

**BEWERTUNG DER AUFTRETENSDATEN ZU
HEXACHLORBENZOL IN LEBENSMITTELN
(JÄNNER 2009 – MÄRZ 2015)**

Stand: 13.11.2015

Autorinnen

DI Elke Rauscher-Gabernig, MScTox, ERT

Dr. Daniela Mihats

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

Zusammenfassung

Von Jänner 2009 bis März 2015 wurden in der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) 14969 Lebensmittel auf Hexachlorbenzol (HCB) untersucht. HCB ist eine persistente chlorierte chemische Verbindung, die früher als Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten eingesetzt wurde. Daher ist HCB in der Umwelt weit verbreitet. HCB ist fettlöslich und wird im Fettgewebe gespeichert. Eine hohe Aufnahme von HCB kann beim Menschen toxische Wirkungen auf das Hormon- und Nervensystem, Blutbildung, Haut und Leber haben.

In 97% aller Proben wurde kein HCB nachgewiesen, dies umfasste unter anderen die Lebensmittelgruppen Obst, Gemüse, Kindernährmittel, Getreide, Fleisch und Eier. Quantifizierbare Gehalte wurden in nur 3% aller Proben bestimmt, nämlich in den Lebensmittelgruppen „Fette, Öle, Butter“, „Milch und Milchprodukte“, „Fisch und Fischerzeugnisse, Krebs- und Muscheltiere“ und „Schalenobst, Öl- und andere Samen“. Die höchsten durchschnittlichen Konzentrationen wurden in den Lebensmittelgruppen „Fette, Öle, Butter“ mit 7,9 bis 18,6 µg/kg (Lower-Bound (LB) bis Upper-Bound (UB)) und „Schalenobst, Öl- und andere Samen“ mit 10,8 bis 15,8 µg/kg beobachtet. Die höchste maximale Konzentration von HCB wurde in einem Kürbiskernöl mit 950 µg/kg gefunden. Zwei Proben Kürbiskernöl und eine Probe Kürbiskerne lagen mit ihren HCB-Gehalten über den europäischen Höchstgehalten.

Für Kinder beträgt die durchschnittliche Exposition gegenüber HCB zwischen 6 und 224 ng/kg KG/d (LB und UB). Für Frauen liegt die durchschnittliche geschätzte Aufnahme von HCB zwischen 6 und 211 ng/kg KG/d. Für Männer beträgt die durchschnittliche Aufnahme zwischen 4 und 173 ng/kg KG/d. Bei hohem Verzehr von Fetten, Ölen und Butter steigt die tägliche Aufnahme für Kinder auf 26 bis 257 ng/kg KG/d, für Frauen auf 26 bis 244 ng/kg KG/d und für Männer auf 21 bis 200 ng/kg KG/d.

Bei durchschnittlichem Verzehr werden die von verschiedenen Gremien abgeleiteten tolerierbaren Aufnahmemengen im LB von keiner Bevölkerungsgruppe überschritten. Im UB, der ein Worst-Case-Szenario darstellt, werden jedoch bereits bei durchschnittlichem Verzehr die tolerierbaren Aufnahmemengen von HCB in allen Bevölkerungsgruppen erreicht bzw. überschritten, außer jene für die akute Aufnahme. Bei hohem Verzehr ergibt sich ein ähnliches Bild mit einer Ausnahme. Die duldbare tägliche Aufnahmemenge (DTA) von 0,01 µg/kg KG/d wird bereits im LB von allen Bevölkerungsgruppen überschritten.

Auf Grundlage der verfügbaren Daten scheint ein mögliches Gesundheitsrisiko für die österreichische Bevölkerung bei durchschnittlichem Verzehr niedrig zu sein. Bei hohem Verzehr, vor allem von Fetten, Ölen und Butter, kann ein gesundheitliches Risiko für die Bevölkerung in Bezug auf das Hormonsystem jedoch nicht ganz ausgeschlossen werden.

Summary

From January 2009 to March 2015 14969 food samples were analysed for hexachlorobenzene (HCB) in the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES). HCB is a persistent chlorinated chemical compound that was formerly used as a plant protection agent for combating fungal diseases. Therefore HCB is widespread in the environment. HCB is lipophilic and stored in adipose tissue. A high intake of HCB can cause toxic effects on the endocrine and nervous system, blood formation, skin and liver in humans.

In 97% of all samples HCB couldn't be detected, these comprised the food groups fruits, vegetables, food for infants and small children, cereals, meat and eggs. Quantifiable levels were determined in only 3% of all samples, in the food groups "fats, oils, butter," "milk and dairy products", "fish and fish products, crustaceans and shellfish" and "shell fruits, oil and other seeds ". The highest average concentrations were observed in the food groups "fats, oils, butter" with 7.9 to 18.6 µg/kg (lower bound (LB) to upper bound (UB)) and "shell fruits, oil and other seeds" with 10.8 to 15.8 µg/kg. The highest concentration of HCB was 950 µg/kg in one sample of pumpkin seed oil. The concentrations of two samples of pumpkin seed oil and one sample of pumpkin seeds exceeded the European maximum levels.

For children, the average exposure to HCB ranged from 6 to 224 ng/kg bw/d (LB and UB). For women, the average estimated intake of HCB is 6 to 211 ng/kg bw/d. For men, an average exposure of 4 to 173 ng/kg bw/d was calculated. With high consumption of fats, oils and butter, the daily intake for children rises to 26 to 257 ng/kg bw/d, for women to 26 to 244 ng/kg bw/d and for men to 21 to 200 ng/kg bw/d.

With average consumption in the LB, the different tolerable daily intakes are not exceeded by any population group. In the UB of average consumption, which is a worst-case scenario, however, the tolerable daily intake levels of HCB are already reached or even exceeded in all populations except those for acute intake. High consumption results in a similar pattern, with one exception. The tolerable daily intake (DTA) of 0.01 µg/kg bw/d is already exceeded in the LB of all population groups.

Based on the available data, the health risk for the Austrian population at average consumption seems to be low. However, with high consumption, especially of fats, oils and butter, a health risk for the Austrian population with regard to the hormone system cannot be completely excluded.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	5
2	ALLGEMEINER TEIL	5
2.1	GESETZLICHE REGELUNGEN	5
2.2	EU-PROGRAMME, NATIONALE PROGRAMME/SCHWERPUNKTSAKTIONEN	5
3	SPEZIELLER TEIL	5
3.1	VORKOMMEN	5
3.2	TOXIKOLOGIE	6
3.3	AUFTRETENSDATEN	8
3.4	EXPOSITIONSABSCHÄTZUNG	10
3.5	RISIKOCHARAKTERISIERUNG	13
3.6	DISKUSSION	15
4	UNSICHERHEITEN	16
5	SCHLUSSFOLGERUNG	17
6	LITERATUR	18

1 EINLEITUNG

Hexachlorbenzol (HCB) gehört zur Gruppe der polychlorierten Benzole und ist ein persistenter organischer Schadstoff (Persistent Organic Pollutant = POP). HCB wurde früher vielseitig eingesetzt, sowohl in der Landwirtschaft als auch in der Kunststoffindustrie. Aufgrund seiner gesundheitsschädigenden Eigenschaften auf verschiedene Organe, wie die Leber und Nieren, wurde HCB in der Europäischen Gemeinschaft im Jahr 1981 für die landwirtschaftliche Verwendung verboten (Rat der Europäischen Gemeinschaften, 1979). In Österreich wurde HCB 1992 für die Anwendung als Pflanzenschutzmittel verboten (Bundesminister für Umwelt, Jugend und Familie, 1992). Mit dem In-Kraft-Treten der Stockholmer Konvention zum Schutz der Gesundheit und der Umwelt im Jahre 2004 wurde HCB weltweit verboten (Vereinte Nationen, 2001).

