

# Polychlorierte Biphenyle im Hochbau

*H. Kieper, H.-D. Neumann, R. Rachor-Ebbinghaus*

## Zusammenfassung

In bestehenden Gebäuden können polychlorierte Biphenyle (PCB) aus belasteten Baustoffen und Bauteilen in die Atemluft entweichen und beim Menschen Gesundheitsschädigungen auslösen. Insbesondere dauerelastische Fugendichtungsmassen können PCB enthalten; in Betracht kommende Gebäude sind daher untersuchen zu lassen. In Nordrhein-Westfalen regelt die PCB-Richtlinie des Landes die hierbei notwendige Vorgehensweise. Die Inhalte dieser Richtlinie werden erläutert. Die Ermittlungsschritte gliedern sich in Überprüfung der Gebäude, Bewertung der PCB-Belastung, Sanierung von Primär- und Sekundärquellen sowie Erfolgskontrolle. Bei der Bewertung der PCB-Belastung in der Raumluft sind der Vorsorge- und Sanierungszielwert sowie der Interventionswert für Sofortmaßnahmen zu beachten. Die systematische Umsetzung der PCB-Richtlinie wird am Beispiel der Stadt Hagen erläutert. Hier wurden im Gebäudebestand 61 Gebäude als verdächtig ermittelt. Davon wurden in 16 Gebäuden erhöhte PCB-Raumluftkonzentrationen vorgefunden, wobei kritische PCB-Luftwerte im Bereich des Interventionswertes in drei Gebäuden auftraten. Die in diesen Gebäuden getroffenen Maßnahmen und Sanierungen werde vorgestellt.

Autoren

Dr. rer. nat. Hansjörg Kieper, GfS Gesellschaft für Schadstoffuntersuchung und Sanierungsbegleitung, Münster.

Dr.-Ing. Heinz-Dieter Neumann, Unfallkasse Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.

Dipl.-Ing. Rita Rachor-Ebbinghaus, Stadt Hagen, Gebäudewirtschaft (GWH), Hagen.

---

## 1 Einleitung

Polychlorierte Biphenyle (PCB) können in bestehenden Gebäuden aus belasteten Baustoffen und Bauteilen in die Atemluft freigesetzt werden und beim Menschen Gesundheitsschädigungen auslösen. Die Eigentümer bzw. Verfügungsberechtigten von Gebäuden sind daher gehalten, in Betracht kommende Gebäude entsprechend untersuchen zu lassen. Bei Bestätigung des Verdachtes ist eine Sanierung durchzuführen. Die hierbei notwendige Vorgehensweise soll unter dem Aspekt der rechtlichen Rahmenbedingungen gemäß der PCB-Richtlinie des Landes Nordrhein-Westfalen [1] sowie an deren praktischen Umsetzung in einer Kommune dargestellt werden.

## 2 Vorkommen von PCB im Hochbau

Seit den fünfziger Jahren wurden PCB außer in Kondensatoren von Leuchtstoffleuchten und anderen geschlossenen Anwendungen in großem Umfang auch als Weichmacher in einer Reihe offener Anwendungen eingesetzt. Eine solche offene Anwendung von PCB ist insbesondere bei

Gebäuden zu befürchten, die bis zum Ende der 70er Jahre erbaut wurden. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand ist eine offene Anwendung von PCB bei Gebäuden, die nach 1980 erbaut wurden, nicht zu erwarten.

Offen angewendete PCB können insbesondere in dauerelastischen Fugendichtungsmassen in folgenden Bereichen enthalten sein:

- Gebäudetrennfugen,
- Bewegungsfugen zwischen Betonfertigteilelementen,
- Anschlussfugen (Fenster, Türzargen),
- Glasanschlussfugen an Fenstern,
- Fugen im Sanitärbereich (selten).

Darüber hinaus können PCB enthalten sein in:

- Anstrichstoffen,
- Klebstoffen,
- Deckenplatten (als Weichmacher bzw. Flammschutzmittel),
- Kunststoffen und
- Kabelummantelungen.

