

**BEWERTUNG DER ERGEBNISSE DES  
MONITORINGS ZU DIOXINEN UND  
POLYCHLORIERTEN BIPHENYLEN (2005 – 2011)**

## **Autoren**

**DI Elke Rauscher-Gabernig, MScTox**

**Dr. Daniela Mihats**

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

## Zusammenfassung

In der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) wurden von 2005 bis 2011 Lebensmittel aus dem österreichischen Handel auf Dioxine und polychlorierte Biphenyle (PCBs) untersucht. Dioxine und PCBs sind persistente chlorierte chemische Verbindungen, die in der Umwelt weit verbreitet vorkommen. Während Dioxine meist unbeabsichtigt als Nebenprodukte von Verbrennungsprozessen entstehen, wurden PCBs früher häufig industriell genutzt. Dioxine und PCBs sind fettlöslich und werden im tierischen Fett gespeichert. Eine hohe Aufnahme von Dioxinen und PCBs kann beim Menschen toxische Wirkungen, wie Chlorakne und Krebs, verursachen.

Insgesamt wurden 276 Proben aus verschiedenen Lebensmittelgruppen auf ihre Gehalte von Dioxinen und dioxin-ähnlichen-PCBs (dl-PCBs) analysiert. Die höchsten durchschnittlichen Konzentrationen für die Summe von Dioxinen und dl-PCBs wurden in Leberproben terrestrischer Tiere (3,86-4,39 pg WHO-TEQ/g Fett) und Fischölkapseln als Nahrungsergänzungsmittel (1,16-1,70 pg WHO-TEQ/g Fett) gefunden. Die höchsten maximalen Konzentrationen wurden in Leber (10,18-10,57 pg WHO-TEQ/g Fett), Eiern (4,04-4,34 pg WHO-TEQ/g Fett), Nahrungsergänzungsmitteln (3,24-4,11 pg WHO-TEQ/g Fett) und Fleisch von Wiederkäuern (2,54-2,67 pg WHO-TEQ/g Fett) beobachtet. Alle Gehalte von Dioxinen und dl-PCBs lagen deutlich unter den europäischen Höchstgehalten.

180 Lebensmittelproben wurden auf ihre Gehalte an nicht-dioxin-ähnlichen PCBs (ndl-PCBs) analysiert. Die höchsten durchschnittlichen Konzentrationen von ndl-PCBs wurden in Leber terrestrischer Tiere (11 ng/g Fett) und Fischölkapseln als Nahrungsergänzungsmittel (7,54 ng/g Fett) gefunden. Die höchsten maximalen Konzentrationen wurden in Leber terrestrischer Tiere (35,76 ng/g Fett), Eiern (22,26 ng/g Fett) und Fisch (20,2 ng/g Fett) beobachtet. Alle Konzentrationen von ndl-PCBs hätten die im Jahr 2012 neu eingesetzten europäischen Höchstgehalte eingehalten.

Die ernährungsbedingte Exposition wurde unter Verwendung durchschnittlicher Gehalte von Dioxinen und PCBs in Lebensmitteln und durchschnittlicher Daten zum Lebensmittelverzehr verschiedener Bevölkerungsgruppen berechnet. Für Kinder beträgt die durchschnittliche Exposition gegenüber Dioxinen und dl-PCBs 0,77 pg WHO-TEQ/kg KG/d. Die durchschnittliche Exposition gegenüber ndl-PCBs liegt bei 3,37 ng/kg KG/d. Kinder weisen aufgrund eines höheren Verzehrs von Lebensmitteln bezogen auf ihr Körpergewicht die höchste Belastung durch Dioxine und PCBs auf. Für Frauen und Männer beträgt die durchschnittliche geschätzte Aufnahme von Dioxinen und dl-PCBs 0,75 bzw. 0,61 pg WHO-TEQ/kg KG/d. Die durchschnittliche Exposition gegenüber ndl-PCBs ist 3,19 ng/kg KG/d für Frauen und 2,64 ng/kg KG/d für Männer.

Die durchschnittliche ernährungsbedingte Exposition gegenüber Dioxinen und dl-PCBs liegt für alle Bevölkerungsgruppen unterhalb der tolerierbaren täglichen Aufnahmemenge und unterhalb der zulässigen wöchentlichen bzw. monatlichen Aufnahmemenge. Auch für ndl-PCBs ist die durchschnittliche Aufnahme über die Nahrung für Kinder, Frauen und Männer weit unter der tolerierbaren täglichen Aufnahmemenge. Die Lebensmittel mit dem höchsten Beitrag zur Dioxin- und PCB-Exposition sind für alle Bevölkerungsgruppen Milch und Milchprodukte gefolgt von Fisch und Fischprodukten und Fleisch, Geflügel, Wild und Innereien.

Nachteilige Auswirkungen wurden bislang nur bei einer erhöhten Körperlast (= Anreicherung im Körperfett) entweder verursacht durch Vergiftungen im Zuge von Unfällen oder nach hoher Exposition am Arbeitsplatz beobachtet. Auf Grundlage der verfügbaren Daten wird das Gesundheitsrisiko für die österreichische Bevölkerung durch die Aufnahme von Dioxinen und PCBs über die Nahrung daher als gering angesehen.

## Summary

From 2005 to 2011 the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES) conducted a survey of dioxins and polychlorinated biphenyls (PCBs) in a variety of food sampled from retail sources in Austria. Dioxins and PCBs belong to the group of persistent chlorinated chemical compounds that can be found ubiquitously in the environment. While dioxins are unintentionally generated as byproducts of combustion processes, PCBs were widely used for industrial purposes. Dioxins and PCBs are fat soluble and thus can be stored in animal fat. A high intake of dioxins and PCBs can cause toxic effects in humans, such as chloracne and cancer. In total, 276 food samples were analyzed for their dioxin and dioxin-like (dl) PCBs levels. The highest mean concentrations of the sum of dioxins and dl-PCBs were found in liver of terrestrial animals (3.86 - 4.39 pg WHO-TEQ/g fat) and fish oil capsules used as food supplements (1.16-1.70 pg WHO-TEQ/g fat). Highest maximum concentrations were observed in liver (10.18-10.57 pg WHO-TEQ/g fat), eggs (4.04-4.34 pg WHO-TEQ/g fat), food supplements (3.24-4.11 pg WHO-TEQ/g fat) and meat of ruminants (2.54-2.67 pg WHO-TEQ/g fat). All levels of dioxins and dl-PCBs were well below the European maximum levels.

180 food samples were analyzed for their ndl-PCBs levels. The highest mean concentrations of ndl-PCBs were also found in liver of terrestrial animals (11 ng/g fat) and fish oil capsules used as food supplements (7.54 ng/g fat). Highest maximum concentrations were observed in liver of terrestrial animals (35.76 ng/g fat), eggs (22.26 ng/g fat) and fish (20.2 ng/g fat). All levels of ndl-PCBs would have been well below the newly set up European maximum levels from 2012.

The dietary exposure assessment was performed by combining average concentrations of dioxins and PCBs with average food consumption data of different population groups. For children, the mean estimated exposure to dioxins and dl-PCBs is 0.77 pg WHO-TEQ/kg bw/d. Estimated mean exposure to ndl-PCBs is 3.37 ng/kg bw/d. Due to higher food consumption relative to body weight, children are estimated to have the highest exposure to dioxins and PCBs. For women and men, the mean estimated exposure to dioxins and dl-PCBs is 0.75 and 0.61 pg WHO-TEQ/kg bw/d, respectively. Estimated mean exposures to ndl-PCBs are 3.19 and 2.64 ng/kg bw/d for women and men, respectively.

The mean dietary exposure to dioxins and dl-PCBs is below the tolerable daily intake for all population groups, and also well below the tolerable weekly and monthly intake values. For ndl-PCBs, the mean dietary intake for children, women and men is below the tolerable daily intake. The major foods contributing to dioxin and PCB exposure for all population groups are milk and dairy products followed by fish and fish products and meat, poultry, game and offal.

Potential adverse effects have only been observed with an elevated body burden (= accumulation within body fat) either following severe intoxication due to accidents or following high occupational exposure. Hence, on basis of the available data, it can be concluded that the health risk for the Austrian population from dietary exposure to dioxins and PCBs is low.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG</b> .....	5
<b>2. ALLGEMEINER TEIL</b> .....	5
<b>2.1 GESETZLICHE REGELUNGEN</b> .....	5
<b>2.2 EU-PROGRAMME, NATIONALE PROGRAMME/SCHWERPUNKTSAKTIONEN</b> .....	5
<b>3. SPEZIELLER TEIL</b> .....	5
<b>3.1 PCDD/F UND DIOXINÄHNLICHE PCB</b> .....	5
<b>3.1.1 Vorkommen und Toxikologie</b> .....	5
<b>3.1.2 Auftretensdaten</b> .....	7
<b>3.1.3 Expositionsabschätzung</b> .....	9
<b>3.1.4 Risikocharakterisierung</b> .....	12
<b>3.2 NICHT DIOXINÄHNLICHE PCBs</b> .....	13
<b>3.2.1 Vorkommen und Toxikologie</b> .....	13
<b>3.2.2 Auftretensdaten</b> .....	14
<b>3.2.3 Expositionsabschätzung</b> .....	16
<b>3.2.4 Risikocharakterisierung</b> .....	18
<b>4. SCHLUSSFOLGERUNG</b> .....	19
<b>5. LITERATUR</b> .....	19

# 1. Einleitung

Dioxine und polychlorierte Biphenyle (PCBs) gehören zur Gruppe der persistenten organischen Schadstoffe. Aufgrund ihrer hohen Fettlöslichkeit sind sie schwer abbaubar und reichern sich daher in Mensch, Tier und Umwelt an. Da diese Stoffe überall in der Umwelt anzutreffen sind, werden sie auch über die Nahrung aufgenommen. Um das Auftreten von Dioxinen und PCBs in Lebensmitteln zu überwachen, wird in Österreich im Rahmen der amtlichen Kontrolle kontinuierlich ein Monitoring von Lebensmitteln durchgeführt.