HCB reichert sich aufgrund seiner hohen Fettlöslichkeit in der Nahrungskette an. Messbare Gehalte können in verschiedenen fettreichen Lebensmitteln, wie Milch- und Fleischprodukten, festgestellt werden. Um das Auftreten von HCB in Lebensmitteln zu überwachen, wird in Österreich im Rahmen der amtlichen Kontrolle ein kontinuierliches Monitoring von Lebensmitteln durchgeführt.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die ernährungsbedingte Aufnahme von HCB verschiedener österreichischer Bevölkerungsgruppen zu berechnen und diese den verschiedenen, verfügbaren gesundheitsbezogenen Referenzwerten gegenüberzustellen.

2 ALLGEMEINER TEIL

2.1 Gesetzliche Regelungen

Die Produktion und Anwendung von HCB ist zwar weltweit seit 2004 verboten, aber aufgrund seiner Langlebigkeit (Persistenz) in der Umwelt bzw. durch unsachgemäße Entsorgung von Altlasten können immer noch Spuren in Lebens- und Futtermitteln festgestellt werden. Die Verordnung (EG) Nr. 396/2005 idgF. legt für HCB Höchstgehalte in Lebens- und Futtermitteln pflanzlicher und tierischer Herkunft fest.

2.2 EU-Programme, nationale Programme/Schwerpunktsaktionen

Gemäß Verordnung (EG) Nr. 396/2005 legen die Mitgliedstaaten nationale Mehrjahresprogramme zur Kontrolle von Pestizidrückständen fest. Sie sind risikobezogen und zielen insbesondere auf die Bewertung der Verbraucherexposition und die Einhaltung der geltenden Rechtsvorschriften ab. Im Zuge dieser mehrjährigen Kontrollprogramme werden auch die Gehalte von HCB in Lebens- und Futtermitteln überprüft.

3 SPEZIELLER TEIL

3.1 Vorkommen

Früher wurde HCB vielfältig verwendet, wie etwa als Fungizid zur Saatgutbeizung in der Landwirtschaft, als Weichmacher und Flammschutzmittel für Kunststoffe, bei der Produktion von Sprengstoff und synthetischem Gummi und als Ausgangsprodukt für die Synthese verschiedener organischer Verbindungen (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1995).

Aufgrund seiner früheren breiten Verwendung und seiner persistenten Eigenschaften ist HCB in der Umwelt ubiquitär verbreitet. Seine hohe Fettlöslichkeit führt zu einer Anreicherung in der Nahrungskette. Besonders in fettreichen tierischen Lebensmitteln wie Milch- und Fleischprodukten, aber auch in Ölsamen wie Kürbiskernen können hohe Gehalte an HCB gemessen werden.

3.2 Toxikologie

Gefahrenidentifizierung

Die kurzfristige Exposition gegenüber sehr hohen Konzentrationen von HCB führt zu Wirkungen auf das Nervensystem mit typischen Symptomen wie Schwäche, Zittern und Krämpfen. Es können Hautreizungen auftreten. Wirkungen auf die Leber können in Form von Porphyrie beobachtet werden. Porphyrie führt zu einer Abnahme der Produktion des Häm-Farbstoffs, der zusammen mit dem Eiweiß Globin für die Sauerstoffaufnahme in den roten Blutkörperchen verantwortlich ist. Effekte in der Schilddrüse verursachen eine Reduktion der Schilddrüsenhormone. In den 1950er Jahren wurden diese Symptome bei Personen in der Türkei nach Verzehr von Brot, das aus mit HCB gebeiztem Getreide hergestellt wurde, beobachtet. Die Aufnahme von HCB über das kontaminierte Brot wurde auf 50 bis 200 mg pro Tag geschätzt (Agency for Toxic Substances and Disease Registry [ATSDR], 2015).

Eine langfristige Exposition gegenüber HCB kann ähnliche Effekte verursachen, wie sie bei kurzzeitiger Einwirkung beschrieben werden. Da sich HCB im Fett (einschließlich Brustgewebe) anreichert und nur sehr langsam im Körper abgebaut wird, ist die biologische Halbwertszeit sehr lang. Schätzungen liegen zwischen 4 und 8 Jahren. Eine langfristige Exposition kann zu einer Anreicherung von HCB im Körper führen. Daher kann eine langfristige Exposition schwerwiegendere Effekte auf die Gesundheit haben als eine akute oder kurzfristige Exposition (ATSDR, 2015). Tierversuchsstudien haben gezeigt, dass bei jahrelanger Verfütterung von HCB-haltigem Futtermittel Krebs in der Leber, Niere und Schilddrüse entstehen kann (IARC, 2001).

In der Türkei wurde im Zuge einer Vergiftungsepidemie in den 1950er Jahren festgestellt, dass Säuglinge und Kleinkinder besonders empfindlich auf HCB reagieren. Gestillte Säuglinge von Müttern, die hochgradig kontaminiertes Brot gegessen hatten, entwickelten eine Erkrankung, die als „Pink Disease“ bekannt ist und durch rosafarbene Bläschen an Händen und Füßen, Fieber und Durchfall gekennzeichnet ist. Andere Symptome waren Schwäche und Krämpfe. Viele der erkrankten Säuglinge starben an dieser Krankheit. Kleinkinder über 2 Jahre entwickelten keine Hautkrankheit, bei ihnen traten aber zu einem späteren Zeitpunkt Anomalien an der Haut, dem Nervensystem und den Knochen auf.

Im Tierversuch waren junge Tiere, die HCB vor und kurz nach der Geburt ausgesetzt waren, besonders empfindlich gegenüber HCB. An Ratten mit kombinierter prä- und postnataler Exposition wurden Leberläsionen im Erwachsenenalter festgestellt. Die Wirkungen auf das Nervensystem und Immunsystem traten bei jungen Tieren bereits bei niedrigeren Dosen auf als bei Erwachsenen. Tierversuche zeigten auch, dass HCB Effekte auf verschiedene endokrine Organe einschließlich der Schilddrüse (Hypothyreose), Nebenschilddrüse (Hyperparathyreoidismus), Nebenniere und der Eierstöcke, hat. Diese Gewebe produzieren Hormone, die für das normale Wachstum und die Entwicklung des Organismus wichtig sind.

Höhere Gehalte von HCB wurden im Körperfett von männlichen Kleinkindern mit Hodenhochstand festgestellt. Es ist jedoch nicht eindeutig bewiesen, ob HCB diesen Defekt verursacht hat. Ein Zusammenhang zwischen HCB-Gehalten im Blut der Mutter, Muttermilch, Nabelschnurblut oder Blut von Kindern und Entwicklungsendpunkten wie Frühgeburten, Geburtsgewicht, Wachstum nach der Geburt oder Ergebnissen von Intelligenztests geht aus diversen Untersuchungen nicht eindeutig hervor (ATSDR, 2015).

