

Vorgeschlagene EU-Höchstgehalte für nicht dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (ndl-PCB) sind noch immer zu hoch

Aktualisierte* Stellungnahme Nr. 029/2008 des BfR vom 29. Februar 2008

Polychlorierte Biphenyle (PCB) gehören zu den gefährlichsten Umweltgiften. Sie wurden in Weichmachern, Lacken, Transformatoren oder als Hydraulikflüssigkeiten eingesetzt. Mittlerweile ist ihre Produktion und Anwendung verboten. Aufgrund ihrer Langlebigkeit kommen sie aber immer noch in der Umwelt und damit insbesondere in fetthaltigen Lebensmitteln tierischer Herkunft wie Milch, Fleisch, Eier und Fisch vor. Von den über 200 PCB-Verbindungen (Kongeneren) gibt es auf EU-Ebene bislang nur für die sogenannten 12 dioxinähnlichen PCB (dl-PCB) Höchstgehalte, die zugleich die polychlorierten Dioxine und Furane umfassen. Derzeit erarbeitet die EU-Kommission für den Hauptanteil der PCB, nämlich die sogenannten nicht dioxinähnlichen PCB (ndl-PCB), eine Höchstgehaltregelung. Sie sieht vor, dafür als deren Vertreter die Summe von sechs ausgewählten ndl-PCB ($\Sigma 6\text{PCB}$), die in Lebensmitteln häufig vorkommen, zu verwenden.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hatte bereits zu dem ersten EU-Entwurf für eine Höchstgehaltsregelung aus dem Jahr 2006 Stellung genommen und die vorgeschlagenen Höchstgehalte als zu hoch eingestuft. Nun liegt ein neuer Vorschlag vor, den das Institut im Folgenden bewertet hat.

Das BfR begrüßt, dass im neuen Vorschlag für die meisten Lebensmittel die Höchstgehalte gesenkt sowie Fischleber und Lebensmittel für Babys und Kleinkinder aufgenommen wurden. Ausgenommen von dieser positiven Bewertung ist allerdings der neue Höchstgehalt für Hühnereier von 75 Nanogramm (ng) $\Sigma 6\text{PCB}$ je Gramm Fett, der entgegen dem ersten Vorschlag von 50 ng $\Sigma 6\text{PCB}$ je Gramm Fett nicht nachvollziehbar hoch angesetzt wurde. Der Höchstgehalt für Eier sollte sich an dem Höchstgehalt für Geflügelfleisch, dessen Gehalt mit 30 ng $\Sigma 6\text{PCB}$ je Gramm Fett mehr als die Hälfte niedriger angesetzt wurde, orientieren, da die PCB-Belastungen im Fettanteil vom Ei und Geflügelfleisch ungefähr gleich hoch sind.¹

Aus Sicht des BfR sollten die vorgeschlagenen Höchstgehalte für $\Sigma 6\text{PCB}$ in Lebensmitteln jedoch weiter gesenkt werden, da außer für Fischleber noch alle Höchstgehalte deutlich über der mittleren PCB-Hintergrundbelastung für das jeweilige Lebensmittel liegen. Das BfR empfiehlt die Einführung von Auslösewerten für $\Sigma 6\text{PCB}$ in Lebensmitteln, die um 25 bis 33 % niedriger als die Höchstgehalte angesetzt sind, um das Schutzniveau für die Verbraucher zu erhöhen.

1 Gegenstand der Bewertung

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat den neuen Vorschlag der Generaldirektion für Gesundheit und Verbraucherschutz (DG SANCO) der Europäischen Kommission vom 21. Januar 2008 für eine Höchstgehaltregelung für nicht dioxinähnliche Polychlorierte Biphenyle (ndl-PCB) in Lebensmitteln geprüft.

Das BfR hat mit seinem Bericht vom 30. Juni 2006 (BfR 2006) bereits zu einem Vorschlag der DG SANCO für eine EU-Höchstgehaltregelung für ndl-PCB in Lebensmitteln Stellung genommen. Auf diesen Bericht bezieht sich das BfR, um auf Grundlage dessen den neuen

¹ Nach Verfassen dieser Stellungnahme wurde in der EU-Kommission (DG SANCO) dieses Anliegen des BfR vorgetragen mit der Folge, dass der Vorschlag für den Höchstgehalt für Hühnereier auf 50 ng/g Fett für $\Sigma 6\text{PCB}$ gesenkt wurde.

Vorschlag zu bewerten. Die folgenden Gliederungspunkte Agens, Gefährdungspotenzial und Exposition sind dem ersten BfR-Stellungnahme zum DG-SANCO-Vorschlag (BfR 2006) entnommen und kursiv dargestellt.

2 Ergebnis

Die Einführung von Höchstgehalten über die Summe der ndl-Indikator-PCB ($\Sigma 6\text{PCB}$) im Rahmen der Harmonisierung innerhalb der Europäischen Union werden aufgrund des vergleichsweise geringen analytischen Aufwands und der damit verbundenen möglichen Vermeidung von Spitzenbelastungen vom BfR grundsätzlich als sinnvoll angesehen.

Es wird vom BfR positiv bewertet, dass die aktuellen Vorschläge der EU gegenüber dem Vorschlag vom 3. April 2006 abgesenkt wurden und damit Spitzenbelastungen frühzeitiger identifiziert werden können. Davon ausgenommen sind allerdings Hühnereier, für die der neue Vorschlag nicht nachvollziehbar hoch angesetzt wurde. Es wird daher vorgeschlagen, den ursprünglich vorgeschlagenen Höchstwert für Eier zu übernehmen. Ein Höchstgehalt für Eier sollte sich mehr an einem Höchstgehalt für Geflügelfleisch orientieren.²

Das BfR erkennt jedoch in den von der Europäischen Kommission vorgeschlagenen Höchstgehalten für die Summe der ndl-Indikator-PCB ($\Sigma 6\text{PCB}$) aufgrund der derzeitigen ndl-PCB-Belastung in Lebensmitteln trotz niedrigerer Werte im Vergleich zur nationalen Schadstoffhöchstmengen-Verordnung für Lebensmittel (SHmV) keinen wesentlichen Beitrag zur Verringerung der PCB-Belastung des Verbrauchers.