## 2. Allgemeiner Teil

### 2.1 Gesetzliche Regelungen

Die Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 idgF. legt für Dioxine und PCBs Höchstgehalte in verschiedenen tierischen Lebensmitteln, pflanzlichen Ölen und Fetten und Lebensmitteln für Säuglinge und Kleinkinder fest. Zuletzt wurde diese in Bezug auf Dioxine und PCBs durch die Verordnung (EU) Nr. 1259/2011 geändert sowie um neue Höchstgehalte für nicht dioxin-ähnliche PCBs in oben angeführten Lebensmitteln ergänzt.

### 2.2 EU-Programme, nationale Programme/Schwerpunktsaktionen

In der Empfehlung 2006/88/EG der Kommission wurden Auslösewerte für Dioxine und dioxin-ähnliche PCBs in Lebensmitteln festgelegt. Dadurch soll ein proaktives Vorgehen zur Reduzierung des Vorhandenseins von Dioxinen und dioxin-ähnlichen PCBs in Lebensmitteln angeregt werden. Auslösewerte sind ein Instrument für die Behörden und Unternehmen, um diejenigen Fälle ausfindig zu machen, in denen es angezeigt ist, eine Kontaminationsquelle zu ermitteln und Maßnahmen zu deren Beschränkung oder Beseitigung zu ergreifen.

Im Rahmen von Schwerpunktsaktionen werden in Österreich seit 2005 regelmäßig Monitorings zum Auftreten von Dioxinen und PCBs in Lebensmitteln gemäß den Empfehlungen 2004/705 und 2006/794 der Kommission durchgeführt. Dies dient zur Überwachung der Hintergrundbelastung von Lebensmitteln mit Dioxinen und PCBs.

## 3. Spezieller Teil

### 3.1 PCDD/F und dioxinähnliche PCB

#### 3.1.1 Vorkommen und Toxikologie

##### Vorkommen

Unter dem Begriff „Dioxine“ werden zwei Klassen unterschiedlich chlorierter Verbindungen bestehend aus 75 polychlorierten Dibenzop-dioxinen (PCDDs) und 135 polychlorierten Dibenzofuranen (PCDFs) zusammengefasst.

Dioxine entstehen unbeabsichtigt bei fast allen Verbrennungsvorgängen oder als unerwünschte Nebenprodukte bei verschiedenen chemischen Reaktionen. Quellen für diese Verbindungen sind die Müllverbrennung, industrielle Abfallverbrennungs- und Wiederverwertungsprozesse, der Kraftfahrzeugverkehr, die Papierindustrie und Hausbrand (Nau et al., 2003).

Dioxine sind lipophile organische Verbindungen, die in der Umwelt überall vorkommen (Böden, Sedimente, Gewässer, Atmosphäre). Über diese Hintergrundbelastung der Umwelt nehmen Menschen täglich Dioxine über die Nahrung auf. Bei landwirtschaftlichen Nutztieren erfolgt eine Aufnahme vorwiegend über Bodenpartikel, z. B. beim Picken oder über Futtermittel, an denen Bodenpartikel haften. Da sich Dioxine im Fettgewebe anreichern, treten die höchsten Gehalte in fettreichen Lebensmitteln, wie etwa in Milch- und Milchprodukten, in Fleisch- und Fleischprodukten oder in Fischen und Fischereierzeugnissen auf. Pflanzliche Lebensmittel sind meist nur gering kontaminiert.

PCBs, eine Gruppe von 209 verschiedenen Kongeneren, können nach ihren toxikologischen Eigenschaften in zwei Gruppen unterteilt werden: 12 Kongenere mit toxikologischen Eigenschaften, die denen der Dioxine ähneln, weshalb diese oft als „dioxinähnliche PCBs“ (dioxin-like PCBs, dl-PCBs) bezeichnet werden. Die übrigen PCBs weisen ein anderes toxikologisches Profil auf, welches demjenigen der Dioxine nicht ähnelt (non-dioxin-like PCBs, ndl-PCBs). Auf die ndl-PCBs wird im nächsten Kapitel (Kapitel 3.2) näher eingegangen.

Aufgrund ihrer technischen Eigenschaften (wie z. B. hitzestabil, schwer entflammbar, geringe elektrische Leitfähigkeit) wurden PCBs in zahlreichen industriellen Produkten zugesetzt und in verschiedenen Gebieten angewendet. PCBs wurden unter anderem in Schmiermitteln, Imprägnierungen, Beschichtungen, Isolier- und Kühlflüssigkeiten und Weichmachern eingesetzt. Im Rahmen der Stockholmer Konvention wurde die Produktion und Verwendung von PCBs 2001 weltweit verboten. Eine Entsorgung ist technisch schwierig und teuer. PCBs sind sehr persistent in der Umwelt, kumulieren in der Nahrungskette und reichern sich daher im Fettgewebe von Tier und Mensch an (Nau et al., 2003).

## **Toxikologie**

Beim Menschen kann eine akute Vergiftung zu Chlorakne, Übelkeit mit Erbrechen und Reizungen der oberen Atemwege, peripheren Neuropathien, Störungen des Fettstoffwechsels und Leberschäden führen (Nau et al., 2003). Derartige Vergiftungen wurden bei Chemieunfällen, wie im Jahr 1976 in Seveso in Italien, oder bei berufsbedingten Expositionen von Arbeitern in Chemiefabriken berichtet.

Negative Effekte von Dioxinen und dl-PCBs werden über die Bindung an den Aryl-Hydrocarbon-Rezeptor (AhR) vermittelt (Schmid und Bradfield, 1996). Als chronische Wirkungen von Dioxinen wurden in Tierversuchen Beeinträchtigungen des Immunsystems, des Nervensystems, des Hormonhaushalts und der Reproduktionsfunktionen beobachtet. Eine chronische Exposition gegenüber Dioxinen hat bei Tieren zu verschiedenen Krebsarten geführt (WHO, 2002, 2010). Untersuchungen zur Genotoxizität haben gezeigt, dass Dioxine kein mutagenes Potential besitzen. Aufgrund dieser Tatsache werden Dioxine und dl-PCBs der Gruppe der Tumorpromotoren zugeordnet. Tumorpromotoren beschleunigen die Entwicklung von Tumoren aus vorgeschädigten Zellen, sind aber selbst nicht in der Lage, durch DNA-Schädigungen die Tumorentstehung auszulösen (Nau et al., 2003).

Jedes Kongener der Dioxine und dl-PCBs ist in unterschiedlichem Maße toxisch. Um die Toxizität dieser unterschiedlichen Verbindungen aufsummieren zu können und um Risikobewertungen und Kontrollmaßnahmen zu erleichtern, wurde das Konzept der Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF) eingeführt (WHO, 2000). Für deren Berechnung werden unterschiedliche Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF) verwendet: so hat das giftigste Dioxin 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin (2,3,7,8-TCDD), das so genannte Seveso-Dioxin, einen TEF von 1, ein weniger giftiges z. B. 0,5. Sämtliche Kongenere, die in der Analyse gefunden werden, werden mit ihrem jeweiligen TEF multipliziert und anschließend addiert. Die Analyseergebnisse werden als quantifizierbare Einheit ausgedrückt, die als „TCDD-Toxizitäts-Äquivalent“ (TEQ) bezeichnet wird (Nau et al., 2003, EK, 2006).

Verschiedene Gremien haben bereits tolerierbare Aufnahmemengen für Dioxine und dl-PCBs abgeleitet. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat eine tolerierbare tägliche Aufnahme (TDI) von 1 bis 4 pg WHO-TEQ/kg Körpergewicht und Tag festgelegt (WHO, 2000). Aufgrund der langen Halbwertszeit von Dioxinen und dl-PCBs wurde dieser Wert jedoch überarbeitet und die tolerierbare Aufnahmemenge auf einen Monat bezogen, um das gesundheitliche Risiko abzuschätzen. Dabei wurde von der WHO eine vorläufige tolerierbare monatliche Aufnahmemenge (PTMI) von 70 pg WHO-TEQ/kg Körpergewicht und Monat ermittelt (WHO, 2002).

Der Wissenschaftliche Lebensmittelausschuss der EU (Scientific Committee on Food, SCF) hat in seiner Stellungnahme vom 30. Mai 2001 zu Dioxinen und dl-PCBs in Lebensmitteln eine tolerierbare wöchentliche Aufnahme (TWI) von 14 pg WHO-TEQ/kg Körpergewicht festgesetzt (SCF, 2001). Das ergibt für eine 70 kg schwere Person eine wöchentlich tolerierbare Aufnahmemenge von 980 pg WHO-TEQ.

