

**GWH**  
**GEBÄUDEWIRTSCHAFT HAGEN**  
DER WERKLEITER



# Bericht

über die in den Jahren  
1998 bis 2003  
in städtischen Gebäuden  
der Stadt Hagen  
durchgeführten  
Untersuchungen und  
Sanierungen zum Thema  
Schadstoffe in Gebäuden



Frankfurter Str. 44  
58095 Hagen  
Tel.: 0 23 31/207-21 04  
e-Mail: [gwh@stadt-hagen.de](mailto:gwh@stadt-hagen.de)  
Internet: [www.gwh.stadt-hagen.de](http://www.gwh.stadt-hagen.de)

**Herausgeber:** Gebäudewirtschaft Hagen  
Werkleiter Dipl.-Ing. Karl-Hermann Kliewe

**Ansprechpartnerin:** Dipl.-Ing. Rita Rachor-Ebbinghaus  
Tel. 0 23 31/207-39 86

**Stand: September 2004**

**Bericht über die in den Jahren 1998 bis 2003 in städtischen Gebäuden der Stadt Hagen durchgeführten Untersuchungen und Sanierungen zum Thema Schadstoffe in Gebäuden**

Im Rahmen ihrer Verantwortung für die Gesundheit ihrer Bürgerinnen und Bürger haben die Kommunen vielfältige Aufgaben wahrzunehmen. Dabei besitzt seit Jahren die Erfassung und Sanierung von Schadstoffen in Gebäuden eine zunehmende Bedeutung.

Aus diesem Grund wurden von der Stadt Hagen bereits 1992 der Arbeitskreis Schadstoffe ins Leben gerufen, in dem Fragen zur Schadstoffbelastung und Sanierung von öffentlichen Gebäuden der Stadt Hagen zwischen den beteiligten Ämtern abgestimmt wird.

Der vorliegende Bericht fasst die im Zeitraum 1998 – 2003 von der Stadt Hagen durchgeführten bzw. veranlassten Untersuchungen und Sanierungen zum Thema Schadstoffe in Innenräumen zusammen.

Im Berichtszeitraum 1998 – 2003 wurden Untersuchungen und Sanierungen mit folgenden Schwerpunkten bearbeitet:

Tab. 01: Übersicht über die im Berichtszeitraum 1998 – 2003 durchgeführten Untersuchungen und Maßnahmen zum Thema Gebäudeschadstoffe

Schwerpunkt	Anzahl der untersuchten/berücksichtigten Gebäude					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Asbest-Neubewertungen	16	54			56	
PCB-Begehungen	1	8	11	34		2
PCB-Raumluftmessungen	3	2	1	9	2	15
PCB-Sanierungen	2	3	1	1	1	1
KMF-Untersuchungen			1	9	1	4
PCP-Untersuchungen			1	1	8	2
PAK-Untersuchungen			1	2		5
Aldehyduntersuchungen	3	2	2	3		1
VOC-Untersuchungen	1	1	2	2	2	1
MVOC-Untersuchungen				4		1
Schimmelpilzuntersuchungen				1	1	4

## I. Asbest

Grundlage für die Gebäudebegehung zur Asbestthematik ist die Asbestrichtlinie, derzeit gültige Fassung Januar 1996, veröffentlicht im Ministerialblatt NRW.

Auf der Basis der 1990 - 1995 systematisch durchgeführten Erstbewertungen und umfangreicher Entsorgungsmaßnahmen wurden im Berichtszeitraum 1998 - 2003 durch den TÜV Rheinland die gemäß Richtlinien erforderlichen Asbestneubewertungen für die Dringlichkeitsstufen II und III durchgeführt.

Es wurden die öffentlichen Gebäude begangen, deren Erstbegehung solche verbaute asbesthaltige Produkte oder asbesthaltige Materialien in Bauteilen zum Resultat hatten, die nicht in die Dringlichkeitsstufe I gemäß Asbestrichtlinie einzustufen waren und somit nicht unverzüglich saniert wurden.

Diese Untersuchungen erfolgten, um festzustellen, ob sich der bauliche Zustand der asbesthaltigen Bauteile/Produkte gegenüber der Erstbegehung oder einer erneuten Bewertung so verschlechterte, dass eine Höhergruppierung in die Dringlichkeitsstufe I angezeigt war. Dies war aber in keinem öffentlichen Gebäude der Fall.

Die im Jahre 2000 und 2001 fälligen Wiederbewertungen wurden kompakt Anfang 2002 durchgeführt. Aufgrund der Prioritätensetzung hinsichtlich anderweitiger Schadstoffe, wie in Tabelle 01 ersichtlich, ist die für die Jahre 2002 und 2003 erforderliche Wiederbewertung verschoben worden. Sie wird 2004 nachgeholt.

Die untersuchten Gebäude sind den Tabellen A.1 – A.2 im Anhang zu entnehmen.

## II. PCB

Alle Untersuchungen hinsichtlich der PCB-Problematik in Innenräumen erfolgten nach den Vorgaben 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). Im Berichtszeitraum 1998 – 2003 wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Systematische Begehung von öffentlichen Gebäuden, Überprüfung der Verwendung PCB-belasteter Baumaterialien (Primärquellen<sup>1</sup>)
- Durchführung von Raumlufmessungen zur Bestimmung der Raumlufbelastungen
- Konzeptionierung, Planung und Durchführung von PCB-Sanierungen

Die Begehungen, Probenahmen und Messungen sowie die fachliche Beratung bei der Planung und Durchführung der Sanierungen wurden von Herrn Dr. Kieper<sup>2</sup> durchgeführt.

---

<sup>1</sup> Primärquellen sind Produkte, denen PCB gezielt zur Veränderung der Produkteigenschaften zugesetzt wurden.

<sup>2</sup> GfS Gesellschaft für Schadstoffuntersuchung und Sanierungsbegleitung mbH, Hoher Hainweg 35a, 48153 Münster

## II.1 Systematische Begehung von öffentlichen Gebäuden und Raumluftmessungen

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.

Im Berichtszeitraum wurden insgesamt 59 Gebäude begangen, die in Tabelle A.4 im Anhang aufgeführt sind. Dabei wurden insbesondere Kindergärten/Kindertagesstätten, Grundschulen und weiterführende Schulen sowie Sportstätten berücksichtigt.