Grundsätzlich gilt, dass die „hohen“ Höchstgehalte für $\Sigma 6\text{PCB}$ keine Beeinträchtigung des gesundheitlichen Verbraucherschutzes darstellen müssen, da indirekt über die geltenden Höchstgehalte für WHO-TEQ, in denen WHO-PCB-TEQ enthalten sind, ein Schutz vor zu hohen Belastungen – sogar unterhalb der vorgesehenen Höchstgehalte für $\Sigma 6\text{PCB}$, da diese mit den WHO-PCB-TEQ in einem bestimmten Verhältnis stehen – besteht. Bei zu hohen PCB-Belastungen (ndl-PCB und dl-PCB) ist demzufolge beim derzeitigen Stand der Diskussion davon auszugehen, dass die Regelungen für WHO-TEQ überwiegend vor denen für $\Sigma 6\text{PCB}$ greifen. Dies ist für die Lebensmittelüberwachung nachteilig, da Untersuchungen auf $\Sigma 6\text{PCB}$ gegenüber solchen auf WHO-TEQ kostengünstiger sind.

Das BfR empfiehlt, bei zukünftiger Festlegung von Auslösewerten für $\Sigma 6\text{PCB}$ vorzusehen, dass zu veranlassende Maßnahmen auch die Bestimmung von WHO-TEQ beinhalten sollten.

Bei der Einführung von Höchstgehalten für $\Sigma 6\text{PCB}$ sollte die EU-Kommission gebeten werden, einige Lebensmittel, die derzeit in der nationalen Schadstoff-Höchstmengenverordnung (SHmV) aufgeführt sind und für die die EU bisher keine Regelung vorsieht, zu berücksichtigen, damit das derzeitige Schutzniveau in Deutschland vor allem bezüglich ndl-PCB relevanter Lebensmittel tierischen Ursprungs bestehen bleibt. So war in dem Vorschlag der DG SANCO vom 3. April 2006 das Fleisch und die Fleischprodukte sowie das Tierfett aus Wildtierhaltung mit einem Höchstgehaltvorschlag versehen.

Das BfR empfiehlt bei „Lebensmitteln für Babys und Kleinkinder“ den Höchstgehalt auf das Frischgewicht zu beziehen.

² In der EU-Kommission (DG SANCO) ist dieses Anliegen des BfR bereits vorgetragen worden mit der Folge, dass der Vorschlag für den Höchstgehalt für Hühnereier auf 50 ng/g Fett für $\Sigma 6\text{PCB}$ gesenkt wurde.

3 Begründung

3.1 Agens

„Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind eine Gruppe von chlorierten Substanzen, die sich durch unterschiedliche Anzahl und Stellung der Chloratome am Biphenyl unterscheiden und damit aus 209 Kongeneren bestehen, von denen ca. 130 in produzierten Gemischen vorkommen.

PCB sind für verschiedene Anwendungen zweckbestimmt hergestellt worden, in der Hauptsache als nicht brennende und den Strom nicht leitende zähe Flüssigkeiten in Transformatoren und in der Hydraulik (Bergbau). PCB sind lipophil, teilweise persistent und reichern sich demzufolge vor allem im Fettgewebe von Mensch und Tier an.

In der Bundesrepublik Deutschland wurden seit ca. 1930 rund 23.000 Tonnen PCB in vielfältiger Weise verwendet. Insbesondere der anfängliche Einsatz in „offenen Systemen“ (z.B. als Weichmacher und Brandverzögerer für Lacke, Farben, Klebstoffe, und Dichtungsmassen) führte zu einer breiten Verteilung in der Umwelt. Seit 1978 beschränkte sich die PCB-Anwendung in Deutschland ausschließlich auf „geschlossene Systeme“ wie Transformatoren, Hydrauliköle und Kondensatoren. 1983 ist die Herstellung von PCB in Deutschland vollständig eingestellt worden. Durch die EG-Richtlinie 85/467/EWG wurde das Inverkehrbringen von PCB auch für geschlossene Systeme verboten und mit der deutschen PCB-Verbotsverordnung von 1989 in nationales Recht umgesetzt. Trotzdem bleibt ein geringer PCB-Eintrag in die Nahrungskette durch Austritt aus den noch vorhandenen PCB-haltigen Quellen bei Hausmüllverbrennung, Mülldeponien oder nicht sachgemäßer Entsorgung aufgrund der hohen Stabilität der PCB weiterhin nicht völlig ausgeschlossen.

Die Beseitigung der PCB, die derzeit noch verwendet werden, erfolgt durch Zerstörung mittels thermischer oder chemischer Verfahren oder über Ablagerung kontaminierter Materialien auf zugelassenen Deponien (UBA 2006).

Das Beispiel „PCB in Frauenmilch“ zeigt, dass die Verbote und erheblichen Beschränkungen der PCB-Nutzung sowie PCB-Höchstmengen für Lebensmittel innerhalb der letzten 20 Jahre dazu geführt haben, die PCB-Belastung für den Menschen um ca. 80 % zu senken.

Die aktuelle Hintergrundbelastung der PCB in der Umwelt spiegelt aufgrund der Persistenz und des Verteilungsverhaltens die Ubiquität der PCB wider und führte schließlich auch zu einer recht gleichmäßigen Belastung in den jeweiligen Lebensmitteln.

Einige PCB zeigen aufgrund ihres Molekulaufbaus Ähnlichkeiten mit Dioxinen und werden deshalb als dioxinähnliche PCB (dl-PCB) im Gegensatz zu den überwiegend vorhandenen sogenannten nicht-dioxinähnlichen PCB (ndl-PCB) bezeichnet. Diese Unterteilung geht auf Vorschläge von Safe und Ahlborg zurück, aus denen 1993 eine internationale Arbeitsgruppe auf Initiative der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und des International Programme on Chemical Safety (IPCS) Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF) für dl-PCB erarbeitet hat. Daraufhin wurden 1998 von der WHO bei der Festlegung des ursprünglich lediglich für polychlorierte Dioxine/Furane (PCDD/F) abgeleiteten Tolerable Daily Intake (TDI) für WHO-TEQ die zwölf dl-PCB mit ihren TEF berücksichtigt bzw. eingeschlossen, die derzeit bei den EU-Höchstgehaltsregelungen verwendet werden. Es ist zu betonen, dass es darüber hinaus weitere Kongenere der dl-PCB gibt, für die allerdings keine TEF festgelegt sind. Eine scharfe Trennung zwischen dl-PCB und ndl-PCB ist wissenschaftlich nicht immer gerechtfertigt, da einige PCB, insbesondere mono-ortho substituierte Kongenere, Wirkprofile beider PCB-Untergruppen aufweisen.

