

3
2016

AGES WISSEN AKTUELL



AUFNAHME VON QUECKSILBER ÜBER LEBENSMITTEL

DIE DATEN BEZIEHEN SICH AUF DIE ANALYSIERTEN LEBENSMITTELPROBEN DER AGES, WELCHE IM RAHMEN DER AMTLICHEN KONTROLLE IM ZEITRAUM 2007 – 2015 ANALYSIERT WURDEN. DIESE RISIKOBEWERTUNG DIEN T ALS GRUNDLAGE ZU WEITEREN ÜBERLEGUNGEN. BEI VORLIEGEN NEUER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE UND NEUER INFORMATIONEN WIRD EINE AKTUALISIERUNG DES BERICHTS ANGESTREBT.

BERICHT

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
Fachbereich Integrative Risikobewertung, Daten und Statistik
Abteilung Risikobewertung: Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien

ANALYTIK

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

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
Abteilung Elementanalytik
Institut für Tierernährung und Futtermittel
Wieningerstraße 8, 4020 Linz

März, 2016

ZUSAMMENFASSUNG

Quecksilber ist ein Schwermetall, das sowohl natürlich (z. B. Evaporation, Vulkanausbrüche) als auch durch industrielle Prozesse (z. B. Bergbau, Abfallverbrennung, Kohleverbrennung) in der Umwelt vorhanden ist. Durch Ablagerungen in Boden und Wasser gelangt Quecksilber in die Nahrungskette und somit in Lebensmittel. Man unterscheidet elementares Quecksilber (Hg^0), anorganisches Quecksilber (iHg) und organische Quecksilberverbindungen. Elementares Quecksilber ist als Lebensmittelkontaminant nicht von Bedeutung. Anorganisches Quecksilber kann als Kontaminant in allen Lebensmittelgruppen vorkommen. Die bedeutendste organische Quecksilberverbindung in Lebensmitteln ist Methylquecksilber ($MeHg$). Methylquecksilber ist besonders gefährlich für die Gesundheit und kommt nur in Fisch und Meeresfrüchten (Krebstiere, Muscheln, Tintenfische) vor. Deshalb wird das Thema Quecksilber im Zusammenhang mit Fischkonsum diskutiert.

Anorganisches Quecksilber und Methylquecksilber haben sehr unterschiedliche toxikologische Eigenschaften und müssen in Risikobewertungen getrennt betrachtet werden. Anorganisches Quecksilber reichert sich vor allem in der Niere an und kann Nierenschä-

den verursachen. Methylquecksilber ist in der Lage die Blut-Hirn-Schranke und die Plazenta zu überwinden und kann neurologische Schädigungen auslösen. Besonders empfindlich gegenüber Methylquecksilber ist die Entwicklung des Nervensystems beim ungeborenen Kind. Der Tolerable Weekly Intake (TWI) für anorganisches Quecksilber beträgt $4 \mu g$ pro kg Körpergewicht pro Woche. Der TWI für Methylquecksilber beträgt $1,3 \mu g$ pro kg Körpergewicht pro Woche. Der TWI gibt die Menge eines Stoffes an, die über die gesamte Lebenszeit wöchentlich aufgenommen werden kann, ohne gesundheitliche Auswirkungen zu haben.

Im vorliegenden Bericht wurde das Auftreten von Quecksilber in Lebensmitteln in Österreich untersucht. Der Bericht umfasst die Daten von Lebensmitteluntersuchungen der AGES aus den Jahren 2007 bis 2015. Durch Verknüpfung dieser Ergebnisse mit Verzehrdaten des Österreichischen Ernährungsberichts 2012 wurde die Aufnahme von anorganischem Quecksilber und Methylquecksilber (Exposition) bei Erwachsenen und Kindern (6 - 9 Jahre) abgeschätzt. Zur Bewertung des Gesundheitsrisikos wurden die Aufnahmewerte den TWI-Werten gegenübergestellt.

Auftreten von Quecksilber in Lebensmitteln auf dem österreichischen Markt

Die Quecksilbergehalte in Lebensmitteln wurden als Gesamtquecksilber gemessen. Anschließend wurde der Anteil von anorganischem Quecksilber und Methylquecksilber anhand von Standardfaktoren errechnet. In Lebensmitteln terrestrischen Ursprungs liegt das gesamte Quecksilber als anorganisches Quecksilber vor. Terrestrischen Ursprungs sind alle Lebensmittelgruppen außer Fisch und Meeresfrüchte, also pflanzliche Erzeugnisse und Produkte von Landtieren. In Fisch liegen 80 - 100 % des Gesamtquecksilbers als Methylquecksilber vor, in Meeresfrüchten 50 - 80 %. Das restliche Quecksilber in Fisch und Meeresfrüchten liegt als anorganisches Quecksilber vor.

In allen Lebensmitteln terrestrischen Ursprungs waren die Quecksilbergehalte sehr gering. Bei 93 % der insgesamt 3.695 Proben terrestrischen Ursprungs lag der Gesamtquecksilber-Gehalt unter der Bestimmungs-

grenze, d. h. es wurden keine messbaren Konzentrationen von Quecksilber gefunden. Da in einem solchen Fall keine Messwerte vorliegen, wurden bei der Berechnung des Mittelwertes zwei Berechnungsmethoden angewendet. Die Lower Bound (LB) Methode führt zu einer Unterschätzung, die Upper Bound (UB) Methode führt zu einer Überschätzung. Der auf diese Weise errechnete Mittelwert für Gesamtquecksilber in Lebensmitteln terrestrischen Ursprungs lag bei $1 - 7 \mu g/kg$ (LB-UB).

In der Gruppe „Fisch und Meeresfrüchte“ wurden insgesamt 1.751 Proben analysiert und der Mittelwert für Gesamtquecksilber betrug $64 - 66 \mu g/kg$ (LB-UB). Es gab deutliche Unterschiede im Quecksilbergehalt verschiedener Fischarten. Raubfische mit langer Lebensdauer, die am Ende der Nahrungskette stehen, sind am stärksten belastet.

Exposition gegenüber anorganischem Quecksilber

Bei der Expositionsabschätzung für anorganisches Quecksilber wurde angenommen, dass in terrestrischen Lebensmitteln 100 %, in Fisch 20 % und in Meeresfrüchten 50 % des gemessenen Gesamtquecksilbers als anorganisches Quecksilber vorliegen. Die errechnete Gesamtaufnahme von anorganischem Quecksilber führte zu keiner Überschreitung des TWI-Wertes. Die durchschnittliche Aufnahme betrug bei

Erwachsenen höchstens 50 % des TWI-Wertes (UB) bei Kindern höchstens 71 % des TWI-Wertes (UB). Erwachsene mit hohem Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten (95. Perzentil der Verzehrswerte) schöpften den TWI für anorganisches Quecksilber höchstens zu 54 % (UB) aus, Kinder mit hohem Verzehr höchstens zu 78 % (UB).

Exposition gegenüber Methylquecksilber

Bei der Expositionsabschätzung für Methylquecksilber wurde angenommen, dass in Fisch 100 % und in Meeresfrüchten 80 % des gemessenen Gesamtquecksilbers als Methylquecksilber vorlagen.

In Österreich verzehren Erwachsene durchschnittlich ca. 111 g Fisch und Meeresfrüchte pro Woche, und nehmen dadurch Methylquecksilber in der Höhe von 9 % des TWI-Wertes auf. Kinder von 6 - 9 Jahren verzehren durchschnittlich ca. 124 g Fisch pro Woche und erreichen damit 18 % des TWI-Wertes. Erwachsene mit hohem Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten (95. Perzentil der Verzehrswerte, d. h. ca. 750 g pro Woche) schöpfen den TWI-Wert zu 66 % aus. Kinder mit hohem Verzehr (ca. 570 g pro Woche) überschreiten mit 116 % den TWI für Methylquecksilber.

Es spielt eine große Rolle, welche Fischart konsumiert wird. Auf Basis der österreichischen Quecksilberdaten nehmen Erwachsene z. B. mit einer wöchentlichen Portion (150 g) Forelle nur 3 % des TWI Wertes auf, Kinder 8 %. Mit einer Portion Thunfisch pro Woche hingegen nehmen Erwachsene 30 % des TWI Wertes auf, Kinder 71 %.

Laut österreichischer Ernährungspyramide soll wöchentlich eine Portion heimischer Fisch (wie Saibling, Forelle, Karpfen) und eine Portion fetter Seefisch (wie

Lachs, Makrele, Hering, Thunfisch) verzehrt werden. Bei Einhaltung dieser Verzehrsempfehlung schöpfen Erwachsene den TWI für Methylquecksilber zu 7 - 35 % aus, Kinder zu 17 - 84 %, je nachdem welche Fischarten kombiniert werden.

Tendenziell lagen die österreichischen Mittelwerte für Quecksilber in Fisch und Meeresfrüchten unter den europäischen Mittelwerten der EFSA (Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit). Während die österreichischen Daten bei Süßwasserfischen für den heimischen Markt besonders aussagekräftig waren, ist davon auszugehen, dass der internationale Markt für Meeresfische mit der europaweiten Datenerhebung der EFSA besser erfasst wurde. Auf Basis der europäischen Mittelwerte für Quecksilber werden z. B. alleine mit einer Portion Thunfisch von Erwachsenen 48 % des TWI-Wertes für Methylquecksilber aufgenommen, von Kindern 112 %. Bei der Einhaltung der Empfehlungen für den Fischverzehr sollte daher darauf geachtet werden, dass Kinder nicht jede Woche Raubfische (Thunfisch, Schwertfisch, Heilbutt und Hecht) essen. Kleinkindern, Schwangeren, Stillenden und Frauen mit Kinderwunsch wird vom Verzehr dieser Fischarten generell abgeraten. So können die positiven ernährungsphysiologischen Effekte des regelmäßigen Fischverzehrs ohne die Aufnahme bedenklicher Mengen von Methylquecksilber erreicht werden.

SUMMARY

Mercury is emitted into the environment via natural sources (e.g. evaporation, volcanism), as well as via industrial processes (e.g. mining, waste incineration, coal combustion). Soil- and waterborne mercury can enter the food chain. Mercury has three different forms: as elemental Mercury (Hg⁰), in inorganic mercury compounds (iHg) and in organic mercury compounds. Elemental mercury is not relevant as a food contaminant. Inorganic mercury may occur as a contaminant in all food categories. Among the organic mercury compounds, methylmercury (MeHg) is the most important food contaminant. Methylmercury only occurs in fish and seafood and has particularly adverse health effects. For this reason, the risk of mercury uptake is frequently discussed in the context of fish consumption.

Inorganic mercury and methylmercury have different toxicological properties and require separate risk assessments. Inorganic mercury is primarily enriched in the kidneys and can, therefore, cause kidney damage. Methylmercury is able to cross the blood-brain

barrier, as well as the placenta, and can affect the central nervous system. The prenatal development of the central nervous system is particularly sensitive to methylmercury. The Tolerable Weekly Intake (TWI) is 4 µg per kg body weight per week for inorganic mercury and 1.3 µg per kg body weight per week for methylmercury. The TWI is the amount that can be taken up weekly for a lifetime without an appreciable health risk.

This report presents the occurrence of mercury in foods on the Austrian market. The assessment was based on food-control data from the Austrian Agency for Health and Food safety (AGES) collected in 2007 - 2015. These results were combined with food consumption data from the Austrian Nutrition Report 2012 to calculate the dietary uptake of inorganic mercury and methylmercury in adults and in children of 6-9 years (exposure assessment). The uptake levels calculated were compared to the respective TWI values to assess health risks for Austrian consumers.

Occurrence of Mercury in Food on the Austrian Market

Mercury in food was measured as "total mercury". Concentrations of inorganic mercury and methylmercury were calculated from total mercury concentrations using standard conversion factors. All the mercury present in foods of terrestrial origin is inorganic mercury. Foods of terrestrial origin comprise plant products and products from terrestrial animals -- i.e. all food categories except fish and seafood. In fish, 80-100 % of the total mercury is methylmercury and, in seafood, it is 50-80 %, while the remaining fraction is inorganic.

Mercury contents were generally low in foods of terrestrial origin. In 93 % of the 3,695 terrestrial food

Inorganic mercury exposure assessment

Exposure to inorganic mercury was calculated assuming that 100 % of the total mercury in terrestrial foods, 20 % of the mercury in fish and 50 % of the mercury in seafood was inorganic. The resulting values for total dietary uptake of inorganic mercury did not exceed the TWI values. In the most conservative scenario (based on the UB), average uptake

Methylmercury exposure assessment

Exposure to methylmercury was calculated assuming that 100 % of the total mercury in fish and 80 % of the total mercury in seafood was methylmercury.

Austrian adults consumed on average about 111 g of fish and seafood per week, resulting in an average methylmercury uptake of 9 % of the TWI. For children in the age range of 6-9 years, the average fish and seafood consumption was about 124 g per week and the average methylmercury uptake was 18 % of the TWI. High consumers of fish and seafood among adults (95th percentile of the consumption data) consumed about 750 g fish and seafood per week, about 66 % of the TWI. High consumers among children consumed about 570 g fish and seafood per week and had an uptake of 116 % of the TWI for methylmercury.

Methylmercury uptake is highly dependent on the fish species consumed. For example, one standard serving (150 g) of trout per week will expose adults to 3 % of the TWI and children to 8 % of the TWI, based on the Austrian mercury data. In contrast, one standard serving of tuna will expose adults to 30 % of the TWI and children to 71 %.

The Austrian health authorities recommend one serving of regional species (e.g. trout, carp, *Salvelinus*)

samples analyzed mercury concentrations were below the quantification limit mean values were calculated using both the lower bound (LB) and the upper bound (UB) method, given this large proportion of left-censored data. The LB method underestimates the actual mean value, whereas the UB method overestimates this value. The resulting mean value range for total mercury in foods of terrestrial origin was 1 - 7 µg/kg (LB-UB). From fish and seafood, 1,751 samples were analyzed and the mean value for total mercury was 64 - 66 µg/kg (LB-UB), with pronounced variations between fish species. Top predators in the aquatic food chain with a long lifespan accumulate the highest amounts of mercury.

was 50 % of the TWI for adults and 71 % of the TWI for children. For high consumers of fish and seafood (95th percentile of the consumption data) inorganic mercury uptake was 54 % of the TWI (UB) among adults. Inorganic mercury uptake was 78 % of the TWI (UB) for high consumers of fish and seafood among children.

and one serving of fat marine fish (salmon, mackerel, herring, tuna) per week. Adults adhering to these recommendations take up 7 - 35 % of the TWI for methylmercury, children 17 - 84 %, depending on the species preferentially consumed.