Abb. 01: Anzahl der Gebäude, in denen Begehungen durchgeführt wurden

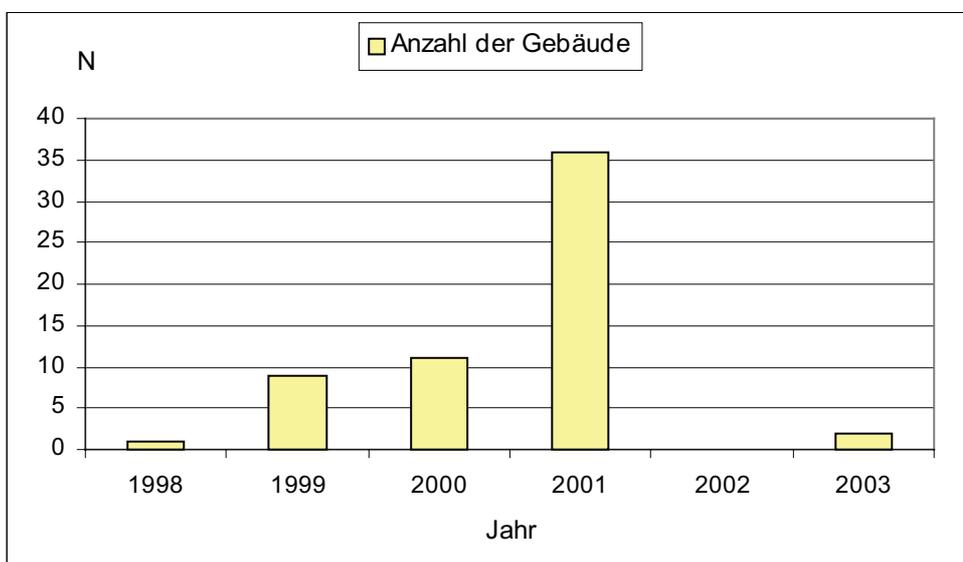
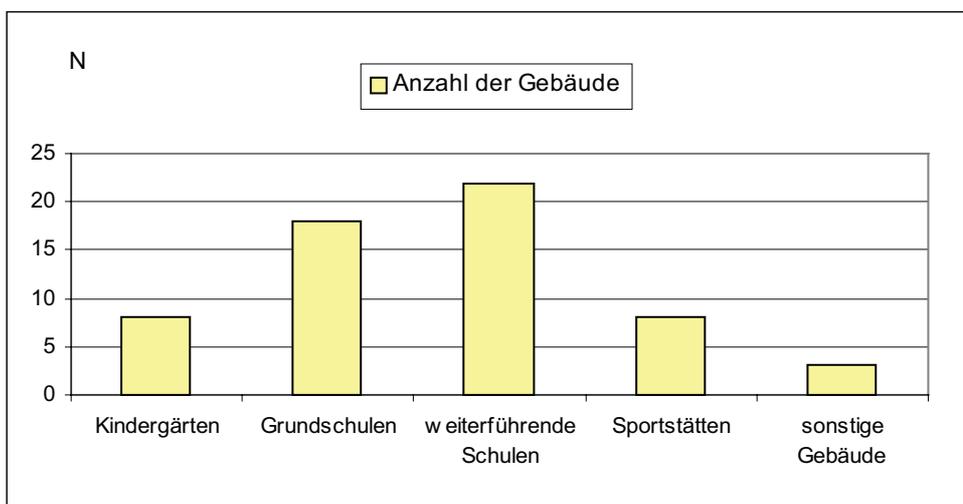


Abb. 02: Anzahl der im Rahmen der Begehungen berücksichtigten Gebäudetypen



Als PCB-Primärquellen wurden in erster Linie PCB-haltige dauerelastische Versiegelungen von Gebäudedehnfugen im Wand-, Boden- und Deckenbereich sowie Fenster- und Türanschlussfugen ermittelt. Darüber hinaus konnten PCB-haltige Verdunkelungsbehänge und Wandanstriche nachgewiesen werden.

Auf der Grundlage der Ergebnisse vorhergehender Begehungen und Materialuntersuchungen wurden schwerpunktmäßig in den Jahren 2001 – 2003 in 27 verschiedenen Gebäuden PCB-Raumluftmessungen durchgeführt, wobei in einigen Gebäuden mehrfach im Berichtszeitraum gemessen wurde. Die bei den Raumluftmessungen berücksichtigten Gebäude sind in Tabelle A.5 im Anhang aufgeführt.

Abb. 03: Anzahl der Gebäude, in denen Raumluftmessungen durchgeführt wurden

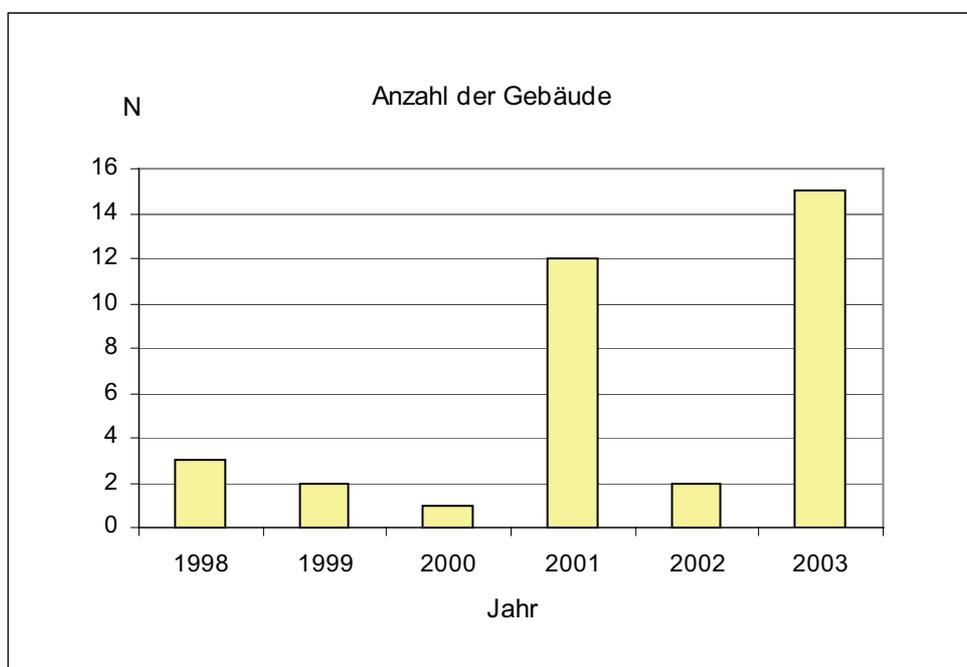
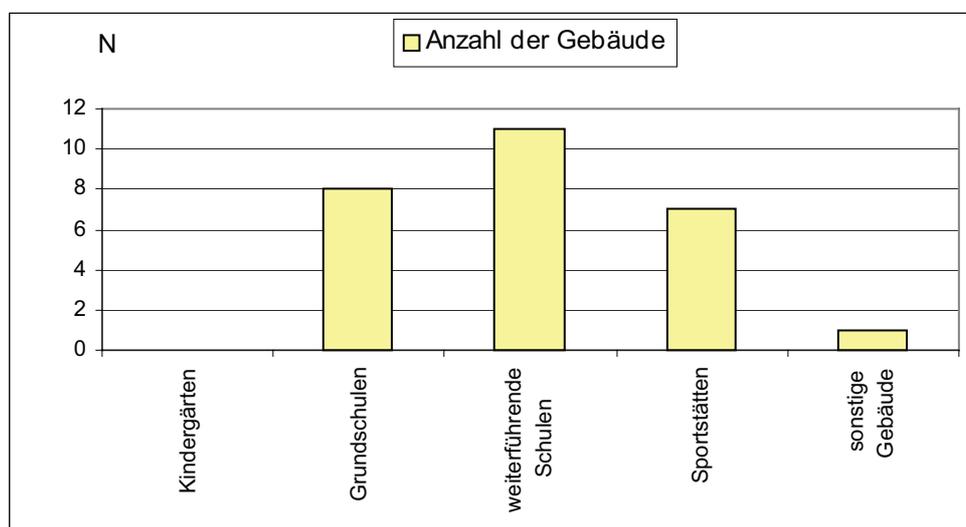