Der Anteil von ndl-PCB an Gesamt-PCB beträgt etwa 90 %. Daher können für überschlägige Betrachtungen die ndl-PCB mit Gesamt-PCB mengenmäßig gleichgesetzt werden.

Für jeweils sechs Kongenere der ndl-PCB (sog. Indikator-Kongenere: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180, auch ICES-6) sind in der nationalen Schadstoff-Höchstmengenverordnung (SHmV) Höchstmengen festgelegt. Diese Kongenere wurden nicht unter toxikologischen Aspekten ausgewählt, sondern aufgrund ihrer guten analytischen Bestimmbarkeit sowie der Berücksichtigung aller relevanten Chlorierungsgrade. Da die Summe der letzten drei Kongenere (PCB 138, PCB 153, PCB 180) in der Regel ca. 50 % zum Gesamt-PCB-Gehalt beiträgt, werden diese drei Kongenere häufig zur überschlägigen Abschätzung des Gesamt-PCB-Gehalts herangezogen, dessen vom damaligen Bundesgesundheitsamt (BGA) und Umweltbundesamt (UBA) gemeinsam festgelegter TDI die toxikologische Grundlage bei der Erarbeitung der SHmV war.“

3.2 Gefährdungspotenzial

„Die ndl-PCB sind mit den toxikologisch weitaus als potenter geltenden dioxinähnlichen PCB (dl-PCB) und Dioxinen vergesellschaftet anzutreffen. Deshalb ist eine alleinige Zuordnung der Wirkungen konkret zu den ndl-PCB in der Regel schwierig.

In Tierversuchen mit individuellen ndl-PCB Kongeneren wurde hauptsächlich über Schilddrüseneffekte, Leberveränderungen, neuronale Effekte, Immuntoxizität sowie endokrine Veränderungen und reproduktionstoxikologische Effekte berichtet. Als empfindlichste Zielorgane gegenüber einer ndl-PCB-Exposition wurden dabei die Leber und die Schilddrüse identifiziert (EFSA 2005).

Die PCB wurden von der International Agency for Research on Cancer (IARC) als möglicherweise humankanzerogen in Gruppe 2A³ eingestuft (WHO 1978). Eine Trennung in dl-PCB und ndl-PCB aufgrund der unterschiedlichen toxikologischen Eigenschaften der PCB wurde bei der Einstufung nicht berücksichtigt. Das Wissenschaftliche Gremium für Kontaminanten in der Lebensmittelkette (CONTAM) der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) kommt in seinem Gutachten von 2005 zu ndl-PCB zu dem Ergebnis, dass ndl-PCB weder genotoxisch noch karzinogen sind (EFSA 2005).“

3.3. Exposition

„Menschen nehmen ndl-PCB zu etwa 90% über Lebensmittel auf. Dabei erfolgt die Aufnahme hauptsächlich über fetthaltige Lebensmittel tierischer Herkunft wie Milch, Fleisch, Eier und Fisch. Über pflanzliche Lebensmittel wie Obst und Gemüse werden nur geringe ndl-PCB-Mengen aufgenommen (BMU 2006).

Daten über das Vorkommen von PCB inkl. ndl-PCB in Lebens- und Futtermitteln sind bisher auf unterschiedliche Weise berichtet worden, z.B. als Summe von drei PCB-Kongeneren (PCB 138, 153 und 180), als Summe von sechs PCB-Kongeneren (PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180; Σ 6PCB), die häufig als Indikator-PCB bezeichnet werden, sowie als Summe von sieben Kongeneren (Summe der sechs Indikator-PCB plus PCB 118).

In Deutschland werden wegen der Vorgaben der SHmV überwiegend die Gehalte der einzelnen Indikatorkongenere bestimmt. Da PCB 28, PCB 52 und PCB 101 üblicherweise in

³ Probably carcinogenic to humans

relativ niedrigen Konzentrationen in den Proben enthalten sind, werden diese häufig nicht bestimmt oder mit der Bestimmungsgrenze angegeben, wohingegen für PCB 138, PCB 153 und PCB 180 in der Regel Werte vorliegen.

Diese uneinheitlichen Vorgehensweisen in der Bestimmung der PCB erschwert einen direkten Vergleich der Daten zum Vorkommen von PCB, insbesondere Σ 6PCB.

Die Summe der sechs ndl-Indikator-PCB (Σ 6PCB), die auch von der DG SANCO als Vorschlag für die Höchstgehaltregelung verwendet werden, haben in Lebensmitteln etwa einen Anteil von 50 % der Gesamt-ndl-PCB (EFSA 2005).

Die durchschnittliche orale Aufnahmemenge sämtlicher ndl-PCB wird für die europäische Bevölkerung in dem Bereich von 10-45 ng/kg Körpergewicht/Tag für Erwachsene angegeben. Kinder bis zu sechs Jahren (ausgenommen gestillte Säuglinge) nehmen durchschnittlich mit 27-50 ng ndl-PCB/kg Körpergewicht etwas mehr auf, obwohl üblicherweise im Vergleich zu Erwachsenen ein deutlicherer Unterschied (Faktor 2,5) festgestellt wird (EFSA 2005). Diese Angaben sind aus nachvollziehbaren Schätzungen hervorgegangen, wobei überwiegend auf Basis einiger PCB-Kongenere der Gesamt-PCB-Gehalt überschlägig errechnet wurde, in dem die ndl-PCB einen Anteil von ca. 90 % aufweisen.

In einer Duplikatstudie des Landesamts für Gesundheit und Arbeitssicherheit des Landes Schleswig-Holstein wurde bei 11 Frauen (Alter 22-40 Jahre) dieses Bundeslandes eine mittlere PCB-Aufnahme von 12 ng Gesamt-PCB/kg KG/Tag ermittelt, wobei hier Gesamt-PCB als die mit 1,64 multiplizierte Summe der PCB 138, PCB 153 und PCB 180-Konzentration angesehen wurde (Heinzow, 2005).

