

**Inhalt****I.**

Veröffentlichungen, die in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBI. NW.) aufgenommen werden.

Glied.-Nr.	Datum	Titel	Seite
23239	3. 7. 1996	RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Wohnen Richtlinien für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie NRW)	1260

II.

Veröffentlichungen, die nicht in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBI. NW.) aufgenommen werden.

Datum	Seite
Hinweis	
Inhalt des Gemeinsamen Amtsblattes des Ministeriums für Schule und Weiterbildung und des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 6 v. 15. 6. 1996	1269

23239

I.

Richtlinie
für die Bewertung und Sanierung
PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile
in Gebäuden (PCB-Richtlinie NRW)

RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Wohnen
v. 3. 7. 1996 - II B 4-476.101

- 1 Die Abschnitte 1, 2, 3, 4.1, 4.2 und 5 der Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie NRW) - Fassung Juni 1996 - werden hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als Technische Baubestimmung bauaufsichtlich eingeführt.

- Anlage** Die PCB-Richtlinie NRW ist als Anlage abgedruckt.
- 2 Bei Anwendung der PCB-Richtlinie NRW, Fassung Juni 1996, ist folgendes zu beachten:
- 2.1 In bestehenden Gebäuden können polychlorierte Biphenyle (PCB) von belasteten Baustoffen und Bauteilen in die Atemluft freigesetzt werden und beim Menschen Gesundheitsschädigungen auslösen. Die Verantwortung für die Durchführung der erforderlichen Untersuchungen und Sanierungsmaßnahmen obliegt den jeweiligen Eigentümern bzw. Verfügungsberechtigten der betroffenen Gebäude.
- 2.2 Das Sanierungsergebnis ist durch Messungen gemäß Abschnitt 5 der Richtlinie festzustellen und zu dokumentieren.
- 2.3 Sollen bauliche Anlagen abgebrochen werden, die PCB-haltige Produkte enthalten, so sind diese Produkte vor Beginn der Abbrucharbeiten aus der baulichen Anlage zu entfernen und fachgerecht zu entsorgen.
- 3 Das Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 eingeführten Technischen Baubestimmungen - Anlage 1 zum RdErl. vom 27. 8. 1992 (MBI. NW. S. 1378/SMBI. NW. 2323) ist wie folgt zu ergänzen:
- 3.1 Im Inhaltsverzeichnis zu Anlage 1:
PCB-Richtlinie Abschnitt 10
- 3.2 Im Abschnitt 10:
Spalte 1: -
Spalte 2: Fassung Juni 1996
Spalte 3: Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie NRW)
Spalte 4: 3. 7. 1996
Spalte 5: MBI. NW. S. 1260
SMBI. NW. 23239

Richtlinie
für die Bewertung und Sanierung
PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden
(PCB-Richtlinie NRW) Fassung Juni 1996

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

- 1 Geltungsbereich
2 Mitgeltende Regelungen
3 Bewertung und Überprüfung der PCB-Belastung von Räumen
3.1 Bewertung der PCB-Belastung von Räumen und der Dringlichkeit von Sanierungsmaßnahmen
3.2 Überprüfung der PCB-Belastung von Gebäuden
4 Empfehlungen für die Sanierung von Gebäuden
4.1 Grundsätze
4.2 Sanierung
4.2.1 Übersicht