### **3.1.2 Auftretensdaten**

#### **Analytik**

Die Untersuchungen auf Dioxine und dl-PCBs wurden vom Umweltbundesamt durchgeführt. Nach ASE- oder Soxhlet-Extraktion der homogenisierten und gefriergetrockneten Proben wurden diese mit 17 <sup>13</sup>C<sub>12</sub> markierten PCDD/Fs und 18 <sup>13</sup>C<sub>12</sub> markierten PCBs (Surrogatstandards) dotiert. Die qualitative und quantitative Bestimmung der PCDD/Fs und dl-PCBs erfolgte nach der Methode der Isotopenverdünnung mittels Gaschromatographie/Massenspektrometrie.

#### **Auftreten**

In den Jahren 2005 bis 2011 wurden insgesamt 276 Lebensmittelproben auf das Vorkommen von Dioxinen und dl-PCBs untersucht. Tabelle 1 zeigt die durchschnittlichen und maximalen Gehalte der Summe der Dioxine und dl-PCBs in verschiedenen Lebensmittelgruppen. Für die Berechnung des Upper-Bound (UB) sind die Werte, die unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen, gleich der Bestimmungsgrenze. Beim Lower-Bound-Ansatz (LB) werden Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze gleich „null“ gesetzt.

Die in den gesetzlichen Regelungen festgelegten Höchstgehalte sind für Fleisch und Fleischerzeugnisse, Leber und daraus hergestellte Produkte, Öle und Fette, Milch und Milcherzeugnisse und Eier und Eierzeugnisse in pg/g Fett angegeben. Bei Fisch und Fischereierzeugnissen und Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder gilt pg/g Frischgewicht (FG) als Bezugsgröße. Für Produkte, wie Obst, Gemüse und Getreide, sind keine Höchstgehalte, sondern nur Auslösewerte festgelegt, die Konzentrationen werden in ng/kg Erzeugnis angegeben.

In der Lebensmittelgruppe Fleisch, Geflügel, Wild und Innereien wurden die höchsten Gehalte gefunden. Der durchschnittliche Gehalt in dieser Lebensmittelgruppe liegt bei 1,16 pg WHO-TEQ/g Fett. Leber terrestrischer Tiere und daraus hergestellte Produkte wiesen einen maximalen Gehalt von 10,57 pg WHO-TEQ/g Fett auf. Für Fisch und Fischereierzeugnisse betrug die durchschnittliche Konzentration 0,51 pg WHO-TEQ/g FG und das Maximum lag bei 1,43 pg WHO-TEQ/g FG. In der Gruppe Milch und Milcherzeugnisse inklusive Butterfett wurden die höchsten Gehalte in Milch mit einem Maximum von 2,47 pg WHO-TEQ/g Fett gefunden. Die Dioxin- und dl-PCB-Konzentrationen in Hühnereiern und Eiprodukten beliefen sich auf durchschnittlich 0,80 pg WHO-TEQ/g Fett mit einem Maximum von 4,34 pg WHO-TEQ/g Fett.



**Tabelle 1: Dioxine und dl-PCB-Gehalte (in WHO-TEQ-1998) in verschiedenen Lebensmittelgruppen (Daten aus 2005 – 2011) im Vergleich zu den europäischen Höchstgehalten für die Summe von Dioxinen und dl-PCBs (adaptiert aus Rauscher-Gabernig et al., 2013)**

Lebensmittelgruppe	N <sup>a</sup>	Durchschnittlicher Gehalt		Maximaler Gehalt		EU-Höchstgehalt <sup>e</sup>	Einheit
		LB <sup>b</sup>	UB <sup>c</sup>	LB	UB		
<b>Fleisch, Geflügel, Wild und Innereien</b>	<b>101</b>	<b>0,79</b>	<b>1,16</b>	<b>10,18</b>	<b>10,57</b>	-	<b>pg/g Fett</b>
Wiederkäuer (Rind, Schaf, Hirsch)	39	0,96	1,33	2,54	2,67	4,50	pg/g Fett
Geflügel	19	0,30	0,67	1,36	1,72	4,00	pg/g Fett
Schwein	35	0,16	0,51	0,94	1,25	1,50	pg/g Fett
Leber terrestrischer Tiere und daraus hergestellte Produkte	8	3,86	4,39	10,18	10,57	12	pg/g Fett
<b>Fisch und Fischereierzeugnisse</b>	<b>36</b>	<b>0,49</b>	<b>0,51</b>	<b>1,42</b>	<b>1,43</b>	<b>8,00</b>	<b>pg/g FG<sup>d</sup></b>
Aquakultur (Forelle, Karpfen)	21	0,34	0,37	1,42	1,43	8,00	pg/g FG
Meeresfische	15	0,69	0,71	1,33	1,34	8,00	pg/g FG
<b>Milch und Milcherzeugnisse, inkl. Butterfett</b>	<b>39</b>	<b>0,76</b>	<b>1,19</b>	<b>2,08</b>	<b>2,47</b>	<b>6,00</b>	<b>pg/g Fett</b>
Milch	21	0,73	1,20	2,08	2,47	6,00	pg/g Fett
Joghurt	4	1,02	1,47	1,31	1,85	6,00	pg/g Fett
Käse	9	0,83	1,15	1,74	2,05	6,00	pg/g Fett
Butter	5	0,50	0,95	1,07	1,57	6,00	pg/g Fett
<b>Hühnereier und Eiprodukte</b>	<b>50</b>	<b>0,29</b>	<b>0,80</b>	<b>4,04</b>	<b>4,34</b>	<b>6,00</b>	<b>pg/g Fett</b>
<b>Fette und Öle (exkl. marine Öle)</b>	<b>9</b>	<b>0,03</b>	<b>0,62</b>	<b>0,09</b>	<b>1,07</b>	<b>1,50</b>	<b>pg/g Fett</b>
Tierische Fette (Schwein)	3	0,05	0,73	0,09	1,00	1,50	pg/g Fett
Pflanzliche Öle (Sonnenblume, Mais, Olive, Raps)	6	0,02	0,57	0,02	1,07	1,50	pg/g Fett
<b>Gemüse</b>	<b>8</b>	<b>0,00</b>	<b>25,68</b>	<b>0,00</b>	<b>70,00</b>	<b>nicht festgelegt</b>	<b>ng/kg Erzeugnis</b>
<b>Obst</b>	<b>4</b>	<b>0,00</b>	<b>37,50</b>	<b>0,00</b>	<b>50,00</b>	<b>nicht festgelegt</b>	<b>ng/kg Erzeugnis</b>
<b>Getreide</b>	<b>4</b>	<b>0,00</b>	<b>222,50</b>	<b>0,01</b>	<b>300,00</b>	<b>nicht festgelegt</b>	<b>ng/kg Erzeugnis</b>
<b>Nahrungsergänzungsmittel (marine Öle)</b>	<b>13</b>	<b>1,16</b>	<b>1,70</b>	<b>3,24</b>	<b>4,11</b>	<b>10,00</b>	<b>pg/g Fett</b>
<b>Kindernährmittel</b>	<b>12</b>	<b>0,02</b>	<b>0,08</b>	<b>0,09</b>	<b>0,29</b>	<b>nicht festgelegt</b>	<b>pg/g FG</b>
Säuglingsnahrung (Anfangsmilch, Folgemilch)	4	0,03	0,14	0,09	0,29	nicht festgelegt	pg/g FG
Kindernährmittel (Menüs mit Gemüse und Fleisch)	8	0,02	0,04	0,03	0,07	nicht festgelegt	pg/g FG
<b>Gesamtanzahl der Proben</b>	<b>276</b>						

<sup>a</sup> N = Anzahl der Proben, <sup>b</sup> LB = Lower-Bound, <sup>c</sup> UB = Upper-Bound, <sup>d</sup> FG = Frischgewicht

<sup>e</sup> Höchstgehalten aus der Verordnung (EG) 1881/2006 auf Basis der WHO-TEQ 1998, gültig bis 31.12.2011

In Fetten und Ölen konnten bis zu 1,07 pg WHO-TEQ/g Fett gefunden werden. In Nahrungsergänzungsmitteln aus marinen Ölen wurden durchschnittlich 1,70 pg WHO-TEQ/g Fett und maximal 4,11 pg WHO-TEQ/g Fett Dioxine und dl-PCBs ermittelt. Die niedrigsten Gehalte wurden in Kindernährmitteln festgestellt, hier lag der durchschnittliche Wert bei 0,08 pg und der maximale bei 0,29 pg WHO-TEQ/g FG (Tabelle 1). Für Gemüse, Obst und Getreide wurden nur wenige Proben untersucht, im Lower-Bound lagen alle Gehalte bei „null“. Für diese Lebensmittelgruppen wurden keine weiteren Berechnungen durchgeführt.