Der gestillte Säugling nimmt über die Frauenmilch die höchsten Mengen an PCB inkl. ndl-PCB auf, die bezogen auf das Körpergewicht um den Faktor 50 bis 100 über denen von Erwachsenen liegen.

Als Bevölkerungsgruppe, die gegenüber der Durchschnittsbevölkerung höhere PCB inkl. ndl-PCB-Mengen aufnimmt, sind beispielsweise Angler und deren Familien zu nennen, die Hochverzehrer von Fischen (insbesondere Fettfische) sein können, insbesondere wenn diese aus überdurchschnittlich belasteten Gewässern stammen (ATSDR 2000).

3.4 Risikocharakterisierung

Um die Exposition von PCB über Lebensmittel wirksam zu reduzieren, gibt es in der EU Bestrebungen, Höchstgehalte für ndl-PCB festzulegen, nachdem bereits die dl-PCB als Bestandteil der Höchstgehalte für WHO-TEQ (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) zusammen mit den Dioxinen (PCDD/F) als Stoffe gleichen Wirkprofils lebensmittelrechtlich geregelt sind. Außerdem legt die Tatsache, dass PCB und PCDD/F zwei unterschiedliche Stoffgruppen sind und die ndl-PCB den höchsten Anteil sämtlicher PCB ausmachen, eine separate Regelung nahe, was auch bei entsprechend getrennten Auslösewerten für WHO-PCDD/F-TEQ und WHO-PCB-TEQ in der EU (im Gegensatz zu den Höchstgehalten) und vielen nationalen Regelungen für PCB analog zur SHmV zum Ausdruck kommt.

Die von der DG SANCO neu vorgeschlagenen Höchstgehalte für Σ 6PCB sind in Tabelle 1 dem Vorschlag vom 3. April 2006, den das BfR mit seinem Bericht vom 30. Juni 2006 (BfR 2006) bewertet hat, gegenüber gestellt.

Tabelle 1: Neue vorgeschlagene Höchstgehalte der DG-Sanco für ndl-PCB (Σ 6PCB) in Lebensmitteln im Vergleich zu dem Vorschlag vom 3. April 2006

Lebensmittel *	Höchstgehalt ICES-6, Σ 6PCB (Summe der PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 und PCB 180)	
	Neuer Vorschlag (21.01.2008)	Vorschlag vom 3. April 2006
1. Fleisch und Fleischprodukte (ausgenommen genießbare Innereien) von - Rindern und Schafen - Geflügel und aus Wildtierhaltung - Schweinen	50 ng/g Fett 30 ng/g Fett ** 15 ng/g Fett	50 ng/g Fett
2. Leber von Landtieren und daraus hergestellte Erzeugnisse	50 ng/g Fett oder 2,0 ng/g Frischgewicht	200 ng/g Fett
3. Muskelfleisch von Fisch und daraus hergestellte Erzeugnisse mit Ausnahme von Aal. Der Höchstgehalt gilt auch für Crustaceen, ausgenommen das braune Fleisch von Krebsen und ausgeschlossenen Kopf und Thorax des Hummers und vergleichbaren großen Crustaceen	75 ng/g Frischgewicht	100 ng/g Frischgewicht
4. Muskelfleisch von Aalen (<i>Anguilla anguilla</i>) und daraus hergestellte Erzeugnisse	150 ng/g Frischgewicht	200 ng/g Frischgewicht
5. Fischleber	200 ng/g Fett	
6. Rohmilch und Milchprodukte inkl. Butterfett	25 ng/g Fett	50 ng/g Fett
7. Hühnereier und daraus hergestellte Erzeugnisse	75 ng/g Fett***	50 ng/g Fett
8. Öle und Fette - Tierfette - von Rindern und Schafen - von Geflügel und Wild aus Farmen - von Schweinen - gemischte tierische Fette - Pflanzliches Öl und Fette - Fischöl (Fischöl, Fischleberöl und Öle von anderen wasserlebenden Organismen, die von Menschen konsumiert werden)	50 ng/g Fett 30 ng/g Fett ** 15 ng/g Fett 30 ng/g Fett 15 ng/g Fett 200 ng/g Fett	50 ng/g Fett 50 ng/g Fett 200 ng/g Fett
9. Lebensmittel für Babys und Kleinkinder	10 ng/g Fett oder 1,0 ng/g Frischgewicht	

* Der Text dieser Zeile bezieht sich auf den neuen Vorschlag der DG SANCO vom 21.01.2008

** nur Geflügel bzw. ohne Wild aus Farmen/ Wildtierhaltung

*** geänderter Vorschlag der DG SANCO in Folge dieser BfR-Stellungnahme: 50ng/g Fett

Die Tabelle 1 zeigt, dass für alle Lebensmittelgruppen – außer für Hühnereier und die daraus hergestellten Erzeugnisse – die Höchstgehalte in dem neuen Vorschlag der DG SANCO gesenkt wurden oder in einigen Fällen gleich geblieben sind. Als zusätzliche Lebensmittel-

gruppen wurden Fischlebern sowie Lebensmittel für Babys und Kleinkinder mit aufgenommen. Tiere aus Wildtierhaltung werden in dem neuen Vorschlag nicht mehr berücksichtigt. In dem Vorschlag der DG SANCO vom 3. April 2006 war das Fleisch und die Fleischprodukte sowie das Tierfett aus Wildtierhaltung mit einem Höchstgehaltvorschlag versehen.