Gefahrencharakterisierung

ATSDR hat 2015 verschiedene Minimal Risk Levels (MRL) für die menschliche Gesundheit für HCB festgelegt. Diese MRL-Werte sind mit der in Europa üblichen tolerierbaren täglichen Aufnahmemenge (TDI) vergleichbar. Ein MRL-Wert ist definiert als jene tägliche Aufnahmemenge für eine Substanz, die ohne nennenswertes Risiko für negative Wirkungen über eine bestimmte Dauer der Exposition ist. Die krebserzeugende Wirkung eines Stoffes wird bei MRL-Werten nicht berücksichtigt.

Für die akute orale Aufnahme (bis zu 14 Tage) wurde ein MRL-Wert von 8 µg/kg Körpergewicht pro Tag (KG/d) festgelegt. Dieser basiert auf einem LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) von 2,5 mg/kg KG/d für den Endpunkt Hyperaktivität bei jungen Ratten, deren Muttertieren HCB über vier Tage vor der Paarung verabreicht wurde. Dabei wurde ein Sicherheitsfaktor von 300 berücksichtigt. Dieser besteht aus einem Sicherheitsfaktor 10 für die Extrapolation von Ratte auf Mensch, 10 für die Variabilität innerhalb der Menschen und einem zusätzlichen Sicherheitsfaktor von 3, da ein LOAEL anstelle eines NOAELs (No Observed Adverse Effect Level) verwendet wurde.

Für die chronische orale Aufnahme (365 Tage und mehr) wurde ein MRL-Wert von 0,07 µg/kg KG/d festgelegt. Dieser basiert auf einem LOAEL von 0,022 mg/kg KG/d für den Endpunkt peribiliäre Lymphozytose (erhöhte Lymphozytenzahl um die Gallenkapillaren) und Leberfibrose bei erwachsenen männlichen Ratten der ersten Tochtergeneration in einer 2-Generationenstudie, welche 130 Wochen mit HCB gefüttert wurden. Dabei wurde ein Sicherheitsfaktor von 300 berücksichtigt. Dieser besteht aus einem Sicherheitsfaktor 10 für die Extrapolation von Ratte auf Mensch, 10 für die Variabilität innerhalb der Menschen und einem zusätzlichen Sicherheitsfaktor von 3, da ein LOAEL anstelle eines NOAELs verwendet wurde.

Im Rahmen des AGES Projekts "Ausarbeiten von Risiko-Management-Optionen zur Minimierung der HCB Belastung von österreichischen Ölkürbis" wurde im November 2008 auf Basis der verfügbaren Informationen "eine duldbare tägliche Aufnahme" (DTA Wert) von 0,01 µg/kg KG/d beziehungsweise eine akute Referenzdosis (ARfD) von ebenfalls 0,01 µg/kg KG abgeleitet. Dabei wurde ein Sicherheitsfaktor von 1000 einberechnet, da HCB bewiesenermaßen krebserzeugend und auch hormonell schädigend sei. Als Basis für die Ableitung der toxikologischen Kenngrößen wurde ein LOAEL von 0,01 mg/kg KG/d aus einer Affenstudie über 90 Tage herangezogen. Die genannte Dosierung bewirkte erste ultrastrukturelle Veränderungen an den Eierstöcken (deformierte Mitochondrien in den Follikeln). Der Unsicherheitsfaktor von 1000 (10 x 10 x 10) anstatt üblicherweise 100 wurde damit argumentiert, dass ein zusätzlicher Faktor von 10 berechtigt sei, da die genannte Dosierung lediglich einen LOAEL darstelle, und die Substanz zudem kanzerogene und hormonal disruptorische Wirkungen zeigt (AGES, 2008).

Das International Programme on Chemical Safety (WHO - IPCS, 1997) hat eine TDI von 0,17 µg/kg KG/d für nicht-neoplastische (nicht-krebserzeugende) Effekte festgelegt. Diese basiert auf einem NOEL (No Observed Effect Level) von 0,05 mg/kg KG/d für den Endpunkt lebertoxische Effekte in einer subchronischen Studie in Schweinen und mehreren chronischen Studien in Ratten. Dabei

wurde ein Sicherheitsfaktor von 300 berücksichtigt. Dieser besteht aus einem Sicherheitsfaktor 10 für die Extrapolation von Tier (Ratte bzw. Schwein) auf Mensch, 10 für die Variabilität innerhalb der Menschen und einem zusätzlichen Sicherheitsfaktor von 3 für die Schwere des Effekts.

Für neoplastische (krebserzeugende) Effekte hat das WHO - IPCS (1997) einen Referenzwert von 0,16 µg/kg KG/d festgelegt. Dieser basiert auf einer krebserzeugenden Dosis in 5 % der Versuchstiere (TD5 = tumorigene Dosis) von 0,81 mg/kg KG/d für den Endpunkt neoplastische Leberknötchen in einer 2-Generationenstudie mit Ratten. Dabei wurde aufgrund unzureichender mechanistischer Daten ein Sicherheitsfaktor von 5000 berücksichtigt.

In Tabelle 1 sind alle in der vorliegenden Bewertung verwendeten gesundheitsbezogenen Referenzwerte zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 1: Überblick über alle verwendeten gesundheitsbezogenen Referenzwerte

Gremium/Organisation	Bezeichnung des gesundheitsbezogenen Referenzwertes	Gesundheitsbezogener Referenzwert	Endpunkt	Referenz
Weltgesundheitsorganisation (WHO)	Tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (TDI) für nicht-krebserzeugende Effekte	0,17 µg/kg KG/d	Lebertoxizität	WHO - IPCS, 1997
Weltgesundheitsorganisation (WHO)	Referenzwert für krebserzeugende Effekte	0,16 µg/kg KG/d	Neoplastische Leberknötchen	WHO - IPCS, 1997
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES)	Duldbare tägliche Aufnahmemenge (DTA)	0,01 µg/kg KG/d	Degenerative Veränderungen an den Eierstöcken	AGES, 2008
Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)	Minimal Risk Level (MRL) für chronische Exposition (entspricht TDI)	0,07 µg/kg KG/d	Peribiliäre Lymphozytose und Leberfibrose	ATSDR, 2015
Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)	Minimal Risk Level (MRL) für akute Exposition (entspricht akuter Referenzdosis ARfD)	8 µg/kg KG/d	Hyperaktivität	ATSDR, 2015

3.3 Auftretensdaten

Analytik

Die Untersuchungen auf HCB wurden mittels Gaschromatographie und Massenspektrometrie vom Geschäftsfeld Lebensmittelsicherheit der AGES durchgeführt.

Auftreten

Von Jänner 2009 bis März 2015 wurden insgesamt 14969 Lebensmittelproben auf das Vorkommen von HCB untersucht. Tabelle 2 zeigt die durchschnittlichen und maximalen Gehalte von HCB in den verschiedenen Lebensmittelgruppen. Angegeben sind die Anzahl an Proben in der jeweiligen Lebensmittelgruppe sowie die Mittelwerte (MW) und die Maximalwerte. Für die Berechnung der durchschnittlichen Gehalte in den einzelnen Lebensmittelgruppen wurde nach dem Lower-Bound (LB) – Upper-Bound (UB) – Konzept vorgegangen (WHO, 2009). Im LB-Ansatz entsprechen Gehalte unterhalb der Nachweisgrenze (NG) oder Bestimmungsgrenze (BG) gleich „null“. Für die Berechnung des UB werden die Werte unterhalb der NG bzw. BG gleich dem Wert der jeweiligen Grenze gesetzt. Für den Medium-Bound (MB) werden Werte unterhalb NG bzw. BG gleich der Hälfte der jeweiligen Grenze gesetzt. Mittelwerte wurden nur für Lebensmittelgruppen mit mindestens 20 Proben berechnet, da eine niedrigere Anzahl von Proben als nicht ausreichend angesehen wird und zu größeren Unsicherheiten führt.