Bei keiner der untersuchten Lebensmittelgruppen konnte im Untersuchungszeitraum 2005 bis 2011 eine Überschreitung des Höchstgehalts festgestellt werden. Die Auslösewerte für Dioxine wurden insgesamt 7-mal überschritten und zwar 4-mal in der Gruppe Schweinefleisch, 1-mal in der Gruppe Leber terrestrischer Tiere und 2-mal in der Gruppe Fette und Öle. Insgesamt 14 Proben überschritten die Auslösewerte für dl-PCBs und zwar neun Proben in der Gruppe Fleisch von Wiederkäuern, jeweils zwei in den Gruppen Schweinefleisch und Leber terrestrischer Tiere und eine Probe in der Gruppe Hühnereier und Eiprodukte.

**Tabelle 2: Dioxine und dl-PCB-Gehalte (in pg WHO-TEQ-1998/g Fett) in der Lebensmittelgruppe Hühnereier und Eiprodukte unterteilt nach den Haltungsformen (Daten aus 2005 – 2011)**

Probenart	Anzahl	Durchschnittlicher Gehalt		Maximaler Gehalt	
		Summe PCDD/F und dl-PCB LB	Summe PCDD/F und dl-PCB UB	Summe PCDD/F und dl-PCB LB	Summe PCDD/F und dl-PCB UB
Eier aus Bodenhaltung	12	0,17	0,48	0,44	0,98
Eier aus Freilandhaltung	24	0,43	1,00	4,04	4,34
Eier aus Käfighaltung	13	0,17	0,73	1,07	1,62
Sonstige Eier und Eiprodukte	1	-	-	-	-
<b>Gesamt</b>	50	0,29	0,80	4,04	4,34

Daten aus der Literatur zeigen, dass Eier aus Freilandhaltung stärker mit Dioxinen und dl-PCBs belastet sein können als jene aus Käfig- oder Bodenhaltung. Eine Ursache dafür können belastete Böden sein, da Hühner diesen beim Picken mitaufnehmen. Auch in den vorliegenden Daten liegen der durchschnittliche und der maximale Gehalt der Summe von Dioxinen und dl-PCBs in Eiern aus Freilandhaltung über jenen von Eiern aus den anderen Haltungsformen (Tabelle 2). Die Ergebnisse geben Hinweis auf die Gehalte in den einzelnen Haltungsformen, sind jedoch aufgrund der geringen Probenzahlen mit gewissen Unsicherheiten verbunden. Grundsätzlich sind die Gehalte an Dioxinen und dl-PCBs in Eiern aus Österreich niedrig. Der Auslösewert für dl-PCBs wurde von einer Probe Eier aus Freilandhaltung überschritten. Der Höchstgehalt für die Summe der Dioxine und dl-PCBs von 6 pg WHO-TEQ/g Fett konnte in allen Fällen eingehalten werden.

### 3.1.3 Expositionsabschätzung

#### Verzehrdaten

Für die Berechnung der Aufnahmemengen wurden Verzehrdaten 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 Dioxinen und dl-PCBs

Für die drei Bevölkerungsgruppen wurde die durchschnittliche Aufnahmemenge für Dioxine und dlPCBs durch Verknüpfung des durchschnittlichen Verzehrs der jeweiligen Bevölkerungsgruppe mit den durchschnittlichen Gehalten in Lebensmitteln berechnet. Tabelle 3 zeigt die durchschnittlichen

Aufnahmemengen von Dioxinen und dl-PCBs über verschiedene Lebensmittelgruppen. Zusätzlich ist der Beitrag der einzelnen Lebensmittel zur Gesamtaufnahme für Kinder, Frauen und Männer dargestellt.

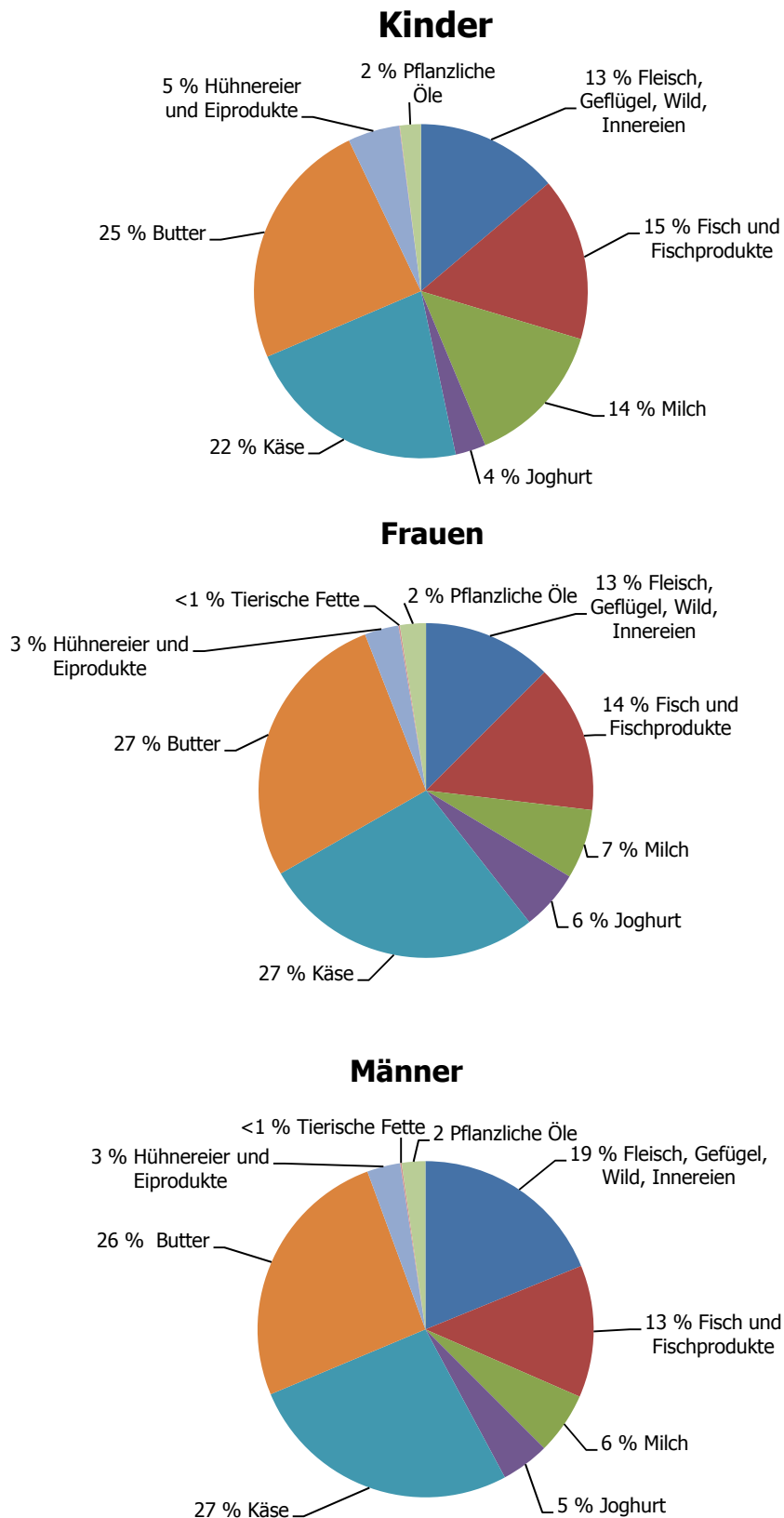
Kinder nehmen über Fleisch, Geflügel, Wild und Innereien 0,10 pg WHO-TEQ/kg KG/d auf, Frauen 0,09 pg WHO-TEQ/kg KG/d und Männer 0,12 pg WHO-TEQ/kg KG/d. Die Aufnahmemengen über Fisch und Fischereierzeugnisse liegen in einem ähnlichen Bereich mit 0,12 pg WHO-TEQ/kg KG/d für Kinder, 0,11 pg WHO-TEQ/kg KG/d für Frauen und 0,08 pg WHO-TEQ/kg KG/d für Männer. Für Käse und Butter wurden bei Kindern Aufnahmemengen von 0,17 pg WHO-TEQ/kg KG/d bzw. 0,19 pg WHO-TEQ/kg KG/d berechnet. Bei Frauen liegen die Aufnahmemengen für beide Lebensmittelgruppen bei je 0,21 pg WHO-TEQ/kg KG/d, bei Männern bei je 0,16 pg WHO-TEQ/kg KG/d. Geringere Aufnahmemengen von maximal 0,05 pg WHO-TEQ/kg KG/d wurden für Milch und Joghurt bei Erwachsenen abgeschätzt. Aufgrund eines höheren Verzehrs von Milch nehmen Kinder über Milch 0,10 pg WHO-TEQ/kg KG/d auf. Über Hühnereier und Eiprodukte beträgt die Aufnahmemenge für Kinder 0,04 pg WHO-TEQ/kg KG/d und für Erwachsene 0,02 pg WHO-TEQ/kg KG/d. Für pflanzliche Öle wurden Aufnahmemengen von 0,01 bis 0,02 pg WHO-TEQ/kg KG/d für alle Bevölkerungsgruppen berechnet. Die anhand der verfügbaren Daten berechnete Aufnahme von tierischen Fetten ist vernachlässigbar.

Die durchschnittliche Gesamtaufnahme über alle Lebensmittelgruppen beträgt für Kinder 0,77 pg WHO-TEQ/kg KG/d, für Frauen 0,75 pg WHO-TEQ/kg KG/d und für Männer 0,61 pg WHO-TEQ/kg KG/d.