- 4.2.2 Sanierungsverfahren
4.2.3 Reinigung
4.3 Schutzmaßnahmen bei der Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile
4.3.1 Grenzwerte, Einstufung, Kennzeichnung
4.3.2 Arbeitsschutzzvorschriften
4.3.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen
4.3.4 Technische Schutzmaßnahmen
4.3.5 Hygienische Schutzmaßnahmen
4.3.6 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen
4.4 Abfall- und Abwasserentsorgung
4.4.1 Gesetzliche Bestimmungen zur Entsorgung PCB-belasteter Produkte
4.4.2 Zuordnung von Abfällen zu Entsorgungswegen
4.4.3 Getrennthaltung und Kennzeichnung der Abfälle
4.4.4 Einsammeln und Befördern
4.4.5 Verbleib des Abwassers
5 Erfolgskontrolle
5.1 Allgemeines
5.2 Meßstrategie für die Erfolgskontrolle
5.2.1 Messung
5.2.2 Meßbedingungen, Nutzungssimulation
5.3 Beurteilung der raumlufthygienischen Situation
5.4 Anforderungen an die Stellen und Einrichtungen, die Messungen durchführen

Anhang 1 Übersicht über einschlägige Gesetze, Verordnungen und technische Regelwerke zum Arbeitsschutz und zur Entsorgung PCB-belasteter Produkte

Anhang 2 Empfehlungen für die analytische Bestimmung von polychlorierten Biphenylen (PCB) in der Raumluft

Einleitung

Die vorliegende Richtlinie enthält Hinweise für Gebäudeeigentümer und -nutzer sowie Baufachleute, wie Bauprodukte, die polychlorierte Biphenyle (PCB) enthalten, gesundheitlich zu bewerten sind, wie Sanierungen durchgeführt werden können, welche Schutzmaßnahmen dabei beachtet werden müssen, wie die Abfälle und das Abwasser zu entsorgen sind und wie sich der Erfolg einer Sanierung kontrollieren lässt.

Die PCB gehören chemisch zur Gruppe der chlorierten aromatischen Kohlenwasserstoffe. Die Ausgangsverbindung ist das Biphenyl, das aus zwei miteinander verbundenen Phenylringen besteht, an denen 1 bis insgesamt 10 Chloratome gebunden sein können.

Seit den fünfziger Jahren wurde PCB außer in Kondensatoren von Leuchtstoffleuchten und anderen geschlossenen, d.h. sich ohne Kontakt zur umgebenden Luft vollziehenden, Anwendungen in großem Umfang auch als Weichmacher in einer Reihe offener Anwendungen eingesetzt. Oft angewendete PCB können insbesondere enthalten sein in

- dauerelastischen Fugendichtungsmassen als
 - Gebäudetrennfugen,
 - Bewegungsfugen zwischen Betonfertigteilelementen,
 - Anschlußfugen (Fenster, Türzargen),
 - Glasanschlußfugen an Fenstern,
 - Fugen im Sanitärbereich (selten),
- Anstrichstoffen,
- Klebstoffen,
- Deckenplatten (als Weichmacher bzw. Flammeschutzmittel),
- Kunststoffen und
- Kabelummantelungen.

Eine der häufigsten Anwendungen in diesem Bereich war die Verwendung als Weichmacher in Fugendichtungs-

Weichmacher für Fugendichtungsmassen wurden Produkte verwendet, die 30 bis 60 Gewichtsprozente Chlor enthielten. Diese Weichmacher wurden z. B. unter den Handelsnamen Clophen, Aroclor, Kanechlor, Fenchlor u. a. in den Verkehr gebracht. Die äußere Beschaffenheit der technischen Gemische reicht von fast farblosen, öligem Flüssigkeiten bis zu hellgelben Weichharzen. Mit steigendem Chlorgehalt nehmen Dichte und Zähflüssigkeit (Viskosität) stark zu, während die ohnehin geringe Wasserlöslichkeit und die Flüchtigkeit abnehmen.

Im Jahr 1973 empfahl der Rat für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), PCB nicht mehr in offenen, sondern nur noch in geschlossenen Anwendungen einzusetzen. Im Jahr 1978 setzte die Bundesregierung diese Empfehlung in deutsches Recht um. Seit 1983 werden PCB in der Bundesrepublik Deutschland nicht mehr hergestellt.