In 14500 Proben (97%) konnte HCB nicht nachgewiesen bzw. quantifiziert werden. Diese Daten werden auch als linkszensiert bezeichnet. In 469 Proben der insgesamt 14969 untersuchten Proben wurden quantifizierbare Gehalte von HCB festgestellt, dies entspricht rund 3%. Wie in Tabelle 2 dargestellt, sind vor allem fettreiche Lebensmittel mit HCB belastet. Am häufigsten wurde HCB in der Lebensmittelgruppe „Fette, Öle, Butter“ gefunden, hier vor allem in Kürbiskernöl, aber auch in Mohnöl und Butter. In der Lebensmittelgruppe „Schalenobst, Öl- und andere Samen“ sind ausschließlich Kürbiskerne mit HCB belastet. Fettreiche tierische Lebensmittel, in denen HCB bestimmt wurde, sind die Lebensmittelgruppen „Fisch und Fischerzeugnisse, Krebs- und Muscheltiere“ sowie „Milch und Milchprodukte“.

Tabelle 2: HCB-Gehalte (in µg/kg) in verschiedenen Lebensmittelgruppen (Daten aus Jänner 2009 – März 2015)

Lebensmittelgruppen	N ¹	% links-zensiert	<NG ²	<BG ³	>BG	MW ⁴ LB ⁵ (µg/kg)	MW MB ⁶ (µg/kg)	MW UB ⁷ (µg/kg)	Maximum (µg/kg)
Obst und Obsterzeugnisse	4723	100	3470	1253	0	0,0	2,4	4,9	<BG
Gemüse und Gemüseerzeugnisse	3330	100	2364	966	0	0,002	2,5	5,0	<BG
Fette, Öle, Butter	1845	81	182	1309	354	7,9	12,9	18,6	950
Kindernährmittel	741	100	198	543	0	0,0	2,3	4,6	<BG
Süßungsmittel	728	100	58	670	0	0,0	4,7	9,4	<BG
Milch und Milchprodukte (außer Butter)	682	99	309	365	8	0,2	4,1	8,1	15
Getreide und Getreideprodukte (inkl. Mais und Reis)	597	100	254	343	0	0,0	3,5	7,0	<BG
Antialkoholische Getränke	529	100	345	184	0	0,008	2,7	5,5	<BG
Fisch und Fischerzeugnisse, Krebs- und Muscheltiere	396	90	1	357	38	0,1	1,4	2,7	3,2
Kartoffeln	315	100	194	121	0	0,0	2,8	5,7	<BG
Schalenobst, Öl- und andere Samen	252	73	11	172	69	10,8	13,3	15,8	148
Fleisch, Geflügel, Wild, Innereien	206	100	29	177	0	0,024	3,8	7,5	<BG
Mehle und Stärken	195	100	51	144	0	0,0	4,1	8,2	<BG
Eier	119	100	0	119	0	0,0	5,0	10,0	<BG
Gewürze	94	100	46	48	0	0,0	8,9	17,8	<BG
Pilze	77	100	45	32	0	0,0	3,0	5,9	<BG
Süßwaren und Schokolade	47	100	2	45	0	0,0	1,5	3,0	<BG
Alkoholische Getränke	35	100	14	21	0	0,0	3,6	7,2	<BG
Wurst- und Fleischwaren	18	100	0	18	0	n. ber. ⁸	n. ber.	n. ber.	<BG
Sprossen und Keime	13	100	7	6	0	n. ber.	n. ber.	n. ber.	<BG
Würzmittel	11	100	7	4	0	n. ber.	n. ber.	n. ber.	<BG
Teigwaren	4	100	2	2	0	n. ber.	n. ber.	n. ber.	<BG
Brot	3	100	3	0	0	n. ber.	n. ber.	n. ber.	<NG
Eiweißprodukte, Sojaerzeugnisse	3	100	2	1	0	n. ber.	n. ber.	n. ber.	<BG
Dauerbackwaren	2	100	2	0	0	n. ber.	n. ber.	n. ber.	<NG
Nahrungsergänzungsmittel	2	100	1	1	0	n. ber.	n. ber.	n. ber.	<BG
Zusammengesetzte Lebensmittel	2	100	0	2	0	n. ber.	n. ber.	n. ber.	<BG
Lebensmittel gesamt	14969	97	7597	6903	469	n. ber.	n. ber.	n. ber.	950

¹ N = Anzahl der Proben, ² NG = Nachweisgrenze, ³ BG = Bestimmungsgrenze, ⁴ MW = Mittelwert, ⁵ LB = Lower-Bound, ⁶ MB = Medium-Bound, ⁷ UB = Upper-Bound, ⁸ n. ber. = nicht berechnet

Die höchsten Gehalte wurden mit 950 µg/kg HCB in der Lebensmittelgruppe „Fette, Öle, Butter“ in einer Probe Kürbiskernöl gefunden. Der durchschnittliche Gehalt in dieser Lebensmittelgruppe lag bei 7,9 bis 18,6 µg/kg (LB bis UB). Für die Lebensmittelgruppe „Schalenobst, Öl- und andere Samen“ betrug die durchschnittliche HCB-Konzentration 10,8 bis 15,8 µg/kg (LB bis UB) mit einem Maximalgehalt von 148 µg/kg HCB in Kürbiskernen. In der Gruppe „Milch und Milchprodukte“ wurden die

höchsten Gehalte in Kuhmilch mit einem Maximum von 15 µg/kg HCB bei durchschnittlichen Konzentrationen von 0,2 bis 8,1 µg/kg gefunden. In der Lebensmittelgruppe „Fisch und Fischerzeugnisse, Krebs- und Muscheltiere“ lag die durchschnittliche Konzentration bei 0,1 bis 2,7 µg/kg mit einem Maximalgehalt von 3,2 µg/kg HCB in zwei Proben Heilbutt.

Die HCB-Gehalte von zwei Proben Kürbiskernöl und eine Probe Kürbiskerne lagen nach Berücksichtigung einer Messunsicherheit von 50 % deutlich über den europäischen Höchstgehalten.

3.4 Expositionsabschätzung

Verzehrsdaten

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

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

Berechnung der Aufnahme von HCB

Nur Lebensmittelgruppen mit 20 oder mehr untersuchten Proben wurden in die Expositionsrechnung miteinbezogen. Jene Lebensmittelgruppen mit weniger als 20 Proben wurden von der Expositionsrechnung ausgeschlossen. Für die Berechnung der durchschnittlichen Aufnahmemengen von HCB wurden die Verzehrsdaten für durchschnittlichen Verzehr der jeweiligen Bevölkerungsgruppe mit den durchschnittlichen Gehalten in den einzelnen Lebensmittelgruppen verknüpft.

Zur Berechnung eines hohen Verzehrs für HCB wird gemäß EFSA (2011) vorgegangen. Dabei wird angenommen, dass Personen für die beiden Lebensmittelgruppen, die am meisten zur durchschnittlichen Aufnahme beitragen, Vielverzehrer (95. Perzentil der Konsumenten) sind und die restlichen Lebensmittelgruppen in durchschnittlichen Mengen (Mittelwert des Kollektivs) verzehren.