Eine der häufigsten Anwendungen in diesem Bereich war die Verwendung als Weichmacher in Fugendichtungsmassen auf Basis eines Polysulfid-Kunstharzes. Als Weichmacher wurden Produkte verwendet, die 30 bis 60 Gewichtsprozent Chlor enthielten. Diese Weichmacher wurden z. B. unter den Handelsnamen Clophen, Aroclor, Kanechlor, Fenchlor u. a. in den Verkehr gebracht.

Die bis etwa 1975 in offenen Anwendungen eingesetzten PCB-haltigen Produkte können bis heute zu PCB-Raumluftbelastungen führen, deren Höhe von der Art der PCB, von deren Menge im jeweiligen Produkt, von der Art des PCB-kontaminierten Materials, der Menge und Beschaffenheit PCB-haltiger Produkte im Raum, den Klimabedingungen des Raumes, den Oberflächentemperaturen der Bauten und den Witterungsbedingungen abhängt. Im Laufe der Zeit können in solchen Räumen auch nicht PCB-haltige Bauteile oder Gegenstände durch PCB-haltige Stoffe kontaminiert werden und ihrerseits wieder zur Raumluftverunreinigung beitragen. Man muss daher zwischen Primärquellen und Sekundärquellen unterscheiden.

Primärquellen sind Produkte, denen die PCB gezielt zur Veränderung der Produkteigenschaften zugesetzt wurden. Solche Produkte, z.B. Fugendichtungsmassen oder Beschichtungen, enthalten in der Regel mehr als 0,1 Gewichtsprozent PCB und können nach den bisher vorliegenden Erfahrungen deutlich erhöhte PCB-Raumluftbelastungen verursachen. Neben dem PCB-Gehalt besitzen das Verhältnis von kontaminierter Oberfläche zu Raumvolumen sowie die Art des PCB-Gemisches einen entscheidenden Einfluss auf die resultierende Raumluftbelastung.

Sekundärquellen sind Bauteile (z.B. Wände, Decken) oder Gegenstände (z.B. Mobiliar oder Ausstattungsgegenstände wie Teppichböden oder Gardinen), die PCB meist über längere Zeit aus der belasteten Raumluft aufgenommen haben. Sie vermögen die an der Oberfläche angelagerten PCB nach und nach wieder in die Raumluft freizusetzen. Großflächige Sekundärkonta-

minationen können - selbst nach vollständigem Entfernen der Primärquellen - erhöhte PCB-Raumluftkonzentrationen aufrechterhalten.

### 3 Überprüfung der PCB-Belastung von Gebäuden

Zur Feststellung einer PCB-Belastung von Gebäuden sollte methodisch wie folgt vorgegangen werden:

- Begehung durch sachkundige Personen, repräsentative Probennahme und Analyse verdächtiger Materialien (inkl. exakter Dokumentation).
- Repräsentative Raumluftprobennahme (inkl. Begründung und Dokumentation der Probenahmestrategie).
- Erstellung eines Schadstoffkatasters (Materialproben, Schichtenprofile, Luftproben) als Grundlage für die Erstellung eines Sanierungskonzeptes sowie zur Ermittlung der Belastungssituation des Gesamtgebäudes.

Die so gewonnenen Ergebnisse sind danach zu bewerten.

### 4 Bewertung der PCB-Belastung von Räumen und der Dringlichkeit von Sanierungsmaßnahmen

Das gesundheitliche Risiko für die Nutzer von PCB-belasteten Räumen steigt mit der Konzentration der PCB-Gehalte in der Raumluft, der Nutzungsart und der Aufenthaltsdauer im Raum.

Die Bewertung der Dringlichkeit einer Sanierung erfolgt aufgrund der toxikologischen Bewertung von PCB in der Innenraumluft dauerhaft genutzter Räume durch das frühere Bundesgesundheitsamt und die Arbeitsgemeinschaft der Leitenden Medizinalbeamten der Länder (AGLMB). Auf der Grundlage des Beschlusses des Ausschusses für Umwelthygiene der AGLMB werden folgende Empfehlungen für sachgerecht angesehen:

- Raumluftkonzentrationen unter 300 ng PCB/m<sup>3</sup> Luft sind als langfristig tolerabel anzusehen (Vorsorgewert).
- Bei Raumluftkonzentrationen zwischen 300 und 3000 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. Der Zielwert liegt bei weniger als 300 ng PCB/m<sup>3</sup> Luft (Sanierungsleitwert).
- Bei Raumluftkonzentrationen oberhalb von 3000 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.

