

Nicht-dioxinähnliche PCB sind in Lebens- und Futtermitteln unerwünscht

Mitteilung Nr. 037/2018 des BfR vom 3. Dezember 2018

Futtermittel, die erhöhte Mengen an nicht-dioxinähnlichen polychlorierten Biphenylen (ndl-PCB) enthalten, wurden aus Nordrhein-Westfalen an landwirtschaftliche Betriebe geliefert. Über die Nahrungskette können ndl-PCB vom Futter über das Tier zum Menschen gelangen. Dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) liegen Daten aus drei Bundesländern zu ndl-PCB in Proben von Eiern, Puten- und Hähnchenfleisch in Konzentrationen vor, die über dem gesetzlich zulässigen Höchstgehalt liegen. Lebensmittel dürfen nicht in den Verkehr gebracht werden, wenn sie den gesetzlich festgelegten Höchstgehalt überschreiten. Höchstgehalte sind nicht primär toxikologisch begründet. Im Fall von ndl-PCB orientieren sie sich an den ermittelten Daten zum Vorkommen in Lebensmitteln und der Empfindlichkeit der Analyseverfahren. Die übermittelten ndl-PCB-Gehalte liegen im Mittel deutlich über den in Deutschland üblicherweise als Hintergrundkonzentration gemessenen Gehalten in Lebensmitteln. Ndl-PCB sind unerwünschte Stoffe, die zu den sogenannten Umweltkontaminanten gezählt werden. Sie reichern sich insbesondere in fetthaltigen Lebensmitteln an.

Verbraucherinnen und Verbraucher nehmen täglich geringe Mengen an ndl-PCB über Lebensmittel auf (Hintergrundkonzentration). Das BfR hat berechnet, dass sich aufgrund der aktuellen ndl-PCB Ereignislage eine theoretische Erhöhung der Aufnahme von ndl-PCB von 13 bis 44 % ergeben würde. Diese Kalkulation basiert auf der theoretischen worst-case Annahme, dass Verbraucherinnen und Verbraucher ausschließlich Eier, Puten- und Hähnchenfleisch aus Betrieben verzehren, die in die aktuelle Ereignislage involviert sind. Erste vorläufige Ergebnisse der BfR-MEAL-Studie zeigen keinen Anstieg der Hintergrundkonzentration.

Eine kurzzeitige Überschreitung von Höchstgehalten in Lebensmitteln bedeutet nicht zwangsläufig, dass der Verzehr dieser Lebensmittel mit einem gesundheitlichen Risiko verbunden ist. Das Auftreten akuter gesundheitlicher Beeinträchtigungen für die Verbraucherinnen und Verbraucher ist nach Einschätzung des BfR im vorliegenden Ereignisfall unwahrscheinlich, da PCB-Mischungen nur ein geringes akut toxisches Potenzial aufweisen. Ein gesundheitsbezogener Richtwert für die toxikologisch relevante längerfristige Aufnahme ist für ndl-PCB aus den vorhandenen Daten internationaler Studien bislang nicht abgeleitet worden. Aus diesem Grund ist eine Risikobewertung nicht möglich.

Aus Gründen des gesundheitlichen Verbraucherschutzes sollten die ndl-PCB Gehalte in Lebensmitteln so gering wie möglich gehalten werden.

Dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) liegen Daten aus drei Bundesländern zu nicht-dioxinähnlichen polychlorierten Biphenylen (ndl-PCB) in Proben von Eiern, Puten- und Hähnchenfleisch in Konzentrationen vor, die über dem gesetzlich zulässigen Höchstgehalt liegen.

Polychlorierte Biphenyle

Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind eine Gruppe von 209 Kongeneren chlorierter Substanzen, die sich durch unterschiedliche Anzahl und Stellung der Chloratome am Biphenyl unterscheiden. 130 dieser Kongenere kommen in produzierten Gemischen vor. Im Gegensatz zu Dioxinen sind PCB für verschiedene Anwendungen zweckbestimmt hergestellt und eingesetzt worden, in der Hauptsache als nicht brennende und zähe Flüssigkeiten mit geringer Leitfähigkeit in Transformatoren und in Hydrauliköl. Wie Dioxine sind PCB lipophil, teilweise persistent und reichern sich daher im Fettgewebe von Mensch und Tier an.