In den vorliegenden Berechnungen tragen in allen Bevölkerungsgruppen die Lebensmittelgruppen „Fette, Öle, Butter“ sowie „Schalenobst, Öl- und andere Samen“ am meisten zur durchschnittlichen HCB-Aufnahme bei. Die Tabellen 3, 4 und 5 zeigen die durchschnittlichen und hohen Aufnahmemengen von HCB über die verschiedenen Lebensmittelgruppen. Zusätzlich ist der Beitrag der einzelnen Lebensmittelgruppen zur durchschnittlichen Gesamtaufnahme im LB für Kinder, Frauen und Männer dargestellt.

Über „Fette, Öle, Butter“ nehmen Kinder und Frauen durchschnittlich zwischen 4 und 9 ng/kg KG/d HCB (LB und UB) auf und Männer zwischen 3 und 8 ng/kg KG/d. Die durchschnittlichen Aufnahmemengen über „Schalenobst, Öl- und andere Samen“ liegen für Kinder und Frauen bei rund 1 ng/kg KG/d, für Männer bei bis zu 0,7 ng/kg KG/d. Über „Milch und Milchprodukte“ beträgt die durchschnittliche Aufnahmemenge für Kinder zwischen 1 und 44 ng/kg KG/d, für Frauen zwischen 1 und 25 ng/kg KG/d und für Männer zwischen 0,4 und 16,4 ng/kg KG/d. Für „Fisch und Fischerzeugnisse, Krebs- und Muscheltiere“ wurden für alle Bevölkerungsgruppen durchschnittliche Aufnahmemengen von unter 1 ng/kg KG/d berechnet.

Die durchschnittliche Gesamtaufnahme über alle Lebensmittelgruppen beträgt für Kinder zwischen 6 und 224 ng/kg KG/d, für Frauen zwischen 6 und 211 ng/kg KG/d und für Männer zwischen 4 und 173 ng/kg KG/d (LB und UB). Die Gesamtaufnahme von HCB über alle Lebensmittelgruppen bei hohem Verzehr beträgt für Kinder zwischen 26 und 257 ng/kg KG/d, für Frauen zwischen 26 und 244 ng/kg KG/d und für Männer zwischen 21 und 200 ng/kg KG/d (Tab. 3, 4, 5).

Tabelle 3: Durchschnittliche und hohe Aufnahme von HCB über Lebensmittel und deren Beitrag zur Gesamtaufnahme bei Schulkindern

Lebensmittelgruppe	Durchschnittlicher Verzehr					Hoher Verzehr			
	Verzehr (g/d)	Aufnahme LB ¹ (ng/kg KG/d)	Aufnahme MB ² (ng/kg KG/d)	Aufnahme UB ³ (ng/kg KG/d)	Anteil LB (%)	Verzehr (g/d)	Aufnahme LB (ng/kg KG/d)	Aufnahme MB (ng/kg KG/d)	Aufnahme UB (ng/kg KG/d)
Obst und Obsterzeugnisse	100,5	0,00	6,14	12,29	0	100,5	0,00	6,14	12,29
Gemüse und Gemüseerzeugnisse	78,6	0,00	4,98	9,96	0	78,6	0,00	4,98	9,96
Fette, Öle, Butter	18,9	3,77	6,17	8,87	64	35,5	7,09	11,58	16,65
Süßungsmittel	7,3	0,00	0,87	1,74	0	7,3	0,00	0,87	1,74
Milch und Milchprodukte (außer Butter)	214,4	0,92	22,26	43,59	15,7	214,4	0,92	22,26	43,59
Getreide und Getreideprodukte (inkl. Mais und Reis)	26,1	0,00	2,30	4,60	0	26,1	0,00	2,30	4,60
Antialkoholische Getränke	852,8	0,16	58,90	117,64	3	852,8	0,16	58,90	117,64
Fisch und Fischerzeugnisse, Krebs- und Muscheltiere	9,3	0,02	0,32	0,63	0	9,3	0,02	0,32	0,63
Kartoffeln	39,3	0,00	2,81	5,62	0	39,3	0,00	2,81	5,62
Schalenobst, Öl- und andere Samen	3,6	0,97	1,19	1,42	16,5	66,7	18,14	22,26	26,60
Fleisch, Geflügel, Wild, Innereien	40,9	0,03	3,88	7,74	0	40,9	0,03	3,88	7,74
Mehle und Stärken	17,0	0,00	1,75	3,50	0	17,0	0,00	1,75	3,50
Eier	17,3	0,00	2,18	4,36	0	17,3	0,00	2,18	4,36
Gewürze	0,9	0,00	0,20	0,40	0	0,9	0,00	0,20	0,40
Pilze	1,2	0,00	0,09	0,17	0	1,2	0,00	0,09	0,17
Süßwaren und Schokolade	11,8	0,00	0,45	0,89	0	11,8	0,00	0,45	0,89
Alkoholische Getränke	1,5	0,00	0,14	0,28	0	1,5	0,00	0,14	0,28
Gesamtaufnahme	1441,3	5,87	114,63	223,70	100	1521,0	26,36	141,11	256,66

¹ LB = Lower-Bound, ² MB = Medium-Bound, ³ UB = Upper-Bound

Tabelle 4: Durchschnittliche und hohe Aufnahme von HCB über Lebensmittel und deren Beitrag zur Gesamtaufnahme bei Frauen

Lebensmittelgruppe	Durchschnittlicher Verzehr					Hoher Verzehr			
	Verzehr (g/d)	Aufnahme LB ¹ (ng/kg KG/d)	Aufnahme MB ² (ng/kg KG/d)	Aufnahme UB ³ (ng/kg KG/d)	Anteil LB (%)	Verzehr (g/d)	Aufnahme LB (ng/kg KG/d)	Aufnahme MB (ng/kg KG/d)	Aufnahme UB (ng/kg KG/d)
Obst und Obsterzeugnisse	222,1	0,00	8,48	16,95	0	222,1	0,00	8,48	16,95
Gemüse und Gemüseerzeugnisse	190,3	0,00	7,53	15,06	0	190,3	0,00	7,53	15,06
Fette, Öle, Butter	32,3	4,03	6,58	9,47	71	66,9	8,32	13,61	19,56
Süßungsmittel	16,3	0,00	1,21	2,42	0	16,3	0,00	1,21	2,42
Milch und Milchprodukte (außer Butter)	193,4	0,52	12,53	24,55	9	193,4	0,52	12,53	24,55
Getreide und Getreideprodukte (inkl. Mais und Reis)	31,3	0,00	1,73	3,45	0	31,3	0,00	1,73	3,45
Antialkoholische Getränke	1314,7	0,16	56,68	113,20	3	1314,7	0,16	56,68	113,20
Fisch und Fischerzeugnisse, Krebs- und Muscheltiere	13,3	0,01	0,29	0,56	0	13,3	0,01	0,29	0,56
Kartoffeln	51,0	0,00	2,27	4,55	0	51,0	0,00	2,27	4,55
Schalenobst, Öl- und andere Samen	5,2	0,89	1,09	1,31	16	100,0	16,99	20,84	24,91
Fleisch, Geflügel, Wild, Innereien	59,1	0,02	3,50	6,98	0	59,1	0,02	3,50	6,98
Mehle und Stärken	17,6	0,00	1,13	2,27	0	17,6	0,00	1,13	2,27
Eier	16,8	0,00	1,32	2,64	0	16,8	0,00	1,32	2,64
Gewürze	1,8	0,00	0,25	0,49	0	1,8	0,00	0,25	0,49
Pilze	4,0	0,00	0,19	0,37	0	4,0	0,00	0,19	0,37
Süßwaren und Schokolade	12,9	0,00	0,30	0,61	0	12,9	0,00	0,30	0,61
Alkoholische Getränke	50,9	0,00	2,88	5,76	0	50,9	0,00	2,88	5,76
Gesamtaufnahme	2233,1	5,64	107,97	210,64	100	2362,4	26,03	134,74	244,33