Abb. 04: Anzahl der im Rahmen der Raumluftmessungen berücksichtigten Gebäudetypen



Als Ergebnis der PCB-Untersuchungen wurden in 45 der 58 Gebäude keine relevanten PCB-Primärquellen bzw. lediglich PCB-Raumluftkonzentrationen festgestellt, die den Vorsorgewert der PCB-Richtlinie NRW in Höhe von 300 ng PCB/m<sup>3</sup> sicher unterschreiten. In diesen in Tabelle A.6 im Anhang aufgeführten Gebäuden besteht nach der PCB-Richtlinie NRW kein weiterer Handlungsbedarf.

In 12 Gebäuden wurden erhöhte PCB-Raumluftkonzentrationen von über 300 ng PCB/m<sup>3</sup> gemessen, wobei als Quellen in erster Linie PCB-haltige dauerelastische Dichtungsmassen vorhanden sind. In allen 12 Gebäuden ist eine Überschreitung des Interventionswertes der PCB-Richtlinie NRW in Höhe von 3.000 ng PCB/m<sup>3</sup> auch im Sommer auszuschließen, sodass sich nach der PCB-Richtlinie ein mittelfristiger Handlungsbedarf zur Durchführung von Sanierungsmaßnahmen ergibt. Im Einzelnen handelt es sich um folgende Gebäude:

- Grundschule Astrid-Lindgren, Delsterner Str.59
- Grundschule Hestert, Schlesierstr. 36
- Grundschule Berchum, Auf dem Blumenkampe 3
- Grundschule Spielbrink, Büddingsstraße 49
- Hauptschule Dahl, Ribbertstr. 60
- Hauptschule Ernst-Eversbusch, Berliner Str. 109
- Hauptschule Vorhalle, Vossacker 21
- Gesamtschule Haspe, Kirmesplatz 2
- Rundsporthalle Hohenlimburg, Königsberger Str.
- Rundsporthalle Hagen-Haspe, Kölner Str. 50
- Sporthalle Remberg, Elbersstiege 16A
- Karl-Ernst-Osthaus-Museum

In Nebenräumen der Rundsporthalle Hohenlimburg kann im Sommer eine Überschreitung des Interventionswertes der PCB-Richtlinie NRW in Höhe von 3.000 ng PCB/m<sup>3</sup> im Sommer auftreten. In den Hallenbereichen, in denen Sportbetrieb stattfindet, liegen demgegenüber auch im Sommer unter Nutzungsbedingungen deutlich niedrigere PCB-Raumluftwerte von unter 2.000 ng PCB/m<sup>3</sup> vor.

Die Ergebnisse der PCB-Untersuchungen in den o.g. 12 Gebäuden sind in der nachfolgenden Tabelle 02 dargestellt.

Tab. 02: Gebäude mit erhöhten PCB-Raumluftkonzentrationen und mittelfristigem Sanierungsbedarf

Gebäude	Gebäudebereich	PCB-Quellen	gemessene PCB-Raumluftkonzentration [ng PCB/m <sup>3</sup> ] (Außentemperatur)
Rundsporthalle Hohenlimburg	Nebenräume mit Außenwänden (z.B. Hallenaufsicht, Sanitätsraum)	Dichtungsmassen in FAF und TAF	2.220 – 4.470 (22 – 24 °C)
	Turnhalle inkl. Tribüne und Heuboden, Umkleieräume		645 – 1.560 (22 – 24 °C)
Sporthalle Remberg, Elbersstiege 16A	Gesamtgebäude	Dichtungsmassen in WAF und GbDF	608 – 1.880 (32 °C)
Grundschule Spielbrink, Büddingstr. 49	Gesamtgebäude ohne Turnhalle	Dichtungsmassen in TAF, FAF, WAF und GbAF	500 – 1.530 (31 °C)
Gesamtschule Haspe, Kirmesplatz 2	Altbau von 1971	Dichtungsmassen in FAF, TAF und WAF	295 – 1.430 (16 °C)
Rundsporthalle Haspe	Gesamtgebäude	Dichtungsmassen in TAF, FAF, WAF und GbDF	166 – 987 (12 - 24 °C) <sup>b</sup>
Hauptschule Dahl, Ribbertstr. 60	Treppenhaus, Schwimmhalle	Dichtungsmassen in FAF, TAF, WAF und GbDF	1.070 – 1.640 (18 °C)
	Schulhauptgebäude		382 – 840 (18 °C)
	Umkleidebereich, Werkraum	Dichtungsmassen in FAF, TAF, WAF	344 – 684 (18 °C)
Hauptschule Ernst-Eversbusch, Berliner Str. 109	Gesamtgebäude	Dichtungsmassen im Fassadenbereich (WAF)	155 – 484 (20 °C)
Grundschule Hestert, Schlesierstr. 36	Eingangsbereich, Verwaltung	Dichtungsmassen im Innenbereich (FAF, TAF) Dichtungsmassen im Außenbereich (WAF)	141 – 755 (20 °C)
Karl-Ernst-Osthaus-Museum	Verwaltung (Teilbereiche)	Dichtungsmassen (WAF, GbDF)	366 – 794 (20 °C)
Hauptschule Vorhalle, Vossacker 21	Schwimmhalle	Dichtungsmassen (FAF, TAF, WAF, BF)	393 – 446 (19 °C)
	Schulhauptgebäude, Turnhalle		123 - 284 (19 °C)
Grundschule Astrid-Lindgren, Delsterner Str.59	Gesamtgebäude, straßenzugewandte Räume	Dichtungsmassen in FAF der straßenseitigen Fenstern	134 – 243 (19 °C)
Grundschule Berchum, Auf dem Blumenkampe 3	Gesamtgebäude	Wandanstriche	240 – 396 (18 °C)

a TAF (Türanschlussfuge), FAF (Fensteranschlussfuge), WAF (Wandfuge), BF (Bodenfugen), GbDF (Gebäudedehnfuge)

b bei eingeschalteter funktionierender Lüftungsanlage (Frischlufzufuhr)