**Tabelle 3: Durchschnittliche tägliche Aufnahme von Dioxinen und dl-PCBs über Lebensmittel und deren Beitrag zur Gesamtaufnahme bei Kindern, Frauen und Männern**

(adaptiert aus Rauscher-Gabernig et al., 2013)

Lebensmittelgruppe	Kinder			Frauen			Männer		
	Verzehr (g/d)	Aufnahme (pg WHO-TEQ/kg KG/d)	Anteil (%)	Verzehr (g/d)	Aufnahme (pg WHO-TEQ/kg KG/d)	Anteil (%)	Verzehr (g/d)	Aufnahme (pg WHO-TEQ/kg KG/d)	Anteil (%)
Fleisch, Geflügel, Wild und Innereien	40,9	0,10	14	59,5	0,09	13	93,6	0,12	19
Fisch und Fischereierzeugnisse	9,3	0,12	16	13,5	0,11	14	12,5	0,08	13
Milch und Milcherzeugnisse inklusive Butterfett									
Milch	94,3	0,10	14	74,3	0,05	7	68,6	0,04	6
Joghurt	19,0	0,02	3	54,1	0,04	6	45,3	0,03	5
Käse	19,0	0,17	22	38,0	0,21	27	38,5	0,16	27
Butter	9,7	0,19	25	16,6	0,21	27	16,3	0,16	26
Hühnereier und Eiprodukte	17,3	0,04	5	17,0	0,02	3	17,3	0,02	3
Tierische Fette (Schwein)	0	0	0	0,1	0,00	0	0,1	0,00	0
Pflanzliche Öle (Sonnenblume, Mais, Olive, Raps)	1,1	0,02	2	2,1	0,02	2	2,0	0,01	2
<b>Gesamtaufnahme</b>	210,6	0,77	-	292,0	0,75	-	296,5	0,61	-



**Abbildung 1: Beitrag der einzelnen Lebensmittelgruppen zur Aufnahme von Dioxinen und dl-PCBs bei verschiedenen Bevölkerungsgruppen**

Die Hauptquellen für die Aufnahme von Dioxinen und dl-PCBs stellen vor allem Milch und Milchzeugnisse dar, dies ist durch die Verzehrsgewohnheiten in Verbindung mit der etwas höheren Be-

lastung dieser Lebensmittel begründet. Wird diese Lebensmittelgruppe gesamt betrachtet, liegt der Anteil an der Gesamtaufnahme bei 63-67 %. Käse liefert mit einem Anteil von 22 % bei Kindern und 27 % bei Erwachsenen einen ähnlichen Beitrag zur Gesamtaufnahme wie Butter (25-27 % bei allen Bevölkerungsgruppen). Im Gegensatz dazu tragen Milch (6-14 %) und Joghurt (3-6 %) zu einem geringen Teil zur Gesamtaufnahme bei. Die Lebensmittelgruppe Fleisch, Geflügel, Wild und Innereien kann bei Kindern zu 14 %, bei Frauen zu 13 % und bei Männern zu 19 % zur Gesamtaufnahme beitragen. Der Beitrag von Fisch und Fischereierzeugnissen liegt bei 13-16 %. Pflanzliche Öle tragen bei allen Bevölkerungsgruppen nur zu 2 % zur Gesamtaufnahme bei (Abbildung 1).

### 3.1.4 Risikocharakterisierung

Die Aufnahme von Dioxinen und dl-PCBs durch die österreichische Bevölkerung ist vergleichbar mit jener in anderen europäischen Ländern, wie Spanien (Perello et al., 2012), Niederlande (De Mul et al., 2008), Belgien (Windal et al., 2010) und Frankreich (Tard et al., 2007), wobei ein Vergleich durch Unterschiede in der Erhebung der Verzehrdaten und der Methodik der Expositionsabschätzung erschwert wird.

Durch die Aufnahme von Dioxinen und dl-PCBs mit der Nahrung werden bei Kindern die toxikologischen Referenzwerte von WHO und SCF zwischen 19 und 77 % ausgeschöpft. Bei Frauen und Männern werden die toxikologischen Referenzwerte durch Verzehr von Lebensmitteln zwischen 19 und 75 % bzw. 15 und 61 % ausgeschöpft (Tabelle 4).

Dies zeigt, dass die Aufnahme von Dioxinen und dl-PCBs für Kinder und Erwachsene unterhalb der toxikologischen Referenzwerte liegt und keine gesundheitlichen Risiken zu erwarten sind. Die über die Nahrung aufgenommenen Mengen tragen nur geringfügig zur Erhöhung der Körperlast bei und stellen daher kein unmittelbares gesundheitliches Risiko dar. Negative Effekte, wie Chlorakne, sind erst bei hohen Konzentrationen von Dioxinen im Blutfett zu erwarten und wurden beispielsweise in Seveso erst ab einer Dioxin-Konzentration von 800 ng/kg Blutfett beobachtet (Parzefall, 2002). Der Schwerpunkt sollte dennoch auf einer weiteren Reduzierung der Kontamination von Lebensmitteln mit Dioxinen und dl-PCBs liegen, um den Beitrag zur Körperlast möglichst gering zu halten.

**Tabelle 4: Aufnahmemengen von Dioxinen und dl-PCBs der verschiedenen Bevölkerungsgruppen im Vergleich zu den toxikologischen Referenzwerten** (adaptiert aus Rauscher-Gabernig et al., 2013)

Bevölkerungsgruppe	Tägliche Aufnahme (pg WHO-TEQ/kg KG/d)	Aufnahme in Prozent der toxikologischen Referenzwerte (%)			
		TDI (1 pg WHO-TEQ/kg KG/d)	TDI (4 pg WHO-TEQ/kg KG/d)	TWI (14 pg WHO-TEQ/kg KG/Woche)	PTMI (70 pg WHO-TEQ/kg KG/Monat)
Kinder	0,77	77	19	39	33
Frauen	0,75	75	19	38	32
Männer	0,61	61	15	31	26

## 3.2 Nicht dioxinähnliche PCBs

### 3.2.1 Vorkommen und Toxikologie

Wie schon im Kapitel 3.1.1 beschrieben, stellen die PCBs eine Gruppe von 209 Kongeneren dar, von denen 12 Kongenere zu den dl-PCBs zu rechnen sind. Der Rest entfällt auf ndl-PCBs, die damit einen Anteil von etwa 90 % an Gesamt-PCB einnehmen.

PCBs wurden in einer Reihe von industriellen und kommerziellen Anwendungen eingesetzt. Es wird geschätzt, dass weltweit mehr als 1 Million Tonnen seit ihrem ersten kommerziellen Einsatz in den späten 1920er Jahren produziert wurden. Obwohl die Herstellung, Verarbeitung und Verteilung von PCB in nahezu allen Industrieländern seit den späten 1980er Jahren verboten ist, findet noch immer ein Eintrag in die Umwelt statt, vor allem durch eine unsachgemäße Entsorgung oder Lecks in elektrischen Anlagen und hydraulischen Systemen, die immer noch in Gebrauch sind (EFSA, 2005).

Die Summe der sechs Marker- oder Indikator-PCBs (PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180) macht ungefähr die Hälfte der insgesamt in Futter- und Lebensmitteln vorkommenden ndl-PCBs aus. Diese Summe wird als geeigneter Marker für das Vorkommen von ndl-PCBs und für die Exposition des Menschen gegenüber diesen betrachtet. Auch die Höchstgehalte für tierische Lebensmittel, pflanzliche Öle und Fette und Kindernährmittel wurden für die Summe der sechs Indikator-PCBs festgelegt.

### Toxikologie

Technische PCB-Gemische enthalten sowohl dl- als auch ndl-PCBs, darüber hinaus als Verunreinigungen auch Dioxine. Die unterschiedliche Zusammensetzung sowie das Vorhandensein von toxikologisch relevanten Verunreinigungen können einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse der toxikologischen Untersuchungen haben. Aus diesem Grund ist es schwierig, toxikologische Wirkungen allein den ndl-PCBs zuzuschreiben.

In Toxizitätsstudien an Versuchstieren wurden Leber- und Schilddrüseneffekte, neuronale Effekte, immuntoxische sowie reproduktionstoxikologische Effekte festgestellt, wobei diese nicht über den AhR vermittelt werden. Effekte auf die Entwicklung des Nervensystems und Reproduktion wurden besonders bei den Nachkommen von Nagern nach einer Exposition *in utero* gefunden.

Allerdings sind nicht alle diese Effekte spezifisch für ndl-PCBs, sondern können auch nach einer Exposition gegenüber Dioxinen und dl-PCBs beobachtet werden (EFSA 2005). Die International Agency for Research on Cancer (IARC) stuft die PCBs in die Gruppe 2A, möglicherweise kanzerogen für den Menschen, ein (IARC, 1978). Dies erfolgte jedoch ohne Unterscheidung in dl-PCBs und ndl-PCBs. Studien zur Kanzerogenität an Ratten weisen darauf hin, dass die dioxin-ähnlichen Komponenten in technischen PCB-Gemischen wahrscheinlich für diese Reaktion dieser Mischungen verantwortlich sind. In Bezug auf die Kanzerogenität einzelner ndl-PCB-Kongenere liegen keine Daten vor (EFSA, 2005).