¹ LB = Lower-Bound, ² MB = Medium-Bound, ³ UB = Upper-Bound

Tabelle 5: Durchschnittliche und hohe Aufnahme von HCB über Lebensmittel und deren Beitrag zur Gesamtaufnahme bei Männern

Lebensmittelgruppe	Durchschnittlicher Verzehr					Hoher Verzehr			
	Verzehr (g/d)	Aufnahme LB ¹ (ng/kg KG/d)	Aufnahme MB ² (ng/kg KG/d)	Aufnahme UB ³ (ng/kg KG/d)	Anteil LB (%)	Verzehr (g/d)	Aufnahme LB (ng/kg KG/d)	Aufnahme MB (ng/kg KG/d)	Aufnahme UB (ng/kg KG/d)
Obst und Obsterzeugnisse	172,3	0,00	5,13	10,26	0	172,3	0,00	5,13	10,26
Gemüse und Gemüseerzeugnisse	164,2	0,00	5,07	10,14	0	164,2	0,00	5,07	10,14
Fette, Öle, Butter	35,0	3,40	5,57	8,00	78	72,6	7,06	11,54	16,59
Süßungsmittel	15,3	0,00	0,89	1,77	0	15,3	0,00	0,89	1,77
Milch und Milchprodukte (außer Butter)	165,6	0,35	8,38	16,41	8	165,6	0,35	8,38	16,41
Getreide und Getreideprodukte (inkl. Mais und Reis)	35,8	0,00	1,54	3,08	0	35,8	0,00	1,54	3,08
Antialkoholische Getränke	1261,7	0,12	42,45	84,78	3	1261,7	0,12	42,45	84,78
Fisch und Fischerzeugnisse, Krebs- und Muscheltiere	12,5	0,01	0,21	0,41	0	12,5	0,01	0,21	0,41
Kartoffeln	55,2	0,00	1,92	3,85	0	55,2	0,00	1,92	3,85
Schalenobst, Öl- und andere Samen	3,5	0,46	0,56	0,67	11	100,0	13,26	16,26	19,44
Fleisch, Geflügel, Wild, Innereien	92,1	0,03	4,26	8,50	1	92,1	0,03	4,26	8,50
Mehle und Stärken	21,8	0,00	1,09	2,18	0	21,8	0,00	1,09	2,18
Eier	17,2	0,00	1,06	2,11	0	17,2	0,00	1,06	2,11
Gewürze	1,7	0,00	0,18	0,36	0	1,7	0,00	0,18	0,36
Pilze	2,7	0,00	0,10	0,19	0	2,7	0,00	0,10	0,19
Süßwaren und Schokolade	10,9	0,00	0,20	0,40	0	10,9	0,00	0,20	0,40
Alkoholische Getränke	224,2	0,00	9,90	19,81	0	224,2	0,00	9,90	19,81
Gesamtaufnahme	2291,6	4,37	88,50	172,92	100	2425,7	20,82	110,18	200,26

¹ LB = Lower-Bound, ² MB = Medium-Bound, ³ UB = Upper-Bound

3.5 Risikocharakterisierung

In der Risikocharakterisierung werden die geschätzten Aufnahmemengen den tolerierbaren Aufnahmemengen der ATSDR (Amerikanische Agentur für toxische Substanzen und Erkrankungsregister, 2015), der AGES (2008) und der WHO (1997), die als gesundheitsbezogene Referenzwerte abgeleitet wurden, gegenübergestellt.

Bei durchschnittlichem Verzehr werden die tolerierbaren Aufnahmemengen im LB von keiner Bevölkerungsgruppe überschritten. Im UB, der ein Worst-Case-Szenario darstellt, werden jedoch bereits bei durchschnittlichem Verzehr die tolerierbaren Aufnahmemengen von HCB in allen Bevölkerungsgruppen erreicht bzw. überschritten, außer jene für die akute Aufnahme (Tabellen 6 bis 10).

Bei hohem Verzehr ergibt sich ein ähnliches Bild mit einer Ausnahme (Tabellen 6 bis 10). Die duldbare tägliche Aufnahmemenge (DTA) von 0,01 µg/kg KG/d wird hier bereits im LB von allen Bevölkerungsgruppen überschritten (Tabelle 9).

Tabelle 6: Auslastung des Minimal Risk Levels MRL* für chronische Aufnahme von 0,07 µg/kg KG/d gemäß ATSDR

Bevölkerungsgruppe	Exposition			Auslastung MRL* chronisch		
	LB (µg/kg KG/d)	MB (µg/kg KG/d)	UB (µg/kg KG/d)	LB (%)	MB (%)	UB (%)
<i>Durchschnittliche Exposition</i>						
Schulkinder	0,006	0,115	0,224	8	164	320
Frauen	0,006	0,108	0,211	8	154	301
Männer	0,004	0,089	0,173	6	126	247
<i>Hohe Exposition</i>						
Schulkinder	0,026	0,141	0,257	38	202	367
Frauen	0,026	0,135	0,244	37	192	349
Männer	0,021	0,110	0,200	30	157	286

*MRL-Wert für chronische Aufnahme ist mit der in Europa üblichen tolerierbaren täglichen Aufnahmemenge (TDI) vergleichbar.

Tabelle 7: Auslastung des Minimal Risk Levels MRL* für akute Aufnahme von 8 µg/kg KG/d gemäß ATSDR

Bevölkerungsgruppe	Exposition			Auslastung MRL* akut		
	LB (µg/kg KG/d)	MB (µg/kg KG/d)	UB (µg/kg KG/d)	LB (%)	MB (%)	UB (%)
<i>Durchschnittliche Exposition</i>						
Schulkinder	0,006	0,115	0,224	0	1	3
Frauen	0,006	0,108	0,211	0	1	3
Männer	0,004	0,089	0,173	0	1	2
<i>Hohe Exposition</i>						
Schulkinder	0,026	0,141	0,257	0	2	3
Frauen	0,026	0,135	0,244	0	2	3
Männer	0,021	0,110	0,200	0	1	3

*MRL-Wert für akute Aufnahme ist mit der in Europa üblichen akuten Referenzdosis (ARFD) vergleichbar.