Darüber hinaus ist bei großflächigen Primärquellen wie z. B. Farbanstrichen, Brandschutzanstrichen oder Deckenplatten zu beachten, dass diese oftmals ein hochchloriertes PCB-Gemisch (Chlophen A 50/60) enthalten. Dabei gibt es besondere Risiken. Anders als bei kleinflächigen Primärkontaminationen ist die Direktaufnahme über die Haut und oral durch kontaminierte Partikel aus Abrieb zu beachten. Anders als bei niedrigchlorierten Primärquellen findet sich in der Raumluft in der Regel auch ein hochchloriertes Raumluftmuster wieder. Gleichzeitig zum PCB-Gehalt steigt in der Regel der Dioxin- bzw. Furananteil im kontaminierten Material.

## **5 Empfehlungen für die Sanierung von Gebäuden**

Eine Sanierung PCB-belasteter Gebäude hat zum Ziel, die Raumluftbelastung durch PCB-haltige Produkte dauerhaft zu senken. Dies kann z.B. durch Entfernen, Abtrennen oder Beschichten PCB-haltiger Produkte geschehen. Die Beschichtung von Primärquellen hat sich bislang jedoch nicht bewährt.

### **5.1 Sanierung von Primärquellen**

Für eine dauerhafte Sanierung von PCB-belasteten Räumen kommt in der Regel nur das Entfernen der Primärquellen wie z.B. Dichtungsmassen, Anstriche oder Deckenplatten in Betracht. Die im Folgenden aufgeführten Verfahren haben sich in der Praxis bewährt. Damit sind andere Verfahren, die zu gleichwertigen Ergebnissen führen, nicht ausgeschlossen. Nicht geeignet ist allerdings die Heißbehandlung PCB-haltiger Materialien z.B. durch Flammstrahlen sowie die Anwendung von Verfahren, bei denen eine Erhitzung  $>100\text{ °C}$  PCB-haltiger Materialien auftritt.

Dauerelastische Dichtungsmassen werden ausschließlich mittels staubarm arbeitender Werkzeuge oder von Hand entfernt und in für die Entsorgung geeigneten Behältern gesammelt. Hinterfüllmaterial soll entfernt werden. Anfallender Staub wird am Entstehungsort mit einem geeigneten Staubsauger z. B. der Verwendungskategorie C aufgenommen. Die Fugenflanken sollten soweit möglich unter Berücksichtigung der statischen Erfordernisse entsprechend der PCB-Eindringtiefe entfernt werden. Die Fugenflanken sind ebenso wie die Dichtungsmassen von Hand oder mittels staubarm arbeitender Werkzeuge bzw. Techniken unter ständiger Absaugung oder in geschlossenen Verfahren zu entfernen. Ist ein Entfernen der Fugenflanken nicht möglich, sind diese vollständig von allen anhaftenden Dichtungsmassenresten zu befreien und mit geeigneten diffusionshemmenden Beschichtungen zu versehen. Nach Beschichtung der Anschlussbereiche und Einbringen von neuem Hinterfüllmaterial wird neu verfugt.

Großflächige Primärquellen wie Anstriche oder Beschichtungen sind staubfrei unter ständiger Absaugung oder in geschlossenen Systemen zu entfernen. Hinsichtlich ggf. verbliebener Restkontaminationen ist wie bei der Behandlung von Sekundärquellen beschrieben zu verfahren.

Demontierbare Primärquellen wie Deckenplatten sind nach vorheriger Reinigung ohne Freisetzung von Stäuben ggf. unter Absaugung auszubauen.