Für Gesamt-PCBs wurde von der WHO eine tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (tolerable daily intake, TDI) von 0,02 µg/kg KG/d abgeleitet (WHO, 2003). Unter der Annahme, dass die Summe der sechs Indikator-PCBs ca. 50 % der Gesamt-ndl-PCBs darstellen (EFSA, 2005), ergibt sich ein TDI von 10 ng/kg KG/d (AFSSA, 2010).

### 3.2.2 Auftretensdaten

#### Analytik

Die Untersuchungen auf ndl-PCBs wurden vom Umweltbundesamt durchgeführt. Nach ASE- oder Soxhlet-Extraktion der homogenisierten und gefriergetrockneten Proben wurden diese mit  $^{13}\text{C}_{12}$  markierten PCBs (Surrogatstandards) dotiert. Die qualitative und quantitative Bestimmung der ndl-PCBs erfolgte nach der Methode der Isotopenverdünnung mittels Gaschromatographie/Massenspektrometrie.

#### Auftreten

In den Jahren 2006 bis 2011 wurden insgesamt 180 Lebensmittelproben auf das Vorkommen von ndl-PCBs untersucht. In Tabelle 5 sind die durchschnittlichen und maximalen Gehalte in den verschiedenen Lebensmittelgruppen sowie der jeweilige Höchstgehalt für die Summe der PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153 und PCB-180 (VO 1259/2011) dargestellt.

In der Lebensmittelgruppe Fleisch, Geflügel, Wild und Innereien zeigen Leber terrestrischer Tiere und daraus hergestellte Produkte die höchste Belastung mit einem durchschnittlichen Gehalt von 11,08 ng/g Fett und einem Maximalgehalt von 35,76 ng/g Fett. Die Konzentrationen in Fleisch von Wiederkäuern liegen deutlich niedriger mit einem durchschnittlichen Gehalt von 6,9 ng/g Fett und einem maximalen Gehalt von 15,5 ng/g Fett. Geflügel und Schweinefleisch weisen durchschnittliche Gehalte von 3,52 ng/g Fett und 2,76 ng/g Fett, und Maximalwerte von 9,2 ng/g Fett und 9,44 ng/g Fett auf. Für Fisch und Fischereierzeugnisse wurde ein durchschnittlicher Gehalt von 3,89 ng/g FG und ein maximaler Gehalt von 20,2 ng/g FG berechnet. In Milch und Milcherzeugnissen inklusive Butterfett konnte ein durchschnittlicher Gehalt von 4,15 ng/g Fett und eine maximale Konzentration von 8,91 ng/g Fett gefunden werden. Die durchschnittlichen Gehalte von Milch, Joghurt und Käse liegen in einem ähnlichen Bereich (4,02 – 4,44 ng/g Fett), etwas niedriger ist der durchschnittliche Gehalt in Butter mit 3,07 ng/g Fett. Der höchste Gehalt von 8,91 ng/g Fett wurde in Käse nachgewiesen. Die durchschnittliche und maximale Konzentration von ndl-PCBs in Hühneriern und Eiprodukten lag bei 4,8 bzw. 22,26 ng/g Fett. Die niedrigsten Gehalte waren in Gemüse und Kindernährmitteln nachweisbar. Der durchschnittliche Gehalt bei Kartoffeln und Mais betrug 0,27 ng/g FG, der maximale Gehalt 0,52 ng/g FG. Bei der Untersuchung von Kindernährmitteln wurde ein maximaler Gehalt von 0,90 ng/g FG ermittelt. Nahrungsergänzungsmittel wie marine Öle zeigten eine durchschnittliche Konzentration von 7,54 ng/g Fett, das Maximum lag bei 15,42 ng/g Fett.

Für keine der untersuchten Proben konnte eine Überschreitung der in der Verordnung Nr. 1259/2011 festgelegten Höchstgehalte (Summe aus PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153 und PCB-180) festgestellt werden. Zum Zeitpunkt der Probenziehung existierten keine Höchstgehalte für ndl-PCBs.

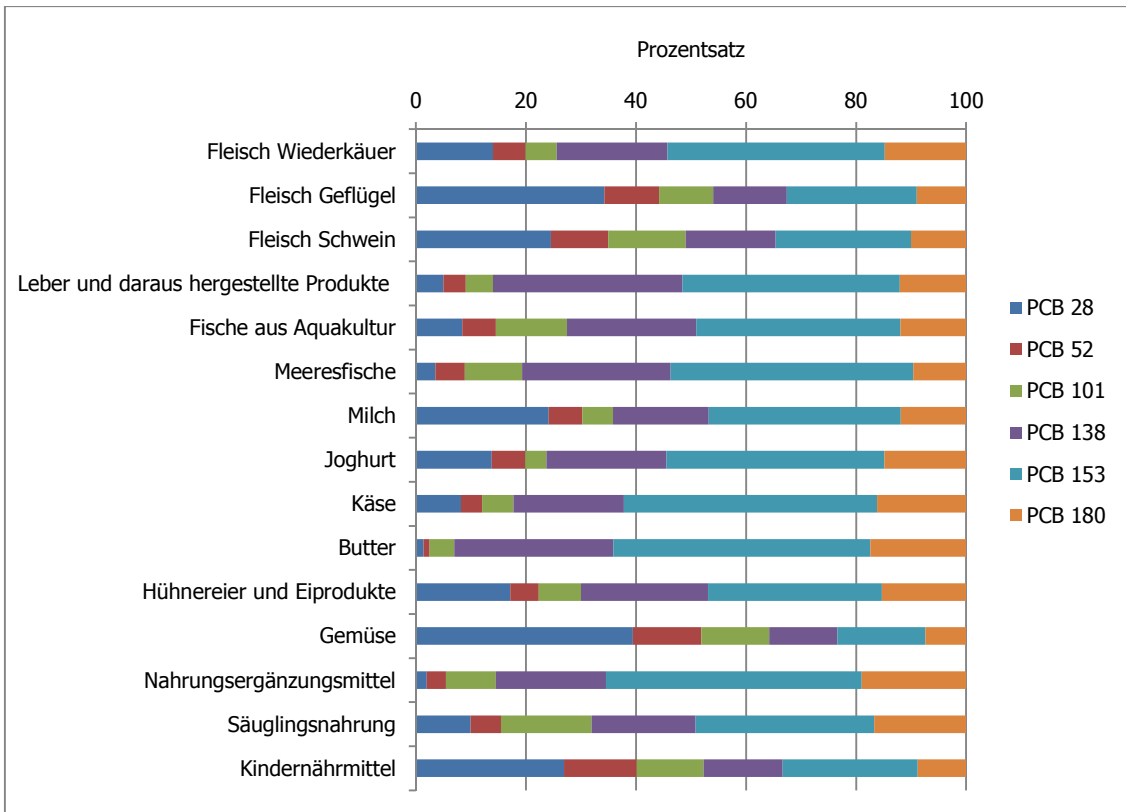
**Tabelle 5: Gehalte von ndl-PCBs (Summe aus PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153 und PCB-180) in verschiedenen Lebensmittelgruppen (Daten aus 2006 – 2011)** (adaptiert aus Mihats et al., 2015)

Lebensmittelgruppe	N <sup>a</sup>	Durchschnittlicher Gehalt	Maximaler Gehalt	EU-Höchstgehalt <sup>b</sup>	Einheit
<b>Fleisch, Geflügel, Wild und Innereien</b>	<b>75</b>	<b>5,20</b>	<b>35,76</b>	<b>40,00</b>	<b>ng/g Fett</b>
Wiederkäuer (Rind, Schaf, Hirsch)	31	6,91	15,50	40,00	ng/g Fett
Geflügel	15	3,52	9,20	40,00	ng/g Fett
Schwein	25	2,76	9,44	40,00	ng/g Fett
Leber terrestrischer Tiere und daraus hergestellte Produkte	5	11,08	35,76	40,00	ng/g Fett
<b>Fisch und Fischereierzeugnisse</b>	<b>30</b>	<b>3,89</b>	<b>20,20</b>	<b>75,00</b>	<b>ng/g FG<sup>c</sup></b>
Aquakultur (Forelle, Karpfen)	18	3,63	20,20	75,00	ng/g FG
Meeresfische	12	4,28	9,59	75,00	ng/g FG
<b>Milch und Milcherzeugnisse, inkl. Butterfett</b>	<b>27</b>	<b>4,15</b>	<b>8,91</b>	<b>40,00</b>	<b>ng/g Fett</b>
Milch	15	4,44	7,80	40,00	ng/g Fett
Joghurt	2	4,04	5,26	40,00	ng/g Fett
Käse	7	4,02	8,91	40,00	ng/g Fett
Butter	3	3,07	4,27	40,00	ng/g Fett
<b>Hühnereier und Eiprodukte</b>	<b>25</b>	<b>4,80</b>	<b>22,26</b>	<b>40,00</b>	<b>ng/g Fett</b>
<b>Gemüse (Kartoffel, Mais)</b>	<b>3</b>	<b>0,27</b>	<b>0,52</b>	<b>nicht festgelegt</b>	<b>ng/g FG</b>
<b>Nahrungsergänzungsmittel (marine Öle)</b>	<b>8</b>	<b>7,54</b>	<b>15,42</b>	<b>200,00</b>	<b>ng/g Fett</b>
<b>Kindernährmittel</b>	<b>12</b>	<b>0,26</b>	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>	<b>ng/g FG</b>
Säuglingsnahrung (Anfangsmilch, Folgemilch)	4	0,21	0,28	1,00	ng/g FG
Kindernährmittel (Menüs mit Gemüse und Fleisch)	8	0,28	0,90	1,00	ng/g FG
<b>Gesamtanzahl der Proben</b>	<b>180</b>				