In zwei weiteren Gebäuden, der Ischelandhalle und dem Pavillon des Theodor-Heuss-Gymnasiums, ist nach dem gegenwärtigen Untersuchungsstand keine abschließende Bewertung möglich. In der Ischelandhalle wurden Hinweise für das Vorhandensein von PCB-Primärquellen (PCB-haltige Dichtungsmassen in Tür- und Fensteranschlussfugen) und damit für erhöhte PCB-Raumluftkonzentrationen gefunden, wobei jedoch aufgrund der Quellenlage von einer sicheren Unterschreitung des Interventionswertes der PCB-Richtlinie NRW in Höhe von 3.000 ng PCB/m<sup>3</sup> auszugehen ist. Im Pavillon des Theodor-Heuss-Gymnasiums wurden die PCB-Primärquellen, d.h. die PCB-haltigen Dichtungsmassen im Flurbereich bereits entfernt. Zur Überprüfung der PCB-Raumluftwerte werden im Sommer in beiden Gebäuden PCB-Raumluftmessungen durchgeführt.

## **II.2 Konzeptionierung, Planung und Durchführung von PCB-Sanierungen**

Im Vorfeld aller Sanierungsaktivitäten wurden Schadstoffkataster für die einzelnen Gebäude erstellt. Dabei wurden ergänzende Materialuntersuchungen zur Überprüfung der PCB-Primär- und Sekundärquellen sowie im Bedarfsfall ergänzende PCB-Raumluftmessungen zur Eingrenzung der Belastungssituation durchgeführt. Alle Untersuchungen wurden von Dr. Kieper durchgeführt. Auf der Grundlage der Ergebnisse aller Untersuchungen erfolgte die gebäudespezifische Konzeptionierung von Sanierungsmaßnahmen 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 Beratung durch Dr. Kieper als in sich geschlossenes Konzept vom Beginn der Arbeiten bis zur Entsorgung geplant. Bei jeder Sanierung wurden grundsätzlich neben allen Primärquellen soweit erforderlich auch die relevanten Sekundärquellen vollständig entfernt. Eine Beschichtung oder räumliche Trennung der Sekundärquellen kam aus grundsätzlichen Überlegungen 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 Dr. Kieper in den Jahren 1993 – 1995 intensiv überprüfte Wasserhochdruckverfahren der Fa. DSW, Duisburg, eingesetzt.

Sanierungsmaßnahmen wurden in folgenden Gebäuden durchgeführt:

Tab. 03: Übersicht über die durchgeführten PCB-Sanierungsmaßnahmen

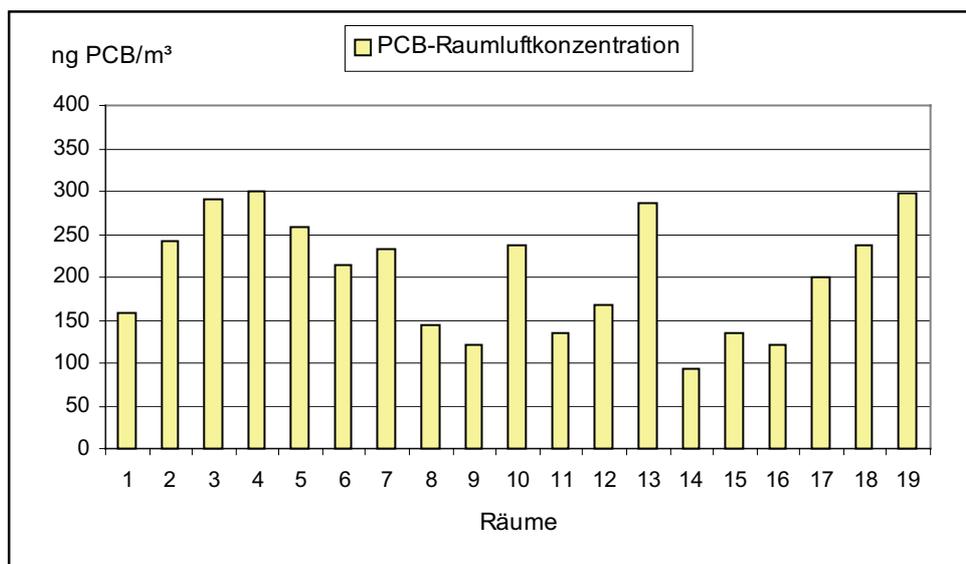
Gebäude	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Grundschule Im Kley	Abschluss der Gesamtsanierung					
Theodor-Heuss-Gymnasium	Primärquellenentfernung					
Karl-Ernst-Osthaus-Schule		Konzeptionierung	Gesamtsanierung			
Otto-Densch-Halle		Primärquellenentfernung		Konzeptionierung	Gesamtsanierung	Abschluss der Gesamtsanierung
Rundsporthalle Hohenlimburg		Primärquellenentfernung				

### **II.3.1 Grundschule Im Kley**

Im Sommer 1998 wurde die im Oktober 1995 begonnene Gesamtsanierung der Grundschule Im Kley mit den Rückbauarbeiten zur Wiederherstellung der Schule abgeschlossen. Im Vorfeld waren alle PCB-Primärquellen sowie alle PCB-kontaminierten Sekundärquellen (Wandanstriche, Bodenbeläge, abgehängte Decken, Oberflächen der Rohbetondecken) vollständig entfernt worden. Auf die Durchführung von Beschichtungsmaßnahmen zur Erreichung eines kurzfristigen Sanierungserfolges wurde bewusst verzichtet. Auch bei den abschließenden Malerarbeiten wurden nur diffusionsoffene Anstriche verwendet.

Der Sanierungserfolg konnte durch die Kontrollmessungen im August 1998 bei Raumtemperaturen von 20 – 23 °C belegt werden, die in ungenutzten Räumen ohne vorherige Lüftung durchgeführt wurden. Dabei wurde eine mittlere Raumluftkonzentration von 226 ng PCB/m<sup>3</sup> in den sanierten Räumen gemessen. Vor der Sanierung lagen die PCB-Raumluftwerte in der Grundschule im Sommer bei bis zu 7.000 ng PCB/m<sup>3</sup>. Die Raumluftwerte in den dauerhaft genutzten Räumen schwankten direkt nach der Sanierung zwischen 93,5 und 301 ng PCB/m<sup>3</sup>. Die Einzelergebnisse sind Tabelle A.7 im Anhang zu entnehmen.

