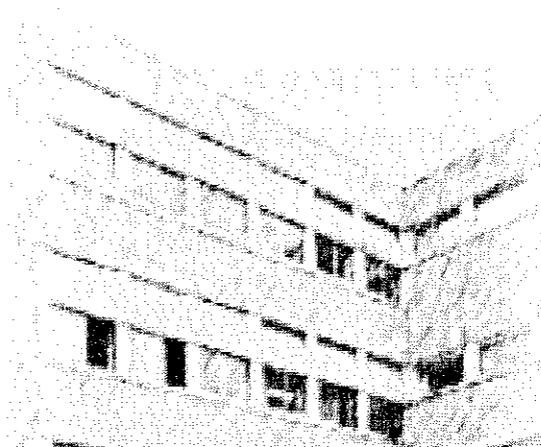


Gesundheit und Umwelt  
Materialien zur Umweltmedizin



PCB -  
Polychlorierte Biphenyle



Hinweise:

Wenn Sie die Homepage des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz besuchen, können Sie die im Text angegebenen Internetadressen für weitere Informationen unmittelbar als Link nutzen (<http://www.stmgev.bayern.de>)

**Impressum**

Herausgeber:

Bayerisches Staatsministerium für  
Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz

Referat  
Umweltbezogene Gesundheitsvorsorge,  
Umweltmedizin, Gesundheitsverträglichkeit

Schellingstr. 155  
80797 München

Tel.: (089) 2170 – 04 (Vermittlung)  
E-Mail: [poststelle@stmgev.bayern.de](mailto:poststelle@stmgev.bayern.de)  
Internet: [www.stmgev.bayern.de](http://www.stmgev.bayern.de)

# Informationen zu PCB

## (Polychlorierte Biphenyle)

### Inhaltsverzeichnis

<b>1 Mengen und Konzentrationen in der Analytik.....</b>	<b>4</b>
<b>2 PCB – Was sind das für Chemikalien?.....</b>	<b>4</b>
<b>3 Raumlufuntersuchungen.....</b>	<b>5</b>
<b>4 Aufnahme von PCB und ihre gesundheitliche Beurteilung .....</b>	<b>6</b>
4.1 PCB-Bestimmung im Blut.....	7
4.2 Vorläufige gesundheitliche Einschätzung .....	7
4.3 Gesundheitliche Bewertung - Konzept der duldbaren täglichen Aufnahme.....	8
4.4 Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen .....	8
4.5 Vergiftungsunfälle durch PCB .....	9
4.6 PCB aus umweltmedizinischer Sicht .....	9
<b>5 PCB in der Innenraumluf.....</b>	<b>9</b>
5.1 Sanierung PCB-belasteter Gebäude .....	11
5.2 PCB - Bewertung im Innenraum .....	11
<b>6 Link-Liste – Weitere Informationen zu PCB .....</b>	<b>12</b>
<b>7 Anhang PCB – Hinweise zur Beurteilung und Handlungsempfehlungen zur Gesundheitsvorsorge in Schulen und Kindertageseinrichtungen .....</b>	<b>13</b>

Im Folgenden erhalten Sie einige Informationen zu einer Chemikaliengruppe, die derzeit wieder von tagesaktueller Bedeutung ist: Polychlorierte Biphenyle, kurz PCB. Um sie zu messen, ist großer analytischer Laboraufwand erforderlich. Zum Verständnis deswegen vorweg Angaben zu:

## 1. Mengen und Konzentrationen in der Analytik

.... gramm, milli-, micro-, nano-, pico-, femtogramm .... Was ist das ?

$1 \text{ g} = 1.000 \text{ mg} = 1.000.000 \text{ } \mu\text{g} = 1.000.000.000 \text{ ng}$

$1 \text{ g} = 10^3 \text{ mg} = 10^6 \text{ } \mu\text{g} = 10^9 \text{ ng} = 10^{12} \text{ pg} = 10^{15} \text{ fg}$

$1 \text{ mg} / \text{kg} = 1 \text{ ppm}$ : 1 Zuckerstück in einem Tanklastzug mit 2.700 l

$1 \text{ } \mu\text{g} / \text{kg} = 1 \text{ ppb}$ : 1 Zuckerstück in einem Tankerschiff mit 2,7 Mio l

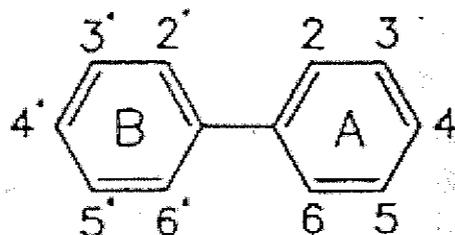
$1 \text{ ng} / \text{kg} = 1 \text{ ppt}$ : 1 Zuckerstück in der Talsperre Östertal mit 2,7 Mrd l

$1 \text{ pg} / \text{kg} = 1 \text{ ppq}$ : 1 Zuckerstück im Starnberger See mit 2,7 Billionen l

Geringe Konzentration oder Menge sollen nicht mit geringer Giftigkeit verwechselt werden. So genügen etwa von dem Gift des Wundstarrkrampf-Erregers – dem Botulinus-Toxin, das stärkste Gift, das wir kennen - schon aller geringste Mengen, um eine häufig tödlich endende Erkrankung auszulösen. Geringe Mengen und Konzentrationen, bedeuten jedenfalls eine Herausforderung an die hochkomplizierte Ultraspurenanalytik, die deswegen besonderer Sorgfalt und großer Erfahrung bedarf.

## 2. PCB – Was sind das für Chemikalien?

Nur einige kurze Informationen: PCB sind eine Gruppe von insgesamt 209 chemischen Verbindungen (sog. PCB-Kongenere) aus Biphenyl und Chlor.



