnen			MOE		
	LB	MB	UB	LB	MB	UB
Kinder	0,22	0,29	0,37	1,37 – 36,40	1,02 – 27,14	0,81 – 21,65
Frauen	0,37	0,44	0,52	0,81 – 21,71	0,68 – 18,04	0,58 – 15,43
Männer	0,33	0,39	0,44	0,92 – 24,45	0,78 – 20,73	0,68 – 18,00

3.6 Unsicherheiten

In der vorliegenden Expositionsabschätzung gibt es einige Unsicherheiten, die Auswirkungen auf das Ergebnis der Aufnahme von anorganischem Arsen haben können.

In den Lebensmitteln wird derzeit Gesamtarsen untersucht, für die Umrechnung in anorganisches Arsen müssen Annahmen getroffen werden.

In einigen Lebensmittelgruppen gibt es nur wenige bzw. nicht repräsentative Auftretensdaten. Deshalb ist es zukünftig nötig, weitere Untersuchungen durchzuführen. Vor allem sollen Lebensmittel, die als wichtige Aufnahmequellen identifiziert wurden, weiter analysiert werden. Über reisbasierte Lebensmittel bzw. Reisprodukte wie Reiswaffeln können derzeit keine Aussagen getroffen werden. Andere Lebensmittelgruppen, die zukünftig verstärkt analysiert werden sollen, sind Getreide und Getreideprodukte, Obst und Obstprodukte, Gemüse und Gemüseprodukte sowie Milch und Milchprodukte.

In diesem Bericht sind keine Trinkwasserproben enthalten, da es sich bei den untersuchten Trinkwasserproben hauptsächlich um unbehandelte Proben handelt, welche direkt von der Quelle entnommen wurden. Somit handelt es sich nicht um abgefülltes Wasser bzw. Leitungswasser, wie der Konsument dieses im Supermarkt kaufen kann oder zuhause konsumiert. Es gibt zusätzlich einen Trinkwasserbericht für Österreich, in dem Arsen Untersuchungen in Trinkwasser angeführt sind (Trinkwasserbericht, 2015). EFSA beschreibt in ihrem Scientific Report „Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population“, dass vor allem Trinkwasser einen großen Beitrag zur Arsenaufnahme beitragen kann, vor allem durch den hohen Konsum von Wasser (EFSA, 2014).

Für manche Lebensmittelgruppen wie beispielsweise Algen sind keine Verzehrdaten verfügbar. Somit wurden diese in der Expositionsabschätzung nicht berücksichtigt.

Da viele Analysenwerte (72%) unterhalb der Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze liegen, ist der Umgang mit diesen Daten von großer Relevanz.

3.7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die niedrigen MOE-Werte zeigen, dass nur ein geringer Abstand zwischen dem im Expositionsmodell geschätzten Aufnahmemengen und den aus epidemiologischen Studien abgeleiteten toxikologischen Referenzwerten (0,3 bis 8 µg/kg KG/Tag) besteht. Nach EFSA (2009) ist „kein oder nur ein geringer MOE vorhanden, weswegen ein Risiko für einige VerbraucherInnen durch die Aufnahme von anorganischem Arsen über alle Lebensmittel nicht auszuschließen ist“.

Aus diesen niedrigen MOE-Werten bezüglich möglicher kanzerogener Wirkungen von anorganischem Arsen bei langfristiger Aufnahme resultiert eine hohe Priorität zur Reduktion der Exposition der einzelnen Bevölkerungsgruppen.

Die Aufnahmemengen von Arsen könnten gegebenenfalls noch höher sein, da aus Mangel an Auftretensdaten einige Lebensmittelgruppen nicht in die Expositionsabschätzung eingeflossen sind. Über reisbasierte Lebensmittel bzw. Reisprodukte wie Reiswaffeln können derzeit keine Aussagen getroffen werden. Gerade aber auf Reiswaffeln und deren außergewöhnlich hohe Gehalte an anorganischem Arsen verweist die EFSA in ihrer Stellungnahme aus dem Jahre 2014. Zudem gehören Reiswaffeln zu beliebten Zwischenmahlzeiten für Kinder.