Aufgrund der zwischenzeitlich aufgehobenen Verordnung zum Verbot von polychlorierten Biphenylen, polychlorierten Terphenylen und zur Beschränkung von Vinylchlorid (PCB-, PCT-, VC-Verbotsverordnung) vom 18. Juli 1989 (BGBl. I S. 1482) wurde das Inverkehrbringen und Verwenden von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen, die bestimmte PCB oder PCB in bestimmten Konzentrationen (50 mg PCB/kg) enthalten, verboten. Heute gelten insoweit die Verbote nach § 1 der Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringers gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung – ChemVerbotsV) vom 14. Oktober 1993 (BGBl. I S. 1720), zuletzt geändert durch Verordnung vom 6. Juli 1994 (BGBl. I S. 1493).

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.

Ab einer bestimmten Höhe der Raumluftbelastung von Aufenthaltsräumen (Vorsorgewert) sind Maßnahmen zu prüfen, mit denen die Raumluftbelastung gesenkt werden kann. Zur Vermeidung gesundheitlicher Gefahren können in Abhängigkeit von der Höhe der Raumluftkonzentration und der Nutzung (Gefahrengrenzwert), Sanierungsmaßnahmen notwendig werden.

Zu unterscheiden ist zwischen Primär- und Sekundärquellen.

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 kontaminiertem 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.

1) Erläuterung: Eines der wichtigsten Handelsprodukte im Bereich der Polysulfid-Kunstharze trug den Namen „Thiokol“, weshalb die damit hergestellten Fugendichtungsmassen auch häufig als „Thiokol-Fugenmassen“ bezeichnet wurden. Diese auch heute noch gebräuchliche Bezeichnung läßt aber keineswegs den Schluß zu, daß diese Produkte zwangsläufig PCB-haltig sein müssen, vielmehr war auch schon seinerzeit die weitaus größere Menge von „Thiokol-Fugenmassen“ PCB-frei.

nach vollständigem Entfernen der Primärquellen + erhöhte PCB-Raumluftkonzentrationen aufrechterhalten.

1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Bewertung und Sanierung von Gebäuden, in denen Bauprodukte oder Bauteile enthalten sind, die PCB in offener Anwendung enthalten (Primärquellen) oder damit kontaminiert sind (Sekundärquellen).

2 Mitgeltende Regelungen

Bei der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen sind insbesondere die geltenden Regelungen

- des Bauordnungsrechts,
- des Arbeitsschutzrechts,
- des Immissionsschutzrechts und
- des Abfallrechts

zu beachten. Auf spezielle Rechtsvorschriften und technische Regeln wird in den einzelnen Abschnitten hingewiesen.

3 Bewertung und Überprüfung der PCB-Belastung von Räumen

3.1 Bewertung der PCB-Belastung von Räumen und der Dringlichkeit von Sanierungsmaßnahmen

Von PCB-belasteten Baustoffen und Bauteilen in Räumen können Gesundheitsrisiken für die Nutzer der Räume ausgehen. Das gesundheitliche Risiko steigt mit der Konzentration der PCB-Ge halte in der Raumluft, der Nutzungsart und der Aufenthaltsdauer im Raum.

Die folgende 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 vom 14./15. 6. 1993 werden folgende Empfehlungen für sachgerecht angesehen:

- Raumluftkonzentrationen unter 300 ng PCB/m³ Luft sind als langfristig tolerabel anzusehen (Vorsorgewert).
- Bei Raumluftkonzentrationen zwischen 300 und 3000 ng PCB/m³ 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/m³ Luft (Sanierungsleitwert),

- Bei Raumluftkonzentrationen oberhalb von 3000 ng PCB/m³ 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/m³ Luft.

Großflächige Primärquellen (Farbanstriche, Brandschutzanstriche, Deckenplatten u.a.) enthalten oftmals ein hochchloriertes PCB-Gemisch (Clophen A 50/60). 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.

