

## Sanierung PCB-belasteter Gebäude

Dipl.-Ing. Andrea Bonner, BG BAU, Prävention  
Fachreferat Sanierung und Bauwerksunterhalt

Polychlorierte Biphenyle (PCB) wurden seit 1929 industriell hergestellt und fanden bis in die 1970er Jahre auch im Baubereich vielseitige Anwendung. Typische Einsatzbereiche von PCB im Baubereich waren:

- dauerelastische Fugenmassen
- Farben und Lacke, Flammschutzanstriche von Akustikdeckenplatten (Holzfaserplatten)
- Verguss- und Spachtelmassen, Klebstoffe und Kitte
- Kunststoffe, z.B. Kabelummantelungen
- Isolierflüssigkeit in Transformatoren, Kondensatoren (z.B. in Leuchtstofflampen) und hydraulischen Anlagen

Neben diesen Primärquellen werden in PCB-belasteten Gebäuden auch Sekundärquellen angetroffen. Sekundärquellen enthalten produktionsbedingt keine PCB. Sie nehmen PCB aus der Raumluft oder durch den unmittelbaren Kontakt zu Primärquellen auf. Relevante Sekundärquellen sind Materialien mit PCB-adsorbierenden Eigenschaften (z.B. Kunststoffe, Lacke, Staub).

PCB-haltige Baumaterialien können bis heute zu erhöhten Raumluftbelastungen in den betroffenen Gebäuden führen und Sanierungsmaßnahmen auslösen. Die Bewertung von PCB-Konzentrationen in der Raumluft und die Dringlichkeit einer Sanierung werden durch die PCB-Richtlinien der Bundesländer geregelt. Die Sanierung hat das Ziel, die PCB-Raumluftkonzentration dauerhaft unter  $300 \text{ ng/m}^3$  zu senken. Für einen dauerhaften Sanierungserfolg sind Primärquellen und großflächige Sekundärquellen möglichst vollständig zu entfernen.

Allgemeingültige „Standardschutzmaßnahmen“ für die PCB-Sanierung können nicht beschrieben werden. Die erforderlichen Schutzmaßnahmen sind für die jeweilige Situation auf der Basis einer Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln. Bei „Abbruch-, Sanierungs-, Instandhaltungs- und Umbauarbeiten in Verbindung mit PCB-haltigen Bauprodukten inklusive der Beseitigung der Sekundärquellen“ ist die TRGS 524 „Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen“ anzuwenden, die die Methodik zur Gefährdungsbeurteilung beschreibt und Grundanforderungen an die Auswahl der Schutzmaßnahmen formuliert.

Sanierungsplanung und -durchführung sind komplexe Aufgaben und stellen Bauherren, Planer und ausführende Firmen vor besondere Herausforderungen. Wesentliche Eckdaten für eine erfolgreiche Sanierung sind:

- Ermittlung der PCB-Quellen

Die Ermittlung der PCB-belasteten Bauteile umfasst die Sichtung von Bauunterlagen, die Begehung des Gebäudes und die Beprobung PCB-verdächtiger Materialien. Die Ergebnisse werden in einem „PCB-Kataster“ dokumentiert. Auch wenn kein unmittelbarer Sanierungsbedarf besteht, bietet das Kataster die Grundlage für spätere Rückbau-, Umbau- oder Instandhaltungsarbeiten. So können Gefährdungen rechtzeitig erkannt und geeignete Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Bestätigt sich der PCB-Verdacht, wird im nächsten Schritt die Belastung der Raumluft untersucht, um über die Dringlichkeit der Sanierung zu entscheiden.

## - Sanierungsplanung

Die Erfahrungen aus bereits abgeschlossenen PCB-Sanierungen zeigen, dass man nicht auf standardisierte Sanierungskonzepte zurückgreifen kann. Bei komplexen Sanierungsaufgaben ist es sinnvoll, eine Pilotsanierung in einem Raum mit „gebäudetypischer“ Belastung durchzuführen, um zu überprüfen, ob das Sanierungsziel mit den geplanten Maßnahmen erreicht werden kann.

