



Landesinstitut für  
Bauwesen  
des Landes NRW

***PCB  
in Gebäuden  
-Nutzerleitfaden***



***LB Ratgeber***



Landesinstitut für  
Bauwesen  
des Landes NRW

Das Landesinstitut für Bauwesen (LB) ist eine Einrichtung des Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen (MSWKS).

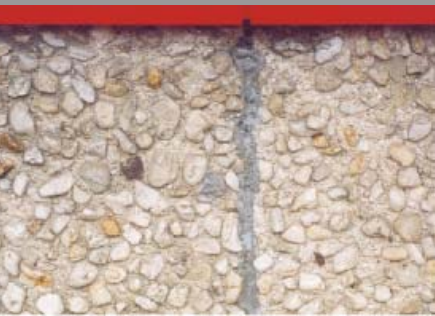
Es befasst sich mit Themen der Bauplanung, Bautechnik, der Bauwirtschaft und den regenerativen Energie. Ziel des Instituts ist, dass in Nordrhein-Westfalen nachhaltig und zukunftsfähig gebaut wird. Das LB entwickelt Innovationen, fördert nach unterschiedlichen Landesprogrammen und vermittelt Fachwissen an alle Beteiligten.

Diese Ratgeber-Reihe wendet sich besonders an Bauherren und Nutzer.

# Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4	6	Fallbeispiele für die PCB-Sanierungspraxis	42
2.	Was sind PCB?	6	6.1	Fall 1: Schulräume der Kommune X	42
3.	PCB-Quellen in Gebäuden	8	6.2	Fall 2: Rundsporthalle der Kommune Y	44
4.	PCB-Aufnahme und gesundheitliche Auswirkungen	18	6.3	Fall 3: Schule der Kommune Z	46
4.1	PCB-Aufnahme des Menschen	19	7	Anhang	48
4.2	PCB-Wirkungen	21	7.1	Checkliste bei Verdachts- und Schadensfall von PCB-Belastung in Gebäuden	48
5.	Vorgehensweise in Verdachts- und Sanierungsfällen	24	7.2	Wichtige gesetzliche Vorgaben zur PCB-Sanierung	52
5.1	Vorgehen im Verdachtsfall	25	7.3	Handelsnamen und Hersteller von PCB-Produkten	53
5.2	Vorgehen im Sanierungsfall	31	7.4	Informationen zu PCB	54
5.3	Transparenz während der Sanierung	40	7.5	Glossar	55

# 1. Einleitung



Alle in diesem Ratgeber beschriebenen Tätigkeiten der Probenahme, Messung, Sanierung und Reinigung dürfen ausschließlich von Fachleuten durchgeführt werden. Die Beschreibungen sind daher nicht als Anleitung zur Sanierung in Eigenregie zu verstehen, sondern sie sollen darüber informieren, welche Maßnahmen ergriffen werden können bzw. müssen, sowie eine Kontrolle der Sanierungsarbeiten ermöglichen.

## **PCB in Gebäuden - Nutzerleitfaden**

Der Umgang mit PCB-belasteten Baustoffen und Bauteilen in Gebäuden rückt immer dann wieder in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses, wenn in Schulen, Kindergärten oder anderen öffentlich zugänglichen Gebäuden PCB-Belastungen vermutet oder entdeckt werden. Das Vorgehen im Verdachtsfall, die Bewertung von Messergebnissen, zu beachtende Richt- und Grenzwerte sind jedoch für Betroffene ohne Fachkenntnisse schwer zugängliche Vorgänge. Die Brisanz des Themas und ein festgestellter Informationsmangel im Umgang mit der PCB-

Problematik haben dazu geführt, den vorliegenden LB-Ratgeber zu erstellen. Damit soll es Nutzern, Zuständigen und Betroffenen ohne Fachkenntnisse sowie der Öffentlichkeit ermöglicht werden, einen Einstieg in die PCB-Problematik zu finden, inhaltliche Hürden beiseite zu räumen und zu informierten Diskussionspartnern in den lokalen Gremien zu werden. Es steht der Informationstransfer zu bautechnischen Aspekten der PCB-Bewertungen und PCB-Sanierungen im Vordergrund, es werden aber auch der heutige Wissensstand über die PCB-Problematik angesprochen und konkrete Beispiele über PCB-Sanierungen dargestellt.



Abb.1 Podiumsdiskussion in einem PCB-belasteten Gebäude

## 2.

### Was sind PCB ?



PCB ist die Abkürzung für Polychlorierte Biphenyle. PCB gehören zur Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe (siehe Glossar) und sind synthetisch hergestellte Verbindungen, die in der Natur nicht gebildet werden. Das Grundmolekül der PCB ist das Biphenyl, an dem sich anstelle von Wasserstoffatomen zwischen ein und zehn Chloratome in unterschiedlicher Anzahl und Anordnung anlagern können.

Aufgrund der variablen Kombinationsmöglichkeiten der Chloratome am Grundmolekül sind theoretisch 209 verschiedene Verbindungen, PCB-Kongeneren genannt (siehe Glossar), möglich. Die verschiedenen Einzelkongeneren werden mit Zahlen von 1 bis 209 charakterisiert (z.B. PCB Nr. 153). In den produzierten PCB-Gemischen kommen etwa 120 der 209 möglichen Verbindungen vor.

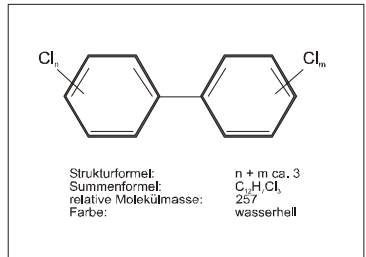


Abb. 2 Strukturformel, Grundmolekül Biphenyl (und mögliche Chloratom-Positionen)

Als chemisch reine Einzelsubstanz bilden PCB weiße Kristalle, während technische PCB-Gemische abhängig von ihrem Chlorgehalt flüssige bis zähflüssige Öle bilden. Sie sind farblos bis hellbraun sowie geruchs- und geschmacksfrei. PCB sind in den meisten organischen Lösungsmitteln und in Fetten leicht löslich (lipophil), in Wasser hingegen kaum (hydrophob).

### **Eckdaten der PCB-Produktion**

- ❑ Erstmals wurden PCB im Jahre 1864 im Labor synthetisiert.
- ❑ Die großtechnische Herstellung begann 1929.
- ❑ Weltweit wurden seitdem etwa 1,5 Millionen Tonnen PCB produziert.
- ❑ Mit weltweit etwa 70.000 Jahrestonnen wurde Anfang der 70er Jahre die größte Produktionsmenge erreicht

PCB fanden bis Anfang der siebziger Jahre breite Verwendung in der Baustoff- und Elektroindustrie, da sie einige günstige technische Eigenschaften aufweisen:

### **Eigenschaften von PCB**

- ❑ wasserunlöslich und chemisch stabil gegenüber Hitze, Licht, Säuren und Basen, dadurch
- ❑ hohe Brandfestigkeit (PCB verbrennt erst bei einer Temperatur von ca. 1000<sup>0</sup> C)
- ❑ gute Alterungsbeständigkeit
- ❑ gute elektrische Isoliereigenschaften
- ❑ gute Wärmeleitfähigkeit
- ❑ geringe akute Toxizität
- ❑ preisgünstig in der Herstellung

Bei der großtechnischen Herstellung entstehen nicht einzelne PCB-Kongenerere, sondern stets Gemische von 50 bis 70 dieser PCB-Verbindungen, wovon ca. 10 Kongenerere die Hauptmenge ausmachen und etwa die Hälfte noch in Konzentrationen über einem Prozent vertreten sind. Die produzierten PCB-Gemische unterscheiden sich je nach Hersteller und Produkt in ihrem prozentualen PCB-Gehalt, der zwischen 21 und 68 liegen kann, sowie in den Mengenanteilen der einzelnen Kongenerere (siehe Kap.3)

Während der Synthese der PCB entstehen Verunreinigungen wie polychlorierte Naphthaline (PCN) und polychlorierte Dibenzofurane und -dioxine (PCDF/PCDD), die ebenfalls gesundheitsschädlich sind. Da sich diese produktionstechnisch nicht vermeiden lassen, wurden die PCB vor der Endabgabe weitmöglichst gereinigt. Die Restbestände erschweren aber bis heute die Beurteilung der PCB-Wirkungen auf die Gesundheit. (siehe Kap 4).

### 3. *PCB-Quellen in Gebäuden*



PCB-Gemische wurden vor allem in Produkten der Bau-, Elektro-, Chemie- und Papierindustrie eingesetzt. Aufgrund ihrer günstigen technischen Eigenschaften (siehe Kap 2: Was sind PCB?) dienten sie in Form technischer Zuschlag- und Hilfsstoffe u.a. als Weichmacher in Kunststoffen, Isolierflüssigkeit in elektrotechnischen Anlagen, Hydrauliköle und Schmiermittel, Imprägnier- und Flammschutzmittel sowie als Trägersubstanz für Insektizide.

In Deutschland waren z.B. technische PCB-Gemische mit den Handelsnamen Clophen und Aroclor weit verbreitet. Eine Übersicht bekannter Handelsnamen und Hersteller findet sich im Anhang 7.3. In Gebäuden wurden PCB-Gemische primär als Weichmacher für Dichtungsmassen und Flammschutzmittel für Anstriche verwendet. Weiterhin findet man PCB in Isolierflüssigkeiten von elektrotechnischen Bauteilen wie Transformatoren und Kondensatoren.



Abb. 3 Seitenansicht Schule, Klinker

Der typische Einsatzort für PCB-haltige Baumaterialien sind Gebäude, die in Elementbauweise erstellt wurden. Bei diesen als Platten- oder Großtafelbauweise bekannten Bausystemen wurden die Fugen zwischen den Bauteilen mit dauerelastischen Dichtungsmassen abgedichtet, die in vielen Fällen PCB enthielten.

PCB-haltige Materialien wurden aber auch in Dehn- und Anschlussfugen anderer Gebäude sowie im Innenausbau eingesetzt. Im Umkehrschluss bedeutet dies im Regelfall, dass in konventionellen Bauweisen errichtete Gebäude mit geringerer Wahrscheinlichkeit PCB-belastet sind.

<b>Funktion &amp; Einsatz</b>	<b>Erläuterung von Art und Bedeutung des Einsatzgebietes</b>	<b>Bedeutung für die Luftbelastung in Innenräumen</b>
Dielektrikum, Isolier- und Kühlflüssigkeit in Elektrobauteilen: Kondensatoren, Transformatoren, Gleichrichter, Leuchtstoffröhren	Weit mehr als die Hälfte der PCB-Produktion wurden in elektrischen Bauteilen verwendet - im Regelfall Einsatz in geschlossenen Systemen	Freisetzung von PCB aus defekten Bauteilen kann zu hohen Konzentrationen in den Innenraumluft führen
Hydrauliköl	Hauptsächliches Einsatzgebiet Bergbau, geschlossene Systeme	Keine Einsatzfälle mit Auswirkungen auf die Innenraumluft beschrieben
Weichmacher und Flammschutzmittel für Lacke und Harze	Öl-, Emulsions-, Flammschutzanstriche (z.B. in Deckenplatten): Polyurethan-, Chlorkautschukanstriche sowie Druck-, Dispersions-, Vinylchlorid-, Nitrocellulose-, Epoxydharz-, Polyurethan-, Textil-, Polyvinylacetatfarben, Polituren, Überzüge für Silikon-Harz-Filme, Tinten, Fußboden-, Beton-, Holzbeschichtungen	Anstriche mit stark PCB-haltigen Farben (z. B. Chlorkautschukanstriche) können zu erheblichen Schadstoffbelastungen führen
Weichmacher in Kitten, Spachtel- und Vergussmassen sowie dauerelastischen Dichtungsmassen	Bedeutende Verwendung in Dichtungsmassen	Dauerelastische Dichtungen stellen eine bedeutende Quelle für PCB-Belastungen der Innenraumluft dar
Weichmacher für Kunststoffe	Kabelummantelungen	Keine Innenraumkontaminationen durch PCB-haltige Kunststoffe dokumentiert; PCB-Hintergrundbelastung
Schmiermittel	Getriebeöle, Bohröle, Hochdruckpumpenöle, Schraubenfette, Immersionslösungen	Eventuell Luftbelastungen an Arbeitsplätzen; Probleme in Innenräumen sind nicht dokumentiert
Papierbeschichtungsmittel	kohlefreies Durchschlagpapier, Hermopapier, Glasfilterpapier	Lagerung großer Mengen am PCB-behandeltem Papier könnte zu hohen Belastungen der Innenraumluft führen
Klebstoffe	Wenig bedeutsames Einsatzgebiet	Keine Auswirkungen auf Innenraumluftbelastung dokumentiert
Zusatz zu Insektiziden und Pflanzenschutzmitteln	PCB wurde vorrangig als Formulierungshilfsmittel eingesetzt	Keine Auswirkungen auf Innenraumluftbelastung dokumentiert

Tabelle 1 Eine Übersicht über die verschiedenen Einsatzgebiete von PCB und ihre Bedeutung für PCB-Belastungen der Raumluft

Bei den Einsatzbereichen von PCB wird zwischen **offenen und geschlossenen Systemen** unterschieden:

In **offenen Systemen** stehen die PCB-haltigen Materialien in direktem Kontakt mit der Raumluft oder angrenzenden unbelasteten Materialien. Offene PCB-haltige Materialien (Fugenmassen, Anstriche) stellen aufgrund ihres direkten Austausches mit der Raumluft die primär zu sanierenden PCB-Quellen dar.

In **geschlossenen Systemen** sind die PCB-haltigen Materialien im funktionstüchtigen Zustand von der Raumluft und angrenzenden

Materialien vollständig abgetrennt. Geschlossene Systeme (z.B. Lampencondensatoren) können nur im defekten, d.h. undichten Zustand zu einer PCB-Belastung beitragen.

Von 1955 bis 1975 fand PCB in Bauprodukten intensive Verwendung. Berücksichtigt werden müssen vorsorglich aber auch die frühen Anfänge des PCB-Einsatzes zu Beginn der Fünfziger Jahre sowie die Nutzung von Restbeständen PCB-haltiger Bauprodukte nach 1978. So können beispielsweise auch nach dem Verbot von PCB in offenen Systemen (s. *Kasten Gesetzliche Regelungen zu PCB*) noch Restbestände eingesetzt worden sein.