Das bedeutet eine besondere Bewertung hochchlorierter, großflächiger Primärkontaminationen. Zusätzlich zum absoluten Gehalt PCB-kontaminierte Raumluft muß der Chlorgehalt der Quelle kritisch gewürdigt werden.

Zur Erläuterung wird auf folgendes hingewiesen: Dieser Bewertung liegt eine tolerable tägliche Aufnahmemenge (TDI-Wert) von 1 µg PCB/kg Körpergewicht zugrunde, der vom früheren Bundesgesundheitsamt und der Deutschen Forschungsgemeinschaft abgeleitet wurde.

Die täglich über die Nahrung aufgenommene Menge liegt derzeit bei 0,1 µg/kg Körpergewicht. Eine zusätzliche Belastung über die Atemluft ist unter Vorsorgeaspekten soweit wie möglich einzuschränken. Als vertretbar könnte bis zu 10% des TDI-Wertes angesehen werden, d. h. 0,1 µg PCB/kg Körpergewicht/Tag. Dieser Wert wird bei einer Aufenthaltsdauer von 24 Stunden pro Tag bei Raumluftkonzentrationen von 300 ng PCB/m³ Luft erreicht.

In Räumen mit im Jahresmittel zu erwartenden Raumluftkonzentrationen über 3000 µg PCB/m³ Luft kann der genannte TDI-Wert allein durch die inhalative Aufnahme überschritten werden; in diesen Fällen sind daher Maßnahmen zur Abwehr einer Gefahr für Leben oder Gesundheit angezeigt.

3.2 Überprüfung der PCB-Belastung von Gebäuden

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

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

Eine 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.

4 Empfehlungen für die Sanierung von Gebäuden

4.1 Grundsätze

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.

Es wird empfohlen sicherzustellen, daß die Räume bis zur Sanierung ausreichend gelüftet und regelmäßig feucht gereinigt werden.

Um Gefährdungen der bei Sanierungen Beschäftigten, Dritter und der Umwelt auszuschließen, sollten folgende Grundsätze beachtet werden:

1. Sanierungsmaßnahmen werden als in sich geschlossenes Konzept vom Beginn der Arbeiten bis zur Entsorgung der Abfälle und des Abwassers entsprechend den geltenden Bestimmungen geplant. Dabei ist auch zu berücksichtigen, daß durch die Sanierung der Bauteile notwendige Eigenschaften der Bauteile – z. B.

deren Standsicherheit – beeinträchtigt werden können.

2. Es werden nur Firmen beauftragt, die mit den Arbeiten, den dabei auftretenden Gefahren und den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertraut sind und über die erforderlichen Geräte und Ausrüstungen verfügen.
3. Die Sanierung erfolgt möglichst staubarm.
4. Die erforderlichen Arbeitsschutzmaßnahmen und Maßnahmen zum Schutz der Gebäudenutzer und der Umwelt während der Sanierung werden beachtet. Hierzu wird auf die Abschnitte 4.3 und 4.4 verwiesen.
5. Durch geeignete Maßnahmen (z.B. staubdichte Abschottungen des Arbeitsbereiches) wird sichergestellt, daß bei der Sanierung freigesetzte PCB-haltige Stäube nicht in Gebäudebereiche außerhalb des Arbeitsbereichs gelangen können. Unterdruckhaltung und Zugangsschleusen sind in der Regel nicht erforderlich⁷⁾. Bei komplexen Sanierungsvorhaben wird empfohlen, durch einen gerichteten Luftstrom oder geeignete Absperrungen im Sanierungsbereich eine Neukontamination bereits sanierter Flächen oder Räume durch Sanierungsarbeiten im gleichen oder in anderen Räumen zu verhindern. Das Betreten des Arbeitsbereiches durch unbeteiligte Dritte ist zu verhindern.