## - Sanierungsdurchführung

Für einen dauerhaften Sanierungserfolg sind die Primärquellen zu entfernen. Fugenmassen werden in der Regel mit einem Elektrofugenschneider (oszillierendes Messer) ausgebaut. Dabei anfallender Staub wird von einem zweiten Beschäftigten direkt an der Entstehungsstelle mit einem Industriestaubsauger (Staubklasse H) aufgenommen. Auch die Hinterfüllmaterialien sind zu entfernen. Anschließend wird die Fuge gereinigt und die Fugenflanken mit einem diffusionshemmenden Anstrich beschichtet. Geeignete Beschichtungen sind z.B. Epoxidharz- und Polyurethanbeschichtungen.

Großflächige Primärquellen wie Anstriche oder Beschichtungen sind ebenfalls möglichst staubarm zu entfernen. Zum Einsatz kommen dabei Fräsen bzw. Schleifgeräte mit direkter Absaugung, gekapselte Hochdruckwasserstrahlverfahren oder das Abstrahlen mit Trockeneis. Informationen zu staubarmen Bearbeitungssystemen sind unter [www.gisbau.de](http://www.gisbau.de) erhältlich.

Der Einsatz von Heißluft- oder Flammstrahlgeräten ist nicht geeignet. Bei einer Materialerwärmung auf mehr als 100°C besteht die Gefahr, dass PCB „verdampfen“, bei Temperaturen über 250°C können Dibenzodioxine und -furane entstehen.

Durch das Entfernen der Primärquellen kann das Sanierungsziel von 300 ng/m<sup>3</sup> erfahrungsgemäß nicht erreicht werden, da auch Sekundärquellen zur Raumluftbelastung beitragen. Auch großflächige Sekundärquellen sollten daher möglichst entfernt werden. Als Sanierungsmethoden kommen auch eine räumliche Trennung oder die Beschichtung der sekundär belasteten Flächen in Betracht. Bei einer räumlichen Trennung werden die Sekundärquellen z.B. durch eine Vormauerung luftdicht gegenüber der Raumluft abgeschottet. Für eine Beschichtung werden diffusionshemmende Anstrichstoffe oder Isoliertapeten (z.B. Aluminium/PE-kaschierte Tapeten, Aktivkohletapete) verwendet. Da bei diesen Sanierungsvarianten PCB-belastete Flächen im Raum verbleiben, muss der langfristige Erfolg der Maßnahmen durch Raumluftmessungen belegt werden.

Nach Abschluss der Arbeiten erfolgt die Feinreinigung des Sanierungsbereiches. Hierzu werden alle Oberflächen mit einem Industriestaubsauger der Staubklasse H abgesaugt und anschließend feucht gewischt.

Um zu verhindern, dass PCB-haltige Stäube aus dem Sanierungsbereich in benachbarte Bereiche verschleppt werden, ist der Sanierungsbereich (Schwarzbereich) staubdicht abzuschotten. Der Übergang vom Schwarzbereich in nicht belastete Bereiche erfolgt über eine Personenschleuse (Schwarz-Weiß-Anlage).

Durch eine ausreichend dimensionierte technische Lüftung ist zu gewährleisten, dass der Sanierungsbereich zur Verringerung der PCB-Raumluftbelastung durchlüftet wird. Es sollte mindestens ein 5-facher Luftwechsel pro Stunde erreicht werden.

Die persönliche Schutzausrüstung setzt sich bei den Sanierungstätigkeiten je nach Gefährdung zusammen aus einem staubdichte} Schutzanzug (Kategorie III, Typ 5), Atemschutzmaske (mindestens Halbmaske mit Partikelfilter P2) und Chemikalienschutzhandschuhen. Für die Sanierungsarbeiten haben sich Schutzhandschuhe aus Nitril bewährt. Bei Arbeiten über Kopf, z.B. beim Ausbau von Deckenplatten oder hohen Staubbelastungen im Arbeitsbereich ist auch Augen- bzw. Gesichtsschutz erforderlich.

- Erfolgskontrolle

Vor der erneuten Nutzung der Räume, d.h. vor Wiederaufbau der Flächen und Möblierung, wird eine Erfolgskontrolle durchgeführt. Die Erfahrung zeigt, dass der Zielwert von  $300 \text{ ng/m}^3$  in der Regel erst einige Zeit nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen erreicht wird.