Diese Verbindungen wurden künstlich hergestellt und wegen technisch interessanter Eigenschaften vielfältig verwendet. Sie sind schwer entflammbar, beständig und widerstandsfähig gegen Säuren und Laugen. Sie wurden deswegen z.B. als elektrische Isolatoren in Transformatoren und Kondensatoren, als Weichmacher in Kunststoffen, in

Dichtungsmaterialien für Gebäudedehnungsfugen sowie Hydraulikanlagen in erheblichem Umfang eingesetzt.

Seit Beginn der industriellen Herstellung etwa im Jahr 1929 / 1930 bis zur Einstellung der Produktion im Jahr 1983 wurden weltweit etwa 1,5 Millionen Tonnen produziert. Das Gefährdungspotential der PCB wurde erst in den sechziger Jahren bekannt, als sie schon auf der ganzen Erde verbreitet waren und in der Nahrungskette angereichert gefunden wurden.

Im Jahr 1968 kam es in Japan durch Verzehr vergifteten Reisöls zu einer Massenvergiftung mit etwa 1.800 betroffenen Menschen. Ursache war ein Defekt eines PCB-haltigen Wärmetauschers in einer Reiszubereitungsanlage. Ein ähnlicher Unfall ereignete sich 1979 in Taiwan (s.u. Vergiftungsunfälle).

Im Jahr 1989 wurde die Verwendung von PCB in Deutschland mit wenigen Ausnahmen grundsätzlich verboten (PCB-Verbotsverordnung, heute Gefahrstoffverordnung). Die Verwendung PCB-haltiger Kondensatoren ist seit dem Jahr 2000 grundsätzlich untersagt, bis spätestens zum 31.12.2010 müssen PCB und PCB-haltige Geräte bis auf geringfügige Ausnahmen beseitigt sein.

### 3. Raumlufuntersuchungen

Raumlufuntersuchungen auf PCB sollen entsprechend der PCB-Richtlinie nach der VDI-Richtlinie 4300 Blatt 2 von erfahrener und für PCB-Raumlufmessung akkreditiertem Labor durchgeführt werden. Weitere Informationen finden Sie unter:

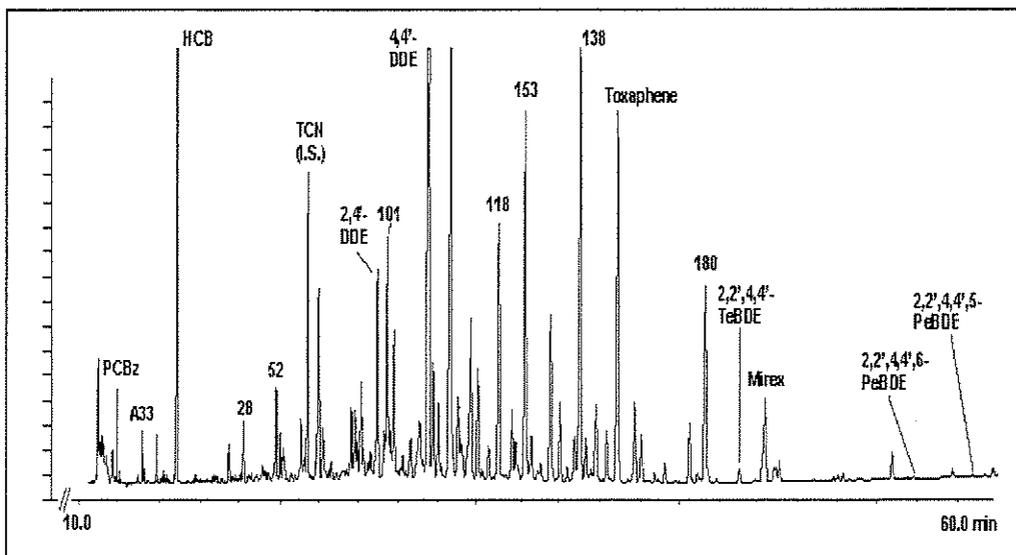
<http://www.umweltministerium.bayern.de/bereiche/luft/ueberw/messst.htm>

Untersucht werden regelmäßig sechs PCB-Kongenere als Indikatoren. Aus ihrer Konzentration wird standardisiert der Gesamt-PCB-Gehalt berechnet.

Komponente	Kongener Nr.	Chlorgehalt	frühere Bezeichnung
2,4,4'-Trichlorbiphenyl	28	9 %	Clophen A30
2,2',5,5'-Tetra-	52	8 %	Clophen A40
2,2',4,5,5'-Penta-	101	8 %	Clophen A50
2,2',3,4,4',5'-Hexa-	138	12 %	Clophen A60
2,2',4,4',5,5'-Hexa-	153	9 %	Clophen A60
2,2',3,4,4',5,5'-Hepta- biphenyl	180	8 %	Clophen A60

Es gilt, zahlreiche Faktoren zu beachten, die das Messergebnis beeinflussen können. So sind z.B. Messwerte in den Sommermonaten oft um ein Vielfaches höher als in Wintermonaten (Temperaturabhängigkeit). Als Screening- und / oder Erstuntersuchung kann eine „worst-case“-Untersuchung (nicht gelüfteter Raum, höhere als übliche Raumtemperatur u.a.) vorgenommen werden. Weitere Untersuchungen, die auch zur Ermittlung des Jahresmittelwertes angezeigt sind, sollen unter realistischen Nutzungsbedingungen, wie in der VDI-Richtlinie angegeben, erfolgen. Das Ergebnis der Untersuchung einer Raumluftprobe auf PCB ist nicht ein einfacher Zahlenwert, sondern zunächst ein sogenanntes Chromatogramm (nachfolgende Abb.). Wenn Sie sich für diese Fragen der Analytik weiter interessieren, finden Sie Hinweise u.a. im Tätigkeitsbericht 2000 des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, (sowie in weiteren Quellen; Hinweise s. Linkliste):