## 5.2 Sanierung von Sekundärquellen

Lässt sich durch die Maßnahmen bei der Sanierung von Primärquellen die PCB-Raumluftkonzentration nicht unter den Sanierungsleitwert von 300 ng PCB/m<sup>3</sup> Luft absenken, ist darüber hinaus die Sanierung von Sekundärquellen erforderlich.

Die Sanierung von Sekundärquellen sollte wie bei Primärquellen durch Entfernen erfolgen. Wird diese Methode nicht gewählt, lassen sich PCB-Raumluftbelastungen aus kontaminierten Bauteilen auch durch staubarmes Abtragen der Oberflächen dieser Teile unter ständiger Absaugung oder in geschlossenen Systemen, z.B. durch Abbeizen von Farbbeschichtungen und Beschichtungen der Oberflächen hinreichend vermindern. Hierfür sind nach derzeitigem Stand der Kenntnisse z.B. diffusionshemmende Isoliertapeten, hochabgebundene Latexdispersionsfarben, insbesondere solche auf Acrylatbasis oder zweikomponentige Epoxidharz- oder Polyurethanbeschichtungen geeignet.

Sekundärquellen können aber auch luftdicht gegen die Raumluft abgeschottet werden. Dies kann z.B. durch dauerhaft dichte Verkleidungen erfolgen. Dann muss diese jedoch für eine spätere getrennte Entsorgung gekennzeichnet und dokumentiert werden. Ein derartiges Vorgehen erfordert dauerhaft dichte Abschlüsse auch gegenüber angrenzenden Bauteilen und bedarf hinsichtlich seiner bauphysikalischen und raumklimatischen Folgewirkungen sorgfältiger Prüfung.

Kontaminierte Gegenstände wie Mobiliar, Teppiche oder Gardinen sollten gründlich gereinigt und vor Wiederverwendung hinsichtlich ihrer Restkontamination überprüft werden.

Der Langzeiterfolg all dieser Maßnahmen ist durch Messungen zu belegen.

## 5.3 Reinigung

Nach Abschluss der Sanierung wird der gesamte Sanierungsbereich einer Feinreinigung unterzogen, wobei zunächst sämtliche Oberflächen von Bauteilen und Einrichtungen mit einem geeigneten Staubsauger gereinigt werden. Im Anschluss daran erfolgt eine Feuchtreinigung sämtlicher dafür in Frage kommender Flächen sowie des weiterzuverwendenden Mobiliars. Die Reinigung wird manuell unter Verwendung handelsüblicher Reinigungsmittel durchgeführt. Hochdruckreiniger eignen sich nicht, da die Reinigungsflüssigkeit nicht mehr vollständig erfasst werden kann.

## 5.4 Erfolgskontrolle

Der Erfolg der Sanierung wird durch Messung der Konzentration von PCB in der Raumluft nach einer an der PCB-Richtlinie festgelegten Messstrategie belegt. Werden die Räume eines Gebäudes nach einer Sanierung zu Beginn der Abbrucharbeiten nicht mehr genutzt, so ist die Erfolgskontrolle nicht erforderlich.

## 6 Umsetzung der PCB- Richtlinie am Beispiel der Stadt Hagen

Zur Umsetzung der „Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden“ des Ministeriums für Bauen und Wohnen für das Land Nordrhein-Westfalen vom 03.07.1996 (PCB-Richtlinie NRW) [1] wurden seitens der Stadt Hagen zunächst systematische Begehungen von öffentlichen Gebäuden veranlasst, die der Erfassung und Überprüfung potenziell PCB-haltiger Baumaterialien (Primärquellen) dienen. Anhand der Ergebnisse dieser Erstuntersuchungen erfolgten beim Vorhandensein PCB-haltiger Baumaterialien jeweils unter sommerlichen Witterungsbedingungen repräsentative Raumlufmessungen zur Bestimmung der Raumlufbelastungen und Bewertung der Sanierungsdringlichkeit. Die Untersuchungen wurden im Jahr 2003 abgeschlossen und von der GfS Gesellschaft für Schadstoffuntersuchung und Sanierungsbegleitung, 48153 Münster durchgeführt.