Der Vortrag beschreibt den Ablauf einer Sanierung, die Ergebnisse der messtechnischen Begleitung ausgewählter Sanierungsmaßnahmen und die Grundanforderungen an die Schutzmaßnahmen.

# Sanierung PCB-belasteter Gebäude

## Arbeitsverfahren, Exposition, Schutzmaßnahmen

Andrea Bonner

3. Sankt Augustiner Expertentreff „Gefahrstoffe“

## Steckbrief PCB

- Theoretisch möglich: 209 PCB!Kongenere

- Leitkongenere

PCB 28

PCB 52

PCB 101

PCB 138

PCB 153

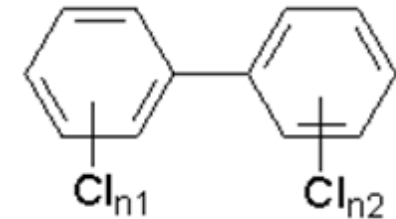
PCB 180

- Technische Eigenschaften

- Weichmacher, Flammschutzmittel, Isolierflüssigkeit.  
Hydraulikflüssigkeit

- Toxizität

- Geringe akute Toxizität
- Chronische Toxizität: krebsverdächtig (K3),  
reproduktionstoxisch (R2), immuntoxisch

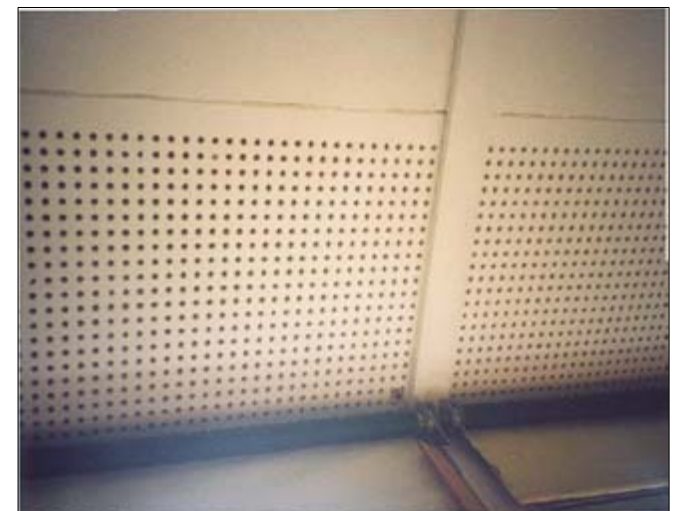


## Chronik der PCB-Verwendung

- 1929 Beginn der industriellen Produktion von PCB
- 1966 PCB wird erstmals in der Umwelt festgestellt
- 1968 Massenvergiftung durch PCB in Japan
- 1973 OECD empfiehlt Verzicht auf PCB in offenen Systemen
- 1978 Verbot der PCB-Verwendung in offenen Systemen in Deutschland
- 1979 Massenvergiftung durch PCB in Taiwan
- 1983 Einstellung der PCB-Produktion in Deutschland
- 1989 Herstellungs- und Verwendungsverbot in Deutschland

## PC6 -Jewendung im Baubereich offene Systeme

- Weichmacher in dauerelastischen Fugenmassen (Thiokol)
- Flammschutzmittel in Beschichtungen und Anstrichstoffen, z.B. von Akustik-Deckenplatten
- Klebstoffe und Kitte
- Spachtel- und Vergu••massen