Bei „Leber von Landtieren und daraus hergestellten Erzeugnissen“ sowie „Lebensmittel für Babys und Kleinkinder“ ist noch unklar, mit welchem Bezug (Frischgewicht oder Fett) die Höchstgehalte in die geplante Verordnung aufgenommen werden sollen. Bei Leber hat die Wahl der Bezugsgröße bei der Höchstgehaltsfestsetzung keinen Einfluss auf das erreichte Schutzniveau, da die Leber überwiegend Fettgehalte um 5 % aufweist und dieser Sachverhalt sich ungefähr im Verhältnis der beiden aufgeführten Höchstgehalte widerspiegelt. Allerdings wird derzeit in der Kommission der Bezug für die Höchstgehaltsregelung für WHO-PCDD/F-TEQ und WHO-TEQ in Leber diskutiert, wobei die deutsche Position aus pragmatischen Erwägungen den zurzeit gültigen Bezug auf den Fettanteil beibehalten möchte. Wegen gewünschter Einheitlichkeit ist daher der Bezug auf den Fettanteil auch bei der Σ PCB für Leber aus Sicht des BfR vorzuziehen. Bei Lebensmitteln für Babys und Kleinkinder ist dagegen aus Sicht des BfR der Höchstgehalt mit Frischgewichtsbezug zu bevorzugen, da die Fettgehalte in Babynahrung unterschiedlich, häufig sehr niedrig und damit auch schwerer bestimmbar sind. Auf den Fettgehalt bezogene Höchstgehalte wären aber auf Lebensmittel mit einem Fettanteil unterhalb von 1 % nicht anzuwenden. Bei einem Bezug auf den Fettanteil wäre zudem eine Differenzierung nach Art der Fette in Übereinstimmung mit der Einteilung in Verordnung (EG) Nr. 1881/2006, Anhang, Abschnitt 5 zu prüfen. Da Kontaminationen mit PCDD/F und PCB nicht immer nur im Zusammenhang mit dem in den Lebensmitteln enthaltenen Fett zu sehen sind wie zum Beispiel bei Kontaminationen mit PCP belastetem Guarkernmehl, erscheint dem BfR der Bezug auf das Frischgewicht des Lebensmittels vorteilhaft. Auf den Fettgehalt bezogene Angaben würden dagegen hier eher einen bestimmten Anteil eines zusammengesetzten Lebensmittels widerspiegeln.

In Deutschland gelten bereits seit 1988 Höchstgehalte für sechs einzelne ndl-PCB, die den Gesamt-PCB-Gehalt und damit weitgehend ndl-PCB repräsentieren. Die Werte sind in der nationalen Schadstoff-Höchstmengenverordnung (SHmV), die im Dezember 2003 neu gefasst wurde, festgelegt. Wissenschaftliche Grundlage für die nationalen Höchstgehalte in der SHmV ist die vom ehemaligen Bundesgesundheitsamt 1983 publizierte tolerierbare tägliche Aufnahme (TDI) von 1-3 μ g Gesamt-PCB pro Kilogramm Körpergewicht. Da die PCB unter toxikologischen Aspekten zwischenzeitlich in ndl- und dl-PCB unterteilt und bewertet werden, ist dadurch dem nationalen Beurteilungswert die Grundlage entzogen worden (Umwelt 2005).

Sowohl die nationale als auch der aktuelle Vorschlag der DG SANCO zur europäischen Regelung für ndl-PCB würde auf denselben analytischen Messungen basieren. Die nationale Regelung der SHmV hat gegenüber der geplanten europäischen Regelung den Vorteil, dass im Falle einer Beanstandung in der Regel nur ein bis drei Kongenere (üblicherweise und in abnehmender Häufigkeit PCB 153, PCB 138 und PCB 180) genau zu bestimmen sind, wohingegen im Rahmen der geplanten EU-Verordnung immer auf alle sechs Kongenere untersucht werden müsste.

Unter administrativen und regulativen Aspekten können die Höchstmengen in der SHmV mit den von der EU vorgeschlagenen Höchstgehalten auf einfache Weise verglichen werden, indem die Höchstmengen der einzelnen Kongenere zusammengefasst werden.

Eine einfache Addition der sechs PCB-Höchstmengen (SHmV) zur rechnerischen Übertragung auf die vorgeschlagenen Höchstgehalte für Σ PCB der europäischen Werte ist auf-

grund des üblichen Kongenerenmusters, das typischerweise in Lebensmittelproben auftritt, insgesamt aus Sicht des BfR dazu weniger geeignet.

Den Datensätzen einiger Labore der Länder und des Bundes, die dem BfR vorliegen, sowie der Literatur ist zu entnehmen, dass das PCB 153 mit einem Anteil von ca. 35 % das dominierende PCB-Kongener der Σ 6PCB in verschiedenen Lebensmitteln darstellt (Schulte, Malisch 1984).

Das BfR legt deshalb für einen überschlägigen Vergleich der Höchstmengen der SHmV mit denen der geplanten EU-Regelung die mit dem Faktor drei multiplizierten Höchstmengen für PCB 153 zugrunde. Die aus der SHmV auf diese Weise abgeleiteten Höchstmengen für Σ 6PCB sind den aktuellen Vorschlägen der EU in Tabelle 2 gegenübergestellt.

Tabelle 2: Vergleich der aus den Höchstmengen für PCB 153 in der SHmV abgeschätzten Höchstmengen für Σ 6PCB mit den vorgeschlagenen Höchstgehalten der EU

Lebensmittel	Höchstmenge PCB 153 (SHmV)	Höchstgehalt Σ 6PCB geschätzt und abgeleitet aus Höchstmenge PCB 153 (SHmV)	Höchstgehalt Σ 6PCB (Vorschlag DG SANCO vom 21.1.2008)
1. Fleisch und Fleischerzeugnisse - von Wiederkäuern (Rinder, Schafe) - von Geflügel und Farmwild - von Schweinen	(10 ng/g FG ¹⁾ bzw.)100 ng/g Fett ²⁾	300 ng/g Fett	50 ng/g Fett 30 ng/g Fett 15 ng/g Fett
2. Aus an Land lebenden Tieren gewonnene Leber und ihre Verarbeitungserzeugnisse		30 ng/g FG	50 ng/g Fett oder 2,0 ng/g FG
3. Muskelfleisch von Fisch und Fischereierzeugnissen sowie ihre Verarbeitungserzeugnisse, ausgenommen Aal	300 ng/g FG ³⁾ bzw. 100 ng/g FG ⁴⁾	900 ng/g FG ³⁾ bzw. 300 ng/g FG ⁴⁾	75 ng/g FG
4. Muskelfleisch von Aal (<i>Anguilla anguilla</i>) sowie dessen Verarbeitungserzeugnisse	300 ng/g FG	900 ng/g FG	150 ng/g FG
5. Fischleber	600 ng/g FG ⁷⁾	1800 ng/g FG	200 ng/g FG
6. Milch und Milcherzeugnisse, einschließlich Butterfett	50 ng/g Fett	150 ng/g Fett	25 ng/g Fett
7. Hühnereier und Eiprodukte	20 ng/g ⁵⁾	(600 ng/g Fett) ⁶⁾	75 ng/g Fett ⁸⁾
8. Fischöle	100 ng/g Fett	300 ng/g Fett	200 ng/g Fett