<sup>a</sup> N = Anzahl der Proben, <sup>b</sup> Höchstgehalte aus der Verordnung (EU) Nr. 1259/2011 (keine Regelung für ndl-PCBs zum Zeitpunkt der Probenziehung), <sup>c</sup> FG = Frischgewicht

Anhand des Kongenernmusters wird ersichtlich, dass in den meisten Lebensmittelgruppen, mit Ausnahme von Fleisch von Geflügel und Schwein, Gemüse und Kindernährmitteln, PCB-153 gefolgt von PCB-138 den größten Beitrag an der Gesamtkonzentration der ndl-PCBs ausmachen. PCB-153 und PCB-138 gemeinsam stellen in diesen Lebensmittelgruppen einen Anteil von mehr als 50 % der Gesamtsumme dar. In Fleisch von Geflügel, Gemüse und Kindernährmitteln überwiegt PCB-28 gefolgt von PCB-153. In Fleisch von Schwein tragen PCB-153 und PCB-28 zu gleichen Anteilen zur Gesamtbelastung bei. PCB-52 und PCB-101 haben über alle Lebensmittelgruppen betrachtet den geringsten Beitrag an der Gesamtkonzentration (Abbildung 2).





**Abbildung 2: Durchschnittlicher Anteil (%) der einzelnen ndl-PCB-Kongenerere an der Gesamtkonzentration in den einzelnen Lebensmittelgruppen** (adaptiert aus Mihats et al., 2015)

### 3.2.3 Expositionsabschätzung

Um die Aufnahmemenge für ndl-PCBs abzuschätzen, wurde der durchschnittliche Verzehr der jeweiligen Bevölkerungsgruppe mit den durchschnittlichen Gehalten an ndl-PCBs in Lebensmitteln verknüpft. In Tabelle 6 sind die durchschnittlichen Aufnahmemengen von ndl-PCBs über verschiedene Lebensmittelgruppen sowie deren Beitrag zur Gesamtaufnahme bei Kindern, Frauen und Männern dargestellt.

Die für Fleisch, Geflügel, Wild und Innereien ermittelten Aufnahmemengen liegen für Kinder bei 0,54 ng/kg KG/d, für Frauen bei 0,49 ng/kg KG/d und für Männer bei 0,60 ng/kg KG/d. Für Fisch und Fischereierzeugnisse wurden bei Kindern und Frauen fast doppelt so hohe Aufnahmemengen wie für Fleisch, Geflügel, Wild und Innereien berechnet. Für Kinder liegen die Aufnahmemengen bei 0,91 ng/kg KG/d, für Frauen bei 0,83 ng/kg KG/d. Bei Männern liegt die Aufnahmemenge mit 0,60 ng/kg KG/d etwa im gleichen Bereich wie die von Fleisch, Geflügel, Wild und Innereien.

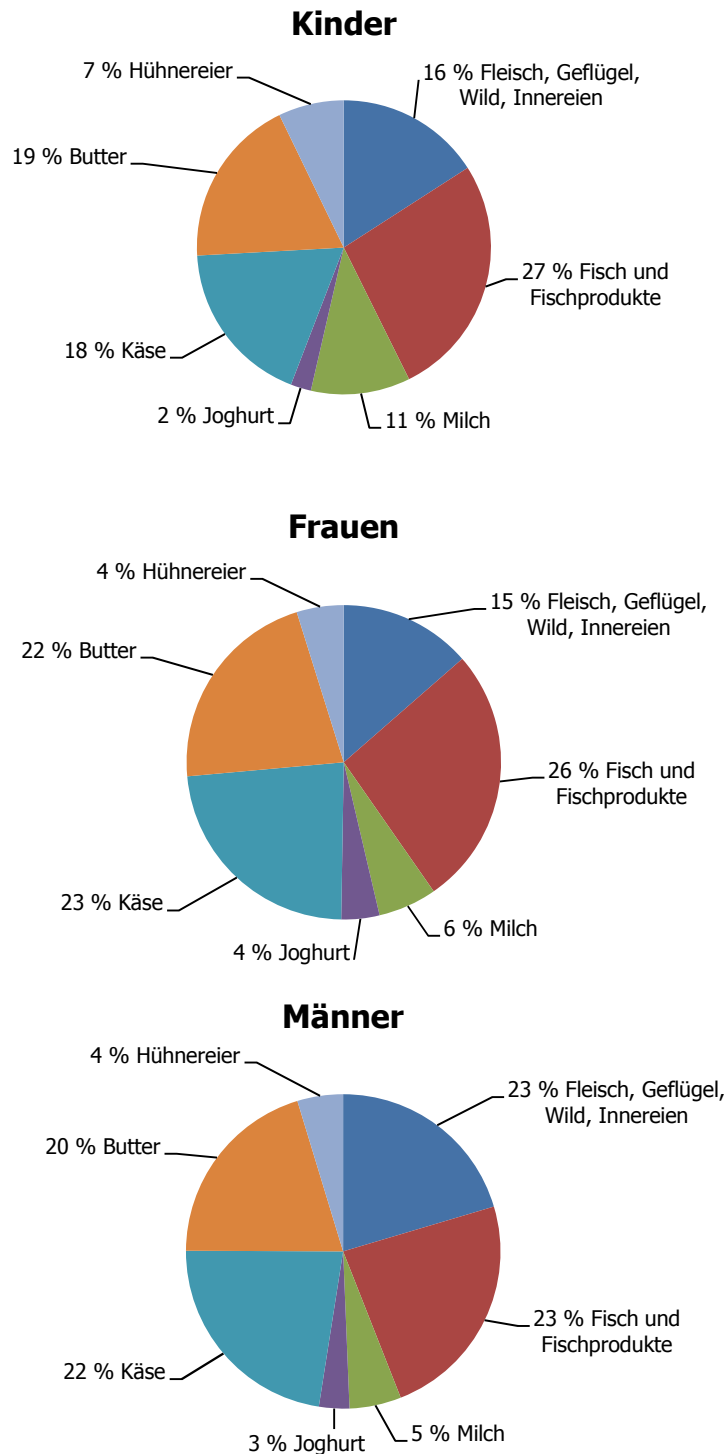
Kinder können über den Konsum von Milch 0,39 ng/kg KG/d, Frauen 0,19 ng/kg KG/d und Männer 0,14 ng/kg KG/d aufnehmen. Für Käse und Butter wurden ähnliche Aufnahmemengen für ndl-PCBs ermittelt. Diese liegen für Kinder bei 0,59 bzw. 0,65 ng/kg KG/d, für Frauen bei 0,74 bzw. 0,70 ng/kg KG/d und für Männer bei 0,59 bzw. 0,54 ng/kg KG/d. Deutlich niedrigere Aufnahmemengen wurden mit 0,06 bis 0,11 ng/kg KG/d für Joghurt berechnet. Über Hühnereier können 0,22 ng/kg KG/d (Kinder), 0,14 ng/kg KG/d (Frauen) bzw. 0,11 ng/kg KG/d (Männer) aufgenommen werden. Betrachtet man die Gesamtaufnahme über alle Lebensmittelgruppen, ergeben sich Aufnahmemengen für Kinder von 3,37 ng/kg KG/d, für Frauen von 3,19 ng/kg KG/d und für Männer von 2,64 ng/kg KG/d.

**Tabelle 6: Durchschnittliche Aufnahme von ndl-PCBs über Lebensmittel und deren Beitrag zur Gesamtaufnahme bei Kindern, Frauen und Männern** (adaptiert aus Mihats et al., 2015)

Lebensmittelgruppe	Kinder			Frauen			Männer		
	Verzehr (g/d)	Aufnahme (ng/kg KG/d)	Anteil (%)	Verzehr (g/d)	Aufnahme (ng/kg KG/d)	Anteil (%)	Verzehr (g/d)	Aufnahme (ng/kg KG/d)	Anteil (%)
Fleisch, Geflügel, Wild und Innereien	40,9	0,54	16	59,5	0,49	15	93,6	0,60	23
Fisch und Fischereierzeugnisse	9,3	0,91	27	13,5	0,83	26	12,5	0,60	23
Milch und Milcherzeugnisse inklusive Butterfett									
Milch	94,3	0,39	11	74,3	0,19	6	68,6	0,14	5
Joghurt	19,0	0,06	2	54,1	0,11	4	45,3	0,07	3
Käse	19,0	0,59	18	38,0	0,74	23	38,5	0,59	22
Butter	9,7	0,65	19	16,6	0,70	22	16,3	0,54	20
Hühnereier und Eiprodukte	17,3	0,22	7	17,0	0,14	4	17,3	0,11	4
<b>Gesamtaufnahme</b>	<b>209,5</b>	<b>3,37</b>	<b>-</b>	<b>273,0</b>	<b>3,19</b>	<b>-</b>	<b>292,1</b>	<b>2,64</b>	<b>-</b>

Einen maßgeblichen Beitrag zur Aufnahme von ndl-PCBs liefern bedingt durch Verzehr und Kontamination mit einem Anteil von mindestens 50 % Milch und Milcherzeugnisse inklusive Butter (Kinder und Männer je 50 %, Frauen 55 %). Milch trägt mit einem Anteil von 11 % bei Kindern und maximal 6 % bei Erwachsenen bei. Der Anteil von Käse an der Gesamtaufnahme beträgt für Kinder 18 % und für Erwachsene bis zu 23 %. Für Butter ergeben sich ähnliche Werte mit einem Anteil von 19 % (Kinder) und 20 bis 22 % (Erwachsene). Joghurt liefert mit 2 bis 4 % den kleinsten Beitrag an der Aufnahme von ndl-PCBs.