Abb. 4 Außenfuge  
Fassade

Aus diesen Gründen wird eine Verwendung von PCB-belasteten Baustoffen und Bauteilen in Gebäuden zwischen 1950 und 1980 angenommen. Für elektrotechni-

sche Bauteile wurde die Verwendung von PCB seit 1989 (mit Übergangsfristen bis Ende 1999/2010, siehe Kasten *Gesetzliche Regelungen zu PCB*) untersagt.

### Gesetzliche Regelungen zu PCB

- Die **Verwendung von PCB für offene Systeme** wurde 1978 in den alten Bundesländern verboten (PCB-Verbotsverordnung 1978, seit 1993 durch die Chemikalien-Verbotsverordnung).

Die **Herstellung** von PCB in Deutschland wurde 1983 eingestellt.

- Die **Verwendung und das Inverkehrbringen aller PCB-haltigen Produkte** wurde in Deutschland 1989 durch die Verordnung zum Verbot von polychlorierten Biphenylen, polychlorierten Terphenylen und zur Beschränkung von Vinylchlorid verboten.

- Für die Beseitigung PCB-haltiger Produkte galten verschiedene **Übergangsregelungen**: Geregelt Kondensatoren mit mehr als ein Liter PCB-/PCT-haltiger Flüssigkeit mussten bis Ende 1993 außer Betrieb genommen werden. Für den Ersatz der übrigen PCB-haltigen Produkte wurde eine Übergangszeit von zehn Jahren eingeräumt. Das heißt, bis 1999 mussten bereits in den Verkehr gebrachte Erzeugnisse mit einem PCB-Gehalt von mehr als 50 mg pro kg stufenweise außer Betrieb genommen werden.

- Die **Dekontamination und Beseitigung** muss in den EU-Ländern bis Ende 2010 erfolgen (EU-Richtlinie 96/59/EG). Die Umsetzung der Richtlinie ist in Deutschland durch die PCB-Abfallverordnung geregelt, die der Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten dient. Sie enthält Vorgaben kontrollierter Beseitigung der PCB, die Dekontaminierung oder Beseitigung PCB-haltiger Geräte und/oder die Beseitigung von PCB-Abfall.

Quellen für die PCB-Raumluftbelastung können Bauprodukte sein, in denen PCB eingesetzt wurden wie auch Materialien, die PCB erst nachträglich über die Raumluft aufgenommen haben. Man unterscheidet:

**Primärquellen** als Systeme, denen PCB zur Erzielung gewünschter Eigenschaften zugegeben wurden. Hierzu zählen offene Systeme wie z.B. Fugendichtungsmassen und Anstriche sowie undichte geschlossene Systeme wie z.B. Kondensatoren.

**Sekundärquellen** enthielten dagegen ursprünglich keine PCB. Sie nehmen jedoch PCB aus der Raumluft bzw. Primärquellen auf und können diese auch nach einer Entfernung der Primärquellen über Jahre hinweg wieder an die Raumluft abgeben. Bedeutende Sekundärquellen sind Materialien, die eine große Oberfläche (z.B. Möbel, Fußbodenbeläge, Wand- und Deckenbekleidungen und -anstriche) und gute PCB-adsorbierende Eigenschaften aufweisen (z.B. Staub, Lacke und Kunststoff-Flächen).

### **Primärquellen - Offene Systeme**

In offenen Systemen wurden insgesamt etwa 24.000 t PCB eingesetzt. Dabei kamen PCB großflächig als Beschichtung bestimmter Deckenplatten (Fa. Wilhelmi bis 1972), als Zusätze von Farben und Lacken sowie in ihrer mengenmäßig bedeutendsten Verwendung als Weichmacher in dauerelastischen Dichtungsmassen zur Anwendung.

**PCB-haltige Dichtungsmassen** wurden hauptsächlich in den Jahren zwischen 1955 und 1972 hergestellt, wobei das Verwendungsmaximum zwischen 1964 und 1972 lag. Aufgrund der unbekannteren exakten Zeiträume zwischen den ersten PCB-Einsätzen in Gebäuden und der Verwendung von Restbeständen wird von einem maximalen Einsatzzeitraum zwischen 1950 und 1980 ausgegangen (s.o.). In der ehemaligen DDR wurden keine PCB-haltigen Fugenmassen hergestellt. In den alten Bundesländern wurden unter dem Handelsnamen *Thiokol* dauerelastische Dichtungsmassen mit einem



Abb. 5 Wand-Decken-Fuge

## Fundstellen für Dichtungsmassen

- ❑ Dehnungsfugen zwischen Gebäudeabschnitten
- ❑ Fugen zwischen Fertigteilen
- ❑ Anschlussfugen im Fensterbereich
- ❑ Anschlussfugen zwischen Boden und Wand
- ❑ Dehnungsfugen in Fußböden
- ❑ Anschlussfugen zwischen Treppe und Wand
- ❑ Fugen um Türzargen
- ❑ Sanitär-fugen (selten)
- ❑ Fugen an Spannhülsen

Marktanteil von 80 bis 90 Prozent vertrieben; allerdings enthielten nicht alle Thiokol-Dichtungsmassen PCB. Da PCB-haltige Dichtungsmassen durch Augenschein nicht zweifelsfrei von

PCB-freien zu unterscheiden sind, ist eine eindeutige Aussage bzgl. des PCB-Gehaltes nur durch eine Materialanalyse möglich.



Abb. 6 PCB-haltige Fensterfuge

## Als PCB-verdächtig können Dichtungsmaterialien gelten, die

- dauerelastisch sind
- eine graue oder braune Materialfarbe aufweisen
- im Zeitraum 1950 bis 1980 eingebaut wurden.

### **Primärquellen - Geschlossene Systeme**

In geschlossenen Systemen wurden Schätzungen zufolge insgesamt ca. 59.000 t PCB eingesetzt, wobei 46.500 t PCB auf die Elektroindustrie und 12.500 t auf Hydraulikflüssigkeiten für den Steinkohle-Bergbau entfielen. Geschlossene Systeme werden erst dann zur PCB-Primärquelle, wenn die Behälter beschädigt werden, auslaufen oder brennen.

PCB wurden in geschlossenen Systemen verwendet:

- als Kühl- und Isolierflüssigkeiten in Transformatoren, Kondensatoren, Widerständen und Gleichrichtern
- als Öle in hydraulischen Geräten (Bergbau)
- als Schmier- und Getriebeöle

Für den Baubereich relevant sind vor allem Kleinkondensatoren und Transformatoren in Technikräumen. In Kondensatoren wurden in Westdeutschland etwa 20.000 t PCB eingesetzt. In Gebäuden fanden sie vor allem Verwendung als Kleinkondensatoren in Leuchtstofflampen und Haushaltsgeräten. Defekte

Kleinkondensatoren in Leuchtstofflampen älteren Datums können erfahrungsgemäß als PCB-Primärquelle wirken. Die Kondensatorenhäuser werden im Laufe der Zeit undicht und die PCB-haltige Isolierflüssigkeit tritt aus (Indiz: honigfarbene Flecken). In vielen Kommunen wurden PCB-haltige Lampenkondensatoren in öffentlichen Gebäude bereits ausgetauscht. Beim Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI) (siehe Informationsquellen) kann ein kostenloses Merkblatt mit einer Kondensatoren-Typenübersicht angefordert werden.

### **Sekundärquellen**

Durch eine oft jahrzehntelange Belastung der Raumluft mit PCB sind Sekundärquellen in der Regel in ihren Oberflächen mit Konzentrationen ab 10 mg PCB/kg und mehr belastet. Diese Materialien geben die aufgenommenen PCB wieder an die Raumluft ab und tragen meist wesentlich zur PCB-Gesamtbelastung bei. In den meisten Fällen übersteigt die PCB-Belastung der Raumluft aufgrund der Ausgasung aus Se-

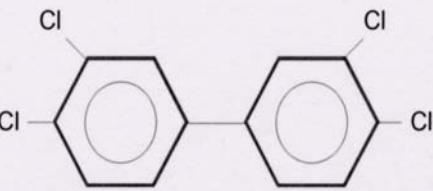
kundärquellen den Sanierungszielwert selbst noch nach vollständiger Entfernung der Primärquellen. Aus diesem Grund stellt die Berücksichtigung von Sekundärquellen ein wichtiges Element in der Sanierungsplanung dar. Als Sekundärquellen wirken insbesondere adsorbierende (siehe Glossar) Materialien mit großen Oberflächen. Da PCB lipophil (fettliebend) sind, reichern sie sich insbesondere in Anstrichen, Kunststoff-Oberflächen, Linoleum, Möbeloberflächen und auch Kabelummantelungen an.

Demgegenüber sind die PCB-Gehalte an der Oberfläche von unbehandeltem Metall äußerst gering. Das Augenmerk bei der Suche nach potenziellen Sekundärquellen muss also auf große Oberflächen (Wände, Decken, Fußböden) und Einrichtungsgegenstände (z.B. Möbel, Gardinen, Textilien) gerichtet sein. Eine weitere wichtige Sekundärquelle können PCB-kontaminierte Stäube bilden, die, in unzugänglichen Bereichen abgelagert, leicht der Aufmerksamkeit der Untersuchung entgehen können.



Abb. 7 PCB- Austritt aus Leuchtstofflampenkondensatoren

## 4. PCB-Aufnahme und gesundheitliche Auswirkungen



Die Risiken, die mit der Verwendung von PCB verbunden sind, erkannte man erst Mitte der sechziger Jahre. 1966 wurde erstmals über die Existenz von PCB als Umweltchemikalien berichtet. Deren weltweites Vorkommen wurde in der Folgezeit in Lebensmitteln, Tieren und Umweltmedien nachgewiesen. Über die Anreicherung in der Nahrungskette und ihre Freisetzung aus PCB-haltigen Materialien erreichen die polychlorierten Biphenyle auch den Menschen.

Zu regelrechten PCB-Vergiftungen in größeren Bevölkerungsgruppen kam es vor rund 30 Jahren: 1968 verursachte PCB-kontaminiertes Reisöl in Japan bei mehr als 2000 Menschen zum Teil schwere Gesundheitsschäden („Yusho-Krankheit“), 1979 kam es in Taiwan zu einer ähnlichen Massenvergiftung. Durchgreifende staatliche Maßnahmen wurden erst in den siebziger Jahren getroffen, nachdem bereits große PCB-Mengen in die Umwelt gelangt waren. So wurde 1972 die PCB-Produktion in Japan, 1977 in den USA und 1983 in Deutschland eingestellt (siehe Info-Kasten: Gesetzliche Regelungen zu PCB, Seite 13).

PCB besitzen Eigenschaften, die für negative Wirkungen auf Gesundheit und Umwelt verantwortlich sind. Sie sind:

- ubiquitär, d.h. weltweit in allen Umweltmedien (Boden, Wasser, Luft) verbreitet
- in der Umwelt nur schwer biologisch abbaubar (persistent)
- leicht fettlöslich, dadurch reichern sich PCB in fetthaltigen Lebensmitteln an
- im menschlichen Organismus z.T. schwer abbaubar
- chronisch toxisch für Mensch und Tier
- verunreinigt mit polychlorierten Dibenzofuranen (und -dioxinen)
- im Brandfall eine Quelle für die Bildung von Dioxinen und Furanen
- problematisch zu entsorgen

## 4.1 PCB-Aufnahme des Menschen

Die PCB-Aufnahme in den menschlichen Organismus kann über die Nahrung, die Atemluft oder die Haut erfolgen. Über 90 Prozent der PCB werden über die Nahrung aufgenommen. Die Aufnahme über die Atemluft liegt bei durchschnittlich bis zu maximal 10 Prozent der Gesamtaufnahme – der Aufnahmepfad über die Haut spielt(e) nur bei direktem Kontakt mit PCB-haltigen Stoffen, Arbeitsunfällen und für Berufsgruppen in der Chemieindustrie eine Rolle.

Die PCB-Aufnahme ist stark von den individuellen Ernährungsgewohnheiten abhängig. So sind fettreiche Lebensmittel in der Regel stärker belastet als fettarme, tierische Lebensmittel stärker als pflanzliche, da es aufgrund der lipophilen Eigenschaft der PCB im Tier zu einer Anreicherung in Fettgewebe und Leber kommt.

Ein gesundheitlich wichtiger Aufnahmepfad ist zudem die Muttermilch: Über dieses fettreiche Lebensmittel können Säuglinge im Vergleich zu Erwachsenen ein Vielfaches der Menge an PCB aufnehmen (etwa 3000 Nanogramm PCB pro Kilogramm Körpergewicht und Tag). Die Untersuchungsergebnisse der letzten Jahre zeigen aber eine positive Entwicklung: Die PCB-Gehalte von Nahrungsmitteln und Muttermilch nehmen in Deutschland stetig ab, ein später Erfolg der PCB-Verbote von 1978 und 1989.

Aus der Luft bzw. der Raumluft stammen wie erwähnt durchschnittlich bis zu maximal etwa 10 Prozent der menschlichen PCB-Belastung. Jedoch verbringen wir als Bewohner der gemäßigten Klimazone heute die überwiegende Zeit unseres Lebens in Innenräumen (bis zu 90 Prozent). Daher muss der **Innenraumluft** im Sinne der

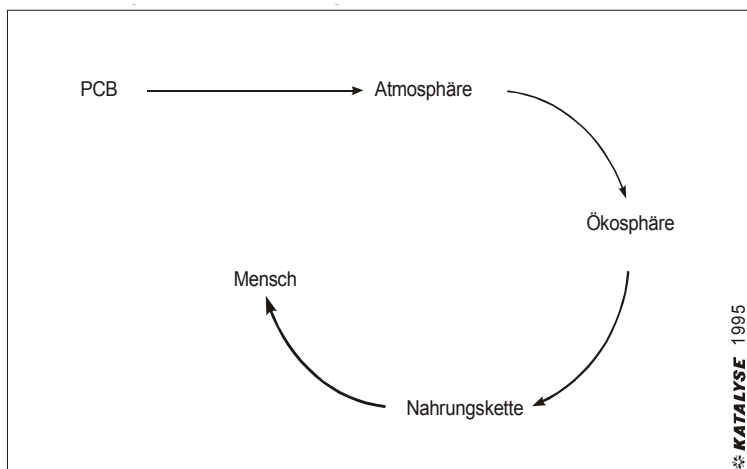


Abb. 8 Anreicherung von PCB in Nahrungsketten

Gesundheitsvorsorge eine erhöhte Aufmerksamkeit beigemessen werden (siehe Infobox Grenzwerte).