The average concentrations of mercury in fish and seafood observed in Austria were tendentially lower than the European averages recently reported by EFSA (European Food Safety Authority). The Austrian data are likely more representative for the regional freshwater species. The European data may more accurately reflect the situation in internationally traded marine fish. Based on the European data, adults take up 48 % and children 112 % of the TWI for methylmercury with one standard serving of tuna per week. Therefore, the above-cited nutritional recommendations should be amended with the advice not to serve children predatory fish such as tuna, swordfish, halibut or pike regularly. Toddlers, pregnant and lactating women, as well as women intending to get pregnant, are advised to avoid such fish species completely. Consumers aware of these limitations can benefit from the positive nutritional effects of regular fish consumption without ingesting critical amounts of methylmercury.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	8
2	EIGENSCHAFTEN UND VORKOMMEN	9
2.1	Chemische Formen von Quecksilber	9
2.2	Quecksilber in der Umwelt und in der Lebensmittelkette	9
2.3	Verhalten von Quecksilber im Körper	9
2.3.1	Elementares / metallisches Quecksilber (Hg ⁰)	9
2.3.2	Anorganisches Quecksilber (iHg)	10
2.3.3	Methylquecksilber (MeHg)	10
3	GESETZLICHE REGELUNGEN	12
3.1	EU-Regelungen	12
3.2	Nationale Regelungen	13
4	DATENGRUNDLAGE	15
4.1	Schwerpunktaktionen	15
4.2	Sonstige Routineproben	15
4.3	Verdachtsproben	15
4.4	Rückstandsuntersuchungen	15
5	AUFTRETENSDATEN	16
5.1	Analytik	16
5.2	Verhältnis von iHg und MeHg zu Gesamt-Hg	16
5.3	Lebensmittelkategorisierung und Berechnung von Mittelwerten	16
5.4	Auftreten von Quecksilber in Lebensmitteln auf dem österreichischen Markt	18
5.4.1	Lebensmittel terrestrischen Ursprungs	18
5.4.2	Fisch und Meeresfrüchte (Lebensmittel aquatischen Ursprungs)	18
6	EXPOSITIONSABSCHÄTZUNG	21
6.1	Verzehrdaten	21
6.2	Aufnahme von anorganischem Quecksilber	21
6.2.1	Elementares / metallisches Quecksilber (Hg ⁰)	21
6.2.2	Weitere Expositionsquellen für anorganisches Quecksilber	22
6.3	Aufnahme von Methylquecksilber	26
6.3.1	Aufnahme von Methylquecksilber über Fisch und Meeresfrüchte	26
6.3.2	Aufnahme von Methylquecksilber über einzelne Fischarten	29
6.3.3	Exposition bei Einhaltung der Verzehrsempfehlungen für Fisch	29
7	SCHLUSSFOLGERUNGEN	32
8	EMPFEHLUNGEN ZU FISCH	33
9	LITERATUR	34
10	RECHTSAKTE	37
11	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	39

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Gesamtaufnahme von anorganischem Quecksilber (iHg) über Lebensmittel	25
Abbildung 2:	Gesamtaufnahme von Methylquecksilber über Lebensmittel	28
Abbildung 3:	MeHg-Gehalt verschiedener Fischarten und Meeresfrüchte und Aufnahme von MeHg beim Verzehr einer Standardportion pro Woche	30

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Auszug aus der Verordnung (EU) Nr. 420/2011	12
Tabelle 2:	Auszug aus der Verordnung (EG) Nr. 629/2008	12
Tabelle 3:	Auszug aus der Verordnung (EU) 2015/186	13
Tabelle 4:	Nationale Aktionswerte (BMG-75210/0011-II/B/13/2012)	14
Tabelle 5:	MeHg-Anteil in verschiedenen Lebensmitteln und Faktoren für die Umrechnung von Gesamt-Hg in iHg bzw. MeHg (EFSA, 2012)	16
Tabelle 6:	Gesamt-Hg Konzentrationen in Lebensmitteln auf dem österreichischen Markt	17
Tabelle 7:	Gesamt-Hg Konzentrationen (µg/kg) in verschiedenen Fischarten	19
Tabelle 8:	Gesamt-Hg Konzentrationen (µg/kg) in heimischen Fischproben des österreichischen Rückstandskontrollplans 2007 - 2015	20
Tabelle 9:	Aufnahme von anorganischem Quecksilber über verschiedene Lebensmittelgruppen	23
Tabelle 10:	Aufnahme von anorganischem Quecksilber bei hohem Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten	24
Tabelle 11:	Gesamtaufnahme von Methylquecksilber über Lebensmittel	27
Tabelle 12:	Ausschöpfung des TWI-Wertes beim Verzehr einer Portion (150 g) Fisch pro Woche	31

1 EINLEITUNG

Quecksilber (Hg) ist ein toxisches Schwermetall und ein Bestandteil der Erdkruste. Es wird durch natürliche Vorgänge und durch anthropogene Aktivitäten in Luft, Boden und Wasser eingetragen und gelangt als Kontaminant in die Lebensmittelkette. Lebensmittel sind die Hauptaufnahmequelle von Quecksilber für die Bevölkerung. Aus diesem Grund wird der Quecksilbergehalt von Lebensmitteln in Österreich regelmäßig kontrolliert. So soll die Gesundheit der Konsumentinnen und Konsumenten geschützt werden.

Die EFSA hat 2012 die ernährungsbedingte Quecksilber-Exposition der europäischen Bevölkerung anhand von Quecksilber-Analysedaten aus 20 EU-Staaten und anhand von Verzehrdaten aus 16 EU-Staaten

ermittelt. Quecksilber-Analysedaten aus Österreich gingen in die Berechnung europäischer Mittelwerte ein, österreichische Verzehrdaten standen der EFSA damals allerdings noch nicht zur Verfügung. In vorliegendem Bericht werden Österreich-spezifische Kennzahlen für das Auftreten von Quecksilber in Lebensmitteln ermittelt. Weiters wird die ernährungsbedingte Exposition der österreichischen Bevölkerung abgeschätzt und bewertet. Dazu stehen Ergebnisse von Lebensmitteluntersuchungen der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) aus den Jahren 2007 - 2015 sowie aktuelle österreichische Verzehrdaten zur Verfügung (Elmadfa et al., 2012).

2 EIGENSCHAFTEN UND VORKOMMEN

2.1 CHEMISCHE FORMEN VON QUECKSILBER

Quecksilber existiert in elementarer (metallischer) Form (Hg^0) sowie in anorganischen (iHg) und organischen Quecksilberverbindungen.

Hg⁰ ist bei Raumtemperatur flüssig und verdampft sehr leicht. Hg^0 wurde beispielsweise in Fieberthermometern eingesetzt, Quecksilberdampf ist in Quecksilberdampflampen enthalten. Die Hauptaufnahmequelle von Hg^0 für Menschen ist die Evaporation aus Amalgamfüllungen in Zähnen. Als Lebensmittelkontaminant ist Hg^0 nicht relevant (EFSA, 2012).

Anorganische Quecksilberverbindungen (**iHg**) sind Salze des einwertigen (HgI) und des zweiwertigen ($HgII$) Quecksilbers. Die Formeln für einwertige und zweiwertige Quecksilberionen sind Hg_2^{2+} und Hg^{2+} . iHg kommt im Boden und in Gewässern vor. Zinnober

(HgS) ist das wichtigste Quecksilber-Mineral. iHg kann als Kontaminant in Lebensmitteln terrestrischen und aquatischen Ursprungs auftreten.

Methylquecksilber (**MeHg**) ist bei weitem die häufigste organische Quecksilberverbindung in der Lebensmittelkette. Die Formel für MeHg ist CH_3-Hg^+ . MeHg wird in aquatischen Systemen von Sulfat- und Eisenreduzierenden Bakterien durch Methylierung von iHg gebildet. MeHg kann als Kontaminant in aquatischen Lebensmitteln, also in Fisch und Meeresfrüchten auftreten.

2.2 QUECKSILBER IN DER UMWELT UND IN DER LEBENSMITTELKETTE

Quecksilber gelangt durch Vulkanausbrüche, Waldbrände, Gesteinsverwitterung und Evaporation in die **Umwelt**. Anthropogene Quellen, also durch den Menschen entstandene Eintragungsquellen sind Goldbergbau, Verhüttung von Erzen, die Verbrennung fossiler Brennstoffe (Kohle, Öl und Gas) und andere industrielle Aktivitäten.

Quecksilber durchläuft einen komplexen **biogeochemischen Kreislauf** zwischen Atmosphäre, Land und Gewässern. Vereinfacht dargestellt steigt Quecksilberdampf (Hg^0) aus der Erdoberfläche in die Atmosphäre auf und schlägt von dort als iHg auf Land und Wasseroberflächen nieder. Aus dem Boden gelangt iHg in die Pflanzen und entlang der terrestrischen Lebensmittel-

kette auch in Tiere. In den Gewässern werden Teile des iHg von Sulfat- und Eisenreduzierenden Bakterien methyliert, wodurch MeHg entsteht. MeHg reichert sich in Wassertieren und entlang der aquatischen Nahrungskette an (EFSA, 2012; Selin, 2009).

Somit tritt iHg **als Kontaminant** in terrestrischen und aquatischen Lebensmitteln auf, MeHg hingegen nur in aquatischen Lebensmitteln, d. h. in Fisch und Meeresfrüchten. Aufgrund der Bioakkumulation von MeHg enthalten Raubfische höhere Quecksilberkonzentrationen als Friedfische (EFSA, 2012). Im Trinkwasser können Kontaminationen mit iHg auftreten, MeHg ist im Trinkwasser üblicherweise nicht zu erwarten (WHO, 2005).

2.3 VERHALTEN VON QUECKSILBER IM KÖRPER

Elementares Quecksilber, anorganisches Quecksilber und Methylquecksilber haben unterschiedliche toxi-

kologische Eigenschaften.

2.3.1 Elementares / metallisches Quecksilber (Hg^0)

Hg^0 ist nach oraler Aufnahme kaum bioverfügbar. Quecksilberdampf wird hingegen sehr leicht über die Lunge resorbiert. Circa 80 % des eingeatmeten Quecksilbers bleiben im Körper und werden hier rasch zu Hg^{2+} oxidiert (EFSA, 2012). Bei **akuter** inhalativer Exposition von hohen Queck-

silberdampfkonzentrationen kommt es vor allem zu Lungenschädigungen. Das Zielorgan **chronischer** Exposition von Quecksilberdämpfen ist das zentrale Nervensystem. Dies führt in Folge zu Tremor sowie psychischen und neurologischen Veränderungen (Vohr, 2010).

2.3.2 Anorganisches Quecksilber (iHg)

Die Absorption von iHg im Gastrointestinaltrakt ist niedrig, wobei HgI aufgrund seiner geringeren Wasserlöslichkeit weniger absorbiert wird als HgII. Bei HgII wurden in Tierversuchen Absorptionsraten von 2 - 38 % beobachtet, Humandaten ergaben eine Absorptionsrate von 2 % (EFSA, 2012).

Im Blut verteilt sich iHg in den roten Blutkörperchen und zu einem größeren Teil im Plasma. Auf Grund seiner begrenzten lipophilen Eigenschaften kann iHg die Plazenta oder Blut-Hirn-Schranke schwer durchdringen. Die Halbwertszeit von HgII im menschlichen Körper beträgt ca. 40 Tage. iHg wird vor allem über den Urin ausgeschieden (EFSA, 2012, Forth et al., 2001).

iHg reichert sich vor allem in der Niere an. Der kritische Effekt bei Exposition mit iHg sind Nierenschäden.

$$(TWI_{iHg} = 0,06 \text{ mg/kg KG/Tag} : UF 100 \times 7 \text{ Tage} = 0,0042 \text{ mg/kg KG/W} = 4 \text{ } \mu\text{g/kg KG/W})$$

2.3.3 Methylquecksilber (MeHg)

MeHg gilt im Vergleich zu iHg als wesentlich gefährlicher. Aufgrund seiner lipophilen Eigenschaften wird MeHg gut resorbiert. Bei oraler Aufnahme liegt die Absorptionsrate bei 80 %. Im Blut bindet MeHg vor allem an die Erythrozyten. MeHg kann sowohl die Blut-Hirn-Schranke als auch die Plazenta überwinden. So gelangt es ins Gehirn und in den Fetus. MeHg geht auch in die Muttermilch über und wird auf diesem Weg vom Säugling aufgenommen. Darüber hinaus hat MeHg die Eigenschaft in Haarfollikel einzudringen und sich in den Haaren anzureichern (EFSA, 2012).

Aufgenommenes MeHg durchläuft den enterohepatischen Kreislauf und wird dabei von der intestinalen Mikroflora zu HgII umgewandelt, das im Darm nur wenig rückresorbiert wird, sodaß insgesamt ca. 90 % des absorbierten MeHg über die Fäzes ausgeschieden werden. Die Halbwertszeit von MeHg im menschlichen Körper beträgt 70 - 80 Tage. Im Zentralnervensystem kann die Halbwertszeit jedoch > 100 Tage betragen (EFSA, 2012; Forth et al., 2001).

Das Zielorgan von MeHg ist das Nervensystem. Besonders empfindlich sind ungeborene Kinder. Der kritische Effekt sind Störungen der Nervensystementwicklung

$$(TWI_{MeHg} = 1,2 \text{ } \mu\text{g/kg KG/Tag} : UF 2 : SF 3,2 \times 7 \text{ Tage} = 1,3 \text{ } \mu\text{g/kg KG/W})$$

Weitere empfindliche Systeme sind Leber, Nervensystem, Immunsystem, Reproduktion und Entwicklung. Anhand von Experimenten an Ratten wurde ein Tolerable Weekly Intake (**TWI**) von **4 µg pro kg Körpergewicht pro Woche** (µg/kg KG/W) abgeleitet (EFSA, 2012).

Der TWI-Wert für iHg basiert auf einem Bench Mark Dose 10 % Lower Limit BMDL₁₀ von 0,06 mg/kg KG/Tag für Veränderungen des Nierengewichts bei männlichen Ratten. Es wurde ein Unsicherheitsfaktor (UF) von 100 bezüglich der Umrechnung von Tier auf Mensch und der Variabilität zwischen menschlichen Individuen hinzugefügt. Weiters wurde von der täglichen auf die wöchentliche Aufnahme hochgerechnet.

bei pränataler Exposition. Anhand von Kohortenstudien bei Bewohnern der Seychellen und der Färöer Inseln, die sehr viel Fisch verzehren, wurde von der EFSA ein **TWI-Wert von 1,3 µg/kg KG/W** abgeleitet (EFSA, 2012).

Bei der Ableitung dieses TWI-Wertes wurde der Mittelwert aus dem No Observed Effect Level (NOEL) der Seychellen Kohortenstudie (11 µg/kg Hg im Haar der Mutter) und dem BMDL₀₅ der Kohortenstudie der Färöer Inseln (12 µg/kg Hg im Haar der Mutter) gebildet. Der Mittelwert von 11,5 µg/kg Quecksilber im Haar der Mutter wurde anhand eines Haar zu Blut Verhältniswertes von 250 in eine Quecksilberkonzentration in maternalem Blut von 46 µg/l umgerechnet. Dieser Wert wurde weiter umgerechnet in eine tägliche ernährungsbedingte Aufnahme von 1,2 µg/kg KG. Es wurde ein Unsicherheitsfaktor von 2 einbezogen bezüglich der Umrechnung von Konzentration im Haar auf Konzentration im Blut. Weiters wurde ein Standardfaktor (SF) von 3,2 einbezogen für die Variabilität zwischen menschlichen Individuen. Schließlich wurde von der täglichen auf die wöchentliche Aufnahme hochgerechnet.

In der Vergangenheit ist es an verschiedenen Orten zu MeHg-Massenvergiftungen gekommen. Ein sehr bekanntes Beispiel ist die Umweltkatastrophe von **Minamata** (Japan) in den 1950er Jahren. Hier wurde Abwasser mit iHg als Produktionsabfall ins Meer eingeleitet. Im Wasser wurde das iHg zu MeHg umgewandelt, das sich in den Fischen und Meeresfrüchten anreicherte, die das Hauptnahrungsmittel der Küstenbewohner darstellten. Aufgrund der hohen Auf-

nahmemengen kam es zu zahlreichen akuten MeHg-Vergiftungen, die sich in irreversiblen neurologischen Ausfällen, Todesfällen und Hirnschäden bei Neugeborenen äußerten (Vohr, 2010; Ekino et al., 2007).

Im Irak kam es 1971/72 zu Vergiftungen, als mit organischen Quecksilberverbindungen geheiztes Saatgut als Brotgetreide eingesetzt wurde (Vohr, 2010).

3 GESETZLICHE REGELUNGEN

Zum Schutz der Gesundheit wurden in verschiedenen Gesetzen Höchstgehalte für Quecksilber in bestimmten Lebensmitteln festgesetzt. Diese Höchstgehalte

beziehen sich immer auf den Gesamt-Quecksilbergehalt, ohne Unterscheidung zwischen iHg und MeHg.

3.1 EU-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 idgF. Quecksilber-

Höchstgehalte für Fischprodukte, Krebstiere, Muskelfleisch bestimmter Fischarten und für Nahrungsergänzungsmittel festgelegt.