Tabelle 8: Auslastung des TDI für chronische Aufnahme von 0,17 µg/kg KG/d gemäß WHO

Bevölkerungsgruppe	Exposition			Auslastung WHO TDI		
	LB (µg/kg KG/d)	MB (µg/kg KG/d)	UB (µg/kg KG/d)	LB (%)	MB (%)	UB (%)
<i>Durchschnittliche Exposition</i>						
Schulkinder	0,006	0,115	0,224	3	67	132
Frauen	0,006	0,108	0,211	3	64	124
Männer	0,004	0,089	0,173	3	52	102
<i>Hohe Exposition</i>						
Schulkinder	0,026	0,141	0,257	16	83	151
Frauen	0,026	0,135	0,244	15	79	144
Männer	0,021	0,110	0,200	12	65	118

Tabelle 9: Auslastung des DTA-Wertes für chronische Aufnahme von 0,01 µg/kg KG/d gemäß AGES

Bevölkerungsgruppe	Exposition			Auslastung DTA		
	LB (µg/kg KG/d)	MB (µg/kg KG/d)	UB (µg/kg KG/d)	LB (%)	MB (%)	UB (%)
Durchschnittliche Exposition						
Schulkinder	0,006	0,115	0,224	59	1146	2237
Frauen	0,006	0,108	0,211	56	1080	2106
Männer	0,004	0,089	0,173	44	885	1729
Hohe Exposition						
Schulkinder	0,026	0,141	0,257	264	1411	2567
Frauen	0,026	0,135	0,244	260	1347	2443
Männer	0,021	0,110	0,200	208	1102	2003

Tabelle 10: Auslastung des Referenzwertes für krebserzeugende Effekte von 0,16 µg/kg KG/d gemäß WHO

Bevölkerungsgruppe	Exposition			Auslastung WHO		
	LB (µg/kg KG/d)	MB (µg/kg KG/d)	UB (µg/kg KG/d)	LB (%)	MB (%)	UB (%)
Durchschnittliche Exposition						
Schulkinder	0,006	0,115	0,224	4	72	140
Frauen	0,006	0,108	0,211	4	67	132
Männer	0,004	0,089	0,173	3	55	108
Hohe Exposition						
Schulkinder	0,026	0,141	0,257	16	88	160
Frauen	0,026	0,135	0,244	16	84	153
Männer	0,021	0,110	0,200	13	69	125

3.6 Diskussion

HCB wurde in nur 3% der insgesamt 14969 untersuchten Lebensmittelproben in bestimmaren Konzentrationen gefunden. Die am stärksten und häufigsten belasteten Lebensmittel sind Kürbiskerne und Kürbiskernöl. Die Lebensmittelgruppe „Fette, Öle, Butter“ trägt in der vorliegenden Risikobewertung auch am meisten zur HCB-Aufnahme bei. In einer speziellen Risikobewertung mit Fokus auf die Bevölkerung des Kärntner Görtschitztals wurde HCB vorwiegend über die Lebensmittelgruppen „Milch und Milchprodukte“ und „Fleisch, Geflügel, Wild, Innereien“ aufgenommen (AGES, 2015). In der allgemeinen österreichischen Bevölkerung hingegen liefert die Gruppe „Milch und Milchprodukte“ einen kleinen Beitrag zur HCB-Aufnahme und der Anteil von „Fleisch, Geflügel, Wild, Innereien“ ist vernachlässigbar. In einer spanischen Studie wurden die Lebensmittelgruppen „Fleisch und Fleischprodukte“ und „Fisch und Meeresfrüchte“ als Hauptquellen für die HCB-Aufnahme identifiziert (Marti-Cid et al., 2008).

In der Literatur sind nur wenige aktuelle Untersuchungen zur Aufnahme von HCB über die Nahrung verfügbar. Die in der vorliegenden Expositionsabschätzung ermittelten Aufnahmemengen liegen höher als jene für Katalonien, Spanien. Marti-Cid et al. (2008) haben für Buben zwischen 4 und 9

Jahren die höchste Aufnahmemenge mit 2,7 ng/kg KG/d ermittelt. Im Vergleich dazu liegt die durchschnittliche HCB-Aufnahmemenge für Kinder zwischen 6 und 15 Jahren in Österreich im LB bei 6 ng/kg KG/d und im UB sogar bei 224 ng/kg KG/d. Für katalanische Erwachsene zwischen 20 und 65 Jahren wurde eine HCB-Aufnahme von rund 1 ng/kg KG/d berechnet. Im Gegensatz dazu wurde in der vorliegenden Arbeit für österreichische Erwachsene eine durchschnittliche Aufnahmemenge zwischen 4 und 6 ng/kg KG/d im LB und zwischen 173 und 211 ng/kg KG/d im UB ermittelt. Ein Vergleich der einzelnen Studien wird jedoch durch Unterschiede in der Erhebung der Verzehrdaten und der Methodik der Expositionsabschätzung erschwert.

Die für die allgemeine österreichische Bevölkerung ermittelte Exposition liegt im LB, der das realistischere Szenario darstellt, für alle Bevölkerungsgruppen um 30 bis 40-fach niedriger als die Berechnungen für die Görtschitztaler Bevölkerung unter Annahme des ausschließlichen Verzehrs von belasteten Produkten aus der Region (AGES, 2015). Die Aufnahmemengen für die Görtschitztaler Bevölkerung überschritten alle tolerierbaren täglichen Aufnahmemengen bereits bei durchschnittlichem Verzehr im LB. Von der allgemeinen Bevölkerung hingegen wird im LB nur der strengste gesundheitsbezogene Referenzwert von 0,01 µg/kg KG/d bei hohem Verzehr überschritten.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die durchschnittliche Aufnahme von HCB für Kinder und Erwachsene unterhalb der gesundheitsbezogenen Referenzwerte liegt, jedoch zeitweise bei hohen Gehalten in Lebensmitteln überschritten werden kann. Ein hoher Verzehr von Fetten, Ölen und Butter führt zu einer hohen Aufnahme von HCB. In diesem Szenario überschreiten alle Bevölkerungsgruppen die tolerierbaren Aufnahmemengen. Dies kann zu einer Erhöhung der Körperlast, Anreicherung von HCB im Körperfett, führen. Längerfristige Auswirkungen auf das endokrine System (Hormonsystem) und die Leber sind vor allem bei hohem Verzehr von HCB-haltigen Lebensmitteln wie Fetten und Ölen, vor allem Kürbiskernöl und Butter, nicht auszuschließen.

4 UNSICHERHEITEN

In der vorliegenden Risikobewertung treten Unsicherheiten bei den Auftretensdaten, Verzehrdaten und in Folge bei der Expositionsabschätzung sowie Risikocharakterisierung auf. Für die Expositionsabschätzung wurden Untersuchungsdaten aus der Lebensmittelkontrolle herangezogen. In der Lebensmittelkontrolle werden jedoch vorwiegend jene Lebensmittel untersucht, bei denen eine hohe Kontamination möglich ist, wohingegen zu anderen Lebensmitteln mit geringerer Kontaminationshäufigkeit nur wenige oder keine Ergebnisse vorliegen. Dies kann einerseits zu einer Überschätzung der Exposition durch einzelne hochbelastete Lebensmittelgruppen und damit des Risikos führen, andererseits kann der Beitrag anderer nicht untersuchter Lebensmittelgruppen zur Exposition nicht abgeschätzt werden und eine Unterschätzung der Exposition darstellen.

Die Anwendung des LB-UB-Konzeptes für die Berechnung der durchschnittlichen Gehalte in den Lebensmittelgruppen führt im UB ebenfalls zu einer Überschätzung der Exposition. Bei den Verzehrdaten liegen oft nur Informationen zum Verzehr von Lebensmittelgruppen und nicht zu spezifischen Lebensmitteln vor. Von Verzehrsmengen weniger Tage während des Erhebungszeitraumes wird auf eine längerfristige bzw. lebenslange Aufnahme geschlossen. Dies kann sowohl zu einer Überschätzung als auch zu einer Unterschätzung der Exposition bzw. des Risikos führen.