FG = Frischgewicht

¹⁾ bei einem Fettgehalt ≤ 10 g/100 g

²⁾ bei einem Fettgehalt > 10 g/100 g

³⁾ Süßwasserfische

⁴⁾ Seefische

⁵⁾ Gewicht ohne Schale

⁶⁾ umgerechnet auf Fett (10 % Eifett)

⁷⁾ Dorschleber

⁸⁾ geänderter Vorschlag der DG SANCO in Folge dieser BfR-Stellungnahme: 50ng/g Fett

Tabelle 2 zeigt, dass im Vergleich mit der SHmV die von der EU derzeit vorgeschlagenen Höchstgehalte für $\Sigma 6\text{PCB}$ insgesamt um etwa den Faktor 1,5 bis 20 niedriger ausfallen. Gegenüber dem Vorschlag vom 6. April 2006, für die ein Vergleich mit den Höchstgehalten der SHmV Faktoren zwischen 1,5 und 12 ergaben, ist dies damit teilweise eine deutliche Verbesserung.

Eine Ausnahme stellen die Hühnereier dar, für die im aktuellen Vorschlag der DG SANCO im Vergleich mit dem Vorschlag vom 6. April 2006 ein höherer Höchstgehalt festgelegt werden soll. Die von der EU verwendete Datenbasis gibt als 95. Perzentil für die Hintergrundbelastung an $\Sigma 6\text{PCB}$ in Hühnereiern ($n=330$) 34 ng/g Eifett an. Deshalb ist es für das BfR unverständlich, weshalb für Eier ein so auffällig hoher Höchstgehalt vorgeschlagen wird. Darüber hinaus ist aus Sicht des BfR der vorgeschlagene Höchstgehalt für Eier im Zusammenhang mit dem Höchstgehalt für Geflügelfleisch zu sehen, welcher gegenüber den Hühnereiern um mehr als die Hälfte niedriger vorgeschlagen wurde. Aufgrund der weitgehenden Gleichverteilung der PCB im Fett ist davon auszugehen, dass Gehalte an PCB im Eifett nach Überschreiten des etwa halben dazugehörigen Höchstgehalts bereits mit einer Überschreitung des Höchstgehalts für Geflügelfleisch einhergehen. Aus diesem Grund ist dieser Vorschlag aus Sicht des BfR inkonsistent. Das BfR empfiehlt, den Höchstgehalt für Hühnereier mehr an dem Höchstgehalt für Geflügelfleisch zu orientieren.⁴

Aus Sicht des vorsorgenden Verbraucherschutzes wären gegenüber dem aktuellen Vorschlag der DG SANCO noch niedrigere Höchstgehalte für $\Sigma 6\text{PCB}$ anzustreben und auch möglich, da mit Ausnahme der Fischleber alle Höchstgehalte über dem 95. Perzentil der Hintergrundbelastung liegen⁵. Dabei wäre es vorteilhaft, wenn sich die Vorschläge zu den jeweiligen Höchstgehalten an denen für WHO-TEQ orientieren würden. Dies ist aus Sicht des BfR möglich, da von den Mitgliedsstaaten zunehmend von einem relativ konstanten Verhältnis zwischen den in Lebensmitteln enthaltenen dl-PCB und ndl-PCB ausgegangen wird (FSA 2007, Afssa 2007).

Das BfR geht auch bei den neuen Höchstgehaltsvorschlägen der DG SANCO für $\Sigma 6\text{PCB}$ davon aus, dass bereits bei Unterschreitungen der vorgesehenen EU-Höchstgehalte für $\Sigma 6\text{PCB}$ in Deutschland häufig mit Überschreitungen für WHO-TEQ in den selben Proben einhergehen und die bestehenden Höchstgehalte für WHO-TEQ damit einen wirksameren Schutz vor erhöhten PCB-Belastungen darstellen als die vorgeschlagenen für $\Sigma 6\text{PCB}$. Dies kann insbesondere dann gegeben sein, wenn die $\Sigma 6\text{PCB}$ -Gehalte über der durchschnittlichen Belastung, jedoch noch unter den vorgeschlagenen Höchstgehalten, liegen.

Zunächst kann aus Sicht des BfR auf Grundlage bekannter Untersuchungsergebnisse für Kuhmilch, Fische und Fleisch von einem Verhältnis (Faktor) zwischen den Konzentrationen an $\Sigma 6\text{PCB}$ (ng/g) und an WHO-PCB-TEQ (pg/g) im Bereich von 5 bis 10 ausgegangen werden (CVUA Münster, FSA 2007, Schwind 2007). Ob dieser Wertebereich auch auf Leber übertragen werden darf, ist wegen der unterschiedlichen Anreicherung von dl- und ndl-PCB in der Leber noch nicht hinreichend gesichert. Für die Dorschleber ist vom Chemischen Landes- und Staatlichen Veterinäruntersuchungsamt Münster (CVUA) ein geringfügig abweichender Faktor von etwa vier ermittelt worden. Die von der Kommission zum Verhältnis

⁴ In der EU-Kommission (DG SANCO) ist dieses Anliegen des BfR bereits vorgetragen worden mit der Folge, dass der Vorschlag für den Höchstgehalt für Hühnereier auf 50 ng/g Fett für $\Sigma 6\text{PCB}$ gesenkt wurde.

⁵ Overview on data collected under Commission Recommendation 2006/794/EC

Σ 6PCB/WHO-PCB-TEQ vorgelegte Auswertung wird vom BfR nicht berücksichtigt, da in ihr nur Proben oberhalb des 95. Perzentils (> 50 ng Σ 6PCB/g) enthalten sind.