Tabelle 1:
Auszug aus der Verordnung (EU) Nr. 420/2011*

Erzeugnis ⁽¹⁾	Höchstgehalt (mg/kg Frischgewicht)
„3.3.1 Fischerzeugnisse ⁽²⁶⁾ und Muskelfleisch von Fischen ⁽²⁴⁾ ⁽²⁵⁾ ausgenommen die unter 3.3.2 aufgeführten Fischarten Krebstiere: Höchstgehalt gilt für das Muskelfleisch der Extremitäten und des Hinterleibes ⁽⁴⁴⁾ Krabben und krabbenartige Krebstiere (<i>Brachyura</i> und <i>Anomura</i>): Höchstgehalt gilt für das Muskelfleisch der Extremitäten	0,50 ⁿ

Tabelle 2:
Auszug aus der Verordnung (EG) Nr. 629/2008*

3. In Unterabschnitt 3.3 (Quecksilber) erhält Nummer 3.3.2 folgende Fassung und wird eine neue Nummer 3.3.3 eingefügt:	
„3.3.2 Muskelfleisch der folgenden Fischarten ⁽²⁴⁾ ⁽²⁵⁾ : Seeteufel (<i>Lophius species</i>) Seewolf (<i>Anarhichas lupus</i>) Bonito (<i>Sarda sarda</i>) Aal (<i>Anguilla species</i>) Kaiserbarsch, Granatbarsch (<i>Hoplostethus species</i>) Grenadierfisch (<i>Coryphaenoides nupestris</i>) Heilbutt (<i>Hippoglossus hippoglossus</i>) Kingklip (<i>Genypterus capensis</i>) Marlin (<i>Makaira species</i>) Scheefschmutz (<i>Lepidorhombus species</i>) Meerbarbe (<i>Mullus species</i>) Rosa Kingklip (<i>Genypterus blacodes</i>) Hecht (<i>Esox lucius</i>) Einfarb-Pelamide (<i>Orcynopsis unicolor</i>) Zwergdorsch (<i>Tricopterus minutus</i>) Portugiesenhai (<i>Centroscymnus coelolepis</i>) Rochen (<i>Raja species</i>) Rotbarsch (<i>Sebastes marinus</i> , <i>S. mentella</i> , <i>S. viviparus</i>) Pazifischer Fächerfisch (<i>Istiophorus platypterus</i>) Haarschwänze (<i>Lepidopus caudatus</i> , <i>Aphanopus carbo</i>) Meerbrasse (<i>Pagellus species</i>) Hai (alle Arten) Schlangemakrele (<i>Lepidocybium flavobrunneum</i> , <i>Ruvettus pretiosus</i> , <i>Gempylus serpens</i>) Stör (<i>Acipenser species</i>) Schwertfisch (<i>Xiphias gladius</i>) Thunfisch (<i>Thunnus species</i> , <i>Euthynnus species</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i>)	1,0
„3.3.2 Nahrungsergänzungsmittel (*)	0,10

(*) Die Höchstgehalte gelten für die Nahrungsergänzungsmittel, wie sie im Handel erhältlich sind.“

* Verordnung (EG) Nr. 420/2011 und Verordnung (EG) Nr. 629/2008 sind Ergänzungen der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006

Quecksilberverbindungen waren früher Bestandteil bestimmter Pflanzenschutzmittel. Daher ist Quecksilber auch in der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Februar 2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs idgF. geregelt. In dieser Verordnung gelten Höchstgehalte für Obst, Gemüse, Hülsenfrüchte, Ölsaaten, Getreide, Tees, Kaffee, Gewürze, Erzeugnisse tierischen Ursprungs (Landtiere) wie z. B. Fleisch und Innereien von Nutztieren, Vogeleier und Milch. Im Frühling 2015 wurde von DG SANTE beschlossen, dass Quecksilber gesetzlich nicht mehr den

Pestiziden unterliegt, sondern den Kontaminanten.

Weiters sind Quecksilber-Höchstgehalte in der Richtlinie 2002/32/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Mai 2002 über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung idgF. festgelegt. In Tabelle 3 sind die aktuellen Höchstgehalte aus der Verordnung (EU) 2015/186 der Kommission vom 6. Februar 2015 zur Änderung des Anhangs I der Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Höchstgehalte für Arsen, Fluor, Blei, Quecksilber, Endosulfan und Samen von Ambrosia dargestellt.

Tabelle 3:
Auszug aus der Verordnung (EU) 2015/186

Unerwünschter Stoff	Zur Tiernahrung bestimmte Erzeugnisse	Höchstgehalt in mg/kg (ppm), bezogen auf ein Futtermittel mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 12%
5. Quecksilber ⁽⁴⁾	Futtermittel-Ausgangserzeugnisse, ausgenommen:	0,1
	- Fisch und sonstige Wassertiere sowie aus diesen gewonnene Erzeugnisse	0,5 ⁽¹³⁾
	- Calciumcarbonat, Calcium-Magnesiumcarbonat ⁽¹⁰⁾	0,3
	Mischfuttermittel, ausgenommen:	0,1
	- Mineralfuttermittel	0,2
	- Mischfuttermittel für Fische	0,2
	- Mischfuttermittel für Hunde, Katzen, Zierfische und Pelztiere	0,3 ⁿ

Den Abbau von Quecksilber-Erzen hat die EU seit 2000 eingestellt (UBA, 2014). Die Vereinten Nationen haben 2013 in der Minamata Konvention diverse Maßnahmen zur Reduktion der weltweiten Quecksilber-Emissionen beschlossen. Die Konvention umfasst z. B. ein Verbot für die Aktivierung neuer Quecksilberminen und einen Ausstiegsplan für die existierenden Abbaustätten (UNEP, 2013).

Den Abbau von Quecksilber-Erzen hat die EU seit 2000 eingestellt (UBA, 2014). Die Vereinten Nationen haben 2013 in der Minamata Konvention diverse Maßnahmen zur Reduktion der weltweiten Quecksilber-Emissionen beschlossen. Die Konvention umfasst z. B. ein Verbot für die Aktivierung neuer Quecksilberminen und einen Ausstiegsplan für die existierenden Abbaustätten (UNEP, 2013).

In der Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch ist ein Parameterwert für Quecksilber von 1 µg/l festgelegt. Weiters gilt in der Richtlinie 2003/40/EG der Kommission vom 16. Mai 2003 zur Festlegung des Verzeichnisses, der Grenzwerte und der Kennzeichnung der Bestandteile natürlicher Mineralwässer und der Bedingungen für die Behandlung natürlicher Mineralwässer und Quellwässer mit ozonangereicherter Luft für natürliche Mineralwässer eine Höchstgrenze von 1 µg/l.

3.2 NATIONALE REGELUNGEN

Ergänzend zu den europäischen Höchstgehalten gibt es in Österreich nationale Aktionswerte für Lebensmittel, für die es keine europäischen Höchstgehalte gibt. Diese sind im Erlass BMG-75210/0011-II/B/13/2012 festgehalten. Die Lebensmittel Milch, Säuglings- und Kleinkindernahrung, Rind-, Kalb-, Schweine- und

Wildfleisch, Feldhase, Leber und Niere von Rind, Kalb und Schwein, Weizenkörner, Weizenkleie, Roggenkörner, Braunreis, Zuchtchampignons und Zitrusfrüchte werden durch Aktionswerte geregelt. Ziel von Aktionswerten ist ein vorausschauendes Vorgehen.

„Aktionswerte sollen den zuständigen Behörden und den Lebensmittelunternehmern dazu dienen, diejenigen Fälle ausfindig zu machen, in denen es angezeigt ist, eine Kontaminationsquelle zu ermitteln und im Sinne des § 21 LMSVG idgF. (Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz) Maßnahmen zur Mängelbehebung oder Risikominderung zu setzen.[...] Bei Überschreitung des Aktionswertes sind entsprechende Maßnahmen durch den Lebensmittelunternehmer, gegebenenfalls in Zusammenarbeit mit der Behörde, zu setzen“ (BMG-75210/0011-II/B/13/2012).

4 DATENGRUNDLAGE

4.1 SCHWERPUNKTAKTIONEN

Schwerpunktaktionen zu verschiedenen Kontaminanten in Lebensmitteln werden vom Bundesministerium für Gesundheit (BMG) und der AGES und per Durchführungsbefehl des BMG angeordnet. Die in die-

sem Bericht verwendeten Daten stammen von solchen Schwerpunktaktionen die im Beobachtungszeitraum von 2007 – 2015 von der AGES durchgeführt wurden.

4.2 SONSTIGE ROUTINEPROBEN

Es wurden auch Routineproben der Lebensmittelaufsicht, die keiner Schwerpunktaktion zugeordnet sind, auf Schwermetalle untersucht. Diese Proben werden routinemäßig ganzjährig über das gesamte Waren-

spektrum verteilt gezogen und bieten somit eine repräsentative Gesamtaussage zur Lebensmittelsicherheit (BMG, 2011).

4.3 VERDACHTSPROBEN

Zusätzlich zu den Routineproben der verschiedenen Untersuchungsaktionen und Programme werden auch sogenannte Verdachtsproben gezogen und untersucht. Diese können durch Beschwerden von KonsumentInnen, Wahrnehmungen der Aufsichtsbehörde oder aufgrund von Meldungen über die Schnellwarnsysteme (RASFF – Rapid Alert System For Food

and Feed) begründet werden (BMG, 2011). Bei diesen Proben muss nicht unbedingt der Verdacht auf hohe Quecksilbergehalte im Vordergrund gewesen sein, sondern es können auch Hinweise auf mikrobielle Verunreinigungen oder andere Kontaminanten Ursachen für diese Probenuntersuchung gewesen sein.

4.4 RÜCKSTANDSUNTERSUCHUNGEN

Zusätzlich zu den Daten aus den Schwerpunktaktionen wurden auch Daten der Rückstandsuntersuchungen herangezogen. Nach den Vorgaben der Richtlinie 96/23/EG werden Rückstände von verbotenen Stoffen, Tierarzneimitteln oder Kontaminanten in lebenden Tieren (Rind, Schweine, Geflügel), Frischfleisch von Rind, Schwein, Schaf, Ziege, Geflügel, Pferd, Farmwild, Wild

aus freier Wildbahn und Erzeugnisse der Aquakultur (Fische) sowie Milch, Eier und Honig untersucht (BMG, 2014). Um Informationen über den Quecksilbergehalt in heimischen Fischen zu erhalten, wurden die Ergebnisse der im Rahmen des nationalen Rückstandskontrollplanes untersuchten Fischproben aus heimischen Aquakulturen herangezogen.

Tabelle 4:
Nationale Aktionswerte (BMG-75210/0011-II/B/13/2012)

3. AKTIONSWERTE FÜR BLEI, CADMIUM, QUECKSILBER IN LEBENSMITTELN

Angaben in mg/kg bzw. mg/l bezogen auf Frischgewicht bzw. Angebotsform

Lebensmittel	Blei	Cadmium	Quecksilber
Milch	-	0,0025	0,01
Säuglings- und Kleinkindernahrung: Milchfertigstellung, adaptierte und teiladaptierte Milch- nahrung, zubereitet laut Dosierungsanleitung	-	0,002	0,002
Säuglings- und Kleinkindernahrung: Alle übrigen Zubereitungen für Säuglinge und Kleinkinder	0,25	0,04	0,01
Hühnereier	0,1	0,05	-
Rindfleisch	-	-	0,03
Kalb- und Lammfleisch	-	-	0,03
Schweinefleisch	-	-	0,03
Wildfleisch (ausgenommen Feldhase), Gams-, Rot- und Rehwild, Wildschwein	0,25	0,1	0,03
Feldhase (Empfehlung siehe **)	0,25	0,1	0,05
Rinderleber	-	-	0,1
Kalbsleber	-	-	0,1
Schweineleber	-	-	0,1
Rinderniere	-	-	0,1
Kalbsniere	-	-	0,1
Schweineniere	-	-	0,1
Süßwasserfische Innereien	0,25	0,4	-
Weizenkörner	-	-	0,03
Weizenkleie	0,5	-	0,03
Roggenkörner	-	-	0,03
Braunreis	-	-	0,03
Leinsamen	-	0,3	-
Zuchtchampignons	-	-	0,1
Zitrusfrüchte	-	-	0,03
Honig	0,25	0,05	-
Mohn	-	0,8	-
Geschälte Sonnenblumenkerne	-	0,6 *)	-
Kürbiskerne	0,2	0,02	-
Sesam	-	0,8	-

*) jedoch nur für direkten Verzehr bestimmte Ware.

**) Empfehlung: Wegen des hohen Cadmium- oder Quecksilbergehaltes soll die Niere von allen Wildtieren sowie die Leber von Feldhasen nicht konsumiert werden.

Für Trinkwasser gilt in Österreich für Quecksilber ein Parameterwert von 1,0 µg/l (Trinkwasserverordnung, BGBl. II Nr. 304/2001 idGF). Für Mineralwässer gilt ein Grenzwert von 1,0 µg/l (Mineralwasser- und Quellwasserverordnung BGBl. II Nr. 309/1999).

In Österreich wurde im Jahr 2002 das Verbot von Quecksilberverbindungen in Pflanzenschutzmitteln im Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich festgehalten (Verbot von Pflanzenschutzmitteln, die bestimmte Wirkstoffe enthalten, BGBl. II Nr. 308/2002).

5 AUFTRETENSDATEN

5.1 ANALYTIK

Die Untersuchungen der Lebensmittelproben wurden vom ehemaligen Kompetenzzentrum Elemente am Standort AGES Wien und von der Abteilung Elementanalytik des AGES Instituts für Tierernährung in Linz durchgeführt.

Als Aufschlussverfahren diente ein Mikrowellendruckaufschluss mit Salpetersäure gemäß EN 13805. Die

Analysen erfolgten mittels Kaltdampf-Atomabsorptionsspektrometrie (CV-AAS) gemäß EN 13806 mit Natriumborhydrid als Reduktionsmittel und Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) gemäß EN 15763 auf den Quecksilberisotopen 201 und 202 mit Lutetium als internem Standard. Dabei wurde ausschließlich der Gehalt an Gesamtquecksilber analysiert.

5.2 VERHÄLTNIS VON iHg UND MeHg ZU GESAMT-HG

Der Quecksilbergehalt in Lebensmitteln wurde als Gesamtquecksilber (Gesamt-Hg) gemessen. In Lebensmitteln terrestrischen Ursprungs liegt das gesamte Quecksilber als anorganisches Quecksilber (iHg) vor. In Lebensmitteln aquatischen Ursprungs liegt der größte Teil des Quecksilbers als Methylquecksilber (MeHg) vor, ein gewisser Anteil kann jedoch auch als iHg enthalten sein. Die EFSA (EFSA, 2012) hat aus aktuellen Studien Standardwerte für den Anteil an iHg und MeHg in verschiedenen Lebensmitteln ermittelt. Aus diesen Kennzahlen wurden **Faktoren für die**

Umrechnung von Gesamt-Hg in iHg bzw. MeHg abgeleitet (Tabelle 5). Die Umrechnungsfaktoren wurden konservativ angesetzt, sodass bei Expositionsabschätzungen weder MeHg-Gehalte noch Gehalte an iHg unterschätzt werden. Die Auftretensdaten im Kapitel 5 sind als Gesamt-Hg-Konzentrationen dargestellt, so wie sie gemessen wurden. Für die Expositionsabschätzungen im Kapitel 6 wurden diese Werte anhand der Umrechnungsfaktoren (Tabelle 5) in iHg bzw. MeHg umgerechnet.

Tabelle 5: MeHg-Anteil in verschiedenen Lebensmitteln und Faktoren für die Umrechnung von Gesamt-Hg in iHg bzw. MeHg (EFSA, 2012)

	Anteil MeHg	Umrechnungsfaktoren	
		Gesamt-Hg->iHg	Gesamt-Hg->MeHg
Terrestrische Lebensmittel	0 %	1	0
Fischfleisch, Fischprodukte, Fischinnereien	80 - 100 %	0,2	1
Krebstiere, Wasserweichtiere, Amphibien, Reptilien, Schnecken, Insekten	50 - 80 %	0,5	0,8

5.3 LEBENSMITTELKATEGORISIERUNG UND BERECHNUNG VON MITTELWERTEN

Datengrundlage für diesen Bericht sind von der AGES in den Jahren **2007 - 2015** durchgeführte Lebensmitteluntersuchungen. Die Proben wurden anhand des Lebensmittelschlüssels der EFSA (**FoodEx1**) kategorisiert. In FoodEx1 gibt es auf der obersten Einteilungsebene (Level1) 20 Lebensmittel-Obergruppen. Im Zeitraum 2007 - 2015 wurden Proben aus 18 dieser 20 Obergruppen auf Quecksilber untersucht (Tabelle 6). Die beiden fehlenden Obergruppen waren „Eiprodukte“ und „Trinkwasser“. Die AGES untersucht zwar zahlreiche Trinkwasserproben, ein Teil der österreichischen Trinkwasserversorgungsanlagen wird jedoch in anderen Labors kontrolliert, sodass hier kein flächendeckender Datensatz zur Verfügung stand.