Bei der Toxizität liegt ein Teil der Unsicherheiten in der Verwendung von Tierversuchsstudien für die Ableitung von gesundheitlichen Referenzwerten. Für die Berechnung dieser gesundheitlichen Referenzwerte wurde von LOAEL-Werten ausgegangen, also von Dosierungen, bei denen bereits Effekte im Tierversuch beobachtet wurden, und nicht von NOAEL-Werten, also von Dosierungen, bei denen im Tierversuch noch keine Effekte beobachtet wurden. Diese beiden Unsicherheiten werden durch

die Verwendung von Unsicherheitsfaktoren in der Berechnung berücksichtigt, um bei den festgelegten gesundheitsbezogenen Referenzwerten mit einer hohen Sicherheit gesundheitliche Effekte ausschließen zu können.

Eine weitere Unsicherheit liegt darin, dass mehrere Fremdstoffe in einem Lebensmittel gleichzeitig auftreten bzw. mit der Nahrung gleichzeitig aufgenommen werden können, und es zu Wechselwirkungen zwischen diesen Stoffen kommen kann. Nach derzeitigem Wissensstand werden in der Risikobewertung jedoch kombinierte Effekte mit anderen Fremdstoffen nicht berücksichtigt, z. B. gleichzeitige Aufnahme von HCB mit anderen chlorierten Kohlenwasserstoffen, wie Dioxinen und polychlorierten Biphenylen.

Unter Einbeziehung aller Aspekte führt die Summe aller Unsicherheiten eher zu einer Überschätzung des Risikos (Tabelle 11), wobei das Risiko für Föten, Säuglinge und Kleinkinder nicht berechnet wurde, da hierfür weder Verzehrs- und Auftretensdaten noch gesundheitsbezogene Referenzwerte vorliegen.

Tabelle 11: Qualitative Evaluierung des Einflusses der Unsicherheiten auf die vorliegende Risikobewertung

Quelle der Unsicherheit	Richtung
Für die Risikobewertung wurden Untersuchungsdaten von zum Teil hochbelasteten Lebensmitteln aus der Lebensmittelkontrolle herangezogen.	+ ¹
Es liegen nicht zu allen Lebensmittelgruppen, die potentiell mit HCB kontaminiert sein können, Untersuchungsdaten vor.	- ²
Das LB-UB-Konzept wurde für die Berechnung der durchschnittlichen Gehalte in den Lebensmittelgruppen verwendet.	+
Bei den Verzehrsdaten liegen oft nur Informationen zum Verzehr von Lebensmittelgruppen und nicht zu spezifischen Lebensmitteln vor.	+
Von Verzehrsmengen weniger Tage während des Erhebungszeitraumes wurde auf eine längerfristige bzw. lebenslange Aufnahme geschlossen.	-/+ ³
Kombinierte Effekte mit anderen Fremdstoffen werden nicht berücksichtigt.	-/+
Das Risiko für Föten, Säuglinge und Kleinkinder wurde nicht berechnet, da weder Verzehrsdaten noch gesundheitsbezogene Referenzwerte vorliegen.	-

¹ + = die Unsicherheit kann zu einer Überschätzung der Exposition bzw. des Risikos führen, ² - = die Unsicherheit kann zu einer Unterschätzung der Exposition bzw. des Risikos führen, ³ -/+ = die Unsicherheit kann entweder zu einer Unterschätzung oder zu einer Überschätzung der Exposition bzw. des Risikos führen

5 SCHLUSSFOLGERUNG

Die in diesem Bericht vorgelegten Daten stellen eine umfassende Analyse der Belastung österreichischer Lebensmittel mit HCB dar und bilden die Grundlage für die Abschätzung der Aufnahme von HCB über die Nahrung. Die ernährungsbedingte Aufnahme von HCB wurde mit den gesundheitsbezogenen Referenzwerten verglichen, um die Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch die Belastung von Lebensmitteln mit HCB zu bewerten. Auf Grundlage der verfügbaren Daten scheint das Risiko für die Gesundheit der österreichischen Bevölkerung bei durchschnittlichem Verzehr niedrig zu sein. Bei hohem Verzehr, vor allem von Fetten, Ölen und Butter, kann ein gesundheitliches Risiko für die österreichische Bevölkerung im Hinblick auf das Hormonsystem jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Der Schwerpunkt sollte auf einer weiteren Reduzierung der Kontamination von Lebensmitteln, vor allem von Ölen, Fetten und Butter, mit HCB liegen, um den Beitrag zur Körperlast möglichst gering zu halten.

6 LITERATUR

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2015: Toxicological Profile for Hexachlorobenzene, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, August 2015. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp90.pdf>

AGES, 2008: Projekt „Ausarbeiten von Risiko-Management-Optionen zur Minimierung der HCB-Belastung von österreichischem Ölkürbis (*Cucurbita pepo* L. subsp. *pepo* var. *styriaca* Greb.)“ https://www.dafne.at/prod/dafne_plus_common/attachment_download/7c0a8ab1ed87da616b7313a5ab634da8/Endbericht_HCB.PDF

Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), 2015: Risikobewertung zur HCB Belastung in Lebensmitteln im Görtschitztal - Datenlage 27. März 2014 bis 20. März 2015. 29.04.2015. http://www.ages.at/fileadmin/AGES2015/Themen/Umwelt_Dateien/Risikobewertung_HCB_K%C3%A4rnten_2015_05_22.pdf

Bundesminister für Umwelt, Jugend und Familie, 1992: Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über ein Verbot bestimmter gefährlicher Stoffe in Pflanzenschutzmitteln. BGBl. Nr. 97/1992 idGF.

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

Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA), 2011: Use of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database in Exposure Assessment. EFSA Journal 9(3): 2097.

Europäische Union, 2005: 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, S. 1.

International Agency for Research on Cancer (IARC), 2001: Hexachlorobenzene. Summaries and Evaluations 79: 493. <http://www.inchem.org/documents/iarc/vol79/79-13.htm>

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1995: Stoffbericht Hexachlorbenzol (HCB). Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle. 1. Auflage, Karlsruhe. https://www.lubw.badenwuerttemberg.de/servlet/is/16795/stoffbericht_hcb.pdf?command=downloadContent&filename=stoffbericht_hcb.pdf

Martí-Cid R, Llobet JM, Castell V, Domingo JL, 2008: Human dietary exposure to hexachlorobenzene in Catalonia, Spain. J Food Prot 71(10): 2148-2152.

Rat der Europäischen Gemeinschaften, 1979: Richtlinie 79/117/EWG des Rates vom 21. Dezember 1978 über das Verbot des Inverkehrbringens und der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die bestimmte Wirkstoffe enthalten. ABl. L33/36 vom 8.2.1979, S. 36-40.

Weltgesundheitsorganisation (WHO) - International Programme of Chemical Safety (IPCS), 1997: Hexachlorobenzene. Environmental Health Criteria 195.

Weltgesundheitsorganisation (WHO), 2009: Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food, International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria 240. Chapter 6: Dietary Exposure Assessment of Chemicals in Food: <http://www.who.int/ipcs/food/principles/en/index1.html>

Vereinte Nationen, 2001: Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Stockholm, 22. Mai 2001.
http://www.pops.int/documents/convtext/convtext_en.pdf