Einige PCB-Kongenere zeigen einen den Dioxinen ähnlichen Molekulaufbau und vergleichbare biologische Wirkungen. Sie werden deshalb dioxinähnliche PCB (dl-PCB) genannt. Den dl-PCB werden wie den Dioxinen Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF) zugeordnet, die diese PCB-Kongenere gemäß ihrer Toxizität im Vergleich zu 2,3,7,8-TCDD einstufen. Wie bei den PCDD/F können die dl-PCB als Toxizitätsäquivalentkonzentration (WHO-PCB-TEQ) zusammengefasst werden.

Die restlichen PCB-Kongenere haben keine dioxinähnlichen Eigenschaften. Sie weisen ein anderes toxikologisches Profil auf und werden als nicht-dioxinähnliche PCB (ndl-PCB) bezeichnet. Für die Summe von 6 Kongeneren der ndl-PCB (sog. Indikator-Kongenere: PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153, PCB180, auch Σ 6PCB) gelten entsprechend der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 Höchstgehalte für die verschiedenen Lebensmittelkategorien. Diese Kongenere wurden nicht unter toxikologischen Aspekten ausgewählt, sondern aufgrund ihrer guten analytischen Bestimmbarkeit sowie der Berücksichtigung aller relevanten Chlorierungsgrade.

Das Auftreten akuter gesundheitlicher Beeinträchtigungen für die Verbraucherinnen und Verbraucher ist nach Einschätzung des BfR im vorliegenden Ereignisfall unwahrscheinlich, da PCB-Mischungen nur ein geringes akut toxisches Potenzial aufweisen (JECFA 2016). In Tierversuchen über einen längeren Zeitraum mit einzelnen ndl-PCB Kongeneren wurden hauptsächlich Schilddrüseneffekte, Leberveränderungen, neuronale Effekte, Immuntoxizität sowie endokrine Veränderungen und reproduktionstoxikologische Effekte beobachtet. In epidemiologischen Studien wurden diese Befunde teilweise bestätigt. Als empfindlichste Zielorgane gegenüber einer ndl-PCB-Aufnahme wurden dabei die Leber und die Schilddrüse identifiziert (JECFA 2016). Nur zu einem Kongener (PCB153) liegen Daten zur chronischen Aufnahme im Tierversuch vor. Ein gesundheitlich bezogener Richtwert wurde bisher für ndl-PCB aufgrund der unzureichenden Datenlage weder von EFSA (2005) noch von JECFA (2016) abgeleitet. Aus diesem Grund ist eine Risikobewertung nicht möglich.

Vergleichende Expositionsschätzung

Um die aktuellen ndl-PCB Befunde (Datenstand vom 28.11.2018; 12:00 Uhr) mit bereits vorliegenden Gehaltsdaten einordnen zu können, wurden drei verschiedene Datenquellen als Vergleichsgrundlage herangezogen:

- Daten des LExUKon-Projekts (Blume et al., 2010), in welches alle relevanten Datenquellen für Deutschland bis zum Jahre 2010 eingegangen sind. Hierzu gehören die Daten des Lebensmittelmonitorings (LM-M), der Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder sowie publizierte Untersuchungen von Behörden und wissenschaftliche Literatur.
- Daten des LM-M der Länder der Jahre 2010-2017, um die Datenlage des LExUKon fortzuführen.
- Daten aus dem Nationalen Rückstandskontrollplan für Lebensmittel tierischen Ursprungs (NRKP) aus dem Berichtsjahr 2015 (BVL 2015¹). Der NRKP basiert auf einer Untersuchungsquote von jeweils einer Probe pro 200 Tonnen Jahresproduktion für Geflügel, bzw. pro 1000 Tonnen Jahresproduktion an Eiern in Deutschland. Die Probenahme für den NRKP erfolgt zielorientiert. Das bedeutet, dass Kenntnisse über örtliche oder regionale Gegebenheiten berücksichtigt werden oder dass Hinweisen auf

1

https://www.bvl.bund.de/DE/01_Lebensmittel/01_Aufgaben/02_AmtlicheLebensmittelueberwachung/05_NRKP/lm_nrkp_node.html

unzulässige oder vorschriftswidrige Tierbehandlungen nachgegangen wird. Der NRKP ist also nicht auf die Erzielung statistisch repräsentativer Daten ausgerichtet (BVL, 2018²).