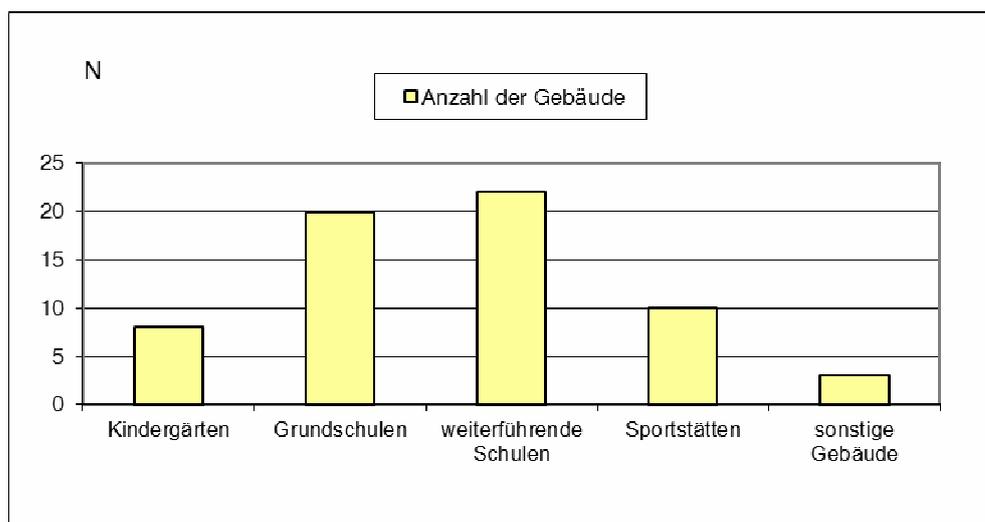
Auf der Grundlage der Ergebnisse der Begehungen, Materialuntersuchungen und Raumlufmessungen wurde im Hinblick auf die Sanierungsnotwendigkeit eine Prioritätenliste unter Berücksichtigung der vorhandenen PCB-Raumlufbelastungen sowie der Nutzung der Gebäude erstellt.

### 6.1 Systematische Begehung von öffentlichen Gebäuden und Raumlufmessungen

Bei der Begehung von öffentlichen Gebäuden wurden ausschließlich Gebäude berücksichtigt, die vor 1980 erbaut wurden, da nach dem derzeitigen Kenntnisstand eine offene Anwendung von PCB bei jüngeren Gebäuden nicht zu erwarten ist. Im Rahmen der Begehungen wurden im Verdachtsfall repräsentative Materialproben zur Analyse auf PCB hin entnommen.

Bei den Begehungen wurden insgesamt 61 Gebäude berücksichtigt, wobei zunächst insbesondere Kindergärten/Kindertagesstätten, Grundschulen und weiterführende Schulen sowie Sportstätten berücksichtigt wurden.

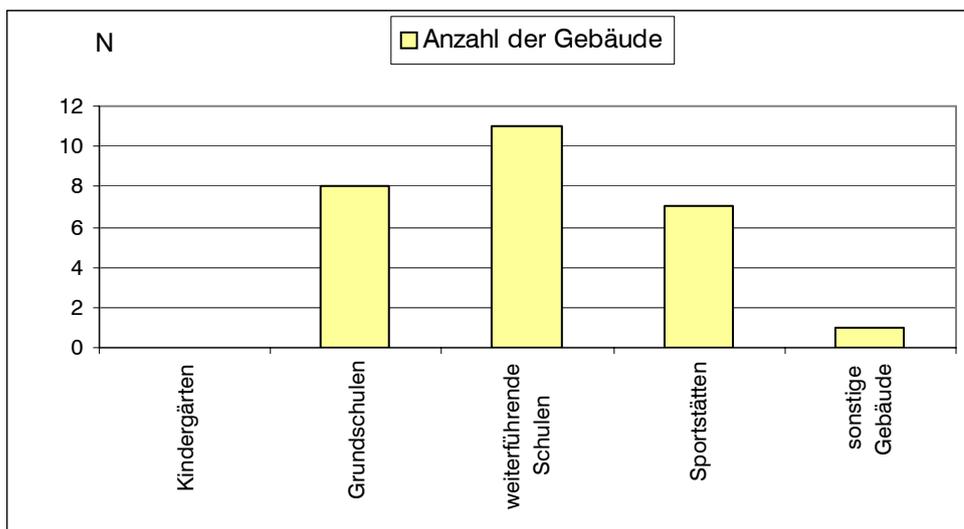
Abb. 01: Im Rahmen der Begehungen berücksichtigte Gebäudetypen