6. Gegen die Verschleppung von PCB-haltigem Staub aus dem Arbeitsbereich werden geeignete Maßnahmen ergriffen, z.B. die Verwendung von Einmalüberziehschuhen.
7. Der gesamte Arbeitsbereich wird täglich mit einem geeigneten Staubsauger grob gereinigt (vgl. Abschnitt 4.3.4).
8. Weitergehende Maßnahmen zum Schutz von Personen außerhalb des Sanierungsbereiches sind nicht erforderlich.

4.2 Sanierung

4.2.1 Übersicht

Für eine dauerhafte Sanierung von PCB-belasteten Räumen kommt in der Regel nur das Entfernen der Primärquellen (z.B. Dichtungsmassen, Anstriche, Deckenplatten) in Betracht. Die nachfolgend aufgeführten Verfahren haben sich in der Praxis bewährt. Damit sind andere Verfahren, die zu gleichwertigen Ergebnissen führen, nicht ausgeschlossen. Die Beschichtung von Primärquellen hat sich bisher nicht bewährt.

Läßt sich durch diese Maßnahmen an den Primärquellen die PCB-Raumluftkonzentration nicht unter den Sanierungsleitwert von 300 ng PCB/m³ Luft absenken, ist darüber hinaus die Sanierung von Sekundärquellen erforderlich. Großflächige Sekundärquellen sollten möglichst entfernt werden. Im Falle einer Beschichtung oder Abtrennung ist der Langzeiterfolg dieser Maßnahmen durch Messungen nach 5.3 zu belegen.

Die vorgelegten Empfehlungen sind auf den Umgang mit PCB-haltigen Produkten nach Bränden nicht anzuwenden (siehe hierzu die BGA-Empfehlungen von Gebäuden nach Bränden, Bundesgesundheitsblatt 1/90).

4.2.2 Sanierungsverfahren

Die Heißbehandlung, PCB-haltiger Materialien z.B. durch Flammstrahlen sowie die Anwendung von Verfahren, bei denen eine Erhitzung >100°C PCB-haltiger Materialien auftritt, hat zu unterbleiben. Kontaminierte Gegenstände (z.B. Mobiliar, Teppiche, Gardinen) sollten gründlichst gereinigt und vor Wiederverwendung hinsichtlich ihrer Restkontamination überprüft werden.

⁷⁾ Erläuterung: Es hat sich als sinnvoll erwiesen, die Sanierungsbereiche in Abhängigkeit von der jeweiligen Gebäudestruktur festzulegen. Günstig ist die Einbeziehung sog. Brandabschnitte, die in aller Regel von festen Wänden begrenzt sind und somit ein einfaches Abtrennen der Baustelle gegenüber den weiter genutzten Teilen eines Gebäudes ermöglichen.

schließlich mittels staubarm arbeitender Werkzeuge oder von Hand entfernt und in für die Entsorgung geeigneten Behältern (vgl. Abschnitt 4.4) gesammelt. Hinterfüllmaterial soll entfernt werden. Anfallender Staub wird am Entstehungsort mit einem geeigneten Staubsauger (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 unter 4.2.2.3 beschrieben zu verfahren.
- Demontierbare Primärquellen wie Deckenplatten sind nach vorheriger Reinigung ohne Freisetzung von Stäuben ggf. unter Absaugung auszubauen.

4.2.2.2 Räumliche Trennung

Sekundärquellen – nur in Ausnahmefällen Primärquellen – werden luftdicht gegen die Raumluft abgeschottet. Dies kann z.B. durch dauerhaft dichte Verkleidungen erfolgen³⁾. Dann muß jedoch die Primärquellen ebenso wie hochbelastete Sekundärquellen für eine spätere getrennte Entsorgung gekennzeichnet und dokumentiert werden. Der Langzeiterfolg dieser Maßnahmen ist durch Messungen nach 5.3 zu belegen.