[http://www.bayern.de/lfu/tat\\_bericht/tb\\_200x/tb\\_2000/taet\\_ber\\_index.htm](http://www.bayern.de/lfu/tat_bericht/tb_200x/tb_2000/taet_ber_index.htm)



Für die gesundheitliche Bewertung ist freilich immer die Dosis entscheidend, d.h. die Menge eines Stoffes, die man über eine Zeit hinweg aufnimmt. Denn, wie wir alle wissen: In genügend großer Dosis aufgenommen, ist tatsächlich jeder Stoff giftig.

#### 4. Aufnahme von PCB und ihre gesundheitliche Beurteilung

Der Mensch nimmt PCB mengenmäßig in erster Linie mit der Nahrung auf (60 – 90 %), zum geringen Teil auch über die Atmung. Die Aufnahme über die Haut spielt keine nennenswerte Rolle. Hauptaufnahmekategorie sind fettreiche tierische Nahrungsmittel, vor allem Fische, wie z.B. Aal. Muttermilch ist auch viele Jahre nach dem Herstellungsverbot von PCB immer noch belastet. In den letzten Jahren ist freilich ein deutlicher Abwärtstrend zu beobachten; so enthielten Proben aus dem Jahr 1997 im Vergleich zu 1980 nur noch ca. 30 % der Gehalte an PCB; ein Rückgang um 70 %-Punkte.

PCB werden zum überwiegenden Teil im Fettgewebe, geringere Anteile auch in Organen wie Leber oder Niere gespeichert und vom menschlichen Organismus ganz überwiegend nur sehr langsam abgebaut und ausgeschieden. Daher kommt es mit zunehmendem Lebensalter grundsätzlich auch zu einer zunehmenden PCB-Belastung im Körper, vor allem im Körperfett des Menschen, die auch durch eine Blutuntersuchung gemessen werden kann.

#### **4.1 PCB-Bestimmung im Blut**

Diese Untersuchung kann grundsätzlich keine konkrete Antwort auf die Frage nach „der“ oder einer bestimmten PCB-Belastungsquelle geben. Der Messwert, der die Gesamtbelastung widerspiegelt, kann beurteilt werden im Vergleich zu Erfahrungswerten aus anderen Fällen oder zur gewissermaßen unvermeidlichen sog. Hintergrundbelastung in der entsprechenden Altersgruppe in Deutschland (Referenzwerte); dabei handelt es sich um eine epidemiologisch-statistische, nicht um eine individualmedizinische Bewertung. Näheres zur Qualitätssicherung und zur Bewertung solcher Humanbiomonitoring-Untersuchungen finden Sie unter:

»<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/monitor/pub.htm>

Blutuntersuchungen auf PCB (Humanbiomonitoring) werden zur Klärung der Frage, ob belastete Raumluft konkret zu zusätzlicher Belastung führt, derzeit für die Routine grundsätzlich nicht empfohlen. Gründe dafür sind insbesondere die analytischen Schwierigkeiten bei der Bestimmung in Höhe umweltrelevanter Belastungen (Nachweisgrenze), das Fehlen von Normalwerten zur gesundheitlichen Beurteilung und von sog. Referenzwerten (statistische Vergleichswerte nicht belasteter Personen) für niederchlorierte PCB, die bei Raumluftbelastungen in aller Regel vor allem von Interesse sind. Das schließt nicht aus, dass in Einzelfällen bei besonderer Expositionssituation oder zur Frage nach erhöhter Gesamtbelastung und deren Bedeutung (s.o.) PCB-Blutuntersuchungen vorgenommen werden können. Diese Ultraspurenanalytik ist schwierig und sollte nur von erfahrenen Labors, die erfolgreich an Ringversuchen zur PCB-Analytik teilnehmen, durchgeführt werden.

#### **4.2 Vorläufige gesundheitliche Einschätzung**

Auch nach Einschätzung des Umweltbundesamtes (1999) trägt die aus Innenraumluftbelastungen resultierende individuelle innere PCB-Belastung zu der durch Blutuntersuchung feststellbaren integralen Belastung (Gesamtsumme über die Jahre), die im Wesentlichen (ca. 70 – 90 %) aus dem Verzehr von Lebensmitteln (vor allem tierische Fette) herrührt, vergleichsweise nur wenig bei. Nach Einschätzung nationaler wie internationaler Fachgremien, wie z.B. dem American Council of Science and Health (1997) kann allgemein folgende vorläufige gesundheitliche Einschätzung gegeben werden:

Eine Belastung mit PCB in Höhe der analytischen Nachweisgrenze oder auch im Bereich der allgemeinen sog. Hintergrundbelastung der Bevölkerung gibt keinen Anlass zur Sorge, dass dadurch konkrete Gesundheitsgefahr bestünde. Gesundheitliche Störungen lassen sich weder allgemein noch im Einzelfall konkret (mono-)kausal auf solche Belastung zurückführen.