Die **Außenluft**belastung durch PCB kann selbst in Regionen mit starken Industrieemissionen wie beispielsweise im Ruhrgebiet mit ca. 1 bis 10 ng PCB/m<sup>3</sup> Luft vernachlässigt werden.

PCB reichern sich wegen ihrer hohen Persistenz (siehe Glossar) und großen Affinität (siehe Glossar) zu fettreichen Geweben im Organismus an. Sie lassen sich in fast allen menschlichen Geweben (z.B. Muskeln, Nervengewebe, Milz und Thymus, speziell auch Leber, wo die Metabolisierung (Verarbeitung, siehe Glossar) erfolgt) nachweisen. Zu den Risikogruppen gehören daher nicht nur Kinder und Heranwachsende mit erhöhtem Stoffwechselumsatz, sondern auch Menschen mit angeborenen oder erworbenen Leberschäden, bei denen Abbau und Ausscheidung von PCB gestört sind.

## 4.2 PCB-Wirkungen

Um einzuschätzen, wie gefährlich PCB für die menschliche Gesundheit sind, sollte man grundsätzlich danach fragen, um welche Konzentrationen es geht und wie lange jemand einer PCB-Belastung ausgesetzt ist.

Bei den oben erwähnten spektakulären Vergiftungsfällen mit PCB in der Vergangenheit ging es um die kurzfristige Aufnahme hoher PCB-Mengen. Es wurden im Laufe von 6 Monaten durchschnittlich mehr als 1 Gramm eines technischen PCB-Gemisches über die Nahrung aufgenommen. Dabei traten unter anderem Chlorakne, Nervenstörungen, Haarausfall, Sehstörungen, Leberschäden und später eine Häufung von Fehlgeburten auf.

Einen ganz anderen Belastungspfad stellt die Aufnahme von PCB über die Atemluft z.B. in Innenräumen dar. Hier sind die Belastungen mit PCB um Größenordnungen niedriger und die Dauer der Einwirkung spielt eher eine Rolle.

PCB wirken in den Konzentrationen, in denen sie bei uns in Innenräumen gefunden werden, nicht kurzfristig giftig. Wenn man also nur über einen kurzen Zeitraum vergleichsweise geringe Mengen PCB über die Atemluft aufnimmt, so wird man nach derzeitigem Kenntnisstand keine unmittelbaren Folgen für die

Gesundheit feststellen können. Für eine Beurteilung der langfristigen Wirkung ist aber zu berücksichtigen:

- ❑ PCB sind als gesundheitsschädlich eingestuft.

Bezüglich der spezifischen Ausprägung der Wirkungen sind Art und Menge sowohl der PCB-Verbindungen wie der Verunreinigungen mit anderen Schadstoffen von entscheidender Bedeutung.

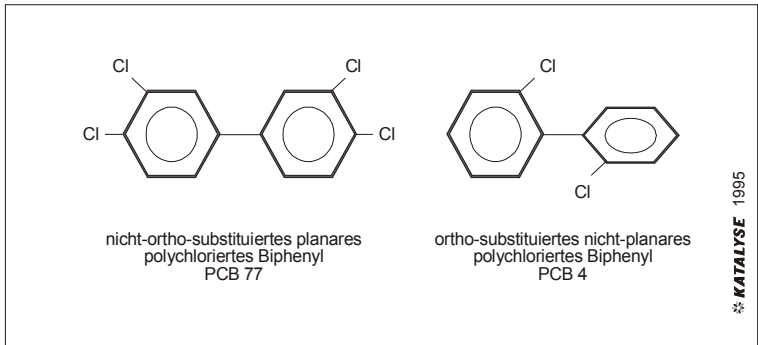


Abb. 9 Räumliche Struktur von PCB 4 und PCB 77

- ❑ PCB können das Abwehrsystem des Körpers schädigen und zu Entwicklungsverzögerungen führen.
- ❑ Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) stuft PCB als Stoffe ein, für die ein Verdacht auf eine krebserzeugende Wirkung besteht.
- ❑ Es besteht der Verdacht, dass Embryos im Mutterleib geschädigt werden können.

Es ist bekannt, dass die sogenannten koplanaren PCB aufgrund ihrer Struktur dioxinähnliche Wirkungen aufweisen. Sie können daher anhand eines für die Dioxine/Furane entwickelten Vergleichmaßstabs (sog. Toxizitätsäquivalenzfaktoren, TEQ) im Hinblick auf den Grad ihrer Giftigkeit bewertet werden.

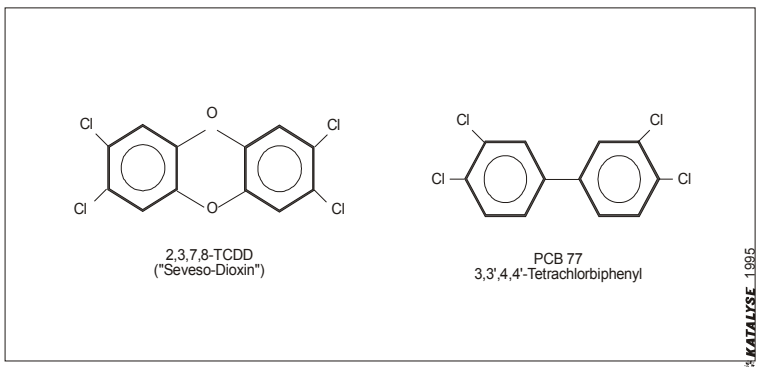


Abb. 10 Strukturähnlichkeit von chlorierten Kohlenwasserstoffen

## Grenzwerte – Herleitung und Diskussion

Grenzwerte sollen dazu dienen, Gefahren für Mensch und Umwelt abzuwenden bzw. bereits dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen. „Grenzwerte“ können in diesem Zusammenhang Höchstwerte darstellen, die in der Regel nicht überschritten werden dürfen, wie z.B. die Werte der TA-Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) oder MAK-Werte (Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen); sie können aber auch Richtwerte sein, die hauptsächlich eine Orientierungs-, Ziel- und Leitfunktion haben, wie z.B. die Luftqualitätsleitlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO).

Grenzwerte werden aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse immer wieder auf den Prüfstand gestellt. So befinden sich auch die Beurteilungswerte der PCB-Richtlinie aktuell in der Diskussion bei der Innenraumluftkommission des Umweltbundesamtes (UBA) und bei der Weltgesundheitsorganisation (WHO).

Grundlage der aktuellen Grenz- und Richtwerte für PCB ist der sogenannte TDI-Wert (tolerable daily intake) der FAO/WHO, der definiert ist als die Menge eines Stoffes (pro kg Körpergewicht), die täglich lebenslang aufgenommen werden kann, ohne dass

Schädigungen für den Menschen zu erwarten sind.

Dem TDI-Wert wiederum liegt der sogenannte NOEL zugrunde. Der NOEL (no observed effect level, bzw. NOAEL = no observed adverse effect level) beschreibt die höchste Dosis eines Stoffes, die in einem Tierversuch ohne beobachtbare schädliche Wirkung bleibt. Der NOEL wird anschließend mit einem Sicherheitsfaktor kombiniert, um sogenannte duldbare tägliche Aufnahmemengen für den Menschen (TDI-Werte) abzuleiten.

Bei Annahme eines TDI-Wertes von 1 Mikrogramm PCB/kg Körpergewicht/Tag, der von der DFG vorgeschlagen und von BGA und UBA angenommen worden ist, würde das für ein Kind mit 35 kg Körpergewicht bedeuten, dass 35 Mikrogramm PCB die täglich tolerierbare Belastung ist. Bei einem vorausgesetzten Anteil der Atmung an der PCB-Gesamtbelastung von 10 Prozent ergibt sich bei einem täglichen Atemvolumen von 10 m<sup>3</sup> für die Innenraumbelastung eine maximal zulässige Konzentration von 3.500 ng PCB /m<sup>3</sup> Luft. Unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors sollte 3.000 ng/m<sup>3</sup> nicht überschritten werden.



Abb. 14 Wand-Decken-Fuge

Deshalb stellt heute eine Innenraumbelastung von 3000 ng PCB/m<sup>3</sup> Luft den Interventionswert der PCB-Richtlinien der Bundesländer dar, bei dessen Überschreitung kurzfristig Maßnahmen zur Minderung getroffen werden müssen.

Allerdings unterscheiden sich die Interpretationen der einzelnen Bundesländer trotz der einheitlichen 3.000 ng-Regelung. So wird z.B. in NRW (wie auch in anderen Bundesländern) die Überschreitung des Interventionswertes von 3000 ng/m<sup>3</sup> als Kriterium für die Gefahrenabwehr oder die Sanierungsentscheidung angewandt. D.h. wird

in NRW der Interventionswert überschritten, so müssen – unabhängig von der Aufenthaltsdauer der Nutzer – Maßnahmen ergriffen werden. In anderen Bundesländern, wie z.B. Bayern, ist dagegen ein zeitbezogenes Konzept vorgegeben, in denen die jeweilige Aufenthaltsdauer in die Bewertung der gemessenen Raumluftkonzentrationen einbezogen wird. Bei kürzeren Verweilzeiten als 24 Stunden sind demnach im Einzelfall erst bei entsprechend höheren Raumluftkonzentrationen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr durchzuführen.

## 5. Vorgehensweise in Verdachts- und Sanierungsfällen



Die Erfassung PCB-belasteter Materialien, Sanierungsplanung und -durchführung sind komplexe Arbeitsabläufe, die über Erfolg und Misserfolg bei der „Behandlung“ eines PCB-belasteten Gebäudes entscheiden. Der Erfolg ist von vielen Faktoren abhängig: Eine zentrale Rolle spielen u.a. die jeweiligen Eigenschaften des Gebäudes wie Bauweise, Art der PCB-belasteten Materialien, Raumaufteilung, Ausstattung und Lüftungscharakteristika, aber ebenso die Qualität der Zusammenarbeit

aller Beteiligten, die zu Beginn festgelegten Sanierungsziele und die Transparenz des Vorgehens. Eine „typische“ für alle Gebäude gültige Vorgehensweise lässt sich nicht bis ins Detail festlegen. In diesem Kapitel werden die wichtigsten Eckdaten für ein erfolgreiches und transparentes Arbeiten vor, während und nach der Sanierung vorgestellt – eine Art Good Practice-Modell für die gängigen Abläufe und Kriterien bei der PCB-Erfassung und Sanierung.

Vornehmlich in Gebäuden, die in Elementbauweise errichtet wurden wie auch beim Innenausbau, können PCB-haltige Materialien verwendet worden sein (siehe Kap 3). Als maximaler Zeitraum der Verwendung von PCB in Baumaterialien (auch bei Umbaumaßnahmen) gelten die Baujahre zwischen 1950 und 1980. PCB-Funde in Gebäuden, die vor oder nach dieser Zeit gebaut wurden, stellen nach den bisherigen Erfahrungen Ausnahmen



Abb. 12 Außenfugen Fassade

dar. Das Baujahr und die Bauweise sind somit zwei grundlegende Indikatoren für die Ermittlung der prioritär zu untersuchenden Gebäude. Der Einsatz PCB-haltiger elektrischer Bauteile als Teil der Gebäudeausrüstung lässt sich nicht derart eingrenzen. Diese müssen als potenziell schadhafte geschlossene Systeme im Rahmen einer Gebäudeuntersuchung gesondert berücksichtigt werden. Mit Hilfe der Checkliste im Anhang/Service teil des Ratgebers wird Nutzern und Verwaltung die Möglichkeit geboten, wichtige Arbeitsabläufe bei PCB-Erfassung und -Sanierung zu überschauen.

## 5.1 Vorgehen im Verdachtsfall

Wenn der Verdacht besteht, dass PCB-haltige Materialien in Gebäuden verbaut wurden, sollte zunächst eine Prüfung der Informationen zu den Gebäuden erfolgen. Eine aufwändige Vorprüfung der Gebäudedokumente ist allerdings erfahrungsgemäß nicht zielführend (siehe Sanierungsdringlichkeit, PCB-Richtlinie NRW) und oft nicht möglich, da eine eindeutige Dokumentation PCB-haltiger Bauteile in den Bauunterlagen nur selten vorliegt. Ferner sollte man Hinweise der Gebäudenutzer berücksichtigen. Das Alltagswissen der

Menschen über ihre tägliche Arbeitsumgebung kann wertvolle Hinweise bei der Suche nach potenziellen Schadstoff-Belastungen geben.

Nach ersten Bestandsaufnahme wird eine Prioritätenliste für die Gebäudeuntersuchung erstellt. Diese Prioritätenliste legt anhand weiterer nutzungsbedingter Kriterien die Reihenfolge der zu untersuchenden Gebäude bzw. Räume fest.

Die Gebäude und Räumlichkeiten werden dann in entsprechender Reihenfolge durch Fachleute begangen (sogenannte Gebäudebegehung) und Materialproben PCB-verdächtiger Materialien entnommen und analysiert. Die Fachleute sollten eine nachweisbare mehrjährige Erfahrung in der Untersuchung auf Gebäudeschadstoffe und in der Probenahme haben. Im Adressteil des Ratgebers sind Anlaufstellen für

die Suche nach entsprechenden Fachleuten und Sanierungsfirmen angegeben. Die Ergebnisse aus der Gebäudebegehung und den Materialanalysen werden in einem PCB-Kataster (siehe Glossar) der untersuchten Gebäude und Räumlichkeiten, in dem alle Räume, Probenahmen, Analyseprotokolle, Fundstellen und Bewertungen ausführlich dokumentiert wurden, zusammengestellt.