Bei den Gebäudeuntersuchungen wurden als PCB-Primärquellen in erster Linie PCB-haltige dauerelastische Versiegelungen von Gebäudedehnfugen, Wand-, Boden- und Deckenfugen sowie Fenster- und Türanschlussfugen vorgefunden. Darüber hinaus konnten PCB-haltige Ver-

dunkelungsbehänge und Wandanstriche nachgewiesen werden. In insgesamt 27 Gebäuden war nach der Gebäudebegehung und Vorlage der Untersuchungsergebnisse der Materialproben das Auftreten erhöhter PCB-Raumluftwerte nicht auszuschließen. In diesen Gebäuden wurden für eine abschließende Bewertung einer Sanierungsnotwendigkeit unter sommerlichen Witterungsbedingungen repräsentative PCB-Raumluftmessungen durchgeführt.

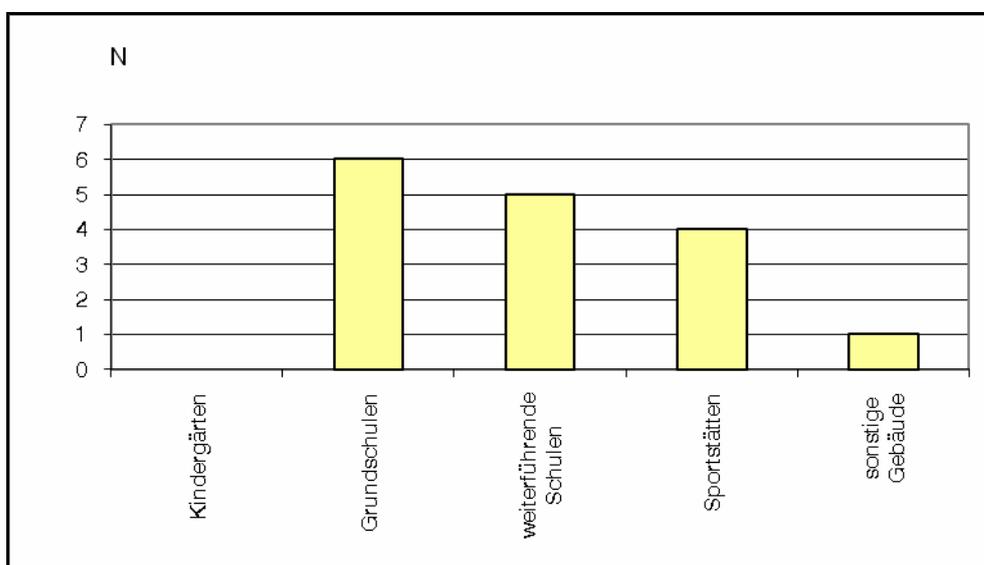
Abb. 02: Im Rahmen der Raumluftmessungen berücksichtigten Gebäudetypen



Als Ergebnis der PCB-Untersuchungen wurden in 45 der 61 Gebäude keine relevanten PCB-Primärquellen oder lediglich PCB-Raumluftkonzentrationen festgestellt, die den Vorsorgewert der PCB-Richtlinie NRW in Höhe von 300 ng PCB/m<sup>3</sup> sicher unterschritten. In diesen Gebäuden bestand nach der PCB-Richtlinie NRW kein weiterer Handlungsbedarf.

Erhöhte PCB-Raumluftkonzentrationen wurden in insgesamt 16 Gebäuden vorgefunden, wobei kritische PCB-Luftwerte im Bereich des Interventionswertes in drei Gebäuden (zwei Grundschulen und einer Rundsporthalle) auftraten.