#### **4.3 Gesundheitliche Bewertung - Konzept der duldbaren täglichen Aufnahme**

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) und andere internationale Gremien, wie die OECD, aber ebenso nationale Gremien und Institute, wie das (frühere) Bundesgesundheitsamt, die Arbeitsgemeinschaft der Leitenden Medizinalbeamten u.a., haben gesundheitliche Bewertungen einer PCB-Aufnahme durch den Menschen erarbeitet. Sie legen eine **duldbare tägliche Aufnahmemenge** (sog. **TDI-Wert**: Tolerable Daily Intake) von **1 µg PCB pro kg Körpergewicht und pro Tag** zugrunde (d.h. die Stoffmenge, die lebenslang täglich ohne gesundheitliche Gefahr aufgenommen werden kann). Danach kann ein 80 kg schwerer Mensch unbedenklich 80 µg PCB täglich aufnehmen, ein z.B. 40 kg schweres Kind entsprechend 40 µg PCB täglich.

Die toxikologische Beurteilung der PCB, das Verfahren der TDI-Ableitung und der TDI-Wert selbst werden von internationalen und nationalen Fachgremien aktuell mit der Frage überprüft, ob Änderungsbedarf besteht. Die tatsächliche Aufnahme liegt in Deutschland derzeit bei etwa 0,7 – 2 µg PCB täglich, je nach Ernährungsgewohnheit, denn sie erfolgt zu rund zwei Dritteln über größtenteils tierische Fette. Vor allem diese gewissermaßen unausweichliche Aufnahme führt zur sog. Hintergrundbelastung des Menschen, die mit dem Lebensalter zunimmt. So werden im Blut von 7 – 10 jährigen Kindern und Jugendlichen im Durchschnitt 1,3 µg Gesamt-PCB / Liter und bei ca. 40-Jährigen rund 2,4 (0,1 – 8,4) µg Gesamt-PCB / Liter gemessen. Das Überschreiten des TDI-Wertes bedeutet nicht unmittelbare Gesundheitsgefahr, aber eine Verringerung des vorsorglichen Schutzabstandes zur konkreten Gefahrenschwelle, die z.B. anhand der sog. Maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK-Wert) abgelesen werden.

#### **4.4 Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen**

Ein MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatzkonzentration) kann aus unterschiedlichen Gründen generell nicht zur Beurteilung einer PCB-Belastung im Alltag dienen. Von Interesse ist aber seine Höhe, da sie die wissenschaftlich belegte Gefahrenschwelle zeigt. In dem vom Bundesarbeitsminister erlassenen, verbindlichen Regelwerk TRGS 900 Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz - Luftgrenzwerte -, Ausgabe Oktober 2000, werden dafür – je nach Chlorgehalt der PCB– genannt: 0,7 – 1,1 mg/m<sup>3</sup> Luft = 700 – 1.100 µg/m<sup>3</sup> = 700.000 – 1.100.000 ng/m<sup>3</sup> Luft. (Diese Werte spielen am Arbeitsplatz heute keine Rolle mehr, da es sich bei den PCB grundsätzlich um verbotene Arbeitsstoffe handelt.) Allerdings sind PCB in der TRGS 905 u.a. in die Kategorie K3 eingestuft, d.h.: „Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben“.

#### 4.5 Vergiftungsunfälle durch PCB

Bei den in Japan und in Taiwan aufgetretenen Unfällen nahmen die Betroffenen über Monate hinweg 700 – 1.400 mg = 700.000 – 1.400.000 µg (= 700.000.000 – 1.400.000.000 ng !) PCB auf. Dabei traten verschiedene, teils schwere Gesundheitsschäden auf: Chlorakne, Hautverdickung, verstärkte Pigmentierung, Atemwegserkrankungen, Veränderungen der Blutfette, Zeichen einer Immunschwäche, Fortpflanzungsstörungen, Leberfunktionsstörungen und Tumore der Leber u.a. Für letztere konnte eine statistische Häufung weder gesichert noch ausgeschlossen werden. Die meisten der aufgetretenen Gesundheitsstörungen werden auf Furane zurück geführt, die als Verunreinigung in den PCB enthalten gewesen waren.

#### 4.6 PCB aus umweltmedizinischer Sicht

Aus umweltmedizinischer Sicht ist vor allem nach möglichen Langzeiteffekten durch Belastungen im Niedrigdosisbereich zu fragen. In neuerer Zeit gibt es zusätzliche Befunde und Diskussionen zu weiteren Wirkungen der PCB; gemeint sind sog. hormonähnliche Wirkungen und mögliche neuro-physiologische und motorische Beeinträchtigungen bei Kindern. Die Diskussionen betreffen den TDI-Wert (<http://www.epa.gov/iris/index.html>) ebenso wie die PCB-Richtlinie. Mit den neueren Befunden hat sich der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen in seinem Sondergutachten „Umwelt und Gesundheit – Risiken richtig einschätzen“ befasst (Randziff. 152 ff.) <http://www.umweltrat.de/son99in.htm>.

Die Befunde sind noch nicht abschließend zu bewerten. Generell sind PCB potentiell schädlich und in unserer Umwelt und zumal als Belastung des Menschen stets unerwünscht, weshalb Anlass besteht, Belastungen möglichst zu verringern.