### **Kriterien für die Erstellung einer Prioritätenliste:**

Ausgehend von den bisherigen bundesweiten Erfahrungen mit PCB-Untersuchungen und -Sanierungen, lassen sich beispielhaft folgende Kriterien nennen:

- Einrichtungen in denen sich Kinder über längere Zeiträume aufhalten (z.B. Kindergärten, Kindertagesstätten, Grundschulen)
- Einrichtungen in denen sich Kinder und Jugendliche über längere Zeiträume aufhalten (z.B. Weiterführende Schulen, Kolleg- und Gesamtschulen)
- Soziale Einrichtungen (Jugendheime, Bildungseinrichtungen, Seniorenstätten)
- Krankenhäuser
- Sportanlagen (z.B. Sportstätten, Sporthallen, Schwimmbäder)
- Verwaltungs- und Bürogebäude
- Gebäude, die selten genutzt werden



Abb. 13 Dehnungsfuge Wand



Abb. 14 Dehnungsfuge Decke

Wenn sich der PCB-Verdacht anhand positiver Materialanalysen bestätigt, untersucht man in einem weiteren Untersuchungsschritt die konkrete Belastungssituation der Raumluft (Orientierungsmessung), um gemäß der PCB-Richtlinie NRW über die Sanierungsdringlichkeit entscheiden zu können. Erfahrungsgemäß können die PCB-Konzentrationen in der Raumluft je nach

Witterungsverhältnissen (Temperatur) stark schwanken. Aus diesem Grund plant man bei Konzentrationen, die Maßnahmen zur Reduzierung erforderlich machen, weitere Raumluftmessungen ein, um ein realistisches Bild über die Raumluftbelastung zu erhalten.

### **Kriterien für umfassende Begehung und Voruntersuchung:**

- Die Begehung muss durch sachkundige Personen erfolgen.
- Alle Räume des Gebäudes müssen begangen werden.
- Repräsentative Materialproben der PCB-verdächtigen Materialien müssen entnommen und exakt dokumentiert werden.
- Bei positiven Materialproben müssen repräsentative Raumluftproben entnommen und die Probenahmestrategie begründet werden.
- Ein umfassendes Schadstoffkataster muss als Grundlage für eine Sanierung erstellt werden.
- Auch verdeckte Gebäudezonen (z.B. hinter Deckenabhängungen, Wand- oder Heizkörperverkleidungen) müssen untersucht werden.
- Nach Möglichkeit sollte ein vorangehendes Studium der Baupläne erfolgen.

## Orientierungsmessungen zur Bewertung der Raumluftbelastung nach PCB-Richtlinie NRW

Bei PCB-positiven Ergebnissen der Materialproben müssen gezielte Raumluftmessungen der PCB-Gehalte durchgeführt werden, um die Sanierungsdringlichkeit festzustellen.

Großflächige Primärquellen wie Anstriche auf Wänden oder von Wilhelmi-Deckenplatten müssen nach PCB-Richtlinie NRW gesondert bewertet werden, da sie in der Regel ein hochchloriertes PCB-Gemisch aufweisen. Dies kann besondere Risiken bergen, da sich - im Gegensatz zu kleinflächigen Primärquellen - in der

Raumluft in der Regel ein höherchloriertes PCB-Muster nachweisen lässt und diese Materialien gleichzeitig höhere Furan- und Dioxinanteile enthalten. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass bei großflächigen Primärquellen PCB auch durch Abrieb über Mund und Haut aufgenommen werden kann.

Abb. 15  
Wand-Wand-Fuge  
im Außenbereich



## Die baurechtliche Grundlage: PCB-Richtwerte in NRW

Aufbauend auf den Empfehlungen des ehemaligen Bundesgesundheitsamtes (BGA), des Ausschusses für Umwelthygiene der Arbeitsgemeinschaft der Leitenden Medizinalbeamten der Länder (AGLMB) wurde auf Veranlassung der Bauministerkonferenz eine Musterrichtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Gebäude erarbeitet und von verschiedenen Bundesländern jeweils PCB-Richtlinien landesrechtlich erlassen. In NRW wurde die PCB-Richtlinie NRW am 03.07.1996 als Technische Baubestimmung nach § 3, Abs. 3 der Landesbauordnung eingeführt. Sie gibt einen Interventionswert vor, der im Rahmen des Baurechts der Gefahrenabwehr dient. Die PCB-Richtlinie enthält Vorgaben zu Raumluftkonzentrationen, Sanierungsdringlichkeit, Sanierungsdurchführung, Entsorgung von PCB und weiteren Aspekten des Umgangs mit PCB-belasteten Bauprodukten in Gebäuden.

Entsprechend der PCB-Richtlinie NRW gelten für PCB-Raumluftkonzentrationen folgende Vorgaben:

- Raumluftkonzentrationen unter 300 ng PCB /m<sup>3</sup> Luft sind als langfristig tolerabel anzusehen (Vorsorgewert).
- Bei Raumluftkonzentrationen zwischen 300 und 3.000 ng PCB /m<sup>3</sup> Luft ist die Quelle der Raumluftverunreinigung aufzuspüren und unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit mittelfristig zu beseitigen. Zwischenzeitlich ist durch regelmäßiges Lüften sowie gründliche Reinigung und Entstaubung der Räume eine Verminderung der PCB-Konzentration anzustreben.
- Bei Raumluftkonzentrationen oberhalb von 3.000 ng PCB /m<sup>3</sup> Luft sind akute Gesundheitsgefahren nicht auszuschließen (Interventionswert für Sofortmaßnahmen). Bei entsprechenden Befunden sollen unverzüglich Kontrollanalysen durchgeführt werden. Bei Bestätigung des Wertes sind in Abhängigkeit von der Belastung zur Vermeidung gesundheitlicher Risiken in diesen Räumen unverzüglich Maßnahmen zur Verringerung der Raumluftkonzentrationen von PCB zu ergreifen. Der Zielwert liegt auch hier bei weniger als 300 ng PCB / m<sup>3</sup> Luft.

Die PCB-Richtlinie NRW gibt mit den oben genannten Raumluftwerten und den damit verbundenen Maßnahmen ein Instrumentarium zur Gefahrenabwehr im Sinne des Baurechts vor. Die in der Richtlinie beschriebenen Maßnahmen gelten als allgemein anerkannte Regeln der Technik (> Glossar), die der öffentlichen Sicherheit oder Ordnung, insbesondere dem Schutz von Leben und Gesundheit dienen.

Die Verantwortung für die Durchführung der erforderlichen Untersuchungen und Sanierungsmaßnahmen obliegt den jeweiligen Eigentümern bzw. Verfügungsberechtigten der betroffenen Gebäude.

## **Überschreitung des Interventionswertes und Nutzungsverbot**

### **Wann ist ein Nutzungsverbot von Räumen / Gebäudeteilen bei Überschreitung des Interventionswertes bauordnungsrechtlich erforderlich?**

In öffentlich genutzten Gebäuden können bei Überschreitung des Interventionswertes von 3.000 ng PCB /m<sup>3</sup> Raumluft die betroffenen Räume / Gebäudeteile aus bauordnungsrechtlicher Sicht maximal sechs Monate für jeweils 8 Stunden am Tag weiter genutzt werden, wenn der PCB-Gehalt der Raumluft unterhalb 9000 ng PCB/ m<sup>3</sup> Luft liegt.

Dieser Zeitraum soll genutzt werden, um eine Sanierung vorzubereiten und ggf. durch Erstmaßnahmen den PCB-Gehalt zu senken.

Lassen sich die Werte innerhalb von sechs Monaten nicht auf unter 3.000 ng PCB /m<sup>3</sup> Raumluft senken, darf der entsprechende Raum/Gebäudeteil aus bauordnungsrechtlicher Sicht nicht weiter genutzt werden und muss daher geschlossen werden.

Bei Werten über 9.000 ng PCB /m<sup>3</sup> Luft ist aus bauordnungsrechtlicher Sicht ein sofortiger Nutzungsverzicht der PCB-belasteten Räume / Gebäudeteile erforderlich.

Die Raumluftwerte werden gemäß der in der PCB-Richtlinie NRW beschriebenen gängigen Mess- und Analyse-Standards (z.B. VDI 4300) ermittelt. Eine wichtige Rolle spielt die Frage, inwieweit bei einer Raumluftmessung Bedingungen wie z.B. Raumluft- und Oberflächen-Temperatur oder Lüftung und Luftfeuchte einer alltäglichen Nutzungssituation im Raum ähneln, da diese das Messergebnis stark beeinflussen können. Die Dokumentation dieser Randbedingungen während der Messung ist eine wichtige Voraussetzung, um die Ergebnisse bewerten zu

können. Insbesondere die Abhängigkeit der Stärke der PCB-Ausgasungen von der jeweiligen Temperatur machen eine Wiederholung der Messung bei unterschiedlichen Temperaturen nötig. Beispielsweise reicht es im Falle einer Erfolgsmessung nach einer Sanierung nicht aus, nur in der Wintersaison zu messen, da sich die PCB-Konzentrationen im selben Raum in den Sommermonaten um ein Vielfaches unterscheiden können. Bei PCB-Messungen vor Sanierungen werden oft ungünstige Randbedingungen hergestellt, um Aussagen über den schlech-

testen Fall, ein Worst-Case-Szenario, zu erhalten. So sollten für diese Art der Messung Fenster und Türen bereits einige Stunden vorher geschlossen werden, um die Einstellung eines PCB-Gleichgewichtes in der Raumluft zu gewährleisten. Nicht sinnvoll ist es dagegen, über die Heizung extrem hohe Raumtemperaturen herzustellen, da hiermit keine Simulation realer Nutzungsbedingungen mehr gegeben ist.

Die unter Worst-Case-Bedingungen herrschenden Raumluftkonzentrationen haben den Vorteil, dass durch sie Aussagen über die Notwendigkeit einer Sanierung mit guter Wahrscheinlichkeit getroffen werden können. Für die raumlufthygienische, d.h. gesundheitliche Beurteilung eignen sich diese Worst-Case-Werte aber nur bedingt, da sie keine Aussagen über die PCB-Raumluftwerte bei alltäglichen dauerhaften Nutzungssituationen (in der Regel stärkerer Luftwechsel) liefern.

Angemerkt sei an dieser Stelle, dass die Höhe der PCB-Raumluftwerte in den PCB-Richtlinien, wie bei vielen Schadstoff-„Grenzwerten“, umstritten ist. So wird diskutiert, ob sich aus den Ergebnissen neuerer wissenschaftlicher Studien nicht die Notwendigkeit geringerer Richtwerte ableitet. Gleichwohl bilden die PCB-Richtlinien die länderspezifischen Grundlagen für das Vorgehen bei Minderung und Sanierung von PCB-Belastungen in öffentlichen Gebäuden.

## 5.2 Vorgehen im Sanierungsfall

Die Sanierung sollte durch eine kompetente, erfahrene Fachfirma auf der Grundlage eines qualifizierten, ausgearbeiteten Sanierungskonzeptes ausgeführt werden. Eine Sanierung kann durch eine mit allen beteiligten Akteuren besetzte Arbeitsgruppe begleitet werden, in der Behörden- und Betroffenenvertreter sowie der in vielen Sanierungsfällen eingesetzte Koordinator ihr Know-how einbringen, aber auch Ängste und Befürchtungen diskutiert werden können. In diesem Rahmen kann ein für alle Beteiligten trag- und konsensfähiges Vorgehen formuliert werden, um eine reibungslose Sanierung und anschließende Wiedernutzung der sanierten Räume zu ermöglichen.

Nach Abschluss der Voruntersuchungen wird ein für das Gebäude adäquates Sanierungskonzept entwickelt. Auf Grundlage des PCB-Katasters (siehe Glossar) müssen gebäudespezifische Sanierungsmaßnahmen vom Beginn der Arbeiten bis zur Entsorgung der Abfälle als geschlossenes Konzept geplant werden. Das heißt, dass ein wichtiges qualitätsbestimmendes Kriterium für die erfolgreiche Sanierung die Genauigkeit und Vollständigkeit des PCB-Katasters ist. Ein vollständiges Kataster enthält Informationen zu:

- Lage der Primär- und Sekundärquellen
- Größe und ungefähre Menge kontaminierter Flächen und Materialien
- Kongenerenverteilung der PCB in Material- und Raumluftproben
- Art der verwendeten Baumaterialien
- Aufmaße betroffener Gebäudeteile.

**Reduzierung der Raumluftbelastung vor der Sanierung durch Minderungsmaßnahmen (nach PCB-Richtlinie NRW):**

- regelmäßiges Lüften der Räume
- gründliche regelmäßige Feuchtreinigung und Entstaubung der Räume

**Minderungsmaßnahmen vor Beginn der Sanierung**

Vor Beginn der Sanierungen werden die belasteten Gebäudeteile oft noch zeitweise genutzt. Die PCB-Richtlinie bietet eine zeitlich begrenzte Möglichkeit der Weiternutzung, wenn ent-

sprechende Minderungsmaßnahmen zur Reduzierung der Raumluftbelastung durchgeführt werden.

Die beschriebenen Maßnahmen können temporäre Reduzierungen der Raumluftbelastung erreichen. Die Entfernung der Primärquellen ersetzen sie nicht.

**PCB-Richt- und Grenzwerte**

**Außenluft**

unbelastete Gebiete	< 1 ng/m <sup>3</sup>
Ballungsgebiet	< 10 ng/m <sup>3</sup>

**PCB-Richtlinien der Länder**

(Technische Baubestimmungen nach Bauordnungen der Länder)

Vorsorgewert (tolerabel)	300 ng/m <sup>3</sup>
Minderungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen	300 – 3.000 ng/m <sup>3</sup>
Interventionswert (Gefahrenabwehr)	3.000 ng/m <sup>3</sup>
Zielwert nach Sanierung	300 ng/m <sup>3</sup>

**Arbeitsplatz-Grenzwerte\***

PCB in der Luft (TRGS 900):

PCB mit 42 % Chlor (Aroclor 1242, Clophen A 30) 1 mg/m<sup>3</sup>

PCB mit 54 % Chlor (Aroclor 1254, Clophen A 50) 0,5 mg/m<sup>3</sup>

(PCB sind in Gruppe III B {begründeter Verdacht auf krebserzeugendes Potenzial} eingestuft)

\* 1 mg entspricht 1.000.000 ng (siehe Glossar)

## Allgemeine Rahmenbedingungen für PCB-Sanierung

Um ein so komplexes Vorhaben wie eine PCB-Sanierung erfolgreich durchführen zu können, müssen bestimmte Kriterien der Qualitätssicherung und des Gesundheits- und Umweltschutzes beachtet werden. Ebenso wie die Auswahl der Fachleute für die Gebäudebegehung ist die Wahl eines zuverlässigen und sachkundigen Sanierungsunternehmens von großer Bedeutung für die Sanierungsqualität sowie die Kommunikation und Transparenz innerhalb der o.g. Arbeitsgruppe. Die PCB-Richtlinie schreibt vor, dass nur Firmen beauftragt werden sollen, die mit den Arbeiten, den dabei auftretenden Gefahren sowie den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertraut sind und über die erforderlichen Geräte und Ausrüstungen verfügen. Adressen zur Recherche nach regional tätigen Sanierungsfirmen, Messinstituten und Fachleuten sind im An-

hang 7.4 (Seite 54) aufgeführt. Prinzipiell muss eine PCB-Sanierung möglichst staubarm erfolgen. Die mit PCB kontaminierten Stäube können ansonsten in nicht zugängliche oder weitergenutzte Gebäudeteile eindringen und nach der Sanierung eine Sekundärquelle darstellen. Daher muss bei allen Sanierungsschritten die Staubentwicklung weitestgehend minimiert werden. Um zu verhindern, dass PCB-haltige Stäube aus den Sanierungsarbeiten in andere Gebäudeteile gelangen oder verschleppt werden, sind geeignete Maßnahmen wie staubdichte Abschottungen und Arbeitskleidung zu ergreifen. Bei komplexeren Teilarbeiten empfiehlt die PCB-Richtlinie NRW, innerhalb des abgeschotteten Sanierungsbereiches zusätzlich einen gerichteten Luftstrom oder Absperrungen einzurichten, um bereits sanierte Bereiche nicht neu zu kontaminieren. Aus den gleichen Gründen muss der Arbeitsbereich täglich mit einem geeigneten Staubsauger grob gereinigt werden. Es



Abb. 16  
Sanierungsbereich nach  
Totalausbau

ist erfahrungsgemäß sinnvoll, die Sanierungsbereiche nach der Gebäudestruktur festzulegen. Durch Einbeziehung vorhandener Brandabschnitte können so z.B. feste Wände als einfache Abtrennung zu weiter genutzten Gebäudeteilen dienen. Kontaminiertes Inventar wie Mobiliar, Bodenbeläge, Gardinen sollten gründlich gereinigt und ausgelagert werden. Vor der Wiederverwendung muss auf eine möglich Restkontamination geprüft werden.