Für die Berechnung von Mittelwerten und anderen Kenngrößen wurden einige Obergruppen in **Untergruppen** unterteilt. Die Obergruppe „Gemüse“ wurde unterteilt, weil sich die Schwermetallgehalte in Pilzen und Kakao häufig von jenen in den übrigen Gemüsen unterscheiden (AGES, 2013). Die Obergruppe „Gewürze, Kräuter und Würzmittel“ wurde unterteilt weil Salzproben stark überrepräsentiert waren. „Süßigkeiten & Süßungsmittel“ wurden unterteilt, weil Honig stark überrepräsentiert war, und weil Schokolade von der EFSA als bedeutende Hg-Aufnahmequelle beschrieben wird (EFSA, 2012). „Fisch & Meeresfrüchte“ wurde unterteilt, weil sich die Quecksilbergehalte in den Untergruppen deutlich unterschieden. Zu beachten ist der Unterschied zwischen den Untergruppen „Fischfleisch“

und „Fischprodukte“. **Fischfleisch** bezeichnet das Muskelfleisch der Fische, also Filets und jene Teile, die verzehrt werden, wenn ein ganzer Fisch auf den Teller kommt. Die Untergruppe „Fischprodukte“ umfasst im vorliegenden Datensatz in erster Linie Fischstäbchen und Surimi. Im Gegensatz zum Fischfleisch war bei den Fischprodukten nicht bekannt, aus welcher Fischart sie hergestellt wurden. Die in Österreich erhältlichen Fischstäbchen werden häufig aus Alaska-Seelachs (Alaska-Pollack) hergestellt.

Stichprobenumfänge von weniger als 20 Proben pro Obergruppe wurden als nicht repräsentativ betrachtet. Repräsentative Kennzahlen standen somit für Getreide, Gemüse, Obst, Fleisch, Milchprodukte, Säfte, nicht-alkoholische Getränke, Säuglings- und Kleinkindernahrung, Spezialnahrung, Honig, Salz, Fischfleisch, Fischprodukte, Krebstiere und Wasserweichtiere zur Verfügung. Die Kennzahlen zu den übrigen Lebensmittelgruppen wurden in Tabelle 6 nur zur ungefähren Orientierung wiedergegeben.

Tabelle 6: Gesamt-Hg Konzentrationen in Lebensmitteln auf dem österreichischen Markt

	N ^a	> BG ^b	Mittelwerte (µg/kg)		P95 ^c (µg/kg)		Maximum ^d (µg/kg)
			LB ^e	UB ^e	LB ^e	UB ^e	
Terrestrische Lebensmittel	3695	255	1	7	2	20	360
Getreide und Getreideprodukte	157		0.0	11	0.0	20	-
Gemüse							
Sonstiges Gemüse	75	1	0.0	6	0.0	20	3
Kakao	8	3	8	21	28	28	30
Pilze	18	6	22	30	63	71	360
Stärkehaltige Wurzeln	13		0.0	7	0.0	16	-
Hülsenfrüchte	5		0.0	11	0.0	20	-
Obst	75		0.0	11	0.0	20	-
Fleisch (Nutztiere, Wild)	675	59	0.6	7	4	20	22
Milchprodukte	764	23	0.0	3	0.0	8	4
Süßigkeiten & Süßungsmittel							
Schokolade	18		0.0	11	0.0	20	-
Honig	388	10	0.1	13	0.0	20	3
Süßstoffe, Süßigkeiten	42	1	0.1	9	0.0	18	4
Fette und Öle	3		0.0	3	0.0	6	-
Säfte	517	12	0.1	9	0.0	20	11
Nicht-alkoholische Getränke	24	3	0.1	14	0.1	20	1
Alkoholische Getränke	3		0.0	4	0.0	7	0
Gewürze, Kräuter, Würzmittel							
Sonstige Gewürze, Kräuter, WM ^{**}	8		0.0	7	0.0	17	-
Salz	66	2	0.3	9	0.0	25	15
Säuglings- und Kleinkindernahrung	356	7	0.1	3	0.0	9	5
Spezialnahrung, NEM ^{***}	437	126	4	10	18	20	305
Zusammengesetzte Lebensmittel	40	1	2	16	0.0	20	61
Snacks, Desserts u.Ä.	3	1	3	12	9	19	10
Fisch & Meeresfrüchte	1751	1529	64	66	256	256	2200
Fischfleisch	1317	1209	79	80	316	316	2200
Fischprodukte (Fischstäbchen)	27	20	12	16	32	32	39
Fischinnereien	13	8	20	24	64	64	90
Krebstiere	253	190	20	24	57	57	230
Wasserweichtiere	132	99	18	22	67	67	88
Schnecken	9	3	18	25	83	83	90
Gesamt	5446	1784	21	26	87	87	2200

^a N = Probenanzahl

^b >BG = Anzahl von Werten über der Bestimmungsgrenze.

^c P95 = 95. Perzentil

^d Maximum = höchster bestimmbarer Wert

^e Bei Mittelwert und P95 sind LB und UB-Werte dargestellt, weil es in diesem Datensatz starke Unterschiede zwischen LB und UB gab.

^{**} WM = Würzmittel

^{***} NEM = Nahrungsergänzungsmittel

Bei der Berechnung der Kennzahlen wurde für **Werte unterhalb der Bestimmungsgrenzen** ein Quecksilbergehalt von 0 µg/kg (Lower Bound, LB), bzw. die jeweilige Bestimmungsgrenze (Upper Bound, UB), bzw. die halbe Bestimmungsgrenze (Middle Bound, MB) angenommen. Wenn sich in einem Datensatz die nach dem LB- und nach dem UB-Prinzip berechneten

Kennzahlen stark unterschieden, wurden LB und UB dargestellt. Wenn sich LB und UB kaum unterschieden, wurden nur die MB-Kennzahlen dargestellt. Einzelwerte, die mehr als 10 Mal höher als der zweithöchste Messwert in der entsprechenden Gruppe waren, wurden als Ausreißer ausgeschlossen.

5.4 AUFTRETEN VON QUECKSILBER IN LEBENSMITTELN AUF DEM ÖSTERREICHISCHEN MARKT

5.4.1 Lebensmittel terrestrischen Ursprungs

Bei den terrestrischen Lebensmitteln wurden insgesamt nur in 7 % aller Proben (N = 3.695) messbare Konzentrationen von Quecksilber gefunden (Tabelle 6). Die Bestimmungsgrenzen für Quecksilber variierten mit wenigen Ausnahmen zwischen 0,1 und 20 µg/kg. Der **Gesamtmittelwert** über alle terrestrischen Lebensmittelproben betrug 1 - 7 µg/kg (LB-UB). Mögliche Unterschiede zwischen den einzelnen terres-

trischen Lebensmittelgruppen konnten kaum erfasst werden. Die LB-Mittelwerte der meisten Lebensmittelgruppen lagen aufgrund des überwiegenden Anteils an nicht bestimmbareren Werten nahe 0 µg/kg. Die UB-Mittelwerte der verschiedenen Lebensmittelgruppen unterschieden sich zwar deutlich, spiegelten aber lediglich Unterschiede zwischen den Bestimmungsgrenzen wieder.

5.4.2 Fisch und Meeresfrüchte (Lebensmittel aquatischen Ursprungs)

Bei Fisch und Meeresfrüchten wurden in 87 % aller Proben (N = 1.751) bestimmbare Mengen von Quecksilber gefunden. Der Gesamtmittelwert betrug 64 - 66 µg/kg (LB-UB) und es zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Untergruppen. Das **Fischfleisch** hatte mit einem Mittelwert von 79 - 81 µg/kg (LB-UB) mit Abstand den höchsten Quecksilbergehalt. Die Mittelwerte der **übrigen Untergruppen** lagen im Bereich 12 - 25 µg/kg (LB-UB) (Tabelle 6).

Der Quecksilbergehalt im Fischfleisch ist abhängig von Art, Alter, Lebensraum und Lebensweise der Fische. Raubfische mit langer Lebensdauer, die am Ende der Nahrungskette stehen, sind aufgrund der Bioakkumulierbarkeit von MeHg am stärksten belastet

(EFSA, 2012). Deshalb wurden in Tabelle 7 separate Kennzahlen für die einzelnen Fischarten berechnet. Mit „**Fischart**“ sind hier Handelsbezeichnungen gemeint, die vielen Konsumenten geläufiger sind, als die wissenschaftlichen Artnamen. Allerdings können diese Handelsbezeichnungen teilweise mehrere Spezies zusammenfassen oder falsche Verwandtschaftsverhältnisse suggerieren. Da die Quecksilbergehalte in den meisten Fischproben quantifizierbar waren, unterschieden sich die nach LB, MB und UB-Ansatz berechneten Kennzahlen kaum und Tabelle 7 führt nur die MB-Werte an. Die Kennzahlen für eine Fischart wurden als repräsentativ betrachtet, wenn 10 oder mehr Einzelergebnisse zur Verfügung standen.

Tabelle 7:
Gesamt-Hg Konzentrationen (µg/kg) in verschiedenen Fischarten

	N ^a	> BG ^b	Mittelwert MB ^c	P95 MB ^c	EFSA Mittelwert MB ^d	Höchstgehalte ^e µg/kg	Überschreitungen
Meeresfische	952	917	97	367			
Thunfisch	177	177	184	526	290	1000	2
Dorsch / Kabeljau	129	120	49	126	94	500	
Hering	120	119	36	75	36	500	
Makrele	98	95	51	113	108	500	
Sardine	74	67	26	68	38	500	
Sardelle	55	53	51	151	83	500	
Scholle	46	44	45	96	64	500	
Goldbrasse / Dorade	40	39	66	187	-	500	
Heilbutt	33	33	87	190	209	1000	
Pollack / Alaska-Seelachs	32	27	15	31	-		
Wolfsbarsch	25	24	84	289	300	500	
Köhler / Seelachs	22	22	58	98	-		
Butterfisch	12	12	677	1110	-	1000	1
Sprotten	11	10	19	36	21	500	
Schnapper	10	9	257	660	-	500	2
Rotbarsch / Goldbarsch	9	8	74	147	189	1000	
Seehecht	9	9	59	113	136	500	
Seeteufel	9	8	142	258	195	500	
Buttermakrele	8	8	571	868	-	1000	
Meerbarbe	8	8	109	240	-	1000	
Petersfisch	5	5	136	159	302	500	
Schwertfisch	3	3	1051	2037	1212	1000	1
Seezunge	3	3	39	40	77	500	
Marlin	2	2	1027	1934	-	1000	1
Adlerfisch	1	1	31	31	170	500	
Bacalhau	1	1	44	44	-	500	
Barrakuda	1	1	122	122	-	500	
Degenfisch	1	1	717	717	-	1000	
Drachenkopf	1	1	212	212	422	500	
Gelbstrieme	1	1	70	70	-	1000	
Hai	1	1	520	520	691	1000	
Heringshai	1	1	810	810	691	1000	
Knurrhahn	1	1	138	138	109	500	
Meeräsche	1	1	43	43	159	500	
Steinbutt	1	1	161	161	62	500	
Stöcker	1	1	249	249	127	500	
Süßwasserfische	213	160	38	143			
Forelle	69	57	20	40	-	500	
Pangasius	48	21	6	10	-	500	
Zander	27	27	93	201	33	500	
Saibling	19	18	33	98	-	500	
Karpfen	9	6	26	48	-	500	
Wels	9	8	47	183	-	500	
Reinanke	8	8	101	135	-	500	
Steinbeisser	4	4	187	351	-	500	
Victoriabarsch	4	4	68	116	-	500	
Flussbarsch	1	1	110	110	165	500	
Gouramy	1	1	2	2	-	500	
Hoki	1	1	492	492	55	500	
Laube	1	0	10	10	-	500	
Rotfeder	1	0	10	10	32	500	
Wanderfische	144	126	25	57			
Aal	1	1	259	259	178	1000	
Barramundi	2	2	58	71	-	500	
Lachs	141	123	23	48	33	500	
Sonstige Fische	8	6	50	194			
Sonstiges Fischfleisch	8	6	50	194	-		
Gesamt	1317	1209	79	87			

^a N = Probenanzahl

^b >BG = Anzahl von Werten über der Bestimmungsgrenze.

^c Mittelwert und P95 der österreichischen Daten. Es sind nur die MB-Werte dargestellt, weil es in diesem Datensatz kaum Unterschiede zwischen LB, MB und UB gab.

^d EFSA Mittelwerte (MB) aus einer aktuellen Opinion (EFSA, 2012).

^e zulässige Höchstgehalte gemäß VO (EG) Nr. 1881/2006

6 EXPOSITIONSABSCHÄTZUNG

6.1 VERZEHRSDATEN

Zur Abschätzung der Exposition der österreichischen Bevölkerung gegenüber Quecksilber wurden die Verzehrsdaten des **Österreichischen Ernährungsberichtes** 2012 (Elmadfa et al., 2012) herangezogen, in ihrer nach FoodEx1 kategorisierten Form, die seit 2015 in der EFSA Comprehensive European Food Consumption Database zur Verfügung steht (EFSA, 2015). Von den verschiedenen Altersgruppen in dieser Datenbank wurden die Gruppe der Erwachsenen im Alter von 18 - 64 Jahren und jene der Kinder im Alter von 6 - 9 Jahren gewählt. Diese Auswahl wurde anhand der Verzehrswerte für Fisch und Meeresfrüchte getroffen, weil diese Lebensmittelgruppe die bedeutendste Quelle für die Aufnahme von Quecksilber darstellt. Im Verhältnis zu ihrem Körpergewicht wiesen die Erwachsenen von 18 - 64 Jahren den niedrigsten und die Kinder im Alter von 6 - 9 Jahren den höchsten Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten auf. Allerdings standen für Kinder unter 6 Jahren noch keine österreichischen Verzehrsdaten zur Verfügung.

Als Kennzahl für den **durchschnittlichen Verzehr** wurden die über die Gesamtheit aller Verzehrerhebungsteilnehmer einer Altersgruppe („Gesamtpopulation“) berechneten Mittelwerte verwendet. Neben der Durchschnittsbevölkerung wurden Personen mit hohem Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten bei der Exposition besonders berücksichtigt. Als Kennzahl für **hohen Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten** wurden die 95. Perzentil-Werte der Gesamtpopulation herangezogen. Häufig wird bei Expositionsabschätzungen auch das 95. Perzentil der „Consumers“ herangezogen, also das 95. Perzentil jener Teilpopulation die im Erhebungszeitraum die relevante Lebensmittelkategorie tatsächlich verzehrt hat (EFSA, 2011). Mit dem 95. Perzentil der Consumers von Fisch und Meeresfrüchten konnte hier nicht gerechnet werden, da die Anzahl dieser Consumers zu gering war, um zuverlässige 95. Perzentile zu liefern.