Die aktuell übermittelten Konzentrationswerte überschreiten zum Teil deutlich die in Deutschland in der Regel gemessenen Werte (Hintergrundkonzentration)(Tab. 1). Zudem ist auch der Höchstgehalt von 40 Nanogramm (ng) ndl PCB pro Gramm (g) Fett bzw. 0,8 ng ndl PCB pro Gramm Frischgewicht (bei Pute mit weniger als 2 % Fettanteil) in einzelnen Proben deutlich überschritten. Im Vergleich dazu überschritt im NRKP des Jahres 2015 eine von 109 auf ndl-PCB untersuchten Ei-Proben den Höchstgehalt mit einem Gehalt von 55,4 ng pro g Fett (BVL, 2015).

Tabelle 1. Im Ereignisfall (November 2018) in Deutschland nachgewiesene Gehalte von ndl-PCB [ng pro g Fett] in Eiern, Puten- und Hähnchenfleisch im Vergleich zu zwei Datenquellen.

Lebensmittel	LExUKon ^a			LM-Monitoring ^b				Ereignisfall 2018 ^c				
	N	MW	Max	N	MW	Median	Max	N	MW (alle)	Median (alle)	MW (über HG)	Median (über HG)
Eier	74	39,4	-	71	15,7	9,7	17,0	63	47,9	43	86	62
Putenfleisch	2	5,9	-	-	-	-	-	23	102,5	102,5	106,7	108
Hähnchenfleisch	50	5,2	40,8	185	56,1	4,7	8,5	39	68,7	60	88,5	73

^aLExUKon-Projekt (Blume et al., 2010): Datenlage bis 2010; Mittelwerte (MW) mit upper-bound (UB) berechnet. Hoher Wert bei Eiern liegt auch an upper Bound. Mit lower Bound wäre der Mittelwert 14,4 ng/g Fett.

^bLebensmittel-Monitoring: Daten 2010 bis 2017: MW mit UB berechnet und ist auf Summe von Bestimmungsgrenzen zurückzuführen, während als Maximalwert der höchste Summenwert angegeben ist, bei dem mindestens ein Kongener über der Bestimmungsgrenze lag (BVL 2011).

^c Aktuell nachgewiesene Werte (Datenstand vom 28.11.2018; 12:00 Uhr). MW und Mediane berechnet auf Basis der übermittelten Werte aus amtlichen und nichtamtlichen Proben im aktuellen Ereignisfall. Es ist nicht bekannt, ob Werte unterhalb von Nachweis- oder Bestimmungsgrenze vorhanden sind. Die Anzahl der Werte bezieht sich auf alle Proben, inklusive der Werte unterhalb des Höchstgehaltes.

Für eine vergleichende Expositionsschätzung der Verbraucherinnen und Verbraucher werden die Ergebnisse aus dem LExUKon-Projekt zugrunde gelegt. Diese beschreiben die übliche Hintergrundkonzentration gegenüber ndl-PCB mit Stand 2010. Für die Ermittlung der Verzehrsmengen wurde auf die Erhebungen der nationalen Verzehrsstudie II (NVS II) zurückgegriffen. Die NVS II ist eine für die deutschsprechende Bevölkerung repräsentative Ernährungserhebung für Jugendliche und Erwachsene in der Altersgruppe 14-80 Jahre (MRI, 2008a; b). Für die Auswertungen im LExUKon-Projekt, und somit auch für diese Einschätzung, wurden aus der NVS II die „Dietary History“-Interviews – erhoben mit dem Instrument DISHES – verwendet. Daten aus Eier-, Putenfleisch- und Hähnchenfleischprodukten wurden auf den jeweiligen Ei-, Putenfleisch- und Hähnchenfleischanteil zurückgerechnet (Blume et al.2010).

In der vorliegenden Expositionsschätzung wurden zwei verschiedene theoretische Szenarien angenommen, wie Verbraucherinnen und Verbraucher mit den betroffenen Lebensmitteln in Kontakt kommen könnten (siehe Tab. 2). Beide Szenarien basieren auf der konservativen

Annahme, dass ausschließlich Eier, Puten- und Hähnchenfleisch aus den untersuchten Betrieben verzehrt wurden. Da die Gehalte in den einzelnen betroffenen Lebensmitteln unterschiedlich sind, können einzelne Personen höher und niedriger belastete Lebensmittel aus den betroffenen Betrieben erhalten, die sich jedoch über einen längeren Zeitraum mitteln.

Tabelle 2. Schätzung der Exposition PCB [ng/kg KG pro Tag] gegenüber ndl-PCB bei Verzehr von Eiern, Puten- und Hähnchenfleisch mit den im aktuellen Ereignisfall nachgewiesene Gehalten für zwei theoretische Szenario-Annahmen im Vergleich zu Ergebnissen des LExUKon-Projektes.