Abb. 05: Ergebnisse der Erfolgskontrollmessungen in dauerhaft genutzten Räumen nach Abschluss der Sanierung



Zur Überprüfung des langfristigen Sanierungserfolges wurden in den Sommerferien 1999 und 2000 in jeweils 3 Klassenräumen mit höheren PCB-Raumluftkonzentrationen wiederkehrende Kontrollmessungen wiederum in ungenutzten Räumen durchgeführt, deren Ergebnisse in der nachfolgenden Tabelle dargestellt sind:

Tab. 04: Zusammenstellung der bei den Kontrollmessungen in der Grundschule Im Kley ermittelten PCB-Raumluftkonzentrationen

Probenahmeort	PCB-Raumluftkonzentration [ng/m³]			
	Datum	August 1998	Juni 1999	Juli 2000
	Raumtemperaturen	20 – 23 °C	20 – 23 °C	24 – 26 °C
Klassenraum 2.2 (Klasse 3a)		258	237	276
Klassenraum 1.4 (Klasse 2a)		233	145	276
Klassenraum 04 (Klasse 1a)		287	131	236
Mittelwert		259	171	263

Unter Berücksichtigung der Witterungsabhängigkeit der PCB-Raumluftkonzentration zeigte sich in allen drei Räumen eine leichte Abnahme der PCB-Raumluftkonzentration, sodass für die Sanierung der Grundschule von einem langfristigen Erfolg auszugehen ist. Dies gilt insbesondere, da durch die Sanierung alle PCB-belasteten Materialien vollständig entfernt worden sind und nicht wie bei der Verwendung von Beschichtungssystemen die Gefahr des Verlustes der Wirksamkeit über die Jahre besteht.

### **II.3.2 Theodor-Heuss-Gymnasium**

Im Theodor-Heuss-Gymnasium wurden bei Erstuntersuchungen im Januar 1998 in einzelnen Räumen mit Verdunkelungsanlagen PCB-haltige Verdunkelungsbehänge sowie im Flurbereich des Pavillons PCB-haltige dauerelastische Dichtungsmassen in den Türanschlussfugen festgestellt. Während aufgrund der Verdunkelungsanlagen bei Raumlufmessungen im Januar 1998 nur leicht erhöhte PCB-Werte von bis zu 60,5 ng PCB/m<sup>3</sup> auftraten, wurden in dem Flur des Pavillons ein PCB-Wert von 1.210 ng PCB/m<sup>3</sup> und in angrenzenden Klassenräumen Werte von bis zu 301 ng PCB/m<sup>3</sup> gemessen.

Aufgrund der Ergebnisse wurden noch in den Osterferien 1998 als Erstmaßnahme die dauerelastischen Dichtungsmassen im Flurbereich des Pavillons vollständig entsorgt. Darüber hinaus wurden im Sommer alle PCB-belasteten Verdunkelungsbehänge in der Schule ausgetauscht.

Im Rahmen der Kontrollmessung in 2 Klassenräumen im Pavillon wurde bei sommerlichen Witterungsbedingungen (innen und außen 23 °C) eine Raumlufkonzentration von 394 ng PCB/m<sup>3</sup> gemessen, womit der Vorsorgewert der PCB-Richtlinie in Höhe von 300 ng PCB/m<sup>3</sup> nur geringfügig überschritten wird.

Im Rahmen des im Sommer 2004 anstehenden Messprogrammes in öffentlichen Gebäuden der Stadt Hagen werden zur Überprüfung des langfristigen Erfolges der im Theodor-Heuss-Gymnasium durchgeführten Maßnahmen erneut PCB-Raumlufmessungen durchgeführt.

### **II.3.3 Karl-Ernst-Osthaus-Schule**

Die Sanierung der Schule wurde auf der Grundlage der Ergebnisse einer Probesanierung eines der höher belasteten Klassenräume im Jahr 1996 sowie des von Dr. Kieper erstellten Schadstoffkatasters im Frühjahr 1999 geplant. Dabei wurden die in der Grundschule Im Kley gemachten Erfahrungen für eine Optimierung des Sanierungsablaufes genutzt. Neben technischen Einzelheiten bei der Durchführung des DSW-Verfahrens betraf dies insbesondere eine verlängerte Ablüftungszeit zwischen Abtrag der PCB-kontaminierten Wandanstriche und der Wiederherstellung des neuen Wandaufbaus. Mit der eigentlichen Sanierung wurde im Herbst 1999 begonnen.

Im Zuge der PCB-Sanierung wurden alle PCB-haltigen Primärquellen (dauerelastische Versiegelungen in Dehn- und Anschlussfugen), die sekundär belasteten abgehängten Decken und Bodenbeläge vollständig entfernt. Die sekundär belasteten Anstriche sowie der Bodenbelagskleber wurden mit dem DSW-Verfahren vollständig abgetragen. Im Rahmen der Sanierung erfolgte ebenfalls die Entsorgung der Asbestzementfassadenplatten sowie eine Erneuerung der Fensteranlagen.

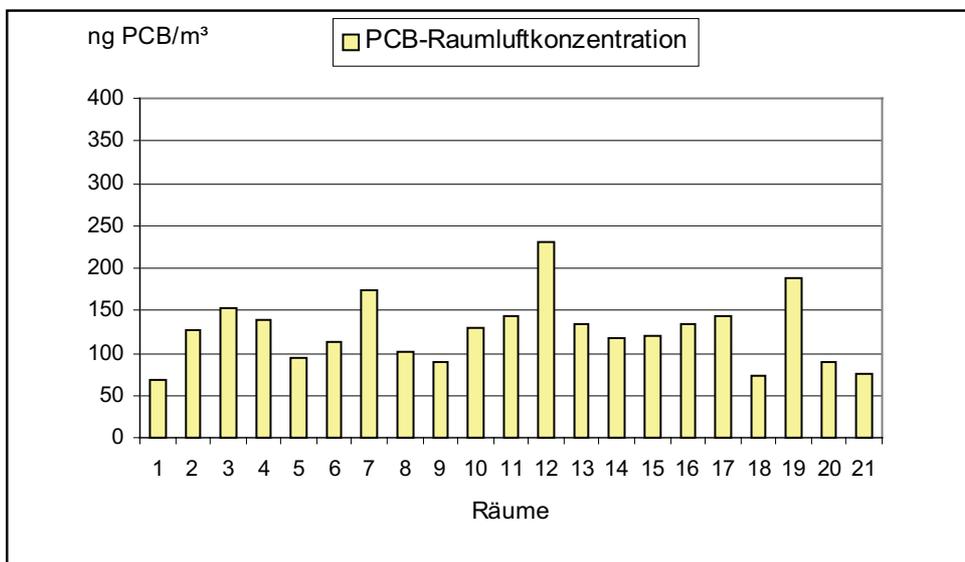
Die eigentlichen Sanierungsarbeiten wurden in der Zeit vom April 1999 bis Januar 2000 durchgeführt. Im Anschluss daran erfolgten die Rückbauarbeiten zur Wiederherstellung der Schule. Die Grundschule konnte den Schulbetrieb zum Schuljahr 2001/2002 wieder aufnehmen.