### 5. PCB in der Innenraumluft

PCB können vor allem aus dauerelastischen Dichtungsmassen ausgasen, sich sekundär an andere Materialien anhaften und zu hohen Raumlufbelastungen führen. In Kindergärten ist eine mögliche unmittelbare Gefährdung der Kinder zu bedenken, wenn sie elastische Fugendichtungen herauspulen und ggf. gar in den Mund nehmen. In Frage stehen vor allem Gebäude, die mit Betonfertigteilen errichtet wurden (Fugendichtungen). Zu betrachten sind solche Gebäude insbesondere aus der Bauzeit der Jahre etwa 1950 bis 1975. Sind PCB-haltige Materialien vorhanden, geben Raumlufmessungen Aufschluss über die Belastungssituation und über die Notwendigkeit von Minderungs- und Sanierungsmaßnahmen. Eine Verminderung der PCB-Belastung der Luft ist vor allem möglich durch Beseitigen der primären und sekundärer PCB-Quellen, durch geeignete Oberflächenbehandlungen, regelmäßiges intensives Stoß- und Querlüften sowie gründliche und regelmäßige Nassreinigung und Entstaubung der Räume. Erfahrungsgemäß ist so eine Verminderung der

Raumluftbelastung zu erreichen. Reichen diese Maßnahmen nicht aus, so kann über eine eingeschränkte Nutzung bzw. verringerte Aufenthaltszeit eine weitere Expositionsminderung erreicht werden. Die Maßnahmen sind strikt durchzuführen und hinsichtlich der Wirksamkeit zu kontrollieren und ggf. zu optimieren

Es gilt zwar als gesichert, dass bei Nutzern PCB-belasteter Gebäude nicht mit akuten Gesundheitsschäden zu rechnen ist. Der Kenntnisstand über mögliche gesundheitliche Folgen einer langfristigen Aufnahme und dabei insbesondere hinsichtlich möglicher Verstärkung einer Krebsbildung ist aber lückenhaft. Die Sanierung belasteter Gebäude ist daher grundsätzlich angezeigt und erfolgt im Sinn des vorbeugenden Gesundheitsschutzes. Als Zielwert gilt dabei nach der PCB-Richtlinie eine Raumluftkonzentration von  $< 300 \text{ ng PCB/m}^3$ . Als Gefahren- oder Interventionswert nennt die Richtlinie eine Raumluftkonzentration von  $> 3.000 \text{ ng PCB/m}^3$  Luft (angegeben als Jahresmittelwert und bezogen auf 24 Stunden Aufenthalt, entsprechend  $> 9.000 \text{ ng PCB/m}^3$  bei 8 Stunden Aufenthalt). Die Richtlinie wurde im Jahr 1995 baurechtlich eingeführt. [[http://www2.stmi.bayern.de/infothek/pdf/pcb\\_richtlinie.pdf](http://www2.stmi.bayern.de/infothek/pdf/pcb_richtlinie.pdf)].

Belastung	Bemerkung	Zeitraum	Maßnahmen
<b><math>&gt; 3.000 \text{ ng/m}^3</math> als Jahresmittelwert, bez. auf 24 Std. Aufenthaltsdauer</b>	<b>Gefahrenwert nach PCB- Richtlinie</b>	<b>Sofort</b>	<b>ggf. baurechtliches Einschreiten möglich Nutzungsänderung Sanierung</b>

Wertvolle Hinweise gibt in diesem Zusammenhang z.B. der „Leitfaden für die Innenraumlufthygiene in Schulgebäuden“, herausgegeben von der Innenraumlufthygiene - Kommission des Umweltbundesamtes, Juni 2000  
[<http://www.umweltbundesamt.de/neu/schule.htm>].

### 5.1 Sanierung PCB-belasteter Gebäude

Auf geeignete Sanierungsverfahren kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Jedenfalls sollten eventuelle Sanierungsmaßnahmen mit äußerster Sorgfalt geplant und durchgeführt werden. Zielwert ist  $< 300 \text{ ng PCB/m}^3$  Luft. Er wird allerdings, wie zahlreiche

Erfahrungen lehren, meist nicht schon unmittelbar zum Abschluss der baulichen Sanierungsmaßnahmen erreicht. Lüften und Nassreinigung sind in der Regel noch fortzusetzen.

## 5.2 PCB - Bewertung im Innenraum

Das genannte Bundesgesundheitsamt leitete vom TDI-Wert die Beurteilungswerte für Raumluft ab, die in der PCB-Richtlinie genannt sind. Dabei wurde festgelegt, dass eine Raumluftbelastung eine Belastung in Höhe von 10 % des oben genannten TDI-Wertes nicht überschreiten sollte.

Man ging dabei von folgenden Annahmen aus: Ein Mensch würde 20 m<sup>3</sup> Luft am Tag einatmen (dabei handelt es sich um eine erhebliche Überschätzung von - je nach Alter und Tätigkeit - bis über 100 %) und die PCB-Aufnahme über die Atmung erfolge zu 100 % (die tatsächliche PCB-Aufnahme aus der Atemluft erfolgt beim Menschen zu ca. 50 %). So errechnete man vorsorglich einen Wert von 300 ng PCB/m<sup>3</sup> Raumluft. D.h. werden die genannten ungünstigen Annahmen zu Grunde gelegt („worst case“), so führt eine Raumluftbelastung von 300 ng PCB /m<sup>3</sup> Luft bei 24 Stunden Aufenthalt in einem solchen Raum zu einer 10 %-igen Ausschöpfung des TDI-Wertes, bei 8 Stunden Aufenthalt zu einer 3 %-igen Ausschöpfung. Entsprechend führt unter „worst-case“-Annahmen eine PCB-Raumluftbelastung von:

3.000 ng/m<sup>3</sup> bei 8 Stunden zu einer Ausschöpfung des TDI-Wertes von 35 %,

9.000 ng/m<sup>3</sup> bei 8 Stunden zu einer Ausschöpfung des TDI-Wertes von ca. 100 %.