6.2 AUFNAHME VON ANORGANISHEM QUECKSILBER

6.2.1 Elementares / metallisches Quecksilber (Hg⁰)

Die geschätzte Aufnahme von iHg über die verschiedenen Lebensmittelgruppen terrestrischen und aquatischen Ursprungs ist in Tabelle 9 dargestellt. Die Auftretensdaten von iHg in der zweiten Spalte der Tabelle 9 wurden anhand der Umrechnungsfaktoren (Tabelle 5) aus den Gesamtquecksilberwerten (Tabelle 6) berechnet. Für Lebensmittelgruppen, in denen mehr als 20 Einzelproben untersucht worden waren, wurden die entsprechenden Gruppen-Mittelwerte herangezogen. Für terrestrische **Lebensmittelgruppen mit weniger als 20 Einzelproben** wurden die Gesamtmittelwerte für terrestrische bzw. aquatische Lebensmittel eingesetzt. Für **Trinkwasser** wurde der Mittelwert aus der EFSA Stellungnahme (EFSA, 2012) übernommen. Der EFSA-Mittelwert (0,0 - 0,2 µg/l, LB-UB) stimmte mit den der AGES zur Verfügung stehenden österreichischen Trinkwasserdaten (siehe Abschnitt 5.3) überein, bei denen sämtliche Werte unter der Bestimmungsgrenze von 0,2 µg/l lagen.

Bei **den terrestrischen Lebensmittelgruppen** ergaben sich aufgrund der vielen nicht bestimmbareren Werte sehr starke Unterschiede in der Aufnahme von iHg, je nachdem ob anhand des LB- oder des UB-Ansatzes gerechnet wurde. Insgesamt betrug die Aufnahme von iHg über alle terrestrischen Lebensmittel laut LB-Berechnungsansatz durchschnittlich 0,07 µg/kg KG/W bei Erwachsenen und 0,08 µg/kg KG/W

bei Kindern. Laut UB-Berechnungsansatz betrug sie hingegen 1,96 µg/kg KG/W bei Erwachsenen und 2,78 µg/kg KG/W bei Kindern. Die Beiträge der einzelnen terrestrischen Lebensmittelgruppen zu diesen Gesamtaufnahme-Werten waren zwischen LB- und UB-Ansatz nicht konsistent (Tabelle 9).

Für **Trinkwasser** ergab sich durch die Verknüpfung der europäischen Auftretensdaten mit den österreichischen Verzehrsmengen eine iHg-Aufnahme von 0 - 0,02 µg pro kg Körpergewicht bei Erwachsenen und von 0 - 0,03 µg pro kg Körpergewicht und Woche bei Kindern (LB-UB).

Die mittlere Aufnahme von iHg über **Fisch und Meeresfrüchte** betrug bei Erwachsenen 0,02 und bei Kindern 0,05 µg pro kg Körpergewicht und Woche ohne wesentliche Unterschiede zwischen LB- und UB-Berechnungsansatz. Mindestens 90 % dieses Quecksilbers wurden in beiden Altersgruppen über Fischfleisch aufgenommen.

Die geschätzte **Gesamtaufnahme** an iHg über Lebensmittel betrug somit 0,09 - 2,02 µg (LB-UB) pro kg Körpergewicht und Woche bei Erwachsenen und 0,13 - 2,86 µg (LB-UB) pro kg Körpergewicht und Woche bei Kindern. Diese Werte entsprechen 2 - 50 % des TWI-Wertes bei Erwachsenen und 3 - 71 % des

Meeresfische waren insgesamt stärker belastet als Süßwasserfische. Es zeigten sich jedoch starke Unterschiede zwischen den verschiedenen marinen Fischarten. Besonders niedrige Mittelwerte von 20 - 40 µg/kg wurden bei Alaska-Seelachs, Sprotten, Sardinen und Heringen beobachtet. In diesem Bereich lag auch der Mittelwert für Lachse, die in der Freiheit zwischen Meer und Süßwasser wandern, auf dem Markt allerdings oft aus Lachszuchten im Meer oder Brackwasser stammen. Bei anderen beliebten Fischarten wie Dorsch / Kabeljau, Makrelen, Sardellen, Schollen, Goldbrassen / Doraden, Heilbutt und Wolfsbarsch lagen die Mittelwerte im Bereich 50 - 100 µg/kg. Thunfische hingegen enthielten durchschnittlich 184 µg/kg Quecksilber, Schnapper 256 µg/kg und Butterfische 677 µg/kg. Einzelne Überschreitungen des Höchstgehaltes von 1.000 µg/kg für marine Raubfische traten bei Thunfisch, Butterfisch, Schwertfisch und Marlin auf.

Bei den **Süßwasserfischen** ergaben sich aus den österreichischen Lebensmittelkontrolldaten repräsentative Mittelwerte im Bereich 20 - 33 µg/kg für Saiblinge, Karpfen und Forellen. Ein signifikant höherer Mittelwert von 93 µg/kg ergab sich für Zander. Auch

bei der Reinanke zeichnete sich ein erhöhter Quecksilberwert ab und es wäre interessant weitere Reinanken zu untersuchen, um einen signifikanten Mittelwert für diese heimische Fischart zu berechnen. Forellen, Karpfen, Lachse, Saiblinge und Zander wurden in den Jahren 2007 - 2015 auch im Rahmen des **Rückstandskontrollplans** untersucht, der ausschließlich Fische aus heimischen Fischteichen erfasst. Die Ergebnisse der Lebensmitteluntersuchungen (Tabelle 7) und des Rückstandskontrollplans (Tabelle 8) stimmten gut überein.

Das in den österreichischen Quecksilberdaten erfasste Spektrum an Fischarten stimmte nicht vollständig mit jenem der EFSA Opinion (EFSA, 2012) überein. Tendenziell lagen die österreichischen Mittelwerte unter den europäischen, besonders bei den marinen Fischarten (Tabelle 7). Der europäische Mittelwert (MB) für Thunfische lag beispielsweise bei 290 µg/kg, der österreichische hingegen bei 184 µg/kg. Während die österreichischen Daten bei Süßwasserfischen für den heimischen Markt besonders aussagekräftig sind, ist davon auszugehen, dass der internationale Markt für Meeresfische mit der europaweiten Datenerhebung der EFSA besser erfasst wurde.

Tabelle 8:
Gesamt-Hg Konzentrationen (µg/kg) in heimischen Fischproben des österreichischen Rückstandskontrollplans 2007 - 2015

Fischart	N	> BG	Mittelwerte MB ^a	P95 MB ^a	Maximum ^b
Forelle	69	25	18	42	116
Forellenartige ^c	7	6	25	52	60
Karpfen	26	16	72	185	947
Karpfenartige ^c	6	6	39	57	60
Lachsartige ^c	2	0	10	10	0
Saibling	8	5	32	77	92
Zander	1	1	110	110	110
Sonstige	29	9	20	46	120
Gesamt	148	68	30	80	947

^a Bei **Mittelwert und 95. Perzentil (P95)** sind nur die MB-Werte dargestellt, weil es in diesem Datensatz kaum Unterschiede zwischen LB, MB und UB gab.

^b **Maximum** = höchster bestimmbarer Wert.

^c Bei einigen Proben war nicht die Fischart, sondern nur eine weitergefasste **Gruppenbezeichnung** angegeben.

TWI-Wertes bei Kindern und liegen im Bereich der von der EFSA beschriebenen europäischen Expositionswerte (Tabelle 9). Die UB-Werte stellen ein konservatives Szenario dar und erlauben die Schlussfolgerung, dass der TWI-Wert für iHg von der österreichischen Durchschnittsbevölkerung nicht überschritten wird. **Graphisch** ist die Gesamtaufnahme von iHg über terrestrische Lebensmittel, aquatische Lebensmittel und Trinkwasser in Abbildung 1 dargestellt. Hier werden vor allem die großen Unterschiede zwischen den Ergebnissen des LB- und des UB-Berechnungsansatzes deutlich.

6.2.2 Weitere Expositionsquellen für anorganisches Quecksilber

Amalgamfüllungen in Zähnen stellen eine zusätzliche Quelle für die Exposition mit iHg dar. Elementares Quecksilber (Hg⁰) kann aus dem Amalgam evaporieren und wird im Körper zu HgII (iHg) oxidiert. Die EFSA beschreibt Studien, in denen eine zusätzliche

Personen mit **hohem Konsum von Fisch und Meeresfrüchten** nehmen hohe Mengen an Gesamtquecksilber auf, von dem ein Teil als iHg vorliegen kann. Erwachsene mit hohem Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten (95. Perzentil der Verzehrswerte) schöpften den TWI für iHg zu 6 - 54 % aus (LB-UB), Kinder mit hohem Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten zu 9 - 78% (LB-UB) (Tabelle 10).

Aufnahme von 0,2 - 1 µg/Tag pro Amalgamfüllung beobachtet wurde. Bei Personen mit mehreren Amalgamfüllungen stellen diese die Hauptaufnahmequelle für iHg dar und es kann zu Überschreitungen des TWI-Wertes kommen (EFSA, 2012).

Tabelle 9:
Aufnahme von anorganischem Quecksilber über verschiedene Lebensmittelgruppen

	Auftreten iHg (µg/kg) ^a Mittelwert		Verzehr (g/kg KG/d) Mittelwert		Aufnahme iHg (µg/kg KG/W)			
	LB ^b	UB ^b	Erwachsene	Kinder	Erwachsene		Kinder	
					LB ^b	UB ^b	LB ^b	UB ^b
Terrestrische Lebensmittel	1	7	27	47	0,07	1,96	0,08	2,78
Getreide & Getreideprodukte	0	11	3,57	8,96	0,00	0,28	0,00	0,70
Gemüse	0	6	1,24	2,33	0,00	0,06	0,00	0,10
Kakao*	1	7	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
Pilze*	1	7	0,07	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Stärkehaltige Wurzeln*	1	7	0,45	1,51	0,00	0,02	0,01	0,08
Hülsenfrüchte*	1	7	0,11	0,16	0,00	0,01	0,00	0,01
Obst	0	6	2,37	3,19	0,00	0,11	0,00	0,14
Fleisch (Nutztiere, Wild)	1	7	1,26	2,93	0,00	0,06	0,01	0,15
Milchprodukte	0	3	2,16	9,91	0,00	0,04	0,00	0,19
Eier und Eiprodukte*	1	7	0,05	0,53	0,00	0,00	0,00	0,03
Schokolade*	1	7	0,14	0,50	0,00	0,01	0,00	0,03
Honig	0	13	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Süßstoffe & Süßigkeiten	0	9	0,09	0,52	0,00	0,01	0,00	0,03
Fette und Öle*	1	7	0,19	0,92	0,00	0,01	0,01	0,05
Säfte	0	9	1,62	5,35	0,00	0,10	0,00	0,33
Nicht-alkoholische Getränke	0	14	7,29	6,25	0,00	0,74	0,00	0,63
Alkoholische Getränke*	1	7	2,26	0,13	0,01	0,12	0,00	0,01
Sonstige Gewürze, Kräuter, Würzmittel*	1	7	0,41	0,31	0,00	0,02	0,00	0,02
Salz	0	9	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Säuglings- und Kleinkindernahrung	0	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spezialnahrung, NEM	4	10	0,07	0,17	0,00	0,00	0,00	0,01
Zusammengesetzte Lebensmittel	2	16	3,18	1,96	0,03	0,36	0,02	0,22
Snacks, Desserts u.ä.*	1	7	0,29	0,99	0,00	0,02	0,01	0,05
Trinkwasser								
Trinkwasser**	0,0	0,2	16,84	19,45	0,00	0,02	0,00	0,03
Aquatische Lebensmittel (Fisch & Meeresfrüchte)			0,23	0,59	0,02	0,02	0,05	0,05
Fischfleisch	16	16	0,19	0,40	0,02	0,02	0,04	0,04
Fischprodukte/Fischstäbchen	2	3	0,01	0,18	0,00	0,00	0,003	0,004
Fischinnereien*	13	13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Krebstiere	10	12	0,02	0,01	0,002	0,002	0,00	0,00
Wasserweichtiere	9	11	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnecken*	13	13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt			44	67	0,09	2,01	0,12	2,86
Gesamt (% TWI)			2 %	50 %	3 %	71 %		

* Bei terrestrischen Lebensmittelgruppen mit **weniger als 20 Einzelproben** wurden die Mittelwerte aller terrestrischen Lebensmittel herangezogen. Bei Fischinnereien und Schnecken wurde der Gesamtmittelwert für Fisch und Meeresfrüchte herangezogen.

** Bei **Trinkwasser** wurde der europäische Mittelwert für Trinkwasser (EFSA, 2012) verwendet.

^a Die **iHg-Werte** wurden mit Hilfe der Umrechnungsfaktoren (Tabelle 5) aus den gemessenen Gesamt-Hg Werten (Tabelle 6) errechnet.

^b **LB und UB** Mittelwerte sind dargestellt, weil es in diesem Datensatz starke Unterschiede zwischen LB- und UB-Werten gab.

Tabelle 10:
Aufnahme von anorganischem Quecksilber bei hohem Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten

	Auftreten iHg (µg/kg) ^a Mittelwert		Verzehr (g/kg KG/d) Mittelwert		Aufnahme iHg (µg/kg KG/W)			
	Erwachsene		Kinder		Erwachsene		Kinder	
	LB ^c	UB ^c	Erwachsene	Kinder	LB ^c	UB ^c	LB ^c	UB ^c
Terrestrische Lebensmittel	1	7	27	47	0,07	1,96	0,08	2,78
Trinkwasser**	0,0	0,2	16,8	19,4	0,00	0,02	0,00	0,03
Fisch und Meeresfrüchte P95 ^b	16	16	1,54	2,72	0,17	0,17	0,30	0,30
Gesamt					0,24	2,16	0,38	3,11
Gesamt (% TWI)					6 %	54 %	9 %	78 %

** bei **Trinkwasser** wurde der europäische Mittelwert für Trinkwasser (EFSA, 2012) verwendet.
^a Die **iHg-Werte** wurden mit Hilfe der Umrechnungsfaktoren (Tabelle 5) aus den gemessenen Gesamt-Hg Werten (Tabelle 6) errechnet.
^b **P95**: das 95. Perzentil ist für die gesamte Obergruppe Fisch und Meeresfrüchte angegeben, und es wurde die konservative Annahme getroffen, dass die gesamte Verzehrsmenge in die am stärksten belastete Untergruppe (Fischfleisch) fällt.
^c **LB und UB** Mittelwerte sind dargestellt, weil es in diesem Datensatz starke Unterschiede zwischen LB- und UB-Werte gab.