Im Rahmen der Sanierung erfolgte eine ständige Ausführungskontrolle regelmäßiger Baustellentermine durch Dr. Kieper. Dabei wurden von den mittels DSW-Verfahren bearbeiteten Wandflächen Oberflächenproben zur Überprüfung der Ausführungsqualität durchgeführt. Alle verbliebenen PCB-Restbelastungen der Oberflächen lagen insbesondere nach mehrwöchiger Ablüftungszeit im Schwankungsbereich von Hintergrundbelastungen.

Die ersten Raumluftmessungen nach Abschluss der Schadstoffsanierung wurden noch während der Rückbauarbeiten am 08.12.2000 in 5 verschiedenen nicht möblierten und ungenutzten Räumen bei Raumtemperaturen von 19 – 20 °C durchgeführt. Dabei wurden Winterwerte von maximal 46 ng PCB/m<sup>3</sup> gemessen.

Die eigentlichen Erfolgskontrollmessungen wurden nach Abschluss aller Baumaßnahmen im Sommer am 01.08.2001 in ungenutzten, jedoch vollständig möblierten Räumen, durchgeführt. Bei Raumtemperaturen von 22 – 25 °C schwankten die PCB-Raumluftkonzentrationen bei einem Mittelwert von 126 ng/m<sup>3</sup> zwischen 68,5 und 230 ng PCB/m<sup>3</sup>. Die Einzelergebnisse sind Tabelle A.8 im Anhang zu entnehmen. Im Vergleich mit den sommerlichen PCB-Belastungen von über 3.000 ng PCB/m<sup>3</sup> vor der Sanierung, zeigte sich damit eine Reduzierung um eine Zehnerpotenz und es konnte selbst im Sommer eine sichere Unterschreitung des Sanierungszielwertes der PCB-Richtlinie in Höhe von 300 ng PCB/m<sup>3</sup> erreicht werden.

Abb. 06: Ergebnisse der Erfolgskontrollmessungen nach Abschluss der Sanierung



Da wie in der Grundschule im Kley im Zuge der Sanierung alle PCB-belasteten Materialien vollständig entfernt worden sind, ist für die Sanierung der Grundschule von einem langfristigen Erfolg auszugehen.

### **II.3.4 Otto-Densch-Halle**

In der Otto-Densch-Halle in Hagen Eilpe wurden bereits 1993 erhöhte PCB-Raumluftkonzentrationen gemessen. Als Primärquellen wurden die PCB-haltigen dauerelastischen Versiegelungen in Dehn- und Anschlussfugen der Rundsporthalle festgestellt. Bei hochsommerlichen Witterungsbedingungen wurden in dem Gebäude PCB-Raumluftwerte von über 6.000 ng PCB/m<sup>3</sup> gemessen, womit der für dauerhaft genutzte Räume geltende Interventionswert der PCB-Richtlinie deutlich überschritten wurde. Zur vorläufigen Reduzierung der PCB-Raumluftwerte bis zur endgültigen Sanierung des Gebäudes wurden zunächst die belasteten Fugen abgeklebt, eine tägliche Feuchtreinigung der Halle durchgeführt sowie im hochbelasteten Hallenwartraum ein Fenster zur besseren Durchlüftung eingebaut.

Über die vorgenannten Erstmaßnahmen hinaus wurde in den Sommerferien 1999 unter fachlicher Überwachung durch Dr. Kieper zur weiteren Reduzierung der PCB-Raumluftwerte der überwiegende Anteil der PCB-haltigen dauerelastischen Dichtungsmassen im Gebäudeinnern in einer vorgezogenen Sanierungsmaßnahme entfernt und nach Fugenflankenbeschichtung mit einem diffusionshemmenden Anstrich in den zugänglichen Bereichen neu versiegelt.

Zur Überprüfung der PCB-Raumluftbelastungen sowie der Effizienz der vorläufigen Maßnahmen wurden wie bereits in den vorhergehenden Jahren im Zeitraum 1998 – 2000 regelmäßig im Hochsommer Raumluftmessungen durchgeführt. Damit konnte gezeigt werden, dass durch die o.g. Maßnahmen die PCB-Belastungen in der Turnhalle und der höher gelegenen Trainingsfläche (Heuboden) auch in den Sommermonaten unter dem Interventionswert der PCB-Richtlinie NRW lagen (s. Abbildungen B.1 im Anhang).

Da erwartungsgemäß durch die bloße Primärquellenentfernung in der Rundsporthalle keine Reduzierung der PCB-Raumluftkonzentrationen unter den Sanierungszielwert der PCB-Richtlinie NRW in Höhe von 300 ng PCB/m<sup>3</sup> erreicht werden konnte, wurde im Frühjahr 2001 auf der Grundlage eines im Januar 2001 erstellten Schadstoffkatasters, das zur Überprüfung aller relevanten PCB-Sekundärquellen erstellt wurde, die endgültige PCB-Sanierung der Otto-Densch-Halle konzeptioniert.

Als Ergebnis der Sanierungsplanung wurden zur Erreichung des Sanierungszieles einer dauerhaften Reduzierung der PCB-Raumluftwerte < 300 ng PCB/m<sup>3</sup> folgende Schritte festgelegt:

- Vollständiges Ausräumen der Halle und Entsorgung der PCB-belasteten Sportgeräte
- Ausbau des Hallenschwingbodens
- Ausbau des Deckenspiegels und der Spanplattenwandverkleidungen inkl. Wärmedämmung
- Ausbau aller Dichtungsmassen Außenbereich
- Ausbau der Lüftungskanäle
- Abtrag aller Wand-, Decken- und Stützenanstriche mittels DSW-Verfahren
- Abtrag des Abstriches des Metallkegeldaches
- Abbeizen der Anstriche der Fensterrahmen
- Reinigung der Klinkerwände mittels DSW-Verfahren

- Entsorgung der gestrichenen Metalltüren
- Entsorgung der Fenster- und Türanlagen inkl. der PCB-haltigen Versiegelungen
- Feinreinigung aller Sanierungsbereiche

Die eigentlichen Sanierungsmaßnahmen wurden im Zeitraum Oktober 2001 bis Mai 2002 durchgeführt. Zur Kontrolle wurden während der Sanierungsarbeiten nach Abtrag der belasteten Anstriche mit dem DSW-Verfahren Oberflächenproben der bearbeiteten Flächen auf PCB hin analysiert. Dabei wurden nur noch geringe PCB-Restkontaminationen im Schwankungsbereich der Hintergrundkonzentrationen ermittelt. Nach daraufhin erfolgter Freigabe der Sanierungsbereiche wurde im Sommer 2002 mit den Ausbaugewerken zur Wiederherstellung und Modernisierung der Halle begonnen, die im Sommer 2003 abgeschlossen wurden.