Dabei ist nochmals darauf hinzuweisen, dass der TDI-Wert als Vorsorgewert bei lebenslang täglicher Belastung festgelegt ist. Weil der Vorsorgewert unter den genannten Annahmen bei einer Raumluftbelastung von 3.000 ng PCB/m<sup>3</sup> Luft bezogen auf 24 Stunden Aufenthalt in solchem Raum ausgeschöpft wäre, wurde der Gefahrenwert, der in der PCB-Richtlinie baurechtlich eingeführt worden ist, in dieser Höhe (als Jahresmittelwert und bezogen auf täglichen 24-stündigen Aufenthalt) festgelegt. Der in der PCB-Richtlinie sog. Sanierungsleitwert (< 300 ng/m<sup>3</sup>) gilt unabhängig von der Aufenthaltsdauer.

Zur Konkretisierung der PCB-Richtlinie stehen ergänzend Hinweise und Handlungsempfehlungen im Anhang zur Verfügung.

## 6. Linkliste - Weitere Informationen zu PCB

Eine Fachinformation der Umweltberatung Bayern finden Sie beim Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen.

► <http://www.umweltministerium.bayern.de/service/umwberat/ubbpcb.htm>

Den Fragebogen der derzeit laufenden Umfrage bei den Sachaufwandsträgern von Schulen und Kindergärten finden Sie beim Bayerischen Staatsministerium des Innern.  
 [http://www2.stmi.bayern.de/infothek/pdf/pcb\\_fragebogen.pdf](http://www2.stmi.bayern.de/infothek/pdf/pcb_fragebogen.pdf)

Für die laufende Umfrage stehen Ansprechpartner bei der jeweiligen Regierung zur Verfügung.  
▶ <http://www.bayern.de/Bayern/Regierungsbezirke>  
siehe auch: [http://www.stmukwk.bayern.de/a3/r6/pcb\\_ansprechpartner.html](http://www.stmukwk.bayern.de/a3/r6/pcb_ansprechpartner.html)

Zu gesundheitlichen Fragen finden Sie Ansprechpartner bei den Gesundheitsämtern in den Landratsämtern. Diese haben auch ein Info-Telefon: „PCB – gesundheitliche Fragen?“ eingerichtet. ▶ <http://www.bay-landkreistag.de/lkt/karte/alpha.html>

Bayerisches Landesamt für Arbeitsschutz, Arbeitsmedizin und Sicherheitstechnik (Geben Sie dort einfach „PCB“ in die Suchmaschine ein). ▶ <http://www.lfas.bayern.de>

Gefahrstoffinformationssystem der gewerblichen Berufsgenossenschaften  
▶ <http://www.hvbg.de/d/bia/fac/zesp/zesp.htm>  
Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg:

Texte und Berichte zur Altlastenbearbeitung Band 16/95 : Stoffbericht Polychlorierte Biphenyle (PCB) <http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/alfaweb/berichte/tba16-95/pcb.html>

Zur Innenraumlufthygiene allgemein: Landesuntersuchungsamt für das Gesundheitswesen Südbayern ▶ <http://www.luas.bayern.de/btiraum.htm>

GERMAN ENVIRONMENTAL INFORMATION NETWORK KUMWELTINFORMATIONEN NETZ  
DEUTSCHLAND ▶ <http://www.gein.de/>

ferner - und nicht nur zum aktuellen Fall in Nürnberg - Gesundheitsamt der Stadt Nürnberg:  
▶ [http://www.gesundheit.nuernberg.de/aktuelles/aktuelles\\_pcb\\_4.html](http://www.gesundheit.nuernberg.de/aktuelles/aktuelles_pcb_4.html)

sowie Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin (IPASUM) der Universität Erlangen-Nürnberg <http://www.arbeitsmedizin.uni-erlangen.de>

## 7. Anhang

### PCB – Hinweise zur Beurteilung und Handlungsempfehlungen zur Gesundheitsvorsorge in Schulen und Kindertageseinrichtungen

Im Vordergrund der derzeitigen Umfrage steht der Vollzug der **PCB-Richtlinie**:

Identifizieren evtl. belasteter Gebäude nach im Wesentlichen baulichen Gesichtspunkten und ggf. mittels Raumluftmessungen. Daraus sind im Einzelfall erforderliche und geeignete Maßnahmen zur Expositionsminimierung abzuleiten. Die PCB-Richtlinie beinhaltet als Ziel, dass mit geeigneten Maßnahmen ein langfristig tolerabler **Zielwert von  $< 300 \text{ ng PCB / m}^3$  Raumluft** (Sanierungsleitwert, als Jahresmittelwert, unabhängig von Aufenthaltsdauer) erreicht werden soll.

Als **Gefahrenwert** (zur Abwehr einer möglichen Gefahr für Leben oder Gesundheit) nennt die Richtlinie eine Raumlufkonzentration von  **$> 3.000 \text{ ng PCB / m}^3$  Raumluft** (als Jahresmittelwert, bezogen auf täglichen 24-stündigen Aufenthalt). Jenseits des Gefahrenwertes erlaubt das Bauordnungsrecht in Verbindung mit der Richtlinie erforderlichenfalls baurechtliches Einschreiten. Für Fälle in denen momentan aufgrund noch lückenhafter Datenlage nicht entschieden werden kann, ob der Gefahrenwert als Jahresmittelwert unterschritten ist, hat die Interministerielle Koordinierungsgruppe PCB am 03.09.2001 mehrheitlich vorsorglich empfohlen:

Solche Räume, in denen PCB-Belastungen von über  $3.000 \text{ ng / m}^3$  Raumluft gemessen wurden, sollten für Zwecke des Schulunterrichts oder für Daueraufenthalt vorsorglich nicht genutzt werden bis durch weitere Untersuchungen entschieden ist, ob der Gefahrenwert (im Jahresmittel) unterschritten ist.