Während der Sanierung müssen die geltenden Bestimmungen für den Arbeits- und Umweltschutz eingehalten werden, die viele der eben genannten Schutzmaßnahmen im Einzelnen beschreiben. Ein Überblick über wichtige Regelungen zum Arbeitsschutz, einzuhaltende Grenzwerte, organisatorische, technische, hygienische Schutzmaßnahmen und Entsorgungswege wird im Anhang 7.2 (Seite 52) dokumentiert.

### **Sanierungstechniken und -methoden**

Obwohl mittlerweile bundesweit Erfahrungen mit PCB-Sanierungen gesammelt wurden, gibt es kein standardisiertes Routineverfahren. Die Gründe hierfür liegen vor allem in den jeweils unterschiedlichen baulichen Sanierungsanforderungen und -bedingungen in den belasteten Gebäuden. (Zur Verdeutlichung dieser unterschiedlichen Sanierungs-

verläufe sind ab Seite 42 drei Fallbeispiele aus NRW dokumentiert.) Das bedeutet auch, dass eine Sanierung nicht von vorneherein so geplant werden kann, dass das Sanierungsziel zwangsläufig erreicht wird. Der Sanierungszielwert von 300 ng PCB/m<sup>3</sup> tritt oftmals erst mit zeitlicher Verzögerung ein.

Ebenso ist ein Wiederanstieg der PCB-Raumluftbelastung in der Zeit nach dem Erreichen des Sanierungsleitwerts möglich. Aus diesem Grund muss nach der PCB-Richtlinie NRW die Entwicklung der PCB-Raumluftkonzentrationen in sanierten Gebäuden mindestens zwei Jahre lang beobachtet werden.

In vielen Fällen ist es sinnvoll, mit einer Pilotsanierung in einem begrenzten gebäudetypischen Abschnitt zu beginnen, um Informationen über den Umfang der notwendigen Maßnahmen, die optimale Arbeitstechnik und die Organisation der Arbeitsabläufe im betroffenen Gebäude zu erhalten.

Die Prinzipien und Erfahrungen der PCB-Sanierung, die auch in die Vorgaben der PCB-Richtlinie eingeflossen sind, werden im Folgenden dargestellt. Hinsichtlich der Sanierungsverfahren bietet die PCB-Richtlinie die Möglichkeit, auch andere als die dargestellten Verfahren einzusetzen, solange sie zu gleichwertigen Ergebnissen führen. Zu beachten ist allerdings, dass z.B. viele maschinelle Verfahren mit einer schwer zu kontrollierenden

Staubentwicklung und einem erhöhten und kostenträchtigen Aufwand verbunden sind. PCB-belastete Materialien können durch drei Vorgehensweisen saniert werden:

- Entfernen
- Abtrennen bzw. räumliche Trennung
- Beschichten

### **Sanierung von Primärquellen**

Für einen dauerhaften Sanierungserfolg PCB-belasteter Gebäudeteile ist die Entfernung der Primärquellen und möglichst großflächiger Sekundärquellen erfahrungsgemäß das beste Verfahren. Versuche, Primärquellen zu beschichten, haben nicht zu ausreichenden Ergebnissen geführt. In vielen Sanierungsfällen werden Primärquellen und großflächige Sekundärquellen in einem Sanierungsschritt entfernt. Sonst besteht die Gefahr, dass

PCB-Ausgasungen aus verbliebenen Sekundärquellen das Erreichen des Sanierungsleitwertes verhindern und eine erneute Sanierung erforderlich machen.

### **Sanierung der Primärquelle Fugendichtungsmasse**

Dauerelastische Dichtungsmassen sind bei einem Großteil der Sanierungen die hauptsächlich zu bearbeitende Primärquelle. Sie müssen in jedem Fall vollständig ausgebaut werden. Die Sanierung erfolgt in drei Schritten. Zuerst werden die Dichtungsmassen entfernt; im zweiten und dritten Schritt werden die angrenzenden Fugenflanken gereinigt und beschichtet. Die an die Dichtungsmassen unmittelbar angrenzenden Betonschichten (Fugenflanken) sind mit PCB kontaminiert und stellen nach Entfernung der Dichtungsmassen eine Sekundärquelle dar. Belastete Fugenflanken müssen diffusionshemmend

### **Dioxine und Furane in Primärquellen**

Die produktionsbedingten Verunreinigungen an polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF) und Dibenzodioxinen (PCDD) in Primärquellen erfordern eine besondere Aufmerksamkeit. In Primärquellen wird in der Regel der Grenzwert der Chemikalienverbotverordnung (ChemVerbotsV, Anhang zu § 1) in Höhe von 5 µg/kg für die Summe der sieben 2378-substituierten PCDF/D-Kongener deutlich überschritten. Beim Umgang mit PCB besteht eine Anzeigepflicht bei der zuständigen Behörde (staatliche Ämter für Arbeitsschutz) und die Verpflichtung zur Einhaltung besonderer Schutzmaßnahmen.

beschichtet werden, um eine PCB-Ausgasung weitestgehend zu verhindern.

Die Dichtungsmassen werden von Hand oder mit staubarm arbeitenden Werkzeugen entfernt. Diese Verfahren haben den Vorteil, dass sie mit geringem technischen Aufwand und wenig Staubaufkommen verbunden sind. Die Arbeiten werden unter ständiger Absaugung oder in abgeschotteten Arbeitsbereichen durchgeführt. Dennoch anfallender Staub muss mit einem geeigneten Staubsauger abgesaugt werden. Geeigne-

te Beschichtungen sind nach dem heutigen Kenntnisstand z.B. Latexdispersionsfarben auf Acrylatbasis oder Epoxydharz- bzw. Polyurethan-Anstriche auf Zweikomponentenbasis. In Ausnahmefällen ist auch ein Heraustrennen der Dichtungsmassen durch Betonschneidetechnik möglich: Hierbei werden die Fugendichtmassen samt einiger Millimeter angrenzender Fugenflanken durch ein langsam laufendes Schneideblatt unter ständiger Staubabsaugung herausgeschnitten. Es entsteht ein definierter, glatter Schnitttrand, der die Wiederbefugung erleich-



Abb.17  
Entfernen einer  
Wandfuge

tert. Nachteilig wirkt sich eine hohe, nur schwer einzudämmende Feinstaubentwicklung aus, zudem die Tatsache, dass dieses Verfahren nur bei gut zugänglichen Fugen anwendbar ist.

### **Sanierung der Primärquelle Anstriche**

Als großflächige Primärquelle müssen Anstriche ebenfalls weitgehend staubarm (unter ständiger Absaugung) oder in abgetrennten Sanierungsbereichen entfernt werden. Verbleibende Restkontaminationen des Untergrundes müssen beschichtet werden (zu den möglichen Beschichtungsmaterialien siehe vorherigen Abschnitt, für großflächige PCB-Quellen kommen zusätzlich diffusionshemmende Tapeten in Frage), um eine Verminderung der PCB-Raumluftbelastung zu erreichen. Bei Beschichtungen muss der Langzeiterfolg der Maßnahmen durch Raumluftmessungen belegt werden.

Gängige Verfahren für die Entschichtung von Anstrichen sind:

- Abbeizen, ein kostengünstiges Verfahren insbesondere für beschichtete Metalloberflächen. Es ist aber nicht für jeden Untergrund geeignet, daher empfiehlt sich eine Probe-Entschichtung einer kleineren Fläche.
- Mit Hochdruckwasserstrahltechnik unter gleichzeitiger Absaugung können kontaminierte Flächen ebenfalls mit

gutem Erfolg saniert werden. Harte Untergründe wie Betonwände können nach der Entschichtung ohne Putzarbeiten wieder beschichtet werden.

### **Sanierung der Primärquelle Deckenplatten**

Akustikdeckenplatten der Firma Wilhelmi wurden bis 1972 mit PCB-haltigen Beschichtungen versehen. Belastete Deckenplatten können vergleichsweise einfach entsorgt werden. Die Platten werden staubarm manuell gelöst, die eingestaubten Rückseiten abgesaugt und die gesäuberten Platten in Plastiksäcken entsorgt. Zu beachten ist die vollständige Entfernung des PCB-belasteten Staubes in der Deckenkonstruktion.

### **Kleinkondensatoren**

PCB-haltige Kleinkondensatoren können durch Leckage zu Primärquellen werden. Falls der Eigentümer noch keinen vorsorgenden Austausch der Kondensatoren vorgenommen hat, müssen sie systematisch entfernt und durch neue PCB-freie ersetzt werden. PCB-haltige Kleinkondensatoren sind nicht immer eindeutig identifizierbar.

Im Zweifelsfall müssen Kondensatoren, die nicht sicher als PCB-frei gelten können, wie

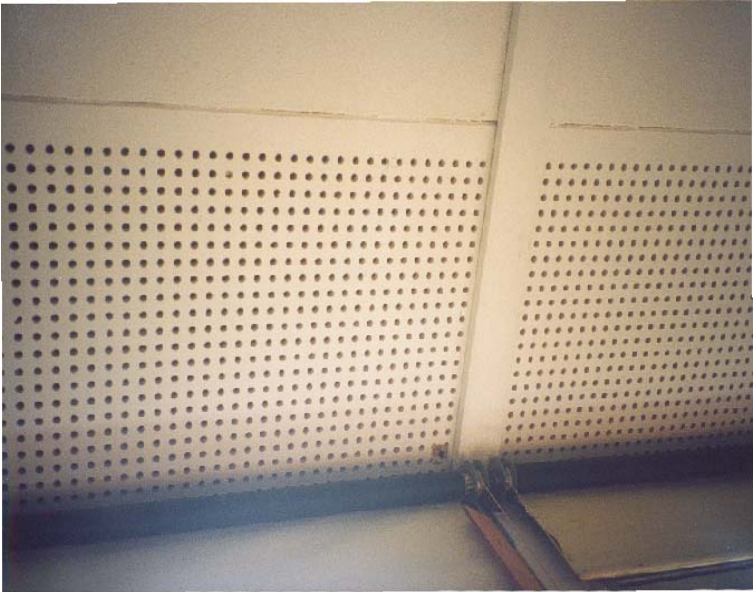


Abb. 18 Wilhelmi Deckenplatten

PCB-haltige behandelt werden. In vielen Kommunen wurde dieser Kondensatorenaustausch bereits in den 90er Jahren abgeschlossen (eine Typenliste PCB-haltiger Kondensatoren kann beim Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI), Karolinger-Platz 10-11, 14052 Berlin bezogen werden.)

Besteht der Verdacht, dass PCB aus einem undichten Kondensator in den Raum getropft ist, ist eine Überprüfung der Belastungssituation durch Material- und Raumluftmessungen erforderlich.

### **Sanierung von Sekundärquellen**

Neben den Primärquellen können auch Sekundärquellen er-

heblich zur Raumluftbelastung beitragen. Unter Sekundärquellen versteht man Bauteile oder Gegenstände, die PCB aus der Raumluft aufgenommen haben und diese nun nach und nach wieder in die Raumluft freisetzen. Sekundärquellen können auch nach dem Entfernen von Primärquellen PCB-Raumluftbelastungen von mehr als  $1.000 \text{ ng/m}^3$  aufrechterhalten.

Wo immer möglich, sollten Sekundärquellen wie Primärquellen entfernt werden. Die Methoden der Entfernung sind mit denen vergleichbar, die bei den Primärquellen Anstriche und Deckenplatten geschildert werden (siehe s.o.).

Falls eine Entfernung nicht möglich ist, kann die PCB-Raumluftbelastung bei kontaminierten

Materialien wie Farb-, Putz-, Beton- und Mauerwerksoberflächen auch durch staubarmes Abtragen der stark belasteten Oberflächen (unter ständiger Absaugung oder in geschlossenen Systemen, s.o.) reduziert werden. In Frage kommt z.B. das Abbeizen belasteter Farbanstriche und die Beschichtung mit diffusionshemmenden Anstrichen, um im Material verbliebenes PCB zurückzuhalten. Im Gegensatz zu Primärquellen kann die Beschichtung von Sekundärquellen durchaus erfolgreich sein. Die gängigen PCB-rückhaltefähigen Beschichtungen sind im Abschnitt „Sanierung der Primärquelle Fugendichtungsmasse“ aufgeführt.

Ebenso ist eine Abtrennung der Sekundärquellen (in Ausnahmefällen auch Primärquellen) gegen die Raumluft zulässig. Dies muss durch dauerhaft dichte Verkleidungen gewährleistet werden, ferner muss die PCB-Quelle für eine spätere getrennte Entsorgung gekennzeichnet sein. Allerdings ist eine räumliche Trennung der PCB-Quellen technisch schwer umzusetzen, da Raumklima und Bauphysik (z.B. Luftfeuchte, Hinterlüftung) innerhalb und außerhalb des abgetrennten Bereiches nicht negativ beeinflusst werden dürfen und die Abschlüsse auch gegenüber angrenzenden Gebäudeteilen dicht sind.