	Eier Normalverzehr	Eier Vielverzehr	Geflügel Normalverzehr	Geflügel Vielverzehr	Gesamtexposition Normalverzehr	Gesamtexposition Vielverzehr
Hintergrundkonzentration: LExUKon 2010	0,5	1,3	0,1	0,4	10,9	22,6
Szenario 1: MW alle übermittelten Werte ^a	2,0	4,9	1,5	5,1	13,7	25,5
Szenario 2: MW von Werten über Höchstgehalt ^b	3,6	8,8	1,9	6,5	15,7	27,5

^a Es wird angenommen, dass über einen längeren Zeitraum Eier, Puten- und Hähnchenfleisch aus allen untersuchten Betrieben verzehrt wurden. Dabei sind sowohl Gehalte oberhalb als auch unterhalb des Höchstgehaltes möglich und Betriebe inkludiert, die nur auf Verdacht getestet wurden, ohne dass eine Überschreitung des Höchstgehaltes im Betrieb festgestellt wurde.

^b Es wurde angenommen, dass ausschließlich Eier, Puten- und Hähnchenfleisch aus den untersuchten Betrieben verzehrt wurden, welche oberhalb des gesetzlichen Höchstgehaltes liegen. Selbst wenn in einem der Betriebe auch Werte unterhalb des gesetzlichen Höchstgehaltes gemessen wurden, wurden diese für die Mittelwertberechnung nicht berücksichtigt.

Zur weiteren Einordnung der aktuellen Befunde wurden erstmalig aktuelle Ergebnisse der **BfR-MEAL-Studie** verwendet. Die BfR-MEAL-Studie ist eine Total-Diet-Studie, in der deutschlandweit repräsentativ eine Gesamtanzahl von ca. 60.000 Einzelproben für solche Lebensmittel untersucht werden, die in ihrer Gesamtheit ca. 90 % des Gesamtverzehrs in Deutschland ausmachen. Die Proben werden haushaltstypisch zubereitet und in verzehrfertiger Zubereitung in gepoolten Proben untersucht. Bei der Verwendung der ndl-PCB Werte für die vorliegende Bewertung handelt es sich um eine anlassbezogene und vorläufige Betrachtung auf Basis der bis zum Stand 28.11.2018, 12:00 Uhr vorliegenden Analysedaten. Die noch nicht vollständig vorliegenden BfR-MEAL Analyseergebnisse zu ndl-PCB wurden bisher noch nicht allen vorgesehenen Qualitätsprüfungsschritten unterzogen. Die vorläufigen Untersuchungsergebnisse für gegartes Hühnerfleisch, Spiegelei sowie Brühwürstchen (Geflügel) lagen unter bzw. in der gleichen Größenordnung wie die ndl-PCB-Gehalte aus dem LM-Monitoring und LExUKon. Die aktuell vorliegenden Ergebnisse der BfR-MEAL-Studie (2017-28.05.2018 (Probenübermittlungsdatum)) belegen daher unter Vorbehalt der vorläufigen Auswertung die generell weitaus geringeren ndl-PCB-Konzentrationen in Eiern, Puten- und Hähnchenfleisch im Vergleich zu den einzelnen, im Zusammenhang mit dem Ereignisfall nachgewiesenen Höchstgehaltsüberschreitungen. Dies legt unter dem genannten Vorbehalt nahe, dass es sich bei dem ndl-PCB-Ereignisfall um ein zeitlich und örtlich begrenztes Geschehen handelt.

Bewertung von Unsicherheiten

Unsicherheiten in der Toxizität:

Daten aus Langzeitstudien liegen für die meisten ndl-PCB Kongenere nicht vor. Daher kann das gesundheitliche Risiko einer Langzeitexposition gegenüber ndl-PCB nicht verlässlich eingeschätzt werden.

Lediglich für PCB153 liegt eine 2-Jahresstudie zur Karzinogenität von ndl-PCB vor (NTP 2006a und b). Dieses Kongener wird von der IARC (2015) als „möglicherweise karzinogen“ für den Menschen eingeschätzt.

Die Datenlage zu PCB101 und PCB138 ist unzureichend, da keine Ergebnisse zu aus tierexperimentellen Daten vorliegen. Beide Kongenere tragen aber in der Bewertung der JECFA (2016) zum Teil erheblich (PCB101: 8 %; PCB138: 28 %) zur Gesamtexposition bei. Der Beitrag dieser Kongenere an den Gesamtgehalten an ndl-PCB ist im vorliegenden Ereignisfall nicht bekannt.