**Raumlufuntersuchungen** sollen entsprechend der PCB-Richtlinie nach der VDI-Richtlinie 4300 Blatt 2 von erfahrenem und für PCB-Raumlufmessung akkreditiertem Labor durchgeführt werden. Dabei kann als Screening- und / oder Erstuntersuchung eine „worst-case“-Untersuchung vorgenommen werden. Weitere Untersuchungen, die auch zur Ermittlung des Jahresmittelwertes angezeigt sind, sollen unter realistischen Nutzungsbedingungen, wie in der VDI-Richtlinie angegeben, erfolgen.

Eventuelle **Sanierungsmaßnahmen** sind mit äußerster Sorgfalt zu planen und durchzuführen. Auch die Belange des Arbeitsschutzes und der fachgerechten Entsorgung sind zu berücksichtigen. Für die Sanierung eines PCB-belasteten Gebäudes gilt als Zielwert:  $< 300 \text{ ng PCB/m}^3$  Luft. Er wird allerdings, wie zahlreiche Erfahrungen lehren, meist nicht schon

unmittelbar zum Abschluss der baulichen Sanierungsmaßnahmen erreicht. Lüften und Nassreinigung sind noch fortzusetzen.

**Blutuntersuchungen** auf PCB (Humanbiomonitoring) werden in diesem Zusammenhang derzeit grundsätzlich nicht empfohlen. Gründe dafür sind insbesondere die analytischen Schwierigkeiten bei der Bestimmung in Höhe umweltrelevanter Belastungen (Nachweisgrenze), das Fehlen von Normalwerten (sog. HBM-Werte) zur gesundheitlichen Beurteilung und von sog. Referenzwerten (statistische Vergleichswerte nicht belasteter Personen) für niederchlorierte PCB, die bei Raumluftbelastungen in aller Regel vor allem von Interesse und Bedeutung sind. Hierzu werden wichtige Erkenntnisse aus der laufenden Studie in Nürnberg erwartet. Das Dargelegte schließt nicht aus, dass in Einzelfällen bei besonderer Expositionssituation Blutuntersuchungen vorgenommen werden können. Den genannten Schwierigkeiten ist bei der Durchführung und Interpretation entsprechend Aufmerksamkeit zu schenken.

Ergebnisse einer Blutuntersuchung auf PCB besitzen in der Regel nur sehr geringe Aussagekraft hinsichtlich einer Belastungsquelle. Solche Untersuchungen haben eher vorsorglichen Charakter, um fraglich höheren Belastungen nachzuspüren. Bei Raumluftkonzentrationen  $< 1000 \text{ ng} / \text{m}^3$  im Jahresmittel ist i.d.R. kein Nachweis im Blut zu erwarten. Ausdrücklich hinzuweisen ist auf die hohen Qualitätsanforderungen an die PCB-Analytik vor allem im Humanbiomonitoring. Es kommen nur erfahrene Labors, die an Ringversuchen erfolgreich teilnehmen, in Frage.

Nach Einschätzung nationaler wie internationaler Fachgremien, wie z.B. dem American Council of Science and Health (1997) kann grundsätzlich folgende **vorläufige gesundheitliche Einschätzung** gegeben werden:

Eine Belastung mit PCB in Höhe der analytischen Nachweisgrenze oder auch im Bereich der allgemeinen sog. Hintergrundbelastung der Bevölkerung gibt keinen Anlass zur Sorge, dass dadurch konkrete Gesundheitsgefahr bestünde. Gesundheitliche Störungen lassen sich weder allgemein noch im Einzelfall konkret (mono-)kausal auf solche Belastung zurückführen.

Generell ist ein Minimieren der Belastung mit PCB wegen deren potentieller, aber dosisabhängiger Giftigkeit und des Verdachts ihrer möglichen krebsfördernden Wirkung (jedenfalls für die meisten der 209 Kongenere wird eine solche promovierende, nicht initierende Wirkung als „möglich“ erachtet) angebracht.

Auch nach Einschätzung z.B. des Umweltbundesamtes (1999) trägt die aus Innenraumluftbelastungen resultierende individuelle innere PCB-Belastung zu der durch Blutuntersuchung feststellbaren integralen Belastung (Gesamtsumme über die Jahre), die im Wesentlichen (ca. 70 – 90 %) aus dem Verzehr von Lebensmitteln (vor allem tierische Fette) herrührt, vergleichsweise nur wenig bei.

Die **gesundheitliche Beurteilung**, die der PCB-Richtlinie zu Grunde, beruht auf der Angabe einer PCB-Dosis, die täglich lebenslang ohne gesundheitliche Gefahr aufgenommen werden kann (TDI-Wert von  $1\mu\text{g PCB / kg Körpergewicht}$ ). Die toxikologische Beurteilung der PCB, das Verfahren der TDI-Ableitung und der TDI-Wert selbst werden von internationalen und nationalen Fachgremien aktuell mit der Frage überprüft, ob Änderungsbedarf besteht.

Auch wenn derzeit nicht absehbar ist, inwieweit daraus ein Änderungsbedarf für die PCB-Richtlinie erwachsen wird, gibt es doch gute Gründe dafür, für die praktische Umsetzung **im Bereich der Gesundheitsvorsorge ergänzende und konkretisierende Handlungsempfehlungen** zu formulieren.

Die nachfolgenden Handlungsempfehlungen besitzen keine unmittelbare rechtliche Bindungswirkung und beinhalten keine Eingriffsbefugnis. Sie stellen eine fachliche Empfehlung für Gebäudeeigentümer und insbesondere für Sachaufwandsträger von Schulen und Kindertagesstätten dar.