4.2.2.3 Behandlung von Sekundärquellen

Die Sanierung von Sekundärquellen sollte wie bei Primärquellen durch Entfernen entsprechend Abschnitt 4.2.2.1 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 Polyurethanbeschichtungen⁴⁾ geeignet. Die ökologische Verträglichkeit (z.B. Lösungsmittelfreiheit) und toxikologische Unbedenklichkeit der Beschichtungen ist in jedem Einzelfall zu überprüfen. Der Langzeiterfolg dieser Maßnahmen ist durch Messungen nach 5.3 zu belegen.

4.2.3 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

³⁾ Ein derartiges Vorgehen erfordert dauerhaft dichte Abschlüsse auch gegenüber angrenzenden Bauteilen und bedarf hinsichtlich seiner bauphysikalischen und raumklimatischen Folgewirkungen sorgfältiger Prüfung.

⁴⁾ Erläuterung: Derartige Beschichtungen wiesen in Laborversuchen eine Sperrwirkung gegenüber PCB von über 99% auf. Die bisherigen Versuche deuten darauf hin, daß die Sperrwirkung solcher Beschichtung so lange anhält, daß von üblichen Renovierungsintervallen ausgegangen werden kann. Derartige pigmentierte Beschichtungen eignen sich aus optischen Gründen jedoch nicht für Sichtmauerwerk, Klinkerverblendungen o.ä., deren Ausbau in der Regel technisch nicht möglich ist. Über die Sperrwirkung hierfür geeigneter unpigmentierter Beschichtungen liegen derzeit keine Erfahrungen vor.

weiterzuverwendenden Mobiliars. Die Reinigung wird manuell unter Verwendung handelsüblicher Reinigungsmittel durchgeführt. Hochdruckreiniger eignen sich nicht, da die Reinigungsflüssigkeit nicht mehr vollständig erfaßt werden kann.

4.3 Schutzmaßnahmen bei der Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile

Beim Umgang mit PCB oder PCB-haltigen Produkten im Zuge von Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten kann erfahrungsgemäß davon ausgegangen werden, daß bei Anwendung der zur Zeit üblichen Arbeitsverfahren die Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz nach TRGS 900 dauerhaft sicher eingehalten werden. Dabei wird vorausgesetzt, daß keine staubintensiven Arbeitsgeräte, wie z.B. Trennschleifer ohne Absaugung, verwendet werden.

Darüber hinaus sind die produktionsbedingten Verunreinigungen an polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF) und Dibenzodioxinen (PCDD) zu beachten. In Primärquellen wird in der Regel der Grenzwert der Gefahrstoff-Verordnung (Anhang V Nr. 3 GefStoffV) in Höhe von 5 µg/kg für die Summe der sieben 2378-substituierten PCDF/D-Kongenere deutlich überschritten. Dementsprechend besteht Anzeigepflicht bei der zuständigen Behörde (staatliche Amter für Arbeitsschutz) und die Verpflichtung zur Einhaltung besonderer Schutzmaßnahmen (Anhang V GefStoffV Nr. 3.2, 3.3).

4.3.1 Grenzwerte, Einstufungen, Kennzeichnung

Bei der Sanierung sind folgende Regelungen für den Umgang mit dem Gefahrstoff zu beachten:

Grenzwerte:

Chlorierte Biphenyle (54% Chlor):	0,5 mg/m ³ Luft (TRGS 900)
Chlorierte Biphenyle (42% Chlor):	1,0 mg/m ³ Luft (TRGS 900)
PCDF/D:	-50 µg ITE/m ³ Luft (TRGS 102) -5 µg/kg für die 2378-substituierten PCDF/D (Anhang V GefStoffV Nr. 3).