Abb. 03: Verteilung der erhöhten PCB-Raumluftkonzentrationen auf Gebäudetypen



Lediglich in einem Gebäude, einer Grundschule, wurden mit Raumluftwerten von bis zu 6.000 ng PCB/m<sup>3</sup> unter Nutzungsbedingungen deutlich erhöhte PCB-Raumlufkonzentrationen in einer Vielzahl von Räume gemessen, die sich auch durch kurzfristig durchgeführte Maßnahmen (Grundreinigung, tägliche Feuchtreinigung, Primärquellenentfernung) nicht soweit reduzieren ließen, dass der Interventionswert der PCB-Richtlinie in Höhe von 3.000 ng PCB/m<sup>3</sup> sicher unterschritten wurde. Aus diesem Grund musste die Schule geschlossen und kurzfristig saniert werden.

In der Rundsporthalle sowie der zweiten Grundschule wurden lediglich in Teilbereichen Überschreitungen des Interventionswertes gemessen. Die betroffenen Räume wurden gesperrt. In allen anderen dauerhaft genutzten Räumen unter Nutzungsbedingungen Raumluftwerte von 3.000 ng PCB/m<sup>3</sup> unterschritten, was durch intensivierete Feuchtreinigungen der Gebäude sowie im Falle der Sporthallen durch den Betrieb der Hallenlüftungen mit maximaler Außenluftzufuhr unterstützt wurde. Die betroffenen beiden Gebäude konnten damit bis zur Einleitung der Sanierung weiterbetrieben werden. In dem Zeitraum bis zur endgültigen Sanierung wurden die PCB-Raumlufkonzentrationen regelmäßig überprüft.

In der Mehrzahl der betroffenen Gebäude wurden bei den PCB-Raumlufmessungen auch unter sommerlichen Witterungsbedingungen Unterschreitungen des Interventionswertes gemessen, sodass dort nach der PCB-Richtlinie ein mittelfristiger Sanierungsbedarf besteht. Dabei sind in mehreren Gebäudekomplexen in Abhängigkeit vom Baujahr und den Ausstattungsmerkmalen nur Teilbereiche betroffen.

Als Ergebnis der systematischen Untersuchungen zur PCB-Belastung in öffentlichen Gebäuden der Stadt Hagen wurden folgende Sanierungsprioritäten festgelegt:

Tab. 01: Zusammenstellung der Sanierungsprioritäten für Gebäude mit erhöhten PCB-Raumlufkonzentrationen.

Sanierungs-priorität	Anzahl der betroffenen Gebäude	Gebäudetypen				maximal auftretende PCB-Raumlufkonzentrationen [ng/m <sup>3</sup> ]
		Grund-schulen	Sportstätten	weiterführende Schulen	Sonstige Gebäude	
1	3	2	1			3.000 – 6.000
2	6	1	3	2		1.000 – 3.000
3	7	3	2	1	1	300 – 1.000

## 6.2 Konzeptionierung, Planung und Durchführung von PCB-Sanierungen

Im Vorfeld aller bisher durchgeführten PCB-Sanierungen wurden Schadstoffkataster für die einzelnen Gebäude erstellt. Dabei wurden ergänzende Materialuntersuchungen zur Überprüfung der PCB-Primär- und Sekundärquellen sowie im Bedarfsfall ergänzende PCB-Raumlufmessungen zur Eingrenzung der Belastungssituation durchgeführt. Auf der Grundlage der Ergebnisse aller Untersuchungen erfolgte die gebäudespezifische Konzeptionierung von Sanierungs-

maßnahmen zur Reduzierung der PCB-Raumluftbelastung mit dem Ziel einer dauerhaften Unterschreitung des Sanierungszielwertes der PCB-Richtlinie NRW in Höhe von 300 ng PCB/m<sup>3</sup>.