Die Entscheidung, ob die jeweiligen Sekundärquellen entfernt oder, im Gebäude verbleibend,

abgetrennt oder beschichtet werden, muss im Einzelfall getroffen werden. Neben den gesundheitlichen Aspekten spielen bei der Entscheidung meist auch wirtschaftliche, gestalterische und bauphysikalische Aspekte eine Rolle.

### **Maßnahmen nach der Sanierung**

Nach der Sanierung muss der gesamte Sanierungsbereich mit allen im Raum befindlichen Oberflächen (Decken, Wände und Fußböden, aber auch Folien samt Geräten und Ausrüstung) sorgfältig gesäubert werden. Dazu werden zunächst alle Oberflächen von Bauteilen, Folienabdeckungen und Einrichtungen mit einem geeigneten Staubsauger von Staub befreit. Anschließend muss eine manuelle Feuchtreinigung sämtlicher Flächen und des weiter zu verwendenden Mobiliars mit handelsüblichen Reinigungsmitteln erfolgen. Diese Feinreinigung muss vor Renovierungs- oder Rückbaumaßnahmen abgeschlossen sein, um eine mögliche Belastung der neuen Baumaterialien auszuschließen.

### **Erfolgskontrolle**

Während der Sanierung, nach abschließender Feinreinigung und vor Freigabe des Gebäudes sollten Erfolgskontrollen durch

Raumluftmessungen erfolgen, um zu überprüfen, ob das Sanierungsziel erreicht ist. Alle Messungen dürfen nur von Anbietern durchgeführt werden, die nachweislich Erfahrungen mit PCB-Raumluftmessungen haben und diese nach den Vorgaben der PCB-Richtlinie durchführen können.

Um den Einfluss der Störfaktoren zu reduzieren, sollten Messungen unter vergleichbaren Bedingungen (Raumtemperatur, Außentemperatur, Luftfeuchte, Windstärke, Luftwechselzahl, Mobiliar, Zeitraum), durchgeführt werden.

Die Erfolgskontrolle nach der Sanierung muss vor erneuter Nutzung der Räume und vor einer Wiedermöblierung und staubbindenden Ausbauarbeiten (z.B. Verlegen von Fußbodenbelägen, Anstriche) stattfinden. Ebenso muss darauf geachtet werden, dass Messungen nach Nassreinigungen und Beschichtungsarbeiten und dem Trocknen der Oberflächen erfolgen. Vorausgehend ist selbstverständlich zu prüfen, ob alle PCB-haltigen Materialien sowie Staub tatsächlich entfernt wurden.

Die Messungen zur Erfolgskontrolle sollen nach der PCB-Richtlinie NRW unter den Bedingungen eines Normalbetriebs erfolgen. Beispielsweise ist eine Messung unter Worst Case-Bedingungen nur bei begründeten Anlässen durchzuführen. Ein solcher begründeter Anlass nach

PCB-Richtlinie NRW liegt bei vielen Sanierungen dann vor, wenn die Raumluftmessung auch Aussagen über die PCB-Belastung bei ungünstigen Nutzungsbedingungen treffen soll.

Auch nach der Freigabe der Räume müssen Raumluftmessungen wiederholt werden, um den Langzeiterfolg der Sanierung zu ermitteln, da ein Wiederanstieg der PCB-Raumluftkonzentration nicht von vorneherein ausgeschlossen werden kann. Insbesondere muss bei Sanierungen, die im Winterhalbjahr abgeschlossen werden zumindest eine repräsentative Messung bei sommerlichen Temperaturen über 23° C eingeplant werden. Die Messungen sollten direkt im Anschluss an die Sanierung den Sanierungszielwert unterschreiten. Allerdings dürfen die Raumluftkonzentrationen 300 ng PCB/m<sup>3</sup> Luft aufgrund der jahreszeitlichen Schwankungen zeitlich begrenzt überschreiten (im Jahresmittel sollten 300 ng/m<sup>3</sup> unterschritten werden).

Von einem endgültigen Sanierungserfolg kann man sprechen, wenn der Sanierungszielwert nach maximal 2 Jahren auch bei sommerlichen Bedingungen unterschritten wird.

### **5.3 Transparenz während der Sanierung**

Konflikte im Verlauf von PCB-Verdachts- und Sanierungsfällen

entstehen aus den vielfältigsten Anlässen. Akteure und Kontrahenten sind in den meisten Fällen Nutzergruppen (Eltern-, Erzieher- und Schülervereine) und kommunale Institutionen (Eigentümer, Fachdezernate und Sanierungsverantwortliche). Ursachen der Konflikte sind erfahrungsgemäß:

- unterschiedliche Gefahrenwahrnehmungen
- Einschätzungen der Sanierungsdringlichkeit
- Zielvorstellungen der Sanierung
- sowie unterschiedliche Kenntnisstände über Ablauf und Bedeutung von einzelnen Sanierungsschritten.

Es ist daher wichtig, bereits zu Beginn der Maßnahmen (Untersuchung der PCB-Verdachtsfälle und -Sanierung) weitgehende Transparenz über Vorgehensweise, einzelne Arbeitsschritte und Sanierungsziele herzustellen. Möglichkeiten zur Beteiligung sind die Einrichtung von Beteiligungsinstrumenten (Runde Tische o.ä.), die Entwicklung eines von allen Akteuren getragenen und praktikablen Sanierungsziels sowie die umfassende Veröffentlichung der Unterlagen zu den Ergebnissen und Fortschritten der Sanierungsarbeiten. Für die Entwicklung des notwendigen Vertrauensverhältnisses innerhalb einer projektbegleitenden Gruppe ist es wichtig, sich auf gemeinsame Regeln der Kommunikation und Auseinandersetzung zu verständigen.

Solche Regeln für diese Sanierungsbegleitenden Diskussionsgruppen sind u.a.:

- Einzelziele der Gruppe festlegen (z.B. Qualitätssicherung, Begleitung, Konfliktaustragung, Veröffentlichung)
- Zeitplan und Ausführungszeitraum für die Sanierung und die Treffen der Gruppe absprechen
- Entscheidungskompetenzen innerhalb der Gruppe bestimmen
- Rechte der Akteure zur Intervention und Veröffentlichung definieren
- Regeln für den Umgang mit Konflikten aufstellen
- Im Bedarfsfall Unterstützung durch Moderation einholen.

## 6. Fallbeispiele für die PCB- Sanierungspraxis



Abb. 19 Ansicht Klassenräume

### 6.1 Fall 1: Schulräume der Kommune X

#### Objekt- und Rahmendaten

**Gebäudetyp:** Beton-Bauweise,  
Elementbauweise

**Baujahr:** 60er Jahre

**Nutzung:** Grundschule

**Nutzfläche:** 800 m<sup>2</sup>

**Gebäudeteil:** betroffen waren  
10 Klassenräume eines Bauab-  
schnitts und die Aula

#### Ausgangslage

**Anlass:** im Frühjahr 2000 veran-  
lasste der Gebäudebesitzer im  
Rahmen einer anstehenden Be-  
standüberprüfung der Kommune  
Schadstoffuntersuchungen im  
Schulgebäude.

**Symptome:** typische Bauweise  
und Baujahr für PCB-Verwen-  
dung

**Vorgehensweise:** Voruntersu-  
chungen mit Probenahmen, Er-  
stellung eines Schadstoffkasters



und Sanierung eines Musterraumes

**Ergebnisse und Bewertung nach PCB-Richtlinie NRW:** PCB-haltige Deckenplatten mit bis zu 10 % PCB im Oberflächenmaterial, PCB-haltige Kunstharzputze bis 21.500 mg/kg in Teilbereichen der Flure. In Aula und Fluren wurden PCB-Konzentrationen  $> 3.000 \text{ ng/m}^3$  festgestellt. In den Klassenräumen lagen die PCB-Konzentrationen zwischen 200 und  $1.500 \text{ ng/m}^3$ . Die vorgefundenen Deckenplatten sind ein Beispiel für eine hochchlorierte PCB-Primärquelle. Aufgrund der Raumluftwerte und des Vorliegens einer höherchlorierten Quelle war eine kurzfristige Sanierung der Klassenräume und der Flure erforderlich. Minderungsmaßnahmen (Lüften und Reinigen) waren bis zum Beginn der Sanierung einzuleiten, im Flur musste mit Hilfe

der Minderungsmaßnahmen nach maximal 6 Monaten die Raumluftkonzentration unter  $3.000 \text{ ng/m}^3$  liegen (s. Kasten: PCB-Richtlinie NRW).

**Öffentlichkeit:** Der Beginn der Sanierungsmaßnahme (Entfernen der PCB-haltigen Deckenplatten) im Dezember 2000 erfolgt ohne vorherige Information der Eltern. Viele beunruhigte Eltern lassen ihre Kinder daraufhin zu Hause. Aufgrund der unbefriedigenden Ergebnisse der ersten Sanierungsmaßnahme (s.u.), eines unvollständigen Sanierungskonzeptes und der Proteste von Eltern und Schulpflegschaft werden zusätzlich neue Gutachter als Sanierungsbegleitung hinzugezogen.

Erst nach einer Informationsveranstaltung der Stadtverwaltung im Januar 2001 wird ein PCB-Arbeitskreis mit allen Akteuren geschaffen, der sich aus Vertretern der Stadt, der Schule, der Schulpflegschaft sowie den bereits eingesetzten und den neu hinzugezogenen Gutachtern zusammensetzt. Es folgt die Besprechung und Planung der weiteren Maßnahmen, die Durchführung einer Musterraumsanierung und eine erweiterte Probenahme. Die Ergebnisse der Musterraumsanierung werden für die Konzeption der Gesamtsanierung benötigt, die Ausschreibungsunterlagen werden entsprechend erstellt. Mit Beginn der Gesamtsanierungsarbeiten werden betroffene Klassen in andere Schulen und in angemietete Container ausgelagert.

### **Untersuchungsumfang/Probenahme/Sanierung**

Die erste Sanierungsmaßnahme (Entfernen von PCB-haltigen Deckenplatten aus Fluren als Haupt-Primärquelle, kein Entfernen der Sekundärquellen) führte nicht zur Unterschreitung des Sanierungszielwertes – weder hatte eine umfassende Voruntersuchung (Schadstoffkataster) stattgefunden, noch bestand ein umfassendes Sanierungskonzept. Daraufhin veranlasste die Stadt mit einem neuen Gutachter und Koordinator die erforderlichen Voruntersuchungen, die Erstellung eines Schadstoffkatasters, eines ergänzenden Sanierungskonzeptes und die erwähnte Musterraumsanierung (Pilotsanierung).

2001 wurden Schadstoffkataster und Sanierungskonzept erstellt, Material- und Raumluftproben entnommen und analysiert, eine Massenermittlung der PCB-haltigen Materialien sowie eine Kostenschätzung für eine Komplettsanierung durchgeführt. Im Sommer 2001 wurde mit den Sanierungsarbeiten begonnen, welche im Sommer 2002 abgeschlossen wurden.

### **Sanierung und Kontrolle**

Im Rahmen der Sanierung wurden alle Primärquellen sowie sekundärbelastete Wandanstriche, Putze, Fußbodenbeläge, etc. entfernt (Entkernung des Gebäudes). Zum Schluss fand eine umfangreiche Feinreinigung statt. Kontrollmessungen (s.u.) wurden auch während der Sanierung durchgeführt.

### **Darstellung und Bewertung der Ergebnisse**

Die Raumluftgehalte an PCB vor der Sanierung lagen zwischen 200 und 6.000 ng/m<sup>3</sup>, so dass eine Sanierung erforderlich war (siehe PCB-Richtlinie NRW). Die Sanierungsarbeiten wurden im Sommer 2002 abgeschlossen. Ausgehend von Raumluftwerten von bis zu 5.500 ng PCB/m<sup>3</sup> wurde in allen Räumen nach dem Sanierungsende eine Reduzierung auf Werte unter 100 ng PCB/m<sup>3</sup> erreicht, der Sanierungszielwert von 300 ng/m<sup>3</sup> wurde deutlich unterschritten. Die dauerhafte Unterschreitung des Zielwertes wird in den nächsten zwei Jahren weiter überprüft.

## **6.2 Fall 2: Rundsporthalle der Kommune Y**

### **Objekt- und Rahmendaten**

**Gebäudetyp:** Stahlbetonskelett, bis zur Höhe des Zwischenrings mit 3-schaligen Stahlbetonverbundplatten ausgestattet, Ausfachung der oberen Wandflächen durch Holzverschalung und Asbestschieferdeckung, alle Anschlussfugen mit PCB-haltigen Fugenmassen

**Baujahr:** 1969

**Nutzung:** Sporthalle

**Nutzfläche:** 2.127 m<sup>2</sup>

**Gebäudeteile:** betroffen waren alle Gebäudeteile

### **Ausgangslage**

**Anlass:** Aufgrund einer Aufforderung der Bezirksregierung



Abb. 20, 21 Rundsporthalle



vom Februar 2001 veranlasste der Gebäudebesitzer im Frühjahr desselben Jahres Schadstoffuntersuchungen aller Schulen und der von diesen genutzten Gebäuden im Zuständigkeitsbereich.

**Symptome:** typische Bauweise und Baujahr für PCB-Verwendung

**Vorgehensweise:** Voruntersuchungen mit Probenahmen, Erstellung eines Schadstoffkatasters und Sanierung eines Musterraumes

**Ergebnisse und Bewertung nach PCB-Richtlinie NRW:** PCB-haltige Fugenmassen als Primärquellen, alle Oberflächen waren sekundär belastet, die Raumluftkonzentrationen reichten von  $> 3.000$  bis maximal  $21.000 \text{ ng PCB/m}^3$  Luft. Damit war eine kurzfristige Sanierung und Teilschließung erforderlich.

**Öffentlichkeit:** Die Kommune informierte umgehend mittels einer Pressemitteilung die Öffentlichkeit. Die Sporthalle wurde vorsorglich bis zum Ablauf weiterer Kontrolluntersuchungen geschlossen. Ebenfalls geschlossen

wurden die angrenzenden Umkleieräume. Eine Weiterbenutzung der Halle unter permanenter Lüftung und verstärkter Reinigung war mittelfristig möglich, da durch die durchgeführten Minderungsmaßnahmen die PCB-Konzentration in der Halle  $< 3.000 \text{ ng/m}^3$  lag.