Erste Luftkontrollmessungen wurden während der laufenden Ausbauarbeiten in noch stark verstaubten Räumen mit nicht zu reinigenden offenen Putzflächen, aufgerissenen Böden und rauen Betonoberflächen im Juni 2002 durchgeführt. Dabei wurden im Umkleidetrakt mit PCB-Raumluftwerten von 346 – 889 ng PCB/m<sup>3</sup> trotz der ungünstigen Randbedingungen eine deutliche Abnahme der PCB-Luftbelastung gemessen. Die ersten Kontrollmessungen wurden kurz vor Wiedereröffnung der Halle am 11.07.2003 durchgeführt. Dabei wurden mit Werten von 284 – 299 ng PCB/m<sup>3</sup> in der Turnhalle, dem Hallenwartraum sowie einem Umkleideraum der Sanierungszielwert in Höhe von 300 ng PCB/m<sup>3</sup> bereits direkt nach Abschluss der Bauarbeiten unterschritten. Die Ergebnisse der PCB-Sanierung werden im Frühjahr 2004 erneut kontrolliert.

### **II.3.5 Rundsporthalle Hohenlimburg**

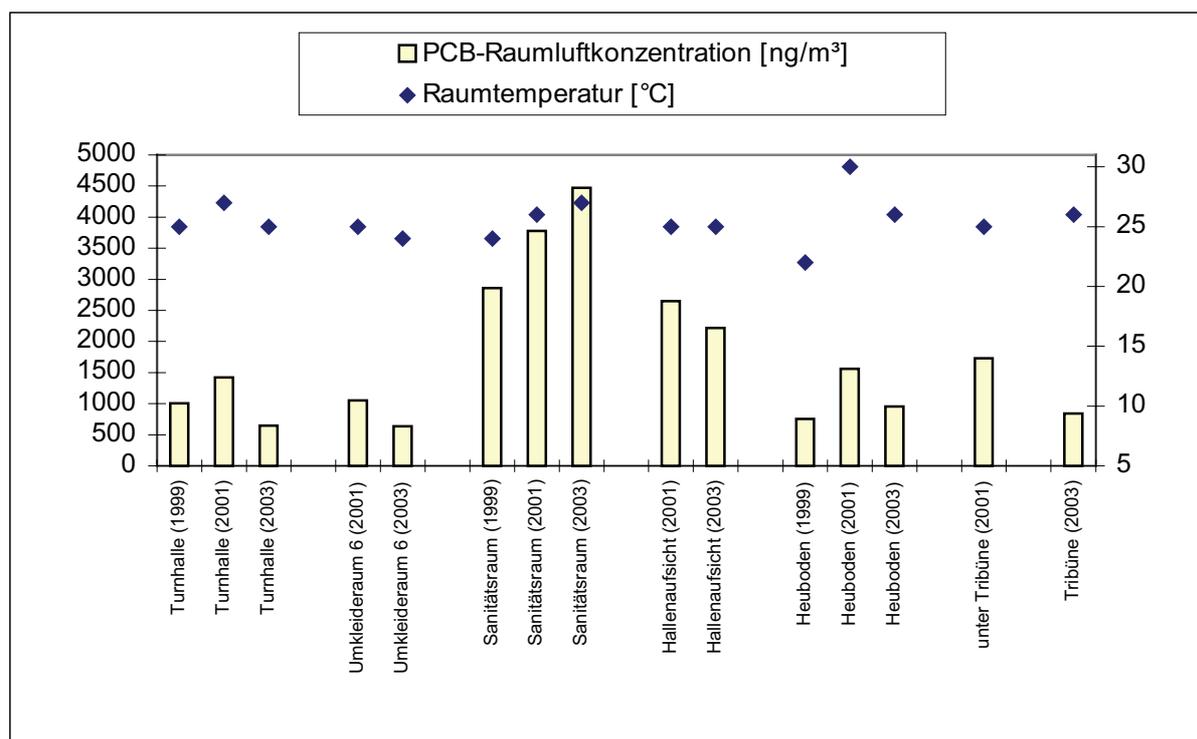
Die mit der Otto-Densch-Halle weitgehend baugleiche Rundsporthalle Hohenlimburg in Hagen-Hohenlimburg ist ebenfalls mit PCB-haltigen dauerelastischen Dichtungsmassen in Dehn- und Anschlussfugen errichtet worden. Aus diesem Grund wurden als vorgezogene Sanierungsmaßnahme bis zur endgültigen Sanierung des Gebäudes im Sommer 1999 im Rahmen der Erneuerung des Hallenschwingbodens der überwiegende Anteil der PCB-haltigen dauerelastischen Dichtungsmassen im Gebäudeinnern entfernt und nach Fugenflankenbeschichtung mit einem diffusionshemmenden Anstrich in den zugänglichen Bereichen neu versiegelt.

Die im Anschluss durchgeführten PCB-Raumluftmessungen ergaben bei sommerlichen Witterungsbedingungen in der eigentlichen Turnhalle sowie der hochgelegenen Trainingsfläche (Heuboden) Werte von 755 - 1.004 ng PCB/m<sup>3</sup>. In einem nicht ständig genutzten Nebenraum (Sanitätsraum) wurde ein deutlich höherer Wert von 2.857 ng PCB/m<sup>3</sup> festgestellt.

Zur Überprüfung der PCB-Raumluftbelastungen wurden im Hochsommer 2001 und 2003 erneute Raumluftmessungen durchgeführt. Dabei konnte gezeigt werden, dass durch die o.g. Maßnahmen die PCB-Belastungen in der Turnhalle und der höher gelegenen Trainingsfläche (Heuboden)

ebenso wie im Umkleidebereich, dem Bereich unter der Tribüne und dem Hallenaufsichtsraum auch bei hochsommerlichen Raumtemperaturen unter dem Interventionswert der PCB-Richtlinie NRW liegen. Lediglich im Sanitätsraum wurde mit  $4.470 \text{ ng PCB/m}^3$  eine Überschreitung des Interventionswertes in Höhe von  $3.000 \text{ ng PCB/m}^3$  festgestellt. Die Ergebnisse der Messungen sind den Abbildungen in Anhang B zu entnehmen.