Mittels des vom BfR auf 5 bis 10 angesetzten Faktors kann aus den vorgeschlagenen Höchstgehalten für Σ 6PCB der entsprechende Gehalt an WHO-PCB-TEQ abgeschätzt werden und mit den bereits bestehenden Höchstgehalten für WHO-TEQ verglichen werden. Da in der Regel der PCB-Beitrag zu den WHO-TEQ größer als der von den PCDD/F ist, geht das BfR für die Abschätzung in Übereinstimmung mit den Befunden aus der deutschen Lebensmittelüberwachung von einem Anteil der PCB von 67 % (zwei Drittel) an den WHO-TEQ aus. Dies bedeutet, dass der um 33 % verminderte Höchstgehalt für WHO-TEQ mit den Konzentrationen an WHO-PCB-TEQ direkt verglichen werden kann, die sich aus dem vorgeschlagenen Höchstgehalt an Σ 6PCB unter Berücksichtigung des Umrechnungsfaktors errechnen, um die Wirksamkeit des Höchstgehalts für Σ 6PCB gegenüber dem bestehenden Höchstgehalt für WHO-TEQ beurteilen zu können. Sollte die errechnete Konzentration an WHO-PCB-TEQ oberhalb des um 33 % verminderten Höchstgehalt für WHO-TEQ liegen, so kann davon ausgegangen werden, dass trotz Unterschreitung des vorgeschlagenen Höchstgehalt für Σ 6PCB der Höchstgehalt für WHO-TEQ überschritten wird. Dies trifft allerdings nur für vergleichsweise höhere Belastungen über den Durchschnittswerten zu. Anhand der Tabelle 3 ist zu erkennen, dass beispielsweise die Höchstgehaltregelungen für WHO-TEQ in Fleisch von Wiederkäuern, Aal, Hühnereiern und Fischöl mit hoher Wahrscheinlichkeit deutlich vor den vorgeschlagenen Höchstgehaltregelungen für Σ 6PCB ansprechen. Bei Milch kann man dagegen von kompatiblen Regelungen ausgehen.

Tabelle 3: Vergleich der vorgeschlagenen Höchstgehalte für Σ 6PCB und den daraus abgeschätzten Gehalten an WHO-PCB-TEQ mit den Höchstgehalten für WHO-TEQ⁴⁾

Lebensmittel	Höchstgehalt Σ 6PCB (Vorschlag)	Höchstgehalt WHO-TEQ ⁴⁾ 1881/2006)	2/3 des Höchstgehaltes an WHO-TEQ ⁴⁾ (1881/2006)	Errechneter Gehalt WHO-PCB-TEQ aus Höchstgehalt Σ 6PCB (Vorschlag)	
				Faktor ¹⁾ : 10	Faktor ¹⁾ : 5
1. Fleisch und Fleischerzeugnisse					
- von Wiederkäuern	50 ng/g Fett	4,5 pg/g Fett	3,0 pg/g Fett	5,0 pg/g Fett	10 pg/g Fett
- von Geflügel	30 ng/g Fett	4,0 pg/g Fett	2,7 pg/g Fett	3,0 pg/g Fett	6,0 pg/g Fett
- von Schweinen	15 ng/g Fett	1,5 pg/g Fett	1,0 pg/g Fett	1,5 pg/g Fett	3,0 pg/g Fett
2. Aus an Land lebenden Tieren gewonnene Leber und ihre Verarbeitungserzeugnisse ²⁾	50 ng/g Fett oder 2,0 ng/g FG	12,0 pg/g Fett	8,0 pg/g Fett	5,0 pg/g Fett	10 pg/g Fett
3. Muskelfleisch von Fisch und Fischereierzeugnisse sowie ihre Verarbeitungserzeugnisse, ausgenommen Aal	75 ng/g FG	8,0 pg/g FG	5,3 pg/g FG	7,5 pg/g FG	15 pg/g FG
4. Muskelfleisch von Aal (<i>Anguilla anguilla</i>) sowie dessen Verarbeitungserzeugnisse	150 ng/g FG	12,0 pg/g FG	8,0 pg/g FG	15,0 pg/g FG	30 pg/g Fett
5. Fischleber ³⁾	200 ng/g FG	25 pg/g FG ⁵⁾	16,7 pg/g FG	20 0 pg/g FG	40 pg/g FG
6. Milch und Milcherzeugnisse, einschließlich Butterfett	25 ng/g Fett	6,0 pg/g Fett	4,0 pg/g Fett	2,5 pg/g Fett	5,0 pg/g Fett
7. Hühnereier und Eiprodukte	75 ng/g Fett ⁶⁾	6,0 pg/g Fett)	4,0 pg/g Fett)	7,5 pg/g Fett	15 pg/g Fett
8. Pflanzliche Öle	15 ng/g Fett	1,5 pg/g Fett	1,0 pg/g Fett	1,5 pg/g Fett ⁷⁾	3,0 pg/g Fett
9. Fischöl ³⁾	200 ng/g Fett	10,0 pg/g Fett	6,7 pg/g Fett	20 pg/g Fett	40 pg/g Fett

¹⁾ Faktor: [ng Σ 6PCB/g]/[pg WHO-PCB-TEQ/g]

²⁾ Einschränkungen für Leber: siehe Text

³⁾ Einschränkungen für Fischleber und Fischleberöl: siehe Text

⁴⁾ WHO-TEQ = WHO-PCDD/F-PCB-TEQ

⁵⁾ Vorschlag DG SANCO

⁶⁾ geänderter Vorschlag der DG SANCO in Folge dieser BfR-Stellungnahme: 50ng/g Fett

Untersuchungen auf Σ 6PCB im Rahmen der SHmV und Rückstandshöchstmengenverordnung (RHmV) (zusammen mit anderen Organochlorverbindungen) können zum kostengünstigen Screening für dl-PCB herangezogen werden, die als WHO-PCB-TEQ Bestandteil der WHO-PCDD/F-PCB-TEQ (= WHO-TEQ) sind, um aus diesen Untersuchungen, für die ver-

gleichsweise geringe Kosten anfallen, einen möglichst großen Nutzen zu gewinnen. In der Lebensmittelüberwachung wird dies bereits praktiziert.

Allerdings ist für Proben mit überdurchschnittlich hohen Anteilen an WHO-PCDD/F-TEQ ein Screening auf dl-PCB über Bestimmungen von Σ 6PCB nicht immer zielführend im Hinblick auf die Kontrolle der Höchstgehalte für WHO-TEQ, da Dioxine (PCDD/F) und PCB als weitgehend unabhängige Substanzklassen anzusehen sind und damit kein eindeutiger Zusammenhang zwischen deren Konzentrationen besteht.