Einstufung der PCB bezüglich krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Wirkung

TRGS 905: R_E 2 fruchtschädigend (entwicklungs-schädigend), Kategorie 2 nach Anhang I GefStoffV

Einstufung nach DFG, MAK und BAT-Werte-Liste 1994: III B, Stoff mit begründetem Verdacht auf krebserzeugende Wirkung

Einstufung und Kennzeichnung nach Gefahrstoffverordnung

Einstufung: R 33
N; R 50-53

Kennzeichnung: Xn, N
R: 33-50/53
S: (2)-35-60-61

Xn	mindergiftig
N	umweltgefährlich
R 33	Gefahr kumulativer Wirkung
R 50/53	sehr giftig für Wasserorganismen
S 35	Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden
S 60	dieser Stoff und sein Behälter sind als gefährlicher Abfall zu entsorgen
S 61	Freisetzung in die Umwelt vermeiden.

Kennzeichnung nach TRGS 900

Hautresorption: H (Gefahr der Hautresorption).

4.3.2 Arbeitsschutzhaltungen

Beim Umgang mit PCB oder PCB-haltigen Produkten sind sowohl gesetzliche als auch berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Regelwerke zu beachten. Dies sind insbesondere Bestimmungen der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und der Unfallverhütungsvorschrift „Allgemeine Vorschriften“ in Verbindung mit den Richtlinien für „Arbeiten in kontaminierten Bereichen“ (ZH 1/183).

Einschlägige Gesetze, Verordnungen und Regelwerke sind in Anhang 1 aufgelistet. Nach § 16 der GefStoffV hat sich der Unternehmer zu vergewissern, ob er mit einem Gefahrstoff umgeht. Kann das Auftreten von Gefahrstoffen in der Luft am Arbeitsplatz nicht sicher ausgeschlossen werden, muß er ermitteln oder ermitteln lassen, ob der MAK- bzw. TRK-Wert unterschritten oder die Auslöseschwelle überschritten ist (§ 18 GefStoffV). In Abhängigkeit vom Ermittlungsergebnis sind nach den Regeln der TRGS 402 Kontrollmessungen durchzuführen.

Beim Nachweis von PCB in gesundheitsgefährdenden Konzentrationen (Überschreitung des TRK-Wertes) müssen in erster Linie geeignete technische Maßnahmen zur Staubminimierung durchgeführt werden. Wird in Sonderfällen die Einhaltung des Grenzwertes durch technische Maßnahmen nicht erreicht, sind geeignete persönliche Schutzausrüstungen zu benutzen (z.B. Atemschutz nach DIN 3181, A2-P2, Schutanzug, Schutzbrille).

Werden im Zuge der Überwachung von Arbeitsplätzen Messungen notwendig, dürfen damit nur Meßstellen beauftragt werden, die über die notwendige Sachkunde und die notwendigen Einrichtungen verfügen. Der Arbeitgeber kann mit der Durchführung der Messung auch außerbetriebliche Meßstellen beauftragen. Ein Verzeichnis geeigneter Meßstellen wird vom Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung im Bundesarbeitsblatt sowie vom Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften veröffentlicht und fortgeschrieben.

4.3.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Arbeiten in kontaminierten Bereichen sind rechtzeitig vor Beginn der zuständigen Berufsgenossenschaft anzugeben (ZH 1/183, Ziff. 11.2).

Werden die Arbeiten von mehreren Unternehmen gemeinsam durchgeführt, hat der Auftraggeber zur Koordinierung der sicherheitstechnischen Überwachung der verschiedenen Arbeiten eine hierfür verantwortliche Person (Koordinator) zu bestellen. Der Koordinator muß weisungsbefugt sein. Seine Aufgaben sind in ZH 1/183, Ziff. 5.2 geregelt.

Die Arbeiten müssen von fachlich geeigneten Personen geleitet und beaufsichtigt werden. Deren Aufgabe ist es, die Voraussetzungen für eine sichere Baudurchführung zu schaffen und die Einhaltung der Sicherheitsmaßnahmen zu überwachen.

Dem Aufsichtführenden obliegt die Baustellenüberwachung. Er muß ausreichende Fachkenntnisse besitzen und mit den besonderen Gefahren beim Umgang mit PCB vertraut sein.