Abb. 07: PCB-Raumluftkonzentrationen in der Rundturnhalle-Hohenlimburg



Die höchsten PCB-Belastungen wurden im Sanitätsraum sowie im Hallenwartraum (Aufsicht) gemessen. Bei beiden Räumen handelt es sich um Räume mit Außenwänden, in denen früher PCB-haltige dauerelastische Dichtungsmassen vorhanden waren, sowie um Räume mit Fenstern, in denen noch PCB-haltige Dichtungsmassen in Fensteranschlussfugen vorhanden sind. Von vergleichbaren PCB-Raumluftwerten im Schwankungsbereich des Interventionswertes wie im Sanitäts- und Hallenwartraum ist bei hochsommerlichen Witterungsbedingungen in allen Räumen mit Außenwänden auszugehen.

In der eigentlichen Turnhalle inkl. des Heubodens sowie den Umkleide- und Duschräumen wurden trotz hochsommerlicher Witterungsbedingungen deutlich niedrigere PCB-Raumluftwerte von  $645 - 1.560 \text{ ng/m}^3$  festgestellt. In diesen Bereichen ist auch bei Hitzeperioden nicht mit einer Überschreitung des Interventionswertes der PCB-Richtlinie NRW zu rechnen.

Die im Vergleich mit der Otto-Densch-Halle durchweg geringere PCB-Raumluftbelastung in der Rundturnhalle Hohenlimburg ist darauf zurückzuführen, dass in den ursprünglich als Primärquellen vorhandenen PCB-haltigen Dichtungsmassen als Weichmacher ein schwerer flüchtiges PCB-Gemisch als in der Otto-Densch-Halle vorhanden war.

Nach der PCB-Richtlinie NRW besteht für die Rundturnhalle Hohenlimburg ein mittelfristiger Sanierungsbedarf. Eine kurzfristigen Reduzierung der PCB-Raumluftbelastung in der Rundturnhalle Hohenlimburg kann während der Nutzung der Halle insbesondere in den Sommermonaten durch eine regelmäßige intensive Lüftung erreicht werden. Dabei sollten insbesondere die Räume mit Außenwänden einbezogen werden. Als Grundlage für eine Sanierung mit dem Ziel einer langfristigen Reduzierung der PCB-Raumluftwerte wird in einem nächsten Schritt ein Schadstoffkataster zur Überprüfung der vorhandenen PCB-Sekundärkontaminationen erstellt.

#### II.4 Festlegung von Sanierungsprioritäten

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

Tab. 05: Zusammenstellung der Sanierungsprioritäten für Gebäude mit erhöhten PCB-Raumluftkonzentrationen.

Sanierungs-priorität	Gebäude	Gebäudebereich	PCB-Quellen	gemessene PCB-Raumluftkonzentration [ng PCB/m <sup>3</sup> ] (Außentemperatur)
1	Rundsporthalle Hohenlimburg	Nebenträume mit Außenwänden (z.B. Hallenaufsicht, Sanitätsraum)	Dichtungsmassen (TAF)	2.220 – 4.470 (22 – 24 °C)
		Turnhalle inkl. Tribüne und Heuboden, Umkleieräume		645 – 1.560 (22 – 24 °C)
	Sporthalle Remberg, Elbersstiege 16A	Gesamtgebäude	Dichtungsmassen (WAF, GbDF)	608 – 1.880 (32 °C)
	Grundschule Spielbrink, Büddingstr. 49	Gesamtgebäude ohne Turnhalle	Dichtungsmassen in Fluren und Treppenhäusern sowie im Eingangsbereich (TAF, FAF, WAF, GbDF)	500 – 1.530 (31 °C)
	Gesamtschule Haspe, Kirmesplatz 2	Altbau von 1971	Dichtungsmassen (FAF, TAF, WAF)	295 – 1.430 (16 °C)
	Rundsporthalle Haspe	Gesamtgebäude	Dichtungsmassen (TAF, FAF, WAF, GbDF)	166 – 987 (12 - 24 °C) <sup>b</sup>
	Hauptschule Dahl, Ribbertstr. 60	Treppenhaus, Schwimmhalle	Dichtungsmassen im Innenbereich (TAF, WAF, GbAF) und Außenbereich (FAF)	1.070 – 1.640 (18 °C)
Schulhauptgebäude		382 – 840 (18 °C)		

Tab. 05 (Forts.): Zusammenstellung der Sanierungsprioritäten für Gebäude mit erhöhten PCB-Raumluftkonzentrationen.

Sanierungs-priorität	Gebäude	Gebäudebereich	PCB-Quellen	gemessene PCB-Raumluftkonzentration [ng PCB/m <sup>3</sup> ] (Außentemperatur)
2	Hauptschule Dahl, Ribbertstr. 60: Sportgebäude ohne Turnhalle	Umkleidebereich, Werkraum		344 – 684 (18 °C)
	Hauptschule Ernst-Eversbusch, Berliner Str. 109	Gesamtgebäude	Dichtungsmassen im Fassadenbereich (WAF)	155 – 484 (20 °C)
	Grundschule Hestert, Schlesierstr. 36	Eingangsbereich, Verwaltung	Dichtungsmassen im Innenbereich (FAF, TAF) Dichtungsmassen im Außenbereich (WAF)	141 – 755 (20 °C)
	Karl-Ernst-Osthaus-Museum	Verwaltung (Teilbereiche)	Dichtungsmassen (WAF, GbDF)	366 – 794 (20 °C)
	Hauptschule Vorhalle, Vossacker 21	Schwimmhalle	Dichtungsmassen (FAF, TAF, WAF, BF)	393 – 446 (19 °C)
		Schulhauptgebäude, Turnhalle		123 - 284 (19 °C)
	Grundschule Astrid-Lindgren, Delsterner Str.59	Gesamtgebäude, straßenzugewandte Räume	Dichtungsmassen in FAF der straßenseitigen Fenstern	134 – 243 (19 °C)
Grundschule Berchum, Auf dem Blumenkampe 3	Gesamtgebäude	Wandanstriche	240 – 396 (18 °C)	

a TAF (Türanschlussfuge), FAF (Fensteranschlussfuge), WAF (Wandfuge), BF (Bodenfugen), GbDF (Gebäude-dehnfuge)

b bei eingeschalteter funktionierender Lüftungsanlage (Frischlufzufuhr)

## **II.5 Weiteres Vorgehen**

Im Hinblick auf die PCB-Problematik in öffentlichen Gebäuden der Stadt Hagen sind für das Jahr 2004 folgende Maßnahmen geplant:

- Erstellung von Schadstoffkatastern zur Vorbereitung von PCB-Sanierungen in den Gebäuden mit Sanierungspriorität 1
- Erarbeitung von Sanierungskonzepten für die Gebäude mit Sanierungspriorität 1
- Durchführung regelmäßiger unangemeldeter Raumluftmessungen in den Gebäuden mit erhöhten PCB-Raumluftkonzentrationen

Die eigentlichen Sanierungen sollen in den Jahren 2005 und 2006 durchgeführt werden.