Es wird daher empfohlen, in den kommenden Jahren weitere Untersuchungen von reisbasierten Lebensmitteln bzw. Reisprodukten, aber auch von Getreide und Getreideprodukten, Obst und Obstprodukten, Gemüse und Gemüseprodukten sowie Milch und Milchprodukten durchzuführen. Dabei soll zusätzlich zum Gesamtarsen auch das anorganische Arsen betrachtet werden.

Die Gesamtaufnahme für die österreichische Bevölkerung kann dadurch exakter abgeschätzt werden und konkretere Maßnahmen wie etwaige Verzehrsempfehlungen für Reiswaffeln, speziell für Kinder, auf Basis der österreichischen Datenlage abgeleitet werden.

Es ist Tatsache, dass Reis und Reisprodukte im Vergleich zu anderen Lebensmitteln einen höheren Arsengehalt haben. Die KonsumentInnen sollen bezüglich Arsen in Reis und Reisprodukten jedoch nicht verunsichert werden, da die Aufnahme von Arsen reduziert werden kann.

EFSA empfiehlt, dass Reis vor dem Kochen oder Dämpfen gut mit Wasser gewaschen werden soll, da dadurch der Arsen Gehalt reduziert werden könnte (EFSA, 2015).

VerbraucherInnen wird empfohlen bei der Auswahl von Lebensmitteln generell auf Abwechslung und Vielfalt zu achten. Vor allem bei Getreidearten sollte auf Vielfalt geachtet werden. Als Alternativen zu Reis kann zum Beispiel abwechselnd Weizen (z.B. in Form von Bulgur, Cous Cous), Roggen, Hafer,

Rollgerste, Einkorn, Emmer, Grünkern, Amaranth, Quinoa, Buchweizen, Maisgrieß (Polenta),...konsumiert werden.

Eltern wird empfohlen, ihren Kindern nicht ausschließlich reisbasierte Gerichte, wie Reisbrei und Reisgetränke zu geben. Als Zwischenmahlzeiten sollten dem Kind nur gelegentlich und nicht täglich Reiswaffeln angeboten werden, und die Ernährung soll mit anderen Getreidesorten abgewechselt werden. ESPGHAN (European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition) empfiehlt, dass Säuglinge und Kleinkinder Reisgetränke nicht konsumieren sollen, damit die Arsenaufnahme möglichst gering ist (Hojsak et al., 2015). Auch die Food Standards Agency des Vereinigten Königreichs (FSA UK) empfiehlt Reisgetränke nicht als Ersatz für Muttermilch, Säuglingsanfangsnahrung und Kuhmilch für Kleinkinder (1 – 4 jährige) zu verwenden. Reisgetränke werden aus ernährungsphysiologischen Gründen für Kleinkinder nicht empfohlen als auch wegen der möglichen Aufnahme von anorganischem Arsen (FSA, 2009).

Auch das österreichische Programm „Richtig Essen von Anfang an!“ empfiehlt im ersten Lebensjahr auf Reisgetränke zu verzichten, da diese vom Nährstoffprofil der Muttermilch stark abweichen und zugesetzten Zucker enthalten können. Reisgetränke sind daher als Muttermilchersatz gänzlich ungeeignet (REVAN, 2013).

4 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. Atlanta, GA.

Baars AJ, Theelen RMC, Janssen PJCM, Hesse JM, van Apeldoorn ME van, Meijerink MCM, Verdam L, Zeilmaker MJ, 2001. Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels, RIVM-report no. 711701025, March 2001; Bilthoven, The Netherlands.