Die mit der Ausführung der Sanierungsarbeiten betrauten Arbeitskräfte müssen über Gefahren, Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln vor Aufnahme der Tätigkeit unterwiesen werden. Hierfür ist eine Betriebsanweisung gemäß § 20 GefStoffV/ TRGS 555 zu erstellen. Weitere Hinweise sowie ein Muster für eine solche Betriebsanweisung enthält die ZH 1/183. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen zu bestätigen.

Für den Umgang mit PCB oder PCB-haltigen Produkten gelten Beschäftigungsbeschränkungen

für Jugendliche (§ 15b GefStoffV sowie ZH 1/183, Ziff. 7.1). Außerdem besteht ein Beschäftigungsverbot für werdende und stillende Mütter.

4.3.4 Technische Schutzmaßnahmen

Um die Schadstoffkonzentration im Arbeitsbereich gering zu halten, ist für eine gute Raumlüftung zu sorgen. Damit angrenzende Räume nicht kontaminiert werden, werden Türen und andere Öffnungen staub- und gasdicht verschlossen.

Unbefugte dürfen den Arbeitsbereich nicht betreten. Entsprechende Absperrungen und Warnzeichen sind anzubringen. Die Zeichen müssen der UVV „Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz“ (VBG 125) entsprechen.

Zum Aufsaugen von Stäuben dürfen nur baumustergeprüfte Sauggeräte eingesetzt werden. Sie müssen der Verwendungskategorie C entsprechen.

Abfälle sind in resistenten und verschließbaren Behältern einzusammeln. Die Behälter sind abzudecken oder zu verschließen. Abfälle dürfen nicht in der Nähe von Feuerstellen oder von heißen Oberflächen gelagert werden. Bezuglich der Entsorgung von PCB-haltigen Abfällen vgl. Abschnitt 4.4.

4.3.5 Hygienische Schutzmaßnahmen

Im Arbeitsraum ist das Essen, Rauchen und Trinken sowie das Aufbewahren von Lebensmitteln verboten. Sind bei Sanierungen die in Abschnitt 4.1 genannten Voraussetzungen erfüllt, genügt eine geeignete Arbeitskleidung. Direkter Hautkontakt mit PCB-haltigen Materialien ist z.B. durch Tragen geeigneter Arbeitshandschuhe zu vermeiden. Bei Arbeitsgängen, die mit Staubentwicklung verbunden sind, sind geeignete Atemschutzmasken zu verwenden.

Bei Arbeitsunterbrechungen/Pausen ist die Arbeitskleidung abzulegen, und die Hände sind gründlich zu reinigen.

Verschmutzte Arbeitskleidung soll täglich gewechselt werden, um eine Kontamination der Haut zu vermeiden. Straßen- und Arbeitskleidung sind getrennt aufzubewahren.

Für das Umkleiden, die getrennte Aufbewahrung von Straßen- und Arbeitskleidung sowie zur Körperreinigung sind geeignete Räume und Einrichtungen sowie Waschgelegenheiten zur Verfügung zu stellen.

Der Arbeitsbereich muß der Arbeitsstättenverordnung sowie den zugehörigen Arbeitsstätten-Richtlinien entsprechen (insbesondere §§ 45 bis 48 der Arbeitsstättenverordnung).

Den Beschäftigten sind Hautreinigungs- und Hautpflegemittel zur Verfügung zu stellen. Die Hautschutzmittel sollten fettfrei sein und können gerbende Zusätze enthalten, um die Schädigung der Haut durch das Tragen der Schutzhandschuhe zu verhindern. Nach der Reinigung wird die Hautpflege mit fetthaltigen Salben oder Lotionen empfohlen.

4.3.6 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Spezielle arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen beim Umgang mit PCB werden nach der Unfallverhütungsvorschrift „Arbeitsmedizinische Vorsorge“ (VBG 100) und