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass auch die von der EU aktuell vorgeschlagenen Höchstgehalte für Σ 6PCB trotz niedrigerer Werte im Vergleich zur SHmV und dem alten Vorschlag voraussichtlich keinen bedeutenden Beitrag zur Verringerung der PCB-Belastung des Verbrauchers leisten. Dies hängt damit zusammen, dass

- die in der EU vorgesehene Absenkung der Höchstgehalte gegenüber den in der SHmV entsprechenden Höchstmengen zwar unstrittig, aber nicht gravierend ist, so dass weiterhin mit sehr wenigen Überschreitungen zu rechnen ist, und
- geltende Höchstgehaltregelungen für WHO-TEQ in vielen Fällen voraussichtlich vor den vorgeschlagenen Höchstgehalten für Σ 6PCB die untersuchten Lebensmittel reglementieren.

Allerdings wäre die Einführung von Auslösewerten für Σ 6PCB ein geeignetes und kostengünstiges Instrument, diese Nachteile deutlich abzumildern. Solche Auslösewerte, die voraussichtlich um 25-33 % niedriger sind als die Höchstgehalte, sind bisher für WHO-PCB-TEQ und WHO-PCDD/F-TEQ festgelegt und wären als Indikator für weitere Untersuchungen auf WHO-TEQ geeignet. Auslösewerte wurden für die Σ 6PCB von der DG SANCO in dem neuen Vorschlag noch nicht unterbreitet, sind jedoch nach Festlegung der Höchstgehalte für Σ 6PCB nach Kenntnis des BfR⁶ vorgesehen.

4 Handlungsmaßnahmen/Empfehlungen

Die Kommission sollte aus Sicht des BfR gebeten werden, diesen Aspekt im Hinblick auf eine bessere Verzahnung der Regelungen für WHO-TEQ und Σ 6PCB zu berücksichtigen. In der deutschen Lebensmittelüberwachung werden derzeit Proben mit überdurchschnittlicher Belastung mit Σ 6PCB auf WHO-TEQ untersucht. Entsprechende Vorschläge liegen bereits aus dem Vereinigten Königreich vor (FSA 2007). Unter diesen Voraussetzungen können die Vorschläge zu neuen Höchstgehalten für Σ 6PCB trotz der oben genannten Einschränkungen generell befürwortet werden. Ausgenommen hiervon sind jedoch Hühnereier, deren vorgesehener Höchstgehalt (75 ng Σ 6PCB/g Fett) nicht plausibel erscheint. Dem BfR liegen keine Gründe vor, weshalb vom ursprünglichen Vorschlag (50 ng Σ 6PCB/g Fett) abgewichen werden sollte.

Die Lebensmittelkategorien für Höchstgehalte für Σ 6PCB entsprechen der Einteilung, die in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 aufgenommen wurde, in der Höchstgehalte für WHO-PCDD/F-TEQ und WHO-TEQ festgelegt sind. Hinsichtlich des Abgleichs der vorgesehenen EU-Regelung mit der SHmV wird auf den BfR-Bericht vom 30. April 2006 verwiesen.

⁶ siehe Ergebnisprotokoll des Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) über die Sitzung des EG-Sachverständigenausschusses „POPs in Lebensmitteln“ am 16. Januar 2008 in Brüssel

5 Referenzen

Afssa 2007: Opinion of the French Food Safety Agency (Afssa, 23.10.2007) on the establishment of relevant maximum levels for non dioxin-like polychlorobiphenyls (ndl-PCB) in some foodstuffs.

APUG 2002: Berücksichtigung der Risikogruppe Kind bei der Ableitung gesundheitsbezogener Umweltstandards; Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Aktionsprogramm „Umwelt und Gesundheit“; Förderkennzeichen UFOPLAN 201 61 215 im Auftrag des Umweltbundesamtes, September 2002.

ATSDR 2000: Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs); U.S. Department of Health and Human Services; Public Health Service; Agency for Toxic Substances and Disease Registry, November 2000.

BfR 2006: Vorgeschlagene EU-Höchstgehalte für nicht dioxinähnliche Polychlorierte, Biphenyle (ndl-PCB) in Lebensmitteln sind zu hoch, Stellungnahme Nr. 004/2007 des BfR vom 30. Juni 2006
http://www.bfr.bund.de/cm/208/vorgeschlagene_eu_hoechtsgehalte_fuer_nicht_dioxinaehnliche_polychlorierte_biphenyle.pdf

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

FSA 2007: Food Standards Agency UK, 26.2.2007: Regulation of non dioxin-like polychlorinated biphenyls (ndl PCBs).

Karl H., Ruoff U. 2003: Untersuchungen zur Ermittlung der Gehalte an Dioxinen, dioxinähnliche und gesetzlich geregelten polychlorierte Biphenylen in wichtigen Konsumfischen als Grundlage für eine mögliche Etablierung von Umrechnungsfaktoren. Ergebnisprotokoll der BFEL.

Karl-Heinz Schwind 2007: Stuserhebung zu Gehalten an Dioxinen und dioxinähnlichen PCB in Futtermitteln und in Lebensmitteln tierischer Herkunft, Fachgespräch 5.9.2007, BMELV Bonn.

Peter Fürst 2007: PCDD/PCDF and PCB in dairy products from North Rhine-Westphalia 2006 as compared to levels since 1990; Organohalogen Compounds 69, 110-113.

Schulte E., Malisch R. 1984: Calculation of the real PCB content in environmental samples, Fresenius Z Anal Chem 319, 54-59.

UBA 2006: PCB (Polychlorierte Biphenyle)-haltige Abfälle, Stand 14.03.2006, Hrsg. Umweltbundesamt [On-line]. Verfügbar unter:
<http://www.umweltbundesamt.de/abfallwirtschaft/sonderabfall/pcb.htm> [06.06.2006].

UMWELT 2005: Lebensmittelsicherheit – Gesundheitlicher Verbraucherschutz vor Dioxinen und PCB; Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, April 2005, Heft 5.

WHO 1978: International Agency for Research on Cancer, IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Polychlorinated biphenyls and Polybrominated biphenyls, Summary of Data Reported and Evaluation Vol. 18 [On-line]. Verfügbar unter:
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol18/volume18.pdf> [12.05.2006]