Eine Anmerkung: Zu erklären, weshalb, wie und wozu solche Hygienemaßnahmen im Innenraum - allgemein und speziell - durchgeführt werden, kann sinnvoller Beitrag zur Gesundheitserziehung sein. Themen dabei können u.a. sein: Raumklima, Ursachen und mögliche Wirkungen von Schadstoffen, Schimmelpilze und andere biologische Agenzien, Allergene u.a. sowie Abhilfemaßnahmen.

Die Handlungsempfehlungen sind in einer Tabelle (s.u.) dargestellt und beinhalten vor allem Maßnahmen eines **Hygienemanagements für Innenraumluft**.

Grundsätzlich zählen dazu:

- Sofortige Kontrollmessung und weitere Messungen zur Bestimmung des Jahresmittelwertes
- Unverzügliches Aufsuchen und soweit möglich Entfernen von primären und sekundären PCB-Quellen (und ggf. anderer Schadstoffquellen oder Hygienemängel)
- Erstellen und Festlegen eines Sanierungskonzeptes
- Festlegen von Reinigungsmaßnahmen und -intervallen, dabei

- Entstaubungsmaßnahmen, Verkürzung der Nassreinigungsintervalle
- Festlegung von regelmäßigen Lüftungsintervallen (z.B. in Klassenzimmern nach jeder Unterrichtsstunde für ca. 5 Minuten Stoß- und Querlüftung)
- Festlegen der Maßnahmen in einer verbindlichen „Betriebsanweisung“  
und
- Überwachung der Durchführung
- Erfolgskontrolle durch Raumluftmessungen (Häufigkeit nach Belastung im Einzelfall)
- ggf. Verkürzung der Nutzungsdauer eines Raumes (Aufenthaltsdauer)
- ggf. Nutzungsänderung

Die Festlegung im Einzelfall geeigneter Maßnahmen hat unter Berücksichtigung örtlicher und auch organisatorischer Belange und Möglichkeiten durch den verantwortlichen Gebäudeeigentümer bzw. Sachaufwandsträger und/oder Leiter der Einrichtung zu erfolgen. Eine Hilfe bietet dabei der „Leitfaden für die Innenraumlufthygiene in Schulgebäuden“, herausgegeben von der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes, Juni 2000.

Die Gesundheitsämter stehen für Fragen der Innenraumlufthygiene gerade in Schulen und Kindertagesstätten beratend zur Verfügung. Es wird weiter empfohlen, für die notwendigen Maßnahmen eine „Betriebsanweisung“ im Einvernehmen mit den Vertretern der Eltern, der Schüler und Lehrer zu erlassen. Im Interesse einer erfolgreichen Risikokommunikation sollten alle Beteiligten und Betroffenen frühzeitig und offen informiert und in Entscheidungen eingebunden werden. Hierzu empfiehlt die Interministerielle Koordinierungsgruppe PCB, vor Ort „Runde Tische“ einzurichten. An diesen sollen neben dem verantwortlichen Sachaufwandsträger und dem Leiter der Einrichtung insbesondere ein Bausachverständiger, das örtliche Gesundheitsamt, ein Vertreter der Eltern und – in Schulen - der Schülermitverwaltung vertreten sein.

Die Maßnahmen dienen entscheidend einer unmittelbaren Verringerung der PCB-Belastung der Raumluft und der Minderung der individuellen Exposition; sie sind insoweit umweltmedizinisch-präventiv orientiert (Gesundheitsvorsorge). Die empfohlenen Zeitstufen zur Verringerung der Raumluftbelastung dienen darüber hinaus auch dem übergeordneten umwelthygienischen Ziel der generellen PCB-Minimierung im Lebensumfeld.

## Hinweise zur Beurteilung von PCB-Belastungen im Innenraum und Handlungsempfehlungen im Bereich der Gesundheitsvorsorge in Schulen und Kindertageseinrichtungen

Belastung als Jahresmittelwert	Bemerkung	Zeitraum	Maßnahmen
> 3.000 ng/m <sup>3</sup> bez. auf 24 Stunden Aufenthaltsdauer	Gefahrenwert nach PCB-Richtlinie;	Sofort	ggf. baurechtliches Einschreiten, Nutzungsänderung, Sanierung

### Vorsorgebereich

Belastung jeweils ng PCB / m <sup>3</sup> Raumluft	Bemerkung jeweils Jahresmittelwert, <u>ohne rechnerischen Bezug zu Aufenthaltsdauer</u>	Zeitraum, in dem die <b>nächst bessere Stufe angestrebt werden soll</b>	Maßnahmen
> 3.000	Nutzung erforderlich?  9.000 als höchster Einzelwert*	6 Monate	(primäre/ sekundäre) Quellen suchen und beseitigen, Sanierungsplan festlegen, kontrolliertes Lüften, Staub entfernen, Nassreinigen, ggf. Nutzungsdauer beschränken oder Nutzungsart ändern, begleitende Kontrollmessungen
3.000 - 1.000	6.000 als höchster Einzelwert*	ca. 2 Jahre	
1.000 - 300	3.000 als höchster Einzelwert*	ca. 3 Jahre	
< 300	Sanierungsleitwert, vgl. PCB-Richtlinie langfristig		Fortführen von Lüftungs- und Reinigungsmaßnahmen
PCB-Konz. wie in Außenluft	auf Dauer anzustreben		

\* soweit für Exposition von Raumnutzern bedeutsam (Entscheidung im Einzelfall)

**Gesundheit und Umwelt  
Materialien zur Umweltmedizin**

**Herausgeber:**

**Bayerisches Staatsministerium für  
Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz**

**Referat Umweltbezogene Gesundheitsvorsorge  
Umweltmedizin, Gesundheitsverträglichkeit**

**2 – 09/2001**