## PCB! Verwendung in geschlossenen Systemen

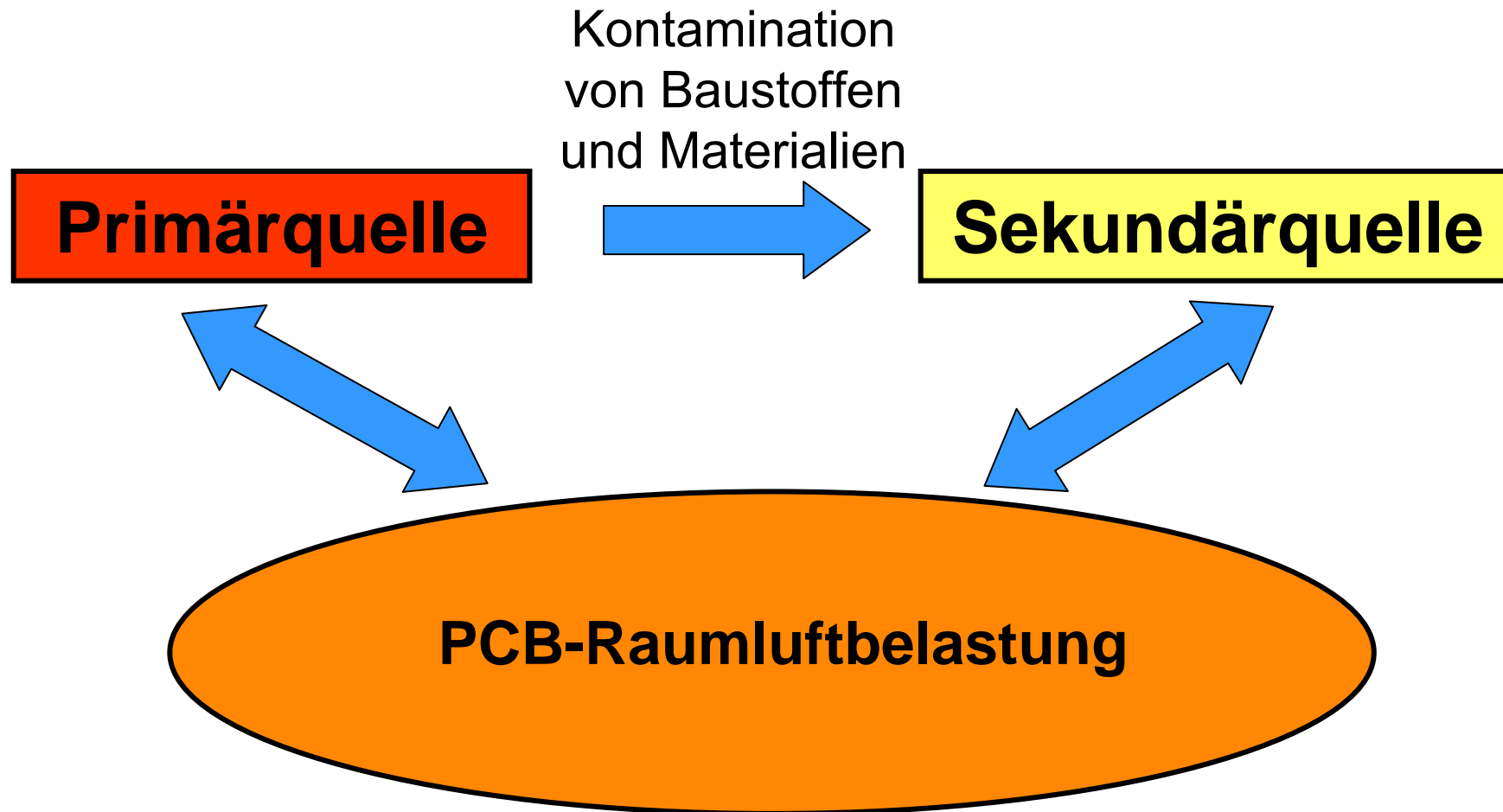
- in Kühl- und Isolierflüssigkeiten in Kondensatoren (z.B. in Leuchtstoffröhren) und Transformatoren
- in Ölen hydraulischer Anlagen



(Foto: Zwiener)



## PC6 !Faumlftbelastungen



## PCB! Sekundärquellen

keine bis geringe  
Belastung

- mineralische Baustoffe:  
Beton, Estrich, Ziegel, Gips
- Fensterkitt, Holz

mäßige Belastung

- Mineralwolle-Dämmstoffe
- Gipskartonplatten

hohe Belastung

- Kunststoff-, Linoleumböden
- Anstriche, Tapeten

sehr hohe Belastung

- Lacke auf Metalloberflächen

## Vorgehensweise bei der Sanierung

- 1 Ermittlung der PCB-Quellen
- 2 Ermittlung und Bewertung der Raumluftbelastung
- 3 Auswahl des Sanierungsverfahrens und Erstellen eines Arbeits- und Sicherheitsplans gemäß BGR 128 / TRGS 524
- 4 Baustelleneinrichtung / „Sanierung“ der belasteten Bauteile (Primär- / Sekundärquellen) durch sachkundigen Betrieb
- 5 Reinigung der Oberflächen
- 6 Beschichtung kritischer Flächen (Sekundärquellen)
- 7 Erfolgskontrollmessung