Codex General Standard For Contaminants And Toxins In Food And Feed; Codex Standard 193-1995; Revision 1997, 2006, 2008, 2009. Amendment 2010, 2012, 2013. p. 31 http://www.codexalimentarius.org/download/standards/17/CXS_193e.pdf

EFSA (European Food Safety Authority), 2009: EFSA (European Food Safety Authority) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), 2009: Scientific Opinion on Arsenic in Food. EFSA Journal 7(10):1351. 1-199. <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/1351.htm>

EFSA (European Food Safety Authority), 2014: Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. EFSA Journal 12(3):3597. 1-68. <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/3597.htm>

EFSA (European Food Safety Authority), 2015: Chemicals in food 2015: Overview of Data Collection Reports. In: Arsenic in food and drinking water: 16-19. <http://www.efsa.europa.eu/en/corporate/pub/chemfood15.htm> Elmadfa I, Freisling H, Nowak V, Hofstätter D et al., 2009. Österreichischer Ernährungsbericht 2008. Institut für Ernährungswissenschaften, Universität Wien, 1. Auflage.

FSA UK (Food Standards Agency United Kingdom), 2009: Survey of total and inorganic arsenic in rice drinks. Food Survey Information Sheet 02/09. Last updated: 21 May 2009 <https://www.food.gov.uk/science/research/surveillance/food-surveys/survey0209>; erfasst am 08. April 2015

Hojdak I, Braegge C, Bronsky J, Campoy C, Colomb V, Decsi T, Domellöf M, Fewtrell M, Fidler Mis N, Mihatsch W, Molgaard C, van Goudoever J, 2015. Arsenic in rice: A cause of concern. Consensus Statement. For the ESPGHAN (European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition). JPGN 60: 142-145. <http://journals.lww.com/jpgn/pages/articleviewer.aspx?year=2015&issue=01000&article=00028&type=abstract>

IARC (International Agency for Research on Cancer), 1987. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risks to Humans, Suppl. 7, Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs Volumes 1 to 42, Lyon, France.

IARC (International Agency for Research on Cancer), 2004. Some drinking-water disinfectants and contaminants, including arsenic. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 84, pp. 526

Larsen EH, Moseholm L, Nielsen MM, 1992. Atmospheric deposition of trace-elements around point sources and human health risk assessment. 2. Uptake of arsenic and chromium by vegetables grown near a wood preservation factory. Science of the Total Environment 126 (3), 263-275.

REVAN (Richtig Essen von Anfang an), 2013: Programm "Richtig essen von Anfang an!" –Empfehlung zum Kuhmilchkonsum im 1. Lebensjahr:1-7. Hrsg. BMG, HVB und AGES. www.richtigessenvonanfangan.at

Trinkwasserbericht, 2015: BMG (Bundesministerium für Gesundheit) 2015. Österreichischer Trinkwasserbericht 2011 – 2013. Bericht der Bundesministerin für Gesundheit über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser) zur Information der VerbraucherInnen. 2 – 47. GZ: BMG-75310/0001-II/B/13/2015.

http://www.bmg.gv.at/cms/home/attachments/2/3/7/CH1254/CMS1069238654727/trinkwasserbericht_20150318.pdf

US EPA (United States Environmental Protection Agency), 1982. Exposure and risk assessment for arsenic. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards. PB85221711. EPA-440/4-85-005

Williams L, Schoof RA, Yager JW, Goodrich-Mahoney JW, 2006. Arsenic bioaccumulation in freshwater fishes. Human and Ecological Risk Assessment 12 (5), 904-923.

5 RECHTSAKTE IN DER GELTENDEN FASSUNG

Mineralwasser- und Quellwasserverordnung, 1999. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 309. Verordnung der Bundesministerin für Frauenangelegenheiten und Verbraucherschutz über natürliche Mineralwässer und Quellwässer (Mineralwasser- und Quellwasserverordnung).

Trinkwasserverordnung, 2001. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 304. Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TWV).

Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 Der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalt für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. ABl. L 364/5 vom 20.12.2006, S.19-20.

Verordnung (EU) 2015/1006 der Kommission vom 25. Juni 2016 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte für anorganisches Arsen in Lebensmitteln. L 161/14 vom 26.6.2015.

Empfehlung (EU) 2015/1381 Der Kommission vom 10. August 2015 für eine Überwachung von Arsen in Lebensmitteln. L 213/9 vom 12.08.2015.