Eine weitere bedeutende Quelle für die Aufnahme von ndl-PCBs können auch Fisch und Fischereierzeugnisse mit einem Anteil an der Gesamtaufnahme von 23-27 % darstellen. Für Fleisch, Geflügel, Wild und Innereien ergibt sich ein Anteil bei Kindern und Frauen von 15 %, bei Männern liegt der Anteil mit 23 % etwas höher. Hühnereier spielen mit einem Anteil von maximal 7 % eine untergeordnete Rolle (Tabelle 6, Abbildung 3).



**Abbildung 3: Beitrag der einzelnen Lebensmittelgruppen zur Aufnahme von ndl-PCBs bei verschiedenen Bevölkerungsgruppen** (adaptiert aus Mihats et al., 2015)

### 3.2.4 Risikocharakterisierung

Die Aufnahme von ndl-PCBs durch die österreichische Bevölkerung ist vergleichbar mit Berechnungen aus Deutschland (BfR, 2010) und liegt etwas niedriger als die durchschnittliche Aufnahme für die europäische Bevölkerung von 10 bis 45 ng/kg KG (EFSA, 2005). Im Vergleich zur tolerierbaren täglichen Aufnahme (TDI) von 10 ng/kg KG/d liegen die Aufnahmemengen von ndl-PCBs für Kinder bei 34 %, für Frauen bei 32 % und für Männer bei 26 % (Tabelle 7). Es ist daher mit keinen

unmittelbaren gesundheitlichen Risiken zu rechnen. Darauf hinzuweisen ist, dass der TDI gewisse Unsicherheiten und Annahmen beinhaltet, denn aufgrund des gemeinsamen Auftretens von dl-PCBs und ndl-PCBs ist es schwierig negative Effekte nur einer Gruppe von PCBs zuzuordnen. Wie bei Dioxinen und dl-PCBs sollten auch bei den ndl-PCBs alle Anstrengungen unternommen werden, die Gehalte so gering als möglich zu halten.

**Tabelle 7: Vergleich der Aufnahmemengen verschiedener Bevölkerungsgruppen mit der tolerierbaren täglichen Aufnahmemenge (TDI)** (adaptiert aus Mihats et al., 2015)

Bevölkerungsgruppe	Tägliche Aufnahme (ng/kg KG/d)	TDI (ng/kg KG/d)	Aufnahme in Prozent des toxikologischen Referenzwertes (%)
Kinder	3,37	10	34
Frauen	3,19	10	32
Männer	2,64	10	26

#### 4. Schlussfolgerung

Die in diesem Bericht vorgelegten Daten stellen eine umfassende Analyse der Belastung österreichischer Lebensmittel mit Dioxinen und PCBs dar und bilden die Grundlage für die Abschätzung der Aufnahme dieser Stoffe über die Nahrung. Die ernährungsbedingte Aufnahme von Dioxinen und PCBs wurde mit den Informationen zur Toxikologie verknüpft, um die Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch die Belastung von Lebensmitteln mit Dioxinen und PCBs zu bewerten. Auf Grundlage der verfügbaren Daten scheint das Risiko für die Gesundheit der österreichischen Bevölkerung durch die Aufnahme von Dioxinen und PCBs über Lebensmittel niedrig zu sein.

#### 5. Literatur

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

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

De Mul, A., Bakker, M.I., Zeilmaker, M.J., Traag, W.A., Leeuwen, S.P., Hoogenboom, R.L., Boon, P.E., Klaveren, J.D., 2008: Dietary exposure to dioxins and dioxin-like PCBs in The Netherlands anno 2004. *Regul Toxicol Pharmacol* 51, 278-287.

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

European Food Safety Authority (EFSA), 2005: Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the food chain on a request from the Commission related to the presence of nondioxin-like polychlorinated biphenyls (PCB) in feed and food. *The EFSA Journal* 284, 1-137.

European Food Safety Authority (EFSA), 2011: Scientific opinion on the risk to public health related to the presence of high levels of dioxins and dioxin-like PCBs in liver from sheep and deer. *EFSA Journal* 9(7); 2297. [71 pp.]

Europäische Kommission (EK), 2004: Empfehlung der Kommission 2004/705/EG vom 11. Oktober 2004 für das Monitoring der Hintergrundbelastung von Lebensmitteln mit Dioxinen und dioxinähnlichen PCB.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:321:0045:0052:DE:PDF>

Europäische Kommission (EK), 2006: Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006R1881:DE:HTML>

Europäische Kommission (EK), 2006: Empfehlung der Kommission 2006/88 vom 6. Februar 2006 zur Reduzierung des Anteils von Dioxinen, Furanen und PCB in Futtermitteln und Lebensmitteln. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:042:0026:0028:DE:PDF>

Europäische Kommission (EK), 2006: Empfehlung der Kommission 2006/794/EG vom 11. Oktober 2004 für das Monitoring der Hintergrundbelastung von Lebensmitteln mit Dioxinen und dioxinähnlichen PCB. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:042:0026:0028:DE:PDF>

Europäische Kommission (EK), 2011: Verordnung (EU) Nr. 1259/2011 der Kommission vom 2. Dezember 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte für Dioxine, dioxinähnliche PCN und nicht dioxinähnliche PCB in Lebensmitteln. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:320:0018:0023:DE:PDF>

French Food Safety Authority (AFFSA), 2010: Opinion of the French Food Safety Agency on interpreting the health impact of PCB concentration levels in the French population. AFSSA – Request no. 2008-SA-0053. <http://www.afssa.fr/Documents/RCCP2008sa0053EN.pdf>

International Agency for Research on Cancer (IARC), 1978: IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls. Summary of data reported and evaluation Vol. 18. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol18/volume18.pdf>

Mihats D., Moche W., Prean M., Rauscher-Gabernig E., 2015: Dietary exposure to non-dioxin-like PCBs of different population groups in Austria. Chemosphere 126, 53–59.

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

Parzefall, W., 2002: Risk assessment of dioxin contamination in human food. Food Chem Toxicol 40, 1185-1189.

Perello, G., Gomez-Catalan, J., Castell, V., Llobet, J.M., Domingo, J.L., 2012: Assessment of the temporal trend of the dietary exposure to PCDD/Fs and PCBs in Catalonia, over Spain: health risks. Food Chem Toxicol 50, 399-408.

Rauscher-Gabernig E., Mischek D., Moche W., Prean M., 2013: Dietary intake of dioxins, furans and dioxin-like PCBs in Austria. Food Additives & Contaminants: Part A, 30:1770-1779.

Schmidt, J. V.; Bradfield, C. A.; 1996. Ah receptor signaling pathways. Annu. Rev. Cell. Dev. Biol. 12, 55–89.

Scientific Committee on Food (SCF), 2001: Opinion of the Scientific Committee on Food on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food. Update based on new scientific information available since the adoption of the SCF opinion of 22<sup>nd</sup> November 2000. Adopted on 30 May 2001. European Commission, Brussels. [http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out90\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out90_en.pdf)

Tard, A., Gallotti, S., Leblanc, J.C., Volatier, J.L., 2007: Dioxins, furans and dioxin-like PCBs: occurrence in food and dietary intake in France. Food Addit Contam 24, 1007-1017.

Windal, I., Vandevijvere, S., Maleki, M., Goscinny, S., Vinkx, C., Focant, J.F., Eppe, G., Hanot, V., Van Loco, J., 2010: Dietary intake of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs of the Belgian population. Chemosphere 79, 334-340.

World Health Organization (WHO), 2000: Consultation on assessment of the health risk of dioxins; re-evaluation of the tolerable daily intake (TDI): Executive Summary, Food Additives and Contaminants 2000, 17(4): 223-240.

World Health Organization (WHO), 2002: Evaluation of certain food additives and contaminants. Fifty-seventh Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 909, World Health Organization, Genf. [http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_909.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_909.pdf)

World Health Organization (WHO), 2003: Concise International Chemical Assessment Document 55. Polychlorinated Biphenyls: Human health aspects. World Health Organization, Genf. <http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad55.pdf>

World Health Organization (WHO), 2010: Dioxins and their effects on human health. Fact sheet N°225. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs225/en/>