Dem BfR liegen im aktuellen Ereignisfall keine hinreichenden Informationen zum Kongenemuster in den Eiern, Puten- und Hähnchenfleisch vor.

Unsicherheiten der Expositionsschätzung

Die dem BfR übermittelten Analysenergebnisse (Datenstand vom 28.11.2018; 12:00 Uhr) stammen von Proben, die nicht im Handel sondern direkt in den betroffenen Betrieben genommen wurden. Es kann daher nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die angenommenen Szenarien die tatsächliche Ereignissituation zutreffend beschreiben.

Für die Expositionsschätzung des BfR ließ sich ein Referenzszenario des Verzehrs von Produkten mit und ohne Höchstwertüberschreitung aus den betroffenen Betrieben (das heißt mit Nachweis mindestens einer Höchstwertüberschreitung) mit den dem BfR vorliegenden Daten nicht darstellen. Der Grund hierfür ist eine unvollständige Zuordnung der Proben zu einzelnen Erzeuger-Betrieben. Darüber hinaus liegen für viele Betriebe nur Ergebnisse einer Sammelprobe vor. Nicht jedes Tier oder Ei ist aber notwendigerweise gleich stark belastet. Damit ist das Szenario, dass Lebensmittel ausschließlich aus einem betroffenen Betrieb bezogen werden, nicht beschreibbar. Die beiden hier dargestellten Szenarien unterschätzen (Szenario 1) bzw. überschätzen (Szenario 2) das theoretische Referenzszenario. Die angenommenen Szenarien berücksichtigen nur die erwachsene Bevölkerung.

Die zum Vergleich herangezogene Expositionsschätzung aus LExUKon stammt aus dem Jahr 2010. Der Verzehr und die ndl-PCB-Belastung von Lebensmitteln könnten sich seitdem verändert haben. Dies betrifft auch die nicht vom Ereignis betroffenen Lebensmittel, die in die Gesamtexposition eingegangen sind. Die in LExUKon verwendeten Gehaltsdaten zeichnen sich nicht für alle Lebensmittel durch eine hinreichend große Stichprobenzahl und Repräsentativität aus. Eine aktualisierte Expositionsschätzung wird nach Abschluss der BfR-MEAL-Studie möglich sein.

Bei ndl-PCB gibt es grundsätzlich Unsicherheiten durch Werte unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze. Im LExUKon-Projekt wurde dies durch eine Darstellung der Ergebnisse mit upper bzw. lower Bound berücksichtigt. In der vorliegenden Einschätzung wurde nur auf

upper Bound Werte Bezug genommen, die tendenziell eine Überschätzung der Exposition bewirken. Die Erhöhung der Exposition in Bezug auf die Hintergrundexposition wird allerdings dadurch eher unterschätzt.

Zusammenfassung

- Dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) liegen aus drei Bundesländern Daten zu nicht-dioxinähnlichen polychlorierten Biphenylen (ndl-PCB) in Proben von Eiern, Puten- und Hähnchenfleisch in Konzentrationen vor, die über dem gesetzlich zulässigen Höchstgehalt liegen.
- ndl-PCB sind unerwünschte Stoffe, die zu den sogenannten Umweltkontaminanten gezählt werden. Sie reichern sich insbesondere in fetthaltigen Lebensmitteln an. Die übermittelten ndl-PCB-Gehalte (Datenstand vom 28.11.2018; 12:00 Uhr) liegen im Mittel deutlich über den in Deutschland üblicherweise gemessenen Gehalten in Lebensmitteln.
- Das BfR hat berechnet, dass sich aufgrund der aktuellen ndl-PCB Ereignislage eine theoretische Erhöhung der Aufnahme von ndl-PCB von 13 bis 44 % ergeben würde. Diese Kalkulation basiert auf der theoretischen worst-case Annahme, dass ausschließlich Eier, Puten- und Hähnchenfleisch aus Betrieben verzehrt werden, die in die aktuelle Ereignislage involviert sind. Eine vorläufige Auswertung von Daten der BfR-MEAL-Studie deutet darauf hin, dass in den Jahren 2017 und bis 28.05.2018 (Probenübermittlungsdatum) die durchschnittliche Hintergrundkonzentration von ndl-PCB in vergleichbaren Lebensmittelgruppen (Eiern, Puten- und Hähnchenfleisch) der bereits bekannten Hintergrundkonzentration dieser Lebensmittel entspricht oder noch darunter liegt.
- Lebensmittel dürfen nicht in den Verkehr gebracht werden, wenn sie den gesetzlich festgelegten Höchstgehalt überschreiten. Eine kurzzeitige Überschreitung von Höchstgehalten in Lebensmitteln bedeutet nicht zwangsläufig, dass der Verzehr dieser Lebensmittel mit einem gesundheitlichen Risiko verbunden ist. Höchstgehalte sind nicht primär toxikologisch begründet. Im Fall von ndl-PCB orientieren sie sich an den ermittelten Daten zum Vorkommen in Lebensmitteln und der Empfindlichkeit der Analyseverfahren.
- Das Auftreten akuter gesundheitlicher Beeinträchtigungen für die Verbraucherinnen und Verbraucher ist nach Einschätzung des BfR im vorliegenden Ereignisfall unwahrscheinlich, da PCB-Mischungen nur ein geringes akut toxisches Potenzial aufweisen (JECFA 2016).
- In Tierversuchen über einen längeren Zeitraum mit einzelnen ndl-PCB-Kongeneren wurden hauptsächlich Schilddrüseneffekte, Leberveränderungen, neuronale Effekte, Immuntoxizität sowie endokrine Veränderungen und reproduktionstoxikologische Effekte beobachtet. In epidemiologischen Studien wurden diese Befunde teilweise bestätigt. Als empfindlichste Zielorgane gegenüber einer ndl-PCB-Aufnahme wurden dabei die Leber und die Schilddrüse identifiziert (JECFA 2016). Nur zu einem Kongener (PCB153) liegen Daten zur chronischen Aufnahme im Tierversuch vor. Ein gesundheitlich bezogener Richtwert wurde bisher für ndl-PCB aufgrund der unzu-