Alle Sanierungsmaßnahmen wurden unter fachlicher Leitung der GfS Gesellschaft für Schadstoffuntersuchung und Sanierungsbegleitung als in sich geschlossenes Konzept vom Beginn der Arbeiten bis zur Entsorgung geplant. Bei der Sanierung der höher belasteten Gebäude wurden grundsätzlich neben allen Primärquellen auch die relevanten Sekundärquellen vollständig entfernt. Eine Beschichtung oder räumliche Trennung der Sekundärquellen kam aus grundsätzlichen Überlegungen für die höher belasteten Gebäude nicht in Frage, da nur durch die Entfernung aller relevanten Quellen der Langzeiterfolg einer Sanierung ohne weitergehende spätere Maßnahmen (z.B. eine Erneuerung der Beschichtung) und Nutzungseinschränkungen im Bereich beschichteter oder abgetrennter Bauteile gesichert werden kann.

Für die Entfernung der PCB-kontaminierten Wand- und Deckenanstriche wurde bei allen Sanierungen das von der Stadt Hagen in Zusammenarbeit mit der GfS Gesellschaft für Schadstoffuntersuchung und Sanierungsbegleitung intensiv überprüfte vollständig abgesaugte Wasserhochdruckverfahren der Fa. Woma, Duisburg, eingesetzt.

Abb. 04: Fotos des für den Abtrag PCB-haltiger Anstriche eingesetzten Woma-Verfahrens

Nach Abschluss aller Sanierungsarbeiten und Wiederherstellung der Gebäude wurden zur Überprüfung des Sanierungserfolgs jeweils PCB-Raumluftmessungen durchgeführt, die zunächst direkt nach Abschluss aller Arbeiten erfolgten. Zur abschließenden Bewertung des Sanierungserfolgs wurde in allen sanierten Gebäuden Kontrollmessungen unter sommerlichen Witterungsbedingungen durchgeführt, die zur Überprüfung des Langzeiterfolgs in mehrjährigem Abstand wiederholt wurden. In allen vollständig sanierten Gebäuden wurde der Sanierungszielwert in Höhe von 300 ng PCB/m<sup>3</sup> sowohl direkt nach Abschluss der Sanierung als auch bei den langfristigen Kontrollmessungen unterschritten.

Bis zum heutigen Zeitpunkt wurden von der Stadt Hagen PCB-Sanierungen in insgesamt sieben Gebäuden durchgeführt und erfolgreich abgeschlossen. Neben allen Gebäuden der Sanierungspriorität 1 wurden dabei die drei Gebäude der Sanierungspriorität 2 mit den höchsten PCB-Belastungen (3 Sportstätten) berücksichtigt. Ergänzend wurde im Rahmen einer umfangreichen Umbaumaßnahme auch ein Gebäude der Sanierungspriorität 3 (ein Museum) vollständig saniert.

In den weniger belasteten drei Gebäuden der Sanierungspriorität 2 erfolgten bislang im Zuge baulicher Umbau- und Sanierungsmaßnahmen (z.B. Fenster-/Fassadensanierung) PCB-Teil-sanierungen, wobei insbesondere Primärquellen (PCB-haltige Dichtungsmassen) entfernt wurden. Der Erfolg dieser Teilmaßnahmen wurde jeweils durch Raumluftmessungen überprüft. In Teilbereichen dieser Gebäude sind für eine sichere Unterschreitung des Sanierungszielwertes in der Zukunft weitergehende Maßnahmen (Berücksichtigung von Sekundärquellen) erforderlich.

In den sechs verbliebenen Gebäuden der Sanierungspriorität 3, in denen teilweise nur im Sommer leichte Überschreitungen des Sanierungszielwertes auftreten, wurden im Rahmen der energetischen Gebäudesanierung im Jahr 2010 partiell Primärquellensanierungen durchgeführt. Der Einfluss dieser Maßnahmen auf die PCB-Raumluftwerte wird nach Abschluss der energetischen Sanierungsmaßnahmen durch Raumluftmessungen überprüft. Anhand der Ergebnisse der Raumluftmessungen wird im Hinblick auf die Sanierungsnotwendigkeit eine Neubewertung der Gebäude erfolgen.

---

#### Literatur

[1] Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden – Nordrhein-Westfalen – (PCB-Richtlinie NRW). Fassung vom 03. Juli 1996. MBl. NRW Nr. 52 vom 09. August 1996, S. 1260.