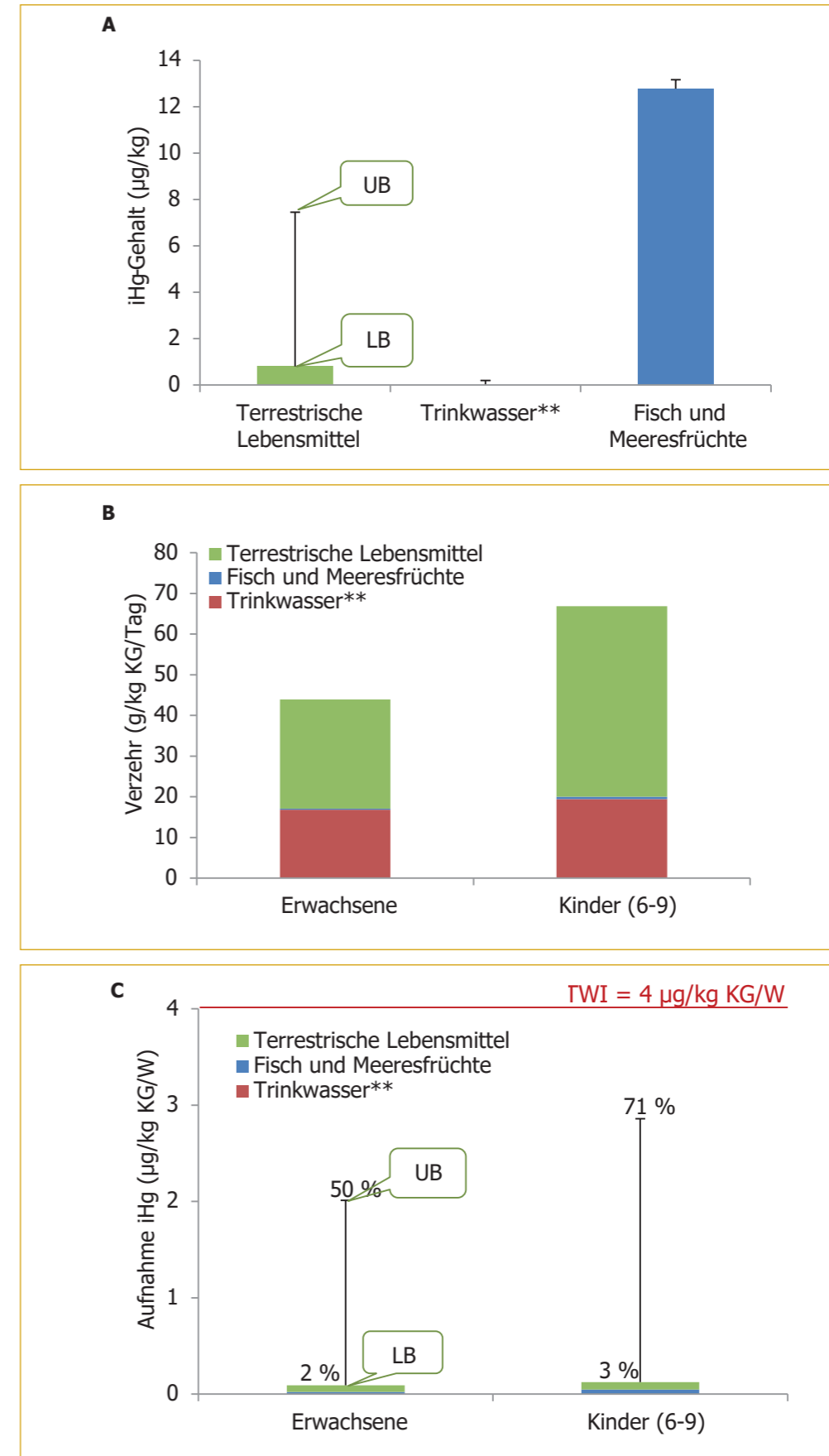


Abbildung 1: Gesamtaufnahme von anorganischem Quecksilber (iHg) über Lebensmittel
A) Gehalt an iHg (Mittelwerte), **B)** Lebensmittelverzehr (Mittelwerte), **C)** Aufnahme von iHg (Mittelwerte). In Graphiken A und C stellen die farbigen Balken die Berechnung nach dem LB-Verfahren dar, die Fehlerbalken die Berechnung nach dem UB-Verfahren. Die Prozentangaben in Graphik C zeigen den Auslastungsgrad des TWI-Wertes.

6.3 AUFNAHME VON METHYLQUECKSILBER

6.3.1 Aufnahme von Methylquecksilber über Fisch und Meeresfrüchte

Das Vorliegen relevanter Mengen von MeHg ist ausschließlich in Lebensmitteln aquatischen Ursprungs zu erwarten, also in der Übergruppe „Fisch & Meeresfrüchte“. Tabelle 11 und Abbildung 2 zeigen die Aufnahme von MeHg über Fisch und Meeresfrüchte. Für die Berechnung wurden die in Österreich **ermittelten Gehalte** an Gesamt-Hg (Tabelle 6) anhand von Umrechnungsfaktoren (Tabelle 5) in MeHg (Tabelle 11) umgerechnet. Da es bei den aquatischen Lebensmitteln kaum Unterschiede zwischen den nach dem LB-, MB- und UB-Ansatz berechneten Mittelwerten gab, wurden für die Expositionsabschätzung nur die MB-Mittelwerte verwendet.

Die Verzehrsdaten in Tabelle 11 zeigen den **mittleren Verzehr** der Obergruppe „Fisch und Meeresfrüchte“, und wie sich dieser auf die Untergruppen Fischfleisch, Fischprodukte, Krebstiere und Wasserweichtiere verteilt. Fischfleisch wurde mit Abstand am meisten konsumiert. Bei Kindern war außerdem die Kategorie „Fischprodukte“ von Bedeutung, die im Wesentlichen Fischstäbchen umfasst. Als Kennzahl für **hohen Verzehr** wurde das 95. Perzentil des Verzehrs der Obergruppe Fisch und Meeresfrüchte herangezogen. Dabei wurde die konservative Annahme getroffen, dass die gesamte Verzehrsmenge in die am stärksten belastete Untergruppe (Fischfleisch) fällt.

Die Verzehrsdaten wurden der EFSA-Datenbank in der Einheit g/kg Körpergewicht/Tag entnommen und in dieser Form zur Expositionsberechnung verwendet (Tabelle 11). In Abbildung 2 wurden diese Werte der Anschaulichkeit halber **in die Einheit g/Woche umgerechnet**, anhand eines Standard Körpergewichts von 30 kg für Kinder und von 70 kg für Erwachsene (Sprechblasen in Abbildung 2). Österreichische Erwachsene konsumierten demnach durchschnittlich ca. 111 g Fisch und Meeresfrüchte pro Woche, Kinder 124 g. Eine typische Portion Fisch hat ca. 150 g (ÖNWT, 2014). Also verzehrten die österreichischen Erwachsenen im Durchschnitt wöchentlich ca. 0,7 Portionen Fisch und Meeresfrüchte, die Kinder 0,8 Portionen. Erwachsene mit hohem Verzehr (95. Perzentil) konsumierten ca. 5 Portionen pro Woche und Kinder mit hohem Verzehr ca. 3,8 Portionen.

Die durchschnittliche wöchentliche **Aufnahme von MeHg** betrug 0,11 µg pro kg Körpergewicht und Woche bei Erwachsenen (9 % des TWI) und 0,24 µg pro kg Körpergewicht und Woche bei Kindern (18 % des TWI). Als Aufnahmequelle von MeHg fiel bei Erwachsenen ausschließlich das Fischfleisch ins Gewicht, bei Kindern waren Fischfleisch und Fischprodukte von Bedeutung. Erwachsene mit hohem Verzehr von Fisch schöpften den TWI-Wert zu 66 % aus, Kinder mit hohem Fischverzehr überschritten den TWI-Wert mit 116 % (Tabelle 11, Abbildung 2).

Tabelle 11:
Gesamtaufnahme von Methylquecksilber über Lebensmittel

	MeHg (µg/kg) Mittelwert	Verzehr (g/kg KG/Tag) ^b				Aufnahme (µg/ kg KG/W)			
		Mittelwert ^c		P95 ^c		Mittelwert (MB) ^a		P95 (MB) ^a	
		Erwachsene	Kinder (6 - 9)	Erwachsene	Kinder (6 - 9)	Erwachsene	Kinder (6 - 9)	Erwachsene	Kinder (6 - 9)
Fischfleisch	79	0,19	0,40	1,54	0,11	0,22	0,85	1,51	
Fischprodukte (Fischstäbchen)	14	0,01	0,18		0,00	0,02			
Wasserweichtiere	18	0,00	0,01		0,00	0,00			
Krebstiere	16	0,02	0,01		0,00	0,00			
Fisch & Meeresfrüchte gesamt		0,23	0,59	1,54	0,11	0,24	0,85	1,51	
Gesamt (% TWI)					9 %	18 %	66 %	116 %	

^a Nur die **MB**-Werte sind dargestellt, weil es in diesem Datensatz kaum Unterschiede zwischen LB, MB und UB gab

^b **Verzehrsdaten** für Fisch und Meeresfrüchte aus dem Österreichischen Ernährungsbericht (Elmadfa et al., 2012).

^c **Die Mittelwerte** sind für jede Untergruppe separat angegeben.

^d **P95**: das 95. Perzentil ist für die gesamte Obergruppe Fisch und Meeresfrüchte angegeben, und es wurde die konservative Annahme getroffen, dass die gesamte Verzehrsmenge in die am stärksten belastete Untergruppe (Fischfleisch) fällt.

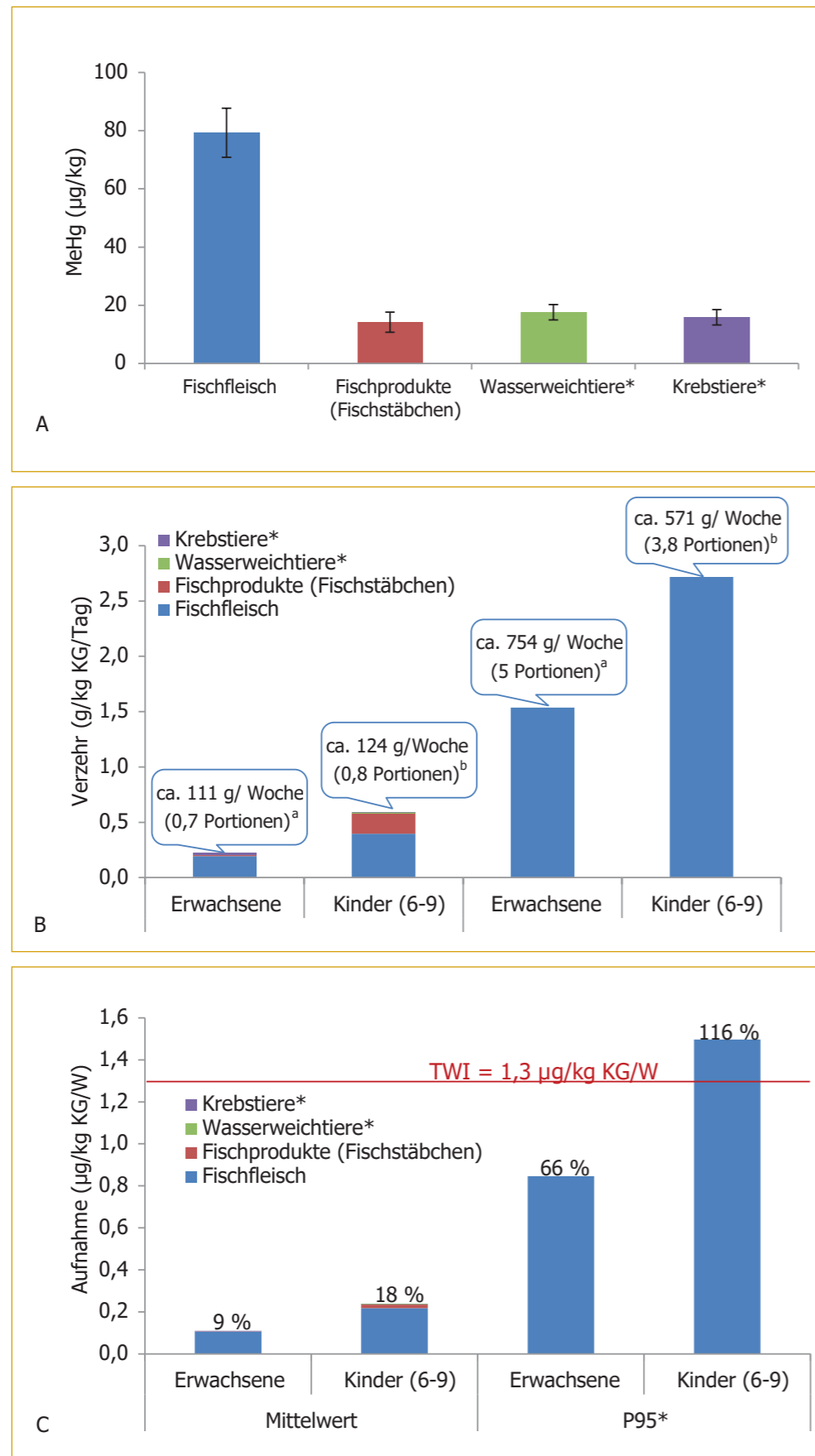


Abbildung 2: Gesamtaufnahme von Methylquecksilber über Lebensmittel (graphische Darstellung von Tabelle 11). **A)** Gehalt an MeHg (Mittelwerte MB mit 95 % Konfidenzintervallen), **B)** Verzehr von Fisch u. Meeresfrüchten (Mittelwert und 95. Perzentil), **C)** Aufnahme von MeHg und Ausschöpfung des TWI Wertes. ***P95** unter der konservativen Annahme, dass die gesamte verzehrte Menge Fischfleisch ist. ^a Angaben für Erwachsene von 70 kg. ^b Angaben für Kinder von 30 kg.

6.3.2 Aufnahme von Methylquecksilber über einzelne Fischarten

Beim Fischfleisch, der wichtigsten Aufnahmequelle von MeHg, war der Mittelwert der Quecksilberkonzentration stark von der Verteilung der Stichproben über die verschiedenen Fischarten beeinflusst. Es waren z. B. viel mehr Meeresfische als Süßwasserfische untersucht worden. Deshalb erschien es sinnvoll, auch auf der Ebene der **einzelnen Fischarten** zu rechnen. Während bei den Auftretensdaten von Quecksilber repräsentative Mittelwerte für 22 verschiedene Fischarten ermittelt werden konnten (Tabelle 7), waren die Verzehrdaten nicht umfangreich und detailliert genug, um differenzierte Aussagen über den Verzehr einzelner Fischarten zu erlauben. Es ist anzunehmen, dass jene 22 Fischarten, die in Österreich am meisten untersucht wurden, hierzulande besonders gerne konsumiert werden. Deshalb wurde für diese Fischarten die Quecksilberaufnahme mit einer Standardportion von 150 g pro Woche berechnet. Abbildung 3 veranschaulicht diese Berechnung und macht die Unterschiede zwischen den Fischarten deutlich. Tabelle 12 fasst die entsprechenden TWI-Auslastungen zusammen.

Bei vielen Fischarten ergab sich mit einer Portion pro Woche eine Auslastung des TWI-Wertes von weniger als 14 % sowohl für Erwachsene als auch für Kinder. Das bedeutet, dass diese Fische siebenmal in

der Woche konsumiert werden könnten, ohne dass der TWI-Wert ausgeschöpft wird. Mit einer Portion Forelle pro Woche nehmen Erwachsene z. B. nur 3 % des TWI-Wertes auf, Kinder 8 %. Eine Portion Thunfisch pro Woche hingegen schöpft den TWI-Wert bei Erwachsenen zu 30 % aus, bei Kindern zu 71 %. Von Butterfisch, der in bestimmten Sushi-Gerichten enthalten ist sollten weniger als 150 g pro Woche verzehrt werden.

Vor allem bei marinen Fischarten waren die **europäischen Mittelwerte (EFSA, 2012)** für den Quecksilbergehalt häufig höher als die österreichischen Mittelwerte (Tabelle 7). Deshalb wurde bei jenen Fischarten, für die europäische Quecksilberwerte zur Verfügung standen, die MeHg-Aufnahme auch anhand dieser Werte berechnet. Bei Kindern zeigte sich z.B. dass mit einer Portion Saibling pro Woche sowohl auf Basis der österreichischen als auch auf Basis der europäischen Mittelwerte nur 12 - 13 % des TWI ausgeschöpft werden. Eine wöchentliche Portion Thunfisch hingegen führte bei Kindern auf Basis der österreichischen Daten zu einer 71 %-Ausschöpfung des TWI, während es auf Basis des europäischen Quecksilberwertes mit 112 % bereits zu einer Überschreitung kam.

6.3.3 Exposition bei Einhaltung der Verzehrsempfehlungen für Fisch

Fisch ist jodereich, enthält hochwertiges Eiweiß, Omega-3-Fettsäuren und bedeutende Mengen an Vitamin D (DACH, 2015; EFSA, 2015). Deshalb empfiehlt die österreichische Ernährungspyramide, **wöchentlich zwei Portionen** von ca. 150 g Fisch zu essen. Es sollte einmal ein heimischer Fisch wie Forelle, Saibling oder Karpfen und einmal ein fettreicher Meeresfisch wie Lachs, Makrele, Hering oder Thunfisch auf den Teller kommen (BMG, 2010; 2013).