#### **Untersuchungsumfang/Probenahme/Sanierung**

Nach den ersten Sicherungsmaßnahmen (Schließung, verstärkte Lüftung, verstärkte Reinigung) wurden Voruntersuchungen durchgeführt und eine Musterraumsanierung begonnen. Die Musterraumsanierung zeigte, dass sehr umfangreiche Arbeiten notwendig sein würden. Deshalb wurde sowohl eine alternative Kostenberechnung für den Fall der Sanierung und Wiederherstellung als auch für den eines Abrisses (nach Schadstoffentfernung) und Neubaus einer Sporthalle gleicher Nutzungsgröße durchgeführt.

## Sanierung und Kontrolle

Im Rahmen der Muster-Sanierung wurden alle Primärquellen sowie sekundärbelastete Wandanstriche, Putze, Fußbodenbeläge, etc. entfernt (Entkernung des Gebäudes). Zum Schluss fand eine umfangreiche Feinreinigung statt. Kontrollmessungen wurden auch während der Sanierung durchgeführt.

## Darstellung und Bewertung der Ergebnisse

Die Kostenberechnung der Sanierung und der Vergleich mit den Kosten für Abbruch und Neubau sowie die Unsicherheit bezüglich der Erreichung des Sanierungszieles führte zu der Entscheidung, die Rundsporthalle abzureißen und eine neue Sporthalle zu bauen. Das Sanierungsziel von  $< 300 \text{ ng/m}^3$  wurde nicht erreicht, da die Kommune aufgrund der Entscheidung für einen Abbruch und anschließenden Neubau die Pilotsanierung vorzeitig beendete.

### 6.3 Fall 3: Schule der Kommune Z

#### Objekt- und Rahmendaten

**Gebäudetyp:** Beton-Skelettbauweise

**Baujahr:** 1967/1968

**Nutzung:** Schule

**Nutzfläche:**  $7.200 \text{ m}^2$

**Gebäudeteile:** betroffen waren alle Gebäudeteile

#### Ausgangslage

**Anlass:** Die Kommune veranlas-



Abb. 22 Ansicht Schule

ste 1997 Untersuchungen bezüglich Asbest und PCB.

**Symptome:** Typische Bauweise und Baujahr für PCB-Verwendung

**Vorgehensweise:** Voruntersuchungen und Erstellung eines Schadstoffkatasters

#### Ergebnisse und Bewertung nach PCB-Richtlinie NRW:

Vorgefunden wurden PCB-haltige Dehnfugen mit PCB-Gehalten bis 11 %, PCB-haltige Kondensatoren und Wilhelmi-Deckenplatten mit PCB-Gehalten bis 21 %. Aufgrund der positiven Materialuntersuchungen wurden Raumluftmessungen durchgeführt. Die PCB-Raumluftgehalte lagen zwischen  $410$  und  $1400 \text{ ng PCB/m}^3$  Luft, so dass eine mittelfristig Sanierung erforderlich war. Minderungsmaßnahmen (Reinigen und Lüften) bis zur Sanie-



rung wurden durchgeführt. Es wurde ein Sanierungskonzept erstellt, eine Pilotsanierung durchgeführt und die Maßnahmen ausgeschrieben.

**Öffentlichkeit:** Mitteilungen an Schulleitung und Elternvertreter erfolgten. Vor der Sanierung wurden alle Beteiligten von den anstehenden Sanierungsmaßnahmen unterrichtet. Die anfänglich starke Beunruhigung der Elternschaft nahm mit den rasch begonnenen Minderungs- und sich anschließenden Sanierungsmaßnahmen ab.

### **Untersuchungsumfang/Probenahme**

Es wurden umfangreiche Voruntersuchungen durchgeführt. Im Rahmen der Voruntersuchungen wurde das Gebäude auf Asbest und PCB überprüft und ein

Schadstoffkataster erstellt. Zudem wurde eine Massenermittlung und Kostenschätzung für den Sanierungsfall durchgeführt, außerdem Material- und Raumluftproben entnommen und analysiert.

### **Sanierung und Kontrolle**

Zuerst wurden mehrere Räume probeweise saniert (Pilotsanierung), um das Verfahren zu testen und zu optimieren. Im Rahmen der Sanierung wurden alle Primärquellen entfernt. Der Fugenausbau innen und außen erfolgte mittels Schneiden und Stemmen. Es wurden PCB-haltige Deckenplatten als Primärquellen und PVC-Fußböden als großflächige Sekundärquellen entfernt, ebenso wie alle vorhandenen Holzfaserplatten und Kabel. Sekundärkontaminierte Lacke z.B. an Türblättern und Türzargen wurden abgebeizt. Anstriche wurden abgefräst. Zum Schluss fand eine umfangreiche Feinreinigung statt. Während der Sanierung wurden Kontrollmessungen durchgeführt.

### **Darstellung und Bewertung der Ergebnisse**

Die Sanierung fand zwischen Juni 1997 und April 1998 statt. Seitdem liegen alle durchgeführten Kontrollmessungen deutlich unter  $300 \text{ ng/m}^3$ .

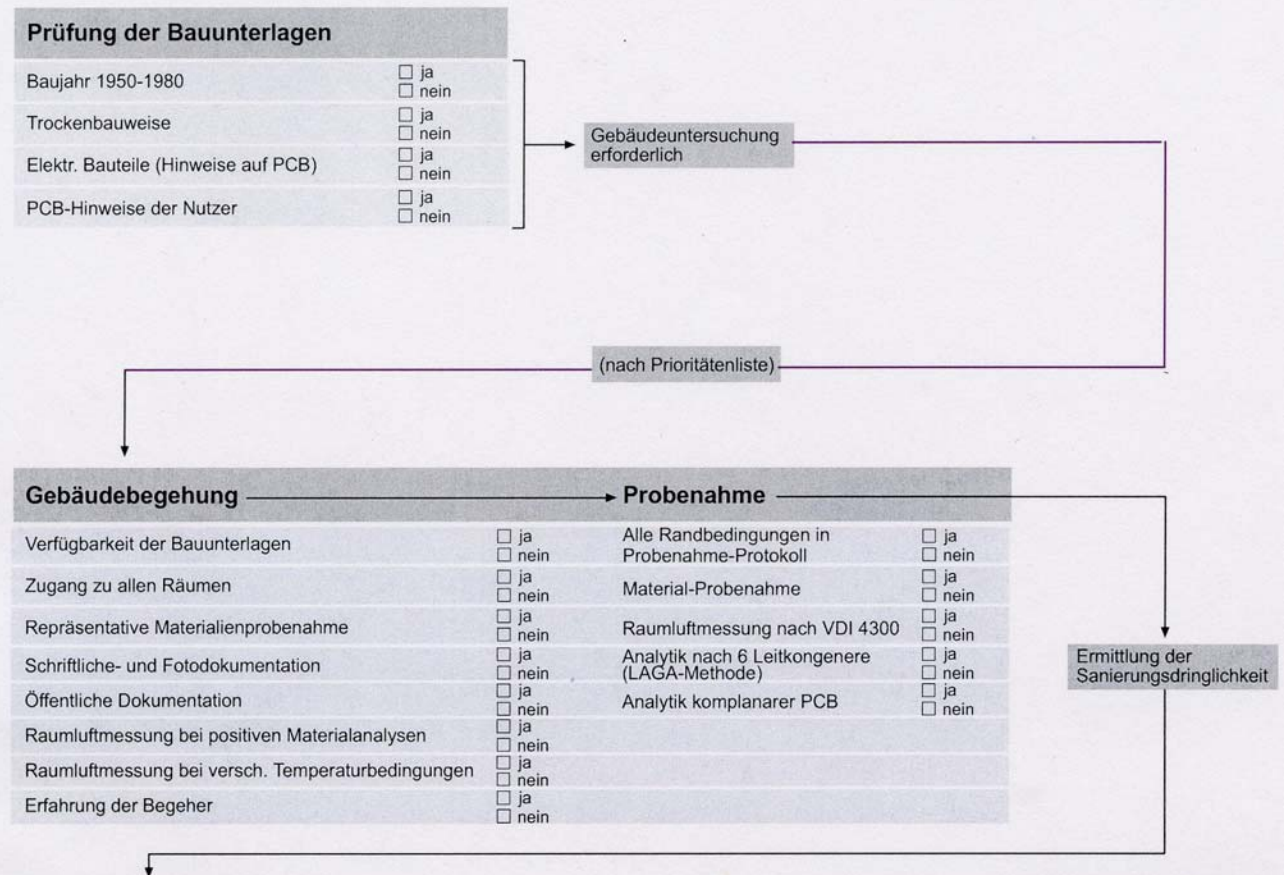
### 7.1 Checkliste bei Verdachts- und Schadensfall von PCB-Belastung in Gebäuden

Inhaltlich erhebt sie keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr stellt sie wichtige (aber nicht alle) Kontrollpunkte für einen guten Verlauf von PCB-Untersuchung und- Sanierung vor und bietet Nutzern, interessierten Laien und Zuständigen eine Möglichkeit, sich einen Überblick und eine Einschätzung zu Sanierungsverläufen zu verschaffen.

Die hier abgebildete Checkliste beruht auf Erfahrungswissen aus PCB-Sanierungen und den Empfehlungen der PCB-Richtlinie NRW.

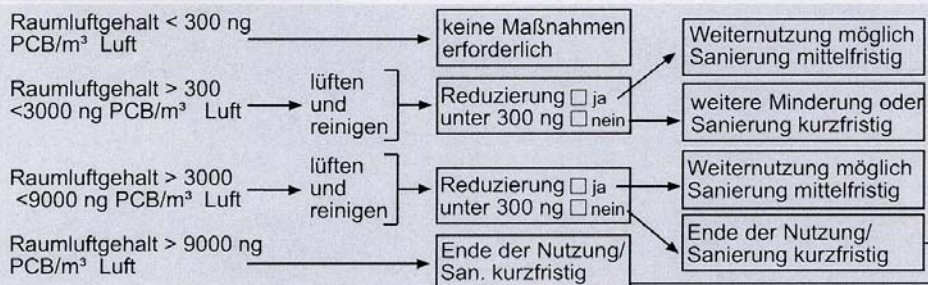
PCB-Quellen	Sanierungsmethode
<b>Primärquellen</b>	
Dichtungsmassen →	<input type="checkbox"/> ja → Entfernen <input type="checkbox"/> nein
Deckenplatten →	<input type="checkbox"/> ja → Entfernen <input type="checkbox"/> nein
Anstriche →	<input type="checkbox"/> ja → Entfernen (PSDF/D beachten) <input type="checkbox"/> nein
Defekte Bauteile →	<input type="checkbox"/> ja → Entfernen <input type="checkbox"/> nein
<b>Sekundärquellen</b>	
Anstriche →	<input type="checkbox"/> ja → Entfernen und/oder Beschichten, Abtrennen <input type="checkbox"/> nein
Bodenbeläge →	<input type="checkbox"/> ja → Entfernen und/oder Beschichten <input type="checkbox"/> nein

### Checkliste PCB-Verdacht und Sanierung



Fortsetzung der Liste Seite 50

## Sanierungsdringlichkeit



## Sanierung

### Allgemeine Rahmenbedingungen der Sanierung

Sachkunde Sanierungsunternehmen

Arbeiten staubarm

tägliche Grobreinigung

Reinigung und Auslagerung von Mobiliar, Teppichen, Gardinen

Arbeits-, Umwelt- und Gesundheitsschutz beachten

### PCB-Quellen

### Sanierungsmethode

#### Primärquellen

Dichtungsmassen	<input type="checkbox"/> ja → Entfernen <input type="checkbox"/> nein
Deckenplatten	<input type="checkbox"/> ja → Entfernen <input type="checkbox"/> nein
Anstriche	<input type="checkbox"/> ja → Entfernen <input type="checkbox"/> nein (PSDF/D beachten)
Defekte Bauteile	<input type="checkbox"/> ja → Entfernen <input type="checkbox"/> nein

#### Sekundärquellen

Anstriche	<input type="checkbox"/> ja → Entfernen und/oder Beschichten, Abtrennen <input type="checkbox"/> nein
Bodenbeläge	<input type="checkbox"/> ja → Entfernen und/oder Beschichten <input type="checkbox"/> nein
Untergründe (Putz, Beton, etc)	<input type="checkbox"/> ja → Entfernen und/oder Beschichten, Abtrennen <input type="checkbox"/> nein

## Erfolgskontrolle

- Erfahrung mit Raumluftmessung
- Durchführung nach PCB-RL NRW
- Parallele Messung mit vergleichenden Randbedingungen
- Messung vor erneuter Nutzung
- Messung vor Wiedermöbelierung
- Messung vor staubbindenden Arbeiten
- Bei trockenen Oberflächen
- Raumluftmessung unter Nutzungsbedingungen

- Mindestens je 1 Messreihe Sommer und Winter  ja  nein
- Sanierungszielwert erreicht  ja  nein
- Sanierungszielwert nach maximal 2 Jahren erreicht  ja  nein

Sanierung erfolgreich

## Transparenz- und Konflikt-Regeln

- Veröffentlichung wichtiger Dokumentationen und Vorgängen (Messprotokolle, Sitzungsberichte, Zwischenergebnisse, Sanierungsplanung, Erfolgskontrolle, etc.)
- Existenz Begleitinstrument (runder Tisch o.ä.) und regelmäßige Treffen
- Rechte und Pflichten in Begleitinstrumenten klar geregelt
- Umgang mit Konflikten geregelt