reichenden Datenlage weder von EFSA (2005) noch von JECFA (2016) abgeleitet. Aus diesem Grund ist eine Risikobewertung nicht möglich.

- Aus Gründen des gesundheitlichen Verbraucherschutzes sollten die Gehalte an Belastung mit ndl-PCB in Lebensmitteln so gering wie möglich gehalten werden. Insofern sind unnötige zusätzliche Belastungen, insbesondere durch nicht zulässige Höchstgehaltsüberschreitungen, zu vermeiden.

Referenzen

Blume K, Lindtner O, Heinemeyer G, Schneider K, Schwarz M. Aufnahme von Umweltkontaminanten über Lebensmittel (Cadmium, Blei, Quecksilber, Dioxine und PCB)-Ergebnisse des Forschungsprojektes LExUKon. Bundesinstitut für Risikobewertung; 2010.

EFSA (2005) Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on a Re-quest from the Commission related to the Presence of non dioxin-like Polychlorinated Bi-phenyls (PCB) in Feed and Food, 284, 1-137.

IARC (2015). Polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls. Lyon: International Agency for Research on Cancer (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 107).

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) 2016: Safety evaluation of certain food additives and contaminants Supplement 1: Non-dioxin-like polychlorinated biphenyls. WHO Food Additives Series: 71_S1 World Health Organization, Geneva, 2016, 431pp

Krems C, Bauch A, Götz A, Heuer T, Hild A, Möseneder J, Brombach C (2006): Methoden der Nationalen Verzehrsstudie II. Ernährungs-Umschau 53, Heft 2

Max Rubner-Institut (MRI) 2008: Nationale Verzehrsstudie II (NVS II), Ergebnisbericht 1, 2 <http://www.was-esse-ich.de/>

NTP (2006a). Toxicology and carcinogenesis studies of 2,2',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl (PCB 153) (CAS No. 35065-27-1) in female Harlan Sprague-Dawley rats (gavage studies). Research Triangle Park (NC): United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health, National Toxicology Program (Technical Report Series No. 529; NIH Publication No. 06-4465).

NTP (2006b). Toxicology and carcinogenesis studies of a binary mixture of 3,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl (PCB 126) (CAS No. 57465-28-8) and 2,2',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl (PCB 153) (CAS No. 35065-27-1) in female Harlan Sprague-Dawley rats (gavage studies). Research Triangle Park (NC): United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health, National Toxicology Program (Technical Report Series No. 530; NIH Publication No. 06-4466).

Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln;
ABI. L 364 vom 20.12.2006, zuletzt geändert hinsichtlich Anpassung von Höchstgehalten zu Dioxinen, dioxinähnlichen PCB und nicht dioxinähnlichen PCB in Lebensmitteln durch die Verordnung (EU) Nr. 1259/2011 der Kommission vom 2. Dezember 2011.