Aus der Tabelle 12 ist abzulesen, dass sich auf Grundlage der österreichischen Quecksilberwerte für **verschiedene Kombinationen** der genannten Süßwasser- und Meeresfische eine Ausschöpfung des TWI-Wertes von 7 - 35 % bei Erwachsenen und von 17 - 84 % bei Kindern ergibt. Ausgehend von

den Quecksilberwerten der EFSA ergibt sich eine Ausschöpfung von 10 - 57 % des TWI-Wertes bei Erwachsenen und von 25 - 133 % bei Kindern. Zu hohen Aufnahmewerten bzw. zu Überschreitungen kommt es, wenn aus der Gruppe der Meeresfische der Thunfisch gewählt wird. Die Ergebnisse des vorliegenden Berichtes zeigen, dass bei der Einhaltung der Empfehlungen für den Fischverzehr darauf geachtet werden sollte, dass Kinder nicht jede Woche Thunfisch oder andere stark belastete Fische (Tabelle 7) erhalten. Unter Beachtung dieser Vorsichtsmaßnahme werden die positiven ernährungsphysiologischen Effekte des regelmäßigen Fischverzehrs erreicht, ohne dass bedenkliche Mengen an Methylquecksilber aufgenommen werden.

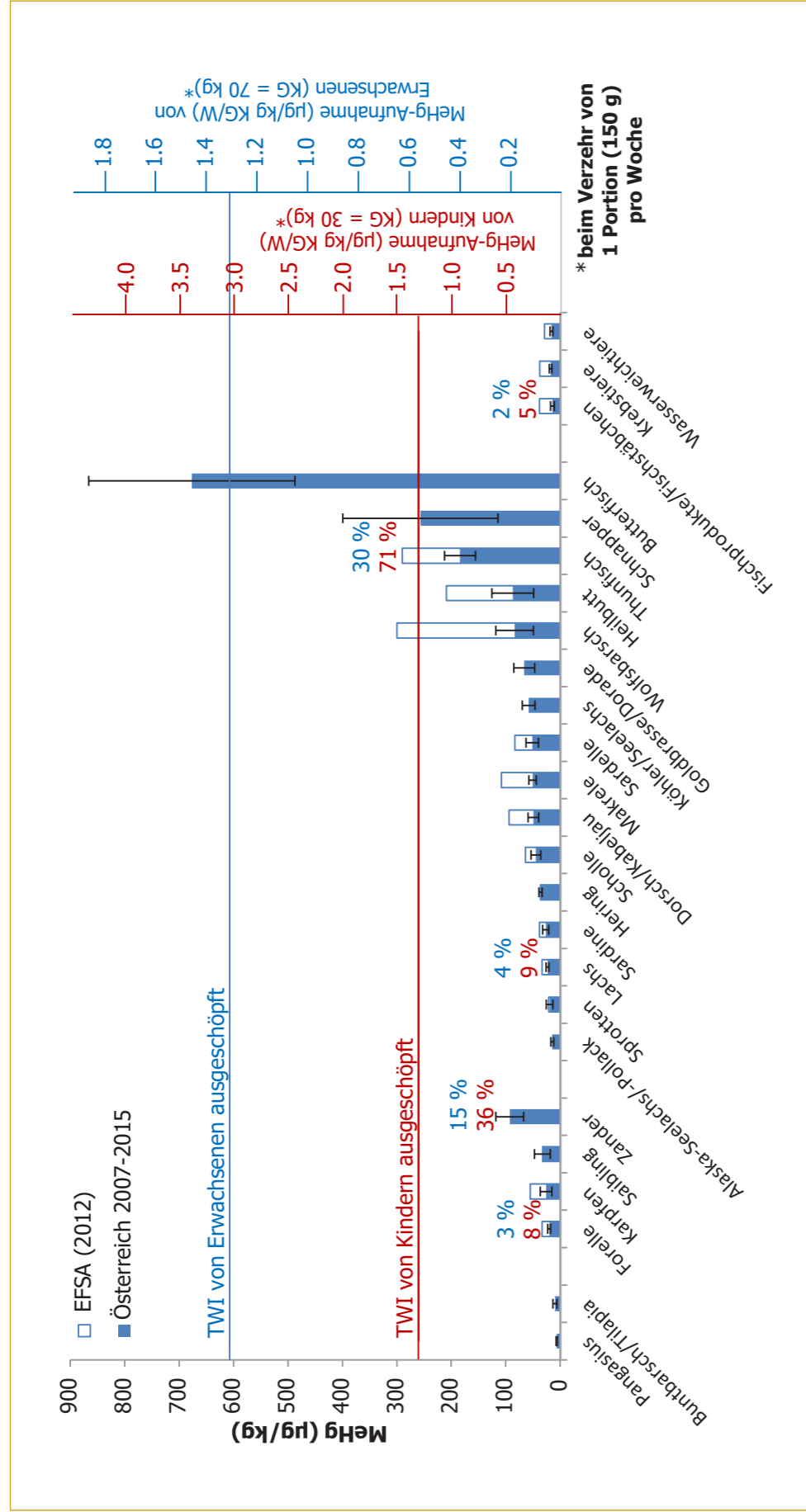


Abbildung 3: MeHg-Gehalt verschiedener Fischarten und Aufnahme von MeHg beim Verzehr einer Standardportion pro Woche
 Dargestellt sind die MeHg-Gehalte aller Fischarten, von denen mindestens 10 Einzelproben zur Verfügung standen. Sie wurden anhand der Umrechnungsfaktoren (Tabelle 5) aus den Gesamt-Hg Konzentrationen (Tabelle 7 und Tabelle 6) errechnet. Die **blauen Balken** stellen die Mittelwerte (MB) der österreichischen Untersuchungen mit **95 %-Konfidenzintervallen** dar. Die **weißen Balken** stellen die europäischen Mittelwerte (MB) dar (EFSA, 2012). Anhand der **zusätzlichen Ordinaten** rechts kann abgelesen werden, wieviel MeHg aufgenommen wird, wenn von einer bestimmten Fischart wöchentlich eine Standardportion von 150 g verzehrt wird. Rote Ordinate - Exposition von Kindern mit 30 kg Körpergewicht. Blaue Ordinate - Exposition von Erwachsenen mit 70 kg Körpergewicht. Bei einzelnen Fischarten steht im Diagramm, zu wieviel **Prozent** der TWI-Wert von Kindern (rot) und Erwachsenen (blau) mit einer wöchentlichen Standardportion ausgeschöpft wird.

Tabelle 12: Ausschöpfung des TWI-Wertes beim Verzehr einer Portion (150 g) Fisch pro Woche

	MeHg (µg/kg) Mittelwert (MB)		MeHg-Aufnahme (% TWI) mit 1 Portion (150 g) pro Woche			
			Hg-Werte Österreich		Hg-Werte EFSA	
	Österreich ^a	EFSA ^b	Erwachsene (70 kg)	Kinder (30 kg)	Erwachsene (70 kg)	Kinder (30 kg)
Pangasius	6	-	1%	2%		
Buntbarsch / Tilapia	10	-	2%	4%		
Forelle	20	33	3%	8%	5%	13%
Karpfen	26	55	4%	10%	9%	21%
Saibling	33	32	5%	13%	5%	12%
Zander	93	-	15%	36%		
Alaska-Seelachs/-Pollack	15		2%	6%		
Sprotten	19	21	3%	7%	3%	8%
Lachs	23	33	4%	9%	5%	13%
Sardine	26	38	4%	10%	6%	15%
Hering	36	36	6%	14%	6%	14%
Scholle	45	64	7%	17%	11%	25%
Dorsch / Kabeljau	49	94	8%	19%	15%	36%
Makrele	51	108	8%	19%	18%	42%
Sardelle	51	83	8%	20%	14%	32%
Köhler / Seelachs	58		10%	22%		
Goldbrasse / Dorade	66	-	11%	25%		
Wolfsbarsch	84	300	14%	32%	49%	115%
Heilbutt	87	209	14%	33%	34%	80%
Thunfisch	184	290	30%	71%	48%	112%
Schnapper	257	-	42%	99%		
Butterfisch	677	-	112%	260%		
Fischprodukte / Fischstäbchen	14	38	2%	5%	6%	15%
Krebstiere	18	38	3%	7%	6%	14%
Wasserweichtiere	16	29	3%	6%	5%	11%

^a **Mittelwert (MB)** der österreichischen Daten.
^b **EFSA Mittelwerte (MB)** aus der aktuellen Opinion zu Quecksilber (EFSA, 2012).

7 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die untersuchten **Lebensmittel terrestrischen Ursprungs** waren mit einem Gesamt-Mittelwert von 1 - 7 µg Quecksilber pro kg (LB-UB) gering belastet. Da der Quecksilbergehalt der meisten Proben unterhalb der Bestimmungsgrenze lag, konnten keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Lebensmittelgruppen festgestellt werden.

Wegen der zahlreichen nicht bestimmbar Werte bei den terrestrischen Lebensmitteln konnte die **Gesamtaufnahme von anorganischem Quecksilber** nur ungefähr abgeschätzt werden. Es konnte jedoch festgestellt werden, dass der TWI-Wert bei Erwachsenen und Kindern weder in der Durchschnittsbevölkerung noch von Personen mit hohem Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten überschritten wird.

Bei Lebensmitteln aquatischen Ursprungs, d. h. in der Gruppe „**Fisch und Meeresfrüchte**“ gab es deutliche Unterschiede im Quecksilbergehalt verschiedener Fischarten. Deshalb waren artspezifische Mittelwerte (6 und 677 µg/kg) aussagekräftiger als der Gesamt-Mittelwert für Fischfleisch (79 µg/kg).

Tendenziell lagen die **österreichischen Mittelwerte** für Quecksilber in Fisch und Meeresfrüchten unter den europäischen Mittelwerten. Während die österreichischen Daten bei Süßwasserfischen für den heimischen Markt besonders aussagekräftig sind, ist davon auszugehen, dass der internationale Markt für Meeresfische mit der europaweiten Datenerhebung der EFSA besser erfasst wurde.

Von Fisch und Meeresfrüchten, den **Aufnahmequellen von Methylquecksilber**, verzehrten Erwachsene in Österreich durchschnittlich ca. 0,7 Portionen pro Woche und schöpften den TWI für Methylquecksilber zu 9 % aus. Kinder verzehrten 0,8 Portionen und schöpften den TWI-Wert durchschnittlich zu 18 % aus. Erwachsene mit hohem Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten konsumierten ca. 5 Portionen pro Woche und schöpften den TWI-Wert zu 66 % aus. Kinder mit hohem Verzehr konsumierten ca. 3,8 Portionen wöchentlich und überschritten mit 116 % den TWI für Methylquecksilber. Die tatsächliche Aufnahme kann jedoch stark variieren, je nachdem, welche Fischart bevorzugt verzehrt wird.

Laut **österreichischer Ernährungspyramide** sollte wöchentlich eine Portion heimische Fischarten (wie Saibling, Forelle, Karpfen) und eine Portion fetter Seefisch (wie Lachs, Makrele, Hering, Thunfisch) verzehrt werden (BMG, 2010; 2013). Auf Basis der österreichischen Quecksilberwerte schöpfen Erwachsene bei Einhaltung dieser Empfehlung den TWI für MeHg zu 7 - 35 % aus, Kinder zu 17 - 84 %, je nachdem welche Fischarten kombiniert werden. Auf Basis der europäischen Mittelwerte für Quecksilber kann es bei Einhaltung der Verzehrsempfehlungen jedoch zu Überschreitungen kommen, wenn Kinder jede Woche Thunfisch verzehren. Zusätzlich zu den Empfehlungen für Fischverzehr sollte daher darauf geachtet werden, dass Kinder nicht jede Woche Thunfisch oder andere stark belastete Fischarten erhalten.

8 EMPFEHLUNGEN ZU FISCH

Fisch ist jodreich, enthält hochwertiges Eiweiß, Omega-3-Fettsäuren und bedeutende Mengen an Vitamin D (DACH, 2015; EFSA, 2015). Deshalb empfiehlt das österreichische Gesundheitsministerium, **wöchentlich zwei Portionen** von ca. 150 g Fisch zu essen (BMG, 2010). Idealerweise soll die Portionsgröße an die Körpergröße des Konsumenten angepasst sein. Eine anschauliche Angabe dazu lautet: eine Portion Fisch entspricht einem handtellergroßen, fingerdicken Stück (BMG, 2013). Gemessen an einer erwachsenen Hand sind das ca. 150 g, gemessen an der Hand eines Kleinkindes hingegen nur 50 g. Es sollte einmal ein heimischer Fisch wie Forelle, Saibling oder Karpfen und einmal ein fettreicher Meeresfisch wie Lachs, Makrele, Hering oder Thunfisch auf den Teller kommen (BMG, 2010; 2013). Bei Verzicht auf Meeresfisch soll als Alternative mindestens 1 Esslöffel Rapsöl pro Tag konsumiert werden (BMG, 2013).

Die Ergebnisse des vorliegenden Berichtes zeigten, dass stark belastete Fischarten wie Thunfisch von Kindern im Alter von 6 - 9 Jahren aufgrund der Belastung mit Methylquecksilber nicht jede Woche verzehrt werden sollten.

Schwangeren und stillenden Frauen wird regelmäßiger Verzehr von Fisch grundsätzlich empfohlen. Eine aktuelle Studie der EFSA ergab, dass sich Fischverzehr in der Schwangerschaft positiv auf die Entwicklung des kindlichen Nervensystems auswirkt (EFSA, 2015). Es gibt Hinweise, dass Fisch in der mütterlichen Ernährung während der Schwangerschaft einen protektiven Effekt gegen die Entwicklung atopischer Erkrankungen beim Kind hat (Schäfer et al., 2014). Atopische Erkrankungen sind beispielsweise Neurodermitis, Heuschnupfen, allergisches Asthma und Nahrungsmittelallergien (REVAN, 2013).

Beim **Säugling** kann Fisch mit Beginn der Beikost in die Ernährung eingeführt werden. Es gibt Hinweise darauf, dass der Fischkonsum des Kindes im 1. Lebensjahr einen protektiven Effekt gegen die Entwicklung allergischer Erkrankungen hat (REVAN, 2010).

Kleinkinder von 1 - 3 Jahren sollten pro Woche 1 - 2 Portionen Fisch erhalten. Eine Portion für Kleinkinder entspricht durchschnittlich 50 g (ca. 1 Kinderhandfläche). Bevorzugt sollte 1 Portion heimische Fischarten wie Saibling oder Forelle und 1 Portion fettreiche Meeresfische wie Lachs, Hering oder Makrele am Kinderspeiseplan stehen (REVAN, 2014).

Bei Säuglingen und Kleinkindern ist auf die sorgfältige Entfernung der Gräten und auf ausreichendes Erhitzen zu achten (70 – 80 °C über zehn Minuten). Der Fisch sollte auch im Inneren vollständig gegart sein (REVAN, 2013).

Wegen erhöhter Schwermetallbelastung wird Schwangeren, Stillenden, Säuglingen und Kleinkindern vom Konsum **fetter Raubfische, die am Ende der Nahrungskette** stehen, wie Thunfisch, Schwertfisch, Heilbutt und Hecht jedoch abgeraten (BMG, 2015; Revan, 2010, 2013, 2014). Außerdem sollten diese empfindlichen Personengruppen keine gebeizten oder geräucherten Fische (z.B. Graved Lachs, Räucherlachs), sowie keine rohen oder halb-rohen Fische wie z. B. Sushi, Sashimi und Austern verzehren (REVAN, 2013).

Weitere detaillierte Informationen zur richtigen Ernährung für Schwangere, Stillende, Säuglinge und Kleinkinder bietet das von AGES, Bundesministerium für Gesundheit und dem Hauptverband der Sozialversicherungsträger getragene Programm „**Richtig essen von Anfang an (REVAN)**“ (<http://www.richtigessenvonanfangen.at/>).

Neben gesundheitlichen Überlegungen sollten beim Fischkonsum auch Aspekte des Artenschutzes und der **Erhalt aquatischer Ökosysteme** berücksichtigt werden. Informationen dazu gibt es z. B. im aktuellen Greenpeace Fischratgeber 2016, im Programm „Aquakultur 2020 – Österreichische Strategie zur Förderung der nationalen Fischproduktion“, im WWF Online Ratgeber, auf der Homepage von AMA Gütesiegel, Aquaculture Stewardship Council (ASC) und Marine Stewardship Council (MSC).