## Sanierungsgrundsätze

- Primärquellen entfernen
- staubarme Arbeitsverfahren
- keine “Heißverfahren” anwenden, bei denen PCB-haltiges Material  $> 100^{\circ}\text{C}$  erwärmt wird (z.B. Flammstrahlen, schnellaufende Maschinen)
- bei Staubentwicklung: technische Lüftung des Arbeitsbereiches
- freigesetzte Stäube nicht verschleppen: staubdichte Abschottung des Sanierungsbereiches und Zugang über Personenschleuse



## Arbeitsverfahren

- Entfernen von Fugenmassen z.B. mit einem Elektrofugenschneider (oszillierendes Messer)



## Expositionsmessungen



Entfernen der Dichtungsmasse und  
Absaugen des Arbeitsbereiches

PCB                      0,005 - 0,009 mg/m<sup>3</sup>

Arbeitsplatzgrenzwerte

42% Chlor            1,1 mg/m<sup>3</sup>

54% Chlor            0,7 mg/m<sup>3</sup>

## Biomonitoring

|         | vor (8:20 Uhr) | nach (14:00 Uhr) | Referenzwerte |
|---------|----------------|------------------|---------------|
| PCB 28  | 0,030 µg/l     | 0,090 µg/l       | 0,020 µg/l    |
| PCB 52  | 0,050 µg/l     | 0,120 µg/l       | < 0,01 µg/l   |
| PCB 101 | 0,010 µg/l     | 0,020 µg/l       | < 0,01 µg/l   |
| PCB 138 | 0,100 µg/l     | 0,120 µg/l       | 1,5 µg/l      |
| PCB 153 | 0,090 µg/l     | 0,190 µg/l       | 1,9 µg/l      |
| PCB 180 | 0,090 µg/l     | 0,110 µg/l       | 1,5 µg/l      |

## Arbeitsverfahren

- Entfernen PCB-belasteter Anstriche und Putzoberflächen mit Hochdruckwassertechnik





## Arbeitsverfahren

- Entfernen PCB-belasteter Anstriche, Putzoberflächen, Kleber z.B. mit abgesaugten Betonschleifern / Putzfräsen



## Abtrag PCB-haltiger Wandfarbe



## Expositionsmessungen



PCB-Aerosole  $< 0,0008 \text{ mg/m}^3$

PCB-Dampf  $< 0,0008 \text{ mg/m}^3$

Für PCB-Aerosole und -Dampf kein AGW festgelegt, aus der Liste internationaler Grenzwerte:

$0,01 \text{ mg/m}^3$  (Schweden, DK)

$0,1 \text{ mg/m}^3$  (Großbritannien)

## Arbeitsverfahren zur Sanierung der Sekundärquellen

- Abbeizen PCB-sekundärbelasteter Anstriche
- Beschichten mit diffusionshemmenden Anstrichstoffen
- Bekleiden mit Isoliertapete (Aktivkohle)

# Persönliche Schutzausrüstung



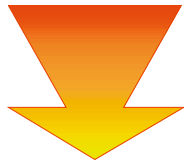
**Augenschutz und Atemschutz,  
z.B. Halbmaske mit P2-Filter**

**Chemikalienschutzhandschuhe  
aus Nitril**

**Einwegschutzanzug  
Kategorie III Typ 5**

**Einwegüberziehschuhe  
besser: Sicherheits-  
gummistiefel**

**Gefahrstoffe, Biologische  
Stoffe**



**Mobilitätseigenschaften**



**„Tätigkeiten“**

- 1) Festlegung der Arbeitsbereiche
- 2) Ermittlung der Tätigkeiten mit Exposition
- 3) Ermittlung der arbeitsbereichs- und tätigkeitsbedingten Faktoren

**Expositionsabschätzung**

**stoffliche Gefahren**



**„Gefährdungsbeurteilung“**



**SCHUTZMAßNAHMEN**