## 7.2 Wichtige gesetzliche Vorgaben zur PCB-Sanierung

- Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) in der Neufassung vom 15. November 1999 (BGBl. I S. 2233); letzte Änderung vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045)
- Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV) vom 20. 3. 1975 (BGBl. I S. 729), letzte Änderung vom 04. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1841)
- TRGS 102 „Technische Richtkonzentrationen für gefährliche Stoffe“, Ausgabe September 1993, BarbBl. Heft 9/1993 S. 65; letzte Änderung 04/1997 S. 57
- TRGS 150 „Unmittelbarer Hautkontakt mit Gefahrstoffen, die durch die Haut resorbiert werden können“, Ausgabe Juni 1996, BarbBl. 06/1996 S. 31
- TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“, Ausgabe November 1997, BarbBl. 11/1997 S. 27
- TRGS 403 „Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz“, Ausgabe Oktober 1989, BarbBl. 10/1989 S. 71
- TRGS 900 „Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz, Luftgrenzwerte, Ausgabe Oktober 2000, BarbBl. 10/2000 S. 34-63, letzte Änderung 03/2002 BarbBl. 3/2002 S. 71
- TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“, Ausgabe März 2001, BarbBl. 03/2001 S. 97, Berichtigung 09/2001 S. 96
- MAK- und BAT-Werte-Liste 21.10.2001, Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe
- Unfallverhütungsvorschrift „Bauarbeiten“ (VBG 37)
- Unfallverhütungsvorschrift „Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“ (VBG 113)
- Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz“ (VBG 125)
- „Arbeitsplätze mit Arbeitsplatzlüftung“ (BGR 121)
- „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit in kontaminierten Bereichen“ (ZH 1/183)
- AbfBestV) vom 3.4. 1990 (BGBl. I S. 614), geändert durch Gesetz vom 27.12.1993 (BGBl. I S. 2378)
- RestBestV vom 3.4.1990 (BGBl. I S. 632, 862), geändert durch Gesetz vom 27.12.1993 (BGBl. I S. 2378)
- Landesabfallgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (LabfG-Landesabfallgesetz) vom 21. Juni 1988 (GV. NW. S. 250), zuletzt geändert GV.NW. 2001 S. 708
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Ab-

fällen, vom 27. September 1994 (BGBl. I S. 2705); letzte Änderung vom 29. Oktober 2001 (BGBl. I S. 2785)

- Verordnung über die Entsorgung polychlorierter Biphenyle, polychlorierter

Terphenylen und halogenerter Monomethyldiphenylmethane, PCBAbfallV - PCB/PCT-Abfallverordnung vom 26. Juni 2000 (BGBl. I 2000 S. 932)

### 7.3 Handelsnamen und Hersteller von PCB-Produkten

Handelsname (Hersteller, Land)	Bezeichnungen (in Klammern durchschnittlicher Chlorgehalt in Gew.-%)
Apirolio (Caffaro, Italien)	
Aprocolor (Monsanto Industrial Chemikals & Co, sowie Mitsubishi Chemikal, USA, Großbritannien)	1016 (20), 1221 (21), 1232 (32,5), 1242 (41), 1248 (48), 1254 (53), 1260 (60), 1262 (62), 1268 (68), 1270 (70)
Clophen (Bayer, Deutschland)	A30 (41), A40 (48), A50 (53), A60 (60)
Delor (Chemko, CSSR)	
Elanol (Bayer, Deutschland)	
Fenclor (Caffaro, Italien)	42 (41), 54 (53), 64 (60), 70 (65)
Kanechlor (Kanegafuchi Chemicals & Co, sowie Mitsubishi Monsanto Chemikal, Japan)	KC 200 (32,5), KC 300 (41), KC 400 (48), KC 500 (53), KC 600 (60)
Phenoclor (Prodelec, Frankreich)	DP 3 (41), DP 4 (48), DP 5(53), DP 6 (60)
Pyralene (Prodelec, Frankreich)	2000 (32,5), 1500/1501 (38), 3000/3011 (41)
Pyranol (Monsanto, USA)	
Santotherm (Mitsubishi- Montsano, Japan)	
Sovol (Sovol, UdSSR)	
n.n. (Geneva Industries, USA).	

## 7.4 Informationen zu PCB (Auswahl)

### **PCB-Literatur**

#### **Für Laien und Fachleute:**

PCB in der Innenraumluft ? –  
Informationen auf den Seiten  
des MUNLV Ministeriums für  
Umwelt, Naturschutz, Landwirt-  
schaft und Verbraucherschutz  
NRW unter [www.munlv.nrw.de /  
sites/arbeitsbereiche/immission/  
pcb.htm](http://www.munlv.nrw.de/sites/arbeitsbereiche/immission/pcb.htm)

Luftschadstoffe in Innenräumen,  
P. Pluschke (1996), Springer  
Verlag, ISBN 3-540-59310-1

Ökologische Gebäudesanierung,  
P. Beck et al. (1996),  
ISBN 3-930576-00-7

PCB-Belastung in Gebäuden –  
Erkennen-Bewerten-Sanieren,  
Katalyse e.V. Institut für ange-  
wandte Umweltforschung,  
(1995), Bauverlag,  
ISBN 3-7625-3243-5, Bezug  
über Katalyse e.V., Köln

#### **Eher für Fachleute:**

Baustoffe unter ökologischen  
Gesichtspunkten, Landesinstitut  
für Bauwesen,  
ISBN 3-930860-11-2,  
erhältlich im Internet unter  
[www.LB.nrw.de](http://www.LB.nrw.de).

LUA-Materialien Band 62, To-  
xikologische Bewertung poly-  
chlorierter Biphenyle (PCB) bei  
inhalativer Aufnahme, erhältlich

im Internet unter [www.lua.nrw.de](http://www.lua.nrw.de)  
Schadstoffe in der Umwelt, Al-  
loway, B., Ayres, D.C., Spek-  
trum Akademischer Verlag,  
ISBN 3-86025-361-1

Handbuch Gebäude-Schadstoffe,  
G. Zwiener (1997), Rudolf Mül-  
ler Verlag, ISBN 3-481-01176-8

### **PCB-Adressen**

Informationen zum Thema PCB  
sind z.B. bei folgenden Stellen  
zu erhalten:

Verbraucher-Zentrale NRW  
Mintropstraße 27  
40215 Düsseldorf  
Fon +49(0)211/3 80 90  
Fax +49(0)211/3 80 91 72  
[www.vz-nrw.de](http://www.vz-nrw.de)

ÖkoBauBeratung NRW  
[www.oekobauberatung.nrw.de](http://www.oekobauberatung.nrw.de)  
Kontakt:  
[frans.mulders@Lb.nrw.de](mailto:frans.mulders@Lb.nrw.de)

Landesinstitut für Bauwesen des  
Landes NRW  
Theaterplatz 14  
52062 Aachen  
Fon +49(0)241/455 01  
Fax +49(0)241/455 221  
[poststelle@Lb.nrw.de](mailto:poststelle@Lb.nrw.de)  
([www.Lb.nrw.de/fachinfo/cb.htm](http://www.Lb.nrw.de/fachinfo/cb.htm))

LUA-Landesumweltamt NRW  
Wallneyer Straße 6  
45133 Essen  
Fon +49(0)201/79 95 0  
[Poststelle@lua.nrw.de](mailto:Poststelle@lua.nrw.de)  
[www.lua.nrw.de](http://www.lua.nrw.de)

Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes NRW  
Datenbank der Verbraucher-Zentralen in NRW  
[www.mswks.nrw.de/datenbank/verbraucherzentralen.html](http://www.mswks.nrw.de/datenbank/verbraucherzentralen.html)

Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes NRW  
Datenbank zum Thema Bauen und Wohnen (Baubiologie/Beratung)  
[www.mswks.nrw.de/datenbank/baulinks.htm](http://www.mswks.nrw.de/datenbank/baulinks.htm)

Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes NRW  
Datenbank zu örtlichen Umwelt- bzw. Gesundheitsbehörden  
[www.mswks.nrw.de/datenbank/kommunen.html](http://www.mswks.nrw.de/datenbank/kommunen.html)

Kompetenznetz Arbeitsschutz NRW  
Fragen und Antworten zum Thema  
[www.komnet.nrw.de](http://www.komnet.nrw.de)

## 7.5 Glossar

**Adsorbierend:** bindend, Adsorptionsmaterialien können aufgrund ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften bestimmte Stoffe binden (z.B. PCB)

**Allgemein anerkannte Regeln der Technik:** bezeichnet das Technikniveau eines Verfahrens, das in der praktischen Anwendung von der Mehrheit der Fachleute als erprobt gilt, liegt definitionsgemäß technisch unter dem „Stand der Technik“ und „Stand der Wissenschaft und Forschung“

**Belastungspfad:** bezeichnet den Weg und das Medium, über die Schadstoffe aufgenommen werden. Typische Belastungspfade sind z.B. Luft-Inhalation, Nahrung-orale Aufnahme (Ingestion), Hautkontakt-dermale Aufnahme.

**Dekontaminierung:** Beseitigung oder Verminderung von Verunreinigungen

**Diffusion:** spontane Vermischung von Gasen oder Flüssigkeiten entlang eines Konzentrationsgefälles. PCB kann gasförmig (oder an Partikel gebunden) in die Raumluft diffundieren

**Dioxine:** Sammelbezeichnung für Dibenzodioxine und -furane. Von toxikologischem Interesse sind insbesondere die Dioxine, an die in den Positionen 2, 3, 7 und 8 Chloratome gebunden sind. Um die Giftigkeit eines

Gemisches dieser Substanzen anzugeben, hat man toxikologische Äquivalenzfaktoren (TEF) definiert, welche die Giftigkeit eines PCDDs, PCDFs oder PCB in Relation zum 2,3,7,8-TCDD ausdrückt.

**Emission:** Abgabe von Stoffen (auch Energie und Strahlung) an die Umgebung

**Exposition:** Konzentration und Dauer einer Einwirkung von außen

**Fugenflanken:** Bereiche unmittelbar (1-5 cm) neben den Fugen bzw. Fugendichtungsmassen

**Furane:** Kurzbezeichnung für polychlorierte oder- bromierte Dibenzofurane (PCDF, PCBF), mit polychlorierten oder- bromierten Dibenzodioxinen zusammengefasst unter Dioxine

**Gebäudebegehung:** Fachbegriff für die systematische (Schadstoff-) Untersuchung eines Gebäudes

**Hydrophob:** bezeichnet die chemisch-physikalische Eigenschaft von Stoffen, sich nicht an wasserhaltige Substanzen anzulagern (siehe Lipophil)

**Inhalation (inhalativ):** Aufnahme von Stoffen mit der Atemluft

**Insektizide:** chemische Substanzen, die zur Vernichtung oder Vertreibung von Insektenschädlingen eingesetzt werden

**Kanzerogen:** krebserzeugend

**Kohlenwasserstoffe (KW), chlorierte:** vielfältige chemische Stoffgruppe, bei der an kettenförmigen, verzweigten und/oder ringförmigen Kohlenwasserstoff-Grundkörpern Wasserstoff und Chloratome gebunden sind. Bekannte Vertreter der chlorierten KW sind Dioxine oder PCB, der nichtchlorierten KW Benzin und Methan. Im Zusammenhang mit Emissionen werden KW oft als organische Verbindungen bezeichnet.

**Koplanar:** bezeichnet bei bestimmten PCB-Kongeneren die räumliche Ausrichtung der beiden Phenylringe in einer Ebene

**Kontaminiert:** verunreinigt

**Minderungsmaßnahmen:** technische Maßnahmen, die der vorläufigen Reduzierung der PCB-Raumluftkonzentration dienen, z.B. Lüften, Reinigen, PCB-Adsorbentmaterialien u.ä.

**Lipophil:** bezeichnet die chemisch-physikalische Eigenschaft von Stoffen, sich an fetthaltige Substanzen anzulagern (siehe Hydrophob)

**Metabolisierung:** Veränderung und Verarbeitung von Stoffen innerhalb des Stoffwechsels

**Mikrogramm:** millionstel Gramm,  $10^{-6}$  Gramm

**Milligramm:** tausendstel Gramm,  $10^{-3}$  Gramm

**Mutagen:** erbgutverändernd

**Nanogramm:**

milliardstel Gramm,  $10^{-9}$  Gramm

**orale Aufnahme:** Stoffaufnahme über den Mund/den Nahrungsweg

**PCB-Kataster:** Systematische Zusammenstellung aller Informationen zur PCB-Belastung eines Gebäudes: Das PCB-Kataster dokumentiert PCB-Quellen (Primär- und Sekundärquellen) und -Fundorte, Protokolle und Analyseergebnisse von Material- und Raumluftproben, Gebäudepläne und ggf. vorhandene relevante Bauunterlagen sowie die Protokolle und Fotodokumentationen aus der Voruntersuchung des Gebäudes.

**PCDF/PCDD:** siehe Dioxine, Furane

**PCN:** siehe polychlorierte Naphthaline

**persistent:** dauerhaft in der Umwelt mit geringen Abbauraten

**polychlorierte Dibenzofurane und -dioxine:** siehe Dioxine, Furane

**polychlorierte Naphthaline:** chemische Stoffgruppe, die insektizide und fungizide Wirkungen besitzen

**Polyurethane:** chemische Stoffgruppe, die zur Herstellung von Kunststoffen, Anstrichmitteln

sowie Weich- und Hartschäumen verwendet wird

**Probenahmestrategie:** geplantes Vorgehen bei der Entnahme von Material-, insbesondere Raumluftproben: Beispielsweise liefert eine Raumluftmessung bei normalen Lüftungsbedingungen realistischere Aussagen über die gesundheitlichen bzw. raumlufthygienischen Konsequenzen einer PCB-Belastung, während eine Worst Case-Messung bei geringer oder fehlender Lüftung vor allem Aussagen über maximale Belastungssituationen liefern kann.

**Resorption:** Aufnahme eines Stoffes in den Organismus, das Körpergewebe

**Teratogen:** keimverändernd, d.h. durch teratogene Stoffe kann es zu Missbildungen kommen

**Toxizität:** Giftigkeit

**Ubiquitär:** allgegenwärtig, weltweit verbreitet

**Worst Case-Bedingungen:** Randbedingungen im schlechtesten Fall (einer Raumluftmessung)

## *Impressum*

**Ratgeber** PCB in Gebäuden - Nutzerleitfaden  
**Auftraggeber** Ministerium für Städtebau und  
Wohnen, Kultur und Sport  
des Landes Nordrhein-Westfalen

**Bearbeitung** KATALYSE, Institut für angewandte  
Umweltforschung, Köln  
Bearbeiter: Svend Ulmer

**Herausgabe und Vertrieb** Landesinstitut für Bauwesen des  
Landes Nordrhein-Westfalen (LB)  
Theaterplatz 14, 52062 Aachen,  
Tel. 0241/455-01, Fax: 0241/455-221  
Email: [poststelle@LB.nrw.de](mailto:poststelle@LB.nrw.de)  
Internet: <http://www.LB.nrw.de>

**Fotos** Abb. 1 und 7: Katalyse/Zwiener  
Alle anderen Fotos KATALYSE

© LB Aachen 2003

**Druck** Print Production, Aachen