9 LITERATUR

- AGES (Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit), 2013: Aufnahme von Cadmium über Lebensmittel 2007 – 20012. Marchart K, Kuffner M, Hofstädter D, Keckeis A, Manner K. p.1-33. http://www.ages.at/fileadmin/AGES2015/Themen/Schaderreger_Bilder/R%C3%BCckst%C3%A4nde___Kontaminanten_Dateien/Aufnahme_von_Cadmium_%C3%BCber_Lebensmittel_2007-2012_2013.pdf
- AMA Gütesiegel: http://www.ama-marketing.at/home/groups/4/AMA-GS-Richtlinie_im_UEberblick.pdf
- ASC (Aqua Stewardship Council): <http://www.asc-aqua.org/?lng=5>
- BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung), 2010: Aufnahme von Umweltkontaminanten über Lebensmittel. 1-60. http://www.bfr.bund.de/cm/350/aufnahme_von_umweltkontaminanten_ueber_lebensmittel.pdf; erfasst am 20.01.2016
- BMG (Bundesministerium für Gesundheit), 2015: Empfehlungen der Nationalen Ernährungskommission. Task Force: Kleinkinder, Stillende & Schwangere. Ernährungspyramide für Schwangere und Stillende. Beschluss 18.12.2015. http://www.bmg.gv.at/cms/home/attachments/3/3/4/CH1364/CMS1347872626120/empfehlung_nek_schwangere_stillende.pdf
- BMG (Bundesministerium für Gesundheit), 2014: Lebensmittelsicherheitsbericht 2014. Zahlen, Fakten, Daten. Bericht nach § 32 Abs. 1 LMSVG; veröffentlicht Juni 2015, ISBN 978-3-902611-92-5; https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/lebensmittelkontrolle/Lebensmittelsicherheitsbericht2014_20150615.pdf?4xzhli; erfasst am 28.01.2016
- BMG (Bundesministerium für Gesundheit), 2013: Empfehlungen der Nationalen Ernährungskommission. Arbeitsgruppe: Dietary Guidelines & Ernährungskommunikation. Empfehlungen zum Fischkonsum. Beschluss 23.10.2013. <http://bmg.gv.at/cms/home/attachments/3/3/4/CH1364/CMS1347872626120/empfehlungfischkonsum2014.pdf>
- BMG (Bundesministerium für Gesundheit), 2011. Lebensmittelsicherheitsbericht 2011. Zahlen, Daten, Fakten aus Österreich. https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/lebensmittelkontrolle/Lebensmittelsicherheitsbericht_2011.pdf?4vguyq
- BMG (Bundesministerium für Gesundheit), 2010: Die Ernährungspyramide im Detail – 7 Stufen zur Gesundheit. http://bmg.gv.at/home/Schwerpunkte/Ernaehrung/Empfehlungen/Die_Ern%C3%A4hrungspyramide_im_Detail_-_7_Stufen_zur_Gesundheit; erfasst am 02.02.2016
- BMG (Bundesministerium für Gesundheit), 2013: Empfehlung der Nationalen Ernährungskommission. Empfehlung zum Fischkonsum. <http://bmg.gv.at/cms/home/attachments/3/3/4/CH1364/CMS1347872626120/empfehlungfischkonsum2014.pdf>
- BMG (Bundesministerium für Gesundheit), 2011: Die Österreichische Ernährungspyramide für Schwangere und Stillende. http://bmg.gv.at/home/Oe_Ernaehrungspyramide_Schwangere_Stillende; erfasst am 02.02.2016
- BMLFUW (Ministerium für ein lebenswertes Österreich), 2012: Strategie „Aquakultur 2020“ https://www.bmlfuw.gv.at/service/publikationen/land/aquakultur_2020.html
- Greenpeace, 2016: <http://www.greenpeace.org/austria/de/multimedia/Publikationen/ratgeber/fisch-ratgeber/#a0>; erfasst am 12.02.2016
- DACH, 2015. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Bonn, 2. Auflage, 1. Ausgabe (2015)
- Ekino et al., 2007: Shigeo Ekino, Mari Susa, Tadashi Ninomiya, Keiko Imamura, Toshinori Ktamura. Minamata disease revisited: An update on the acute and chronic manifestations of methyl mercury poisoning. Journal of Neurological Sciences. Volume 262, Issues 1-2, 15. November 2007, 131-144. doi:10.1016/j.jns.2007.06.036
- EFSA (European Food Safety Authority), 2011: Use of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database in Exposure Assessment. EFSA Journal 2011;9(3):2097. 1-34. http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/2097.pdf
- EFSA (European Food Safety Authority), 2012: Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). EFSA Journal 2012;10(12):2985. 1-241. <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/2985>; erfasst am 20.01.2016
- EFSA (European Food Safety Authority), 2015: Scientific Opinion - Statement on the benefits of fish/seafood consumption compared to the risks of methylmercury in fish/seafood. EFSA Scientific Committee. EFSA Journal 2015;13(1):3982. 1-36. <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/3982>; erfasst am 20.01.2016
- EFSA European Food Safety Authority), 2015: The EFSA Comprehensive European Food Consumption Database; <http://www.efsa.europa.eu/en/food-consumption/comprehensive-database>
- Elmadfa et al., 2012: Österreichischer Ernährungsbericht 2012. Elmadfa I, Hasenegger V, Wagner K, Putz P, Weidl N.M, Wottawa D, Kuen T, Seiringer G, Meyer A.L, Sturtzel B, Kiefer I, Zilberszac A, Sgarabottolo V, Meidlinger B, Rieder A. Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit. <http://www.bmg.gv.at/cms/home/attachments/4/5/3/CH1048/CMS1348749794860/oeb12.pdf>
- EN 13805, 2014: Foodstuffs - Determination of trace elements - Pressure digestion.
- EN 13806, 2002: Foodstuffs - Determination of trace elements - Determination of mercury by cold-vapour atomic absorption spectrometry (CVAAS) after pressure digestion.
- EN 15763, 2010: Foodstuffs - Determination of trace elements - Determination of arsenic, cadmium, mercury and lead in foodstuffs by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) after pressure digestion.
- Forth et al., 2001: Forth W, Henschler D, Förstermann U, Starke K. Kapitel 34.5.3 Quecksilber. In: Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. Urban & Fischer Verlag München – Jena. ISBN 3-437-42520-X: p.1045-1048
- Greenpeace Fischratgeber, 2016: Fischratgeber 2016. Publiziert 19.01.2016. <http://www.greenpeace.org/austria/de/multimedia/Publikationen/ratgeber/fisch-ratgeber/>; erfasst am 2.2.2016
- MSC (Marine Stewardship Council): <https://www.msc.org/de>; erfasst am 12.02.2016
- ÖNWT, 2014. Die österreichische Nährwerttabelle; <http://www.nutritional-software.at/nutsservice/daten/hintergrundinformation-zur-oenwt/>; (erfasst am 29/07/2015).
- REVAN (Richtig essen von Anfang an), 2010: Richtig essen von Anfang an! Hitthaller A, Bruckmüller M, Kiefer I, Zwiauer K. Österreichische Beikostempfehlungen. 2010. http://www.richtigessenvonanfangen.at/content/download/3176/17902/file/Beikostempfehlungen_Expertenversion_24-04-2013.pdf
- REVAN (Richtig essen von Anfang an), 2013: Richtig essen von Anfang an! Empfehlungen zur Vermeidung von Lebensmittelinfektionen während der Schwangerschaft. <http://www.richtigessenvonanfangen.at/Publikationen/Projektbezogene-Publikationen/Schwangerschaft>
- REVAN (Richtig essen von Anfang an), 2014: Richtig essen von Anfang an! Fröschl N, Bruckmüller MU, Dieminger B, Kiefer I, Zwiauer K, Bürger B, Meidlinger B, Seper K, Wolf A, Wüst N, Lehner P, Sgarabottolo V, Maringer B, Pollak A, Widhalm K. Ernährungsempfehlungen für ein- bis dreijährige Kinder. http://www.richtigessenvonanfangen.at/content/download/5072/29271/file/2014-09-09_Ern%C3%A4hrungsempfehlungen%201-3%20Jahre.pdf
- Schäfer et al., 2014: Schäfer T, Bauer C-P, Beyer K, Bufe A, Friedrichs F, Gieler U, Gronke G, Hamelmann E,

10 RECHTSAKTE

- Hellermann M, Kleinheinz A, Klimek L, Koletzko S, Kopp M, Lau S, Müsken H, Reese I, Schmidt S, Schnadt S, Sitter H, Strömer K, Vagts J, Vogelberg C, Wahn U, Werfel T, Worm M, Muche-Borowski C. S3-Leitlinie Allergieprävention — Update 2014. *Allergo J.* 2014;23(6):32-47
- Selin, N.E. , 2009, Global Biogeochemical Cycling of Mercury: A Review. *Annu Rev. Environ. Resour.*34, 43-63.
 - UBA (Umweltbundesamt), 2014: Wie kommt Quecksilber in die Umwelt. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wie-kommt-quecksilber-in-die-umwelt>; Stand 24.06.2014; erfasst am 28.01.2016
 - UNEP (United Nation Environment Programme), 2013: Minamata Convention on Mercury. <http://www.mercuryconvention.org/Convention/tabid/3426/Default.aspx>; erfasst am 2.2.2016
 - Vohr, 2010: Hans-Werner Vohr. Toxikologie Band 2: Toxikologie der Stoffe. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. ISBN 978-3-527-32385-2. p.24-25
 - WHO (World Health Organization), 2005: Mercury in Drinkingwater. Background document for development of WHO Guidelines for Drinkingwater Quality. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/mercuryfinal.pdf
 - WWF: <http://www.wwf.at/de/menu749/subartikel2875/>; erfasst am 12.02.2016
 - Aktionswerte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. Erlass BMG-75210/0011-II/B/13/2012. https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/dateien/lebensmittel/kontaminanten_in_LM_1_aktionswerte.pdf?4cxa82; erfasst am 20.01.2016
 - EC (European Commission), 2015: EU Pesticides database. Current MRL values Mercury. Last update 07.07.2015 <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide.residue.CurrentMRL&language=EN>; erfasst am 20.01.2016
 - Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz – LMSVG: Bundesgesetz über Sicherheitsanforderungen und weitere Anforderungen an Lebensmittel, Gebrauchsgegenstände und kosmetische Mittel zum Schutz der Verbraucherinnen und Verbraucher idGF. BGBl. I Nr. 13/2006. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20004546/LMSVG%2c%20Fassung%20vom%2002.03.2016.pdf>
 - Mineralwasser- und Quellwasserverordnung: Verordnung der Bundesministerin für Frauenangelegenheiten und Verbraucherschutz über natürliche Mineralwässer und Quellwässer. BGBl. II Nr. 309/1999 zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 500/2004. <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40060582/NOR40060582.pdf>; erfasst am 27.01.2016
 - RICHTLINIE 98/83/EG DES RATES vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:de:PDF>
 - RICHTLINIE 2002/32/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 7. Mai 2002 über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung. http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:aca28b8c-bf9d-444f-b470-268f71df28fb.0002.02/DOC_1&format=PDF
 - RICHTLINIE DES RATES vom 21. Dezember 1978 über das Verbot des Inverkehrbringens und der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die bestimmte Wirkstoffe enthalten. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31979L0117&from=DE>
 - RICHTLINIE 2003/40/EG DER KOMMISSION vom 16. Mai 2003 zur Festlegung des Verzeichnisses, der Grenzwerte und der Kennzeichnung der Bestandteile natürlicher Mineralwässer und der Bedingungen für die Behandlung natürlicher Mineralwässer und Quellwässer mit ozonangereicherter Luft. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0040&from=de>
 - Trinkwasserverordnung-TWV: Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch StF: BGBl. II Nr. 304/2001. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20001483/TWV%2c%20Fassung%20vom%2027.01.2016.pdf>
 - Verbot von Pflanzenschutzmitteln, die bestimmte Wirkstoffe enthalten: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Verbot von Pflanzenschutzmitteln, die bestimmte Wirkstoffe enthalten. BGBl. II Nr. 308/2002. https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPDF/2002_308_2/2002_308_2.pdf; erfasst am 27.01.2016
 - VERORDNUNG (EG) Nr. 1881/2006 DER KOMMISSION vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. ABl. L 364/5 vom 20.12.2006. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1881&qid=1453287938571&from=EN>
 - VERORDNUNG (EG) Nr. 629/2008 DER KOMMISSION vom 2. Juli 2008 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. ABl. L 173/6 vom 3.7.2008. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:173:0006:0009:DE:PDF>
 - VERORDNUNG (EU) 2015/186 DER KOMMISSION vom 6. Februar 2015 zur Änderung des Anhangs I der Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Höchstgehalte für Arsen, Fluor, Blei, Quecksilber, Endosulfan und Samen von Ambrosia. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0186&from=DE>; erfasst am 20.01.2016
 - VERORDNUNG (EG) Nr. 396/2005 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Februar

2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs und zur Änderung der Richtlinie 91/414/EWG des Rates. ABl. L 70 vom 16.3.2005. Konsolidierte Fassung: Dieses Dokument ist lediglich eine Dokumentationshilfe, für deren Richtigkeit die Organe der Union keine Gewähr übernehmen.

<http://wsp502.ages.at/cgi-bin/patience.cgi?id=df2fdb34-a80f-4b17-95af-73e093e147a3>

- VERORDNUNG (EG) Nr. 396/2005 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Februar 2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs und zur Änderung der Richtlinie 91/414/EWG des Rates
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005R0396&from=DE>
- VERORDNUNG (EG) Nr. 149/2008 DER KOMMISSION vom 29. Januar 2008 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung der Anhänge II, III und IV mit Rückstandshöchstgehalten für die unter Anhang I der genannten Verordnung fallenden Erzeugnisse
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0149&rid=1>
- VERORDNUNG (EG) Nr. 1881/2006 DER KOMMISSION vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. Konsolidierte Fassung: Dieses Dokument ist lediglich eine Dokumentationshilfe, für deren Richtigkeit die Organe der Union keine Gewähr übernehmen.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:02006R1881-20151118&qid=1453820665043&from=EN>

11 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AGES	Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
BfR	Deutsches Bundesinstitut für Risikobewertung
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
EFSA	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
FG	Frischgewicht
Hg	Quecksilber
Hg⁰	elementares/ metallisches Quecksilber
iHg	anorganisches Quecksilber
Hg₂²⁺	1-wertiges Quecksilberion (gehört zur anorganischen Quecksilberform)
Hg²⁺	2-wertiges Quecksilberion (gehört zur anorganischen Quecksilberform)
HgS	Zinnober (Quecksilbermineral)
MeHg	Methylquecksilber (organische Quecksilberform)
CH3-Hg⁺	Strukturformel von Methylquecksilber
JECFA	The FAO/ WHO Joint Expert Committee on Food Additives
KG	Körpergewicht
LB	Lower Bound
LMSVG	Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz
MB	Medium Bound
P95	95tes Perzentil
REVAN	Richtig essen von Anfang an
SF	Standardfaktor
TWI	Tolerable Weekly Intake/ tolerierbare wöchentliche Aufnahme
UB	Upper Bound
UBA	Umweltbundesamt
UNEP	United Nation Environment Programme
UF	Unsicherheitsfaktor
WHO	World Health Organisation
WWF	World Wildlife Fund
µg/kg KG/W	Mikrogramm pro Kilogramm Körpergewicht pro Woche

Impressum

Eigentümer, Verleger und Herausgeber:

AGES – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH
Spargelfeldstraße 191 | 1220 Wien

Telefon: +43 50 555-0
www.ages.at

Grafische Gestaltung: strategy-design
Titelfoto: Fotolia

© AGES, März 2016

Satz- und Druckfehler vorbehalten. Alle Rechte vorbehalten. Nachdrucke – auch auszugsweise – oder sonstige Vervielfältigung, Verarbeitung oder Verbreitung, auch unter Verwendung elektronischer Systeme, nur mit schriftlicher Zustimmung der AGES zulässig.

GESUNDHEIT FÜR MENSCH, TIER UND PFLANZE

Kontakt

AGES – Österreichische Agentur für
Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH
Spargelfeldstraße 191 | 1220 Wien

Tel.: +43 50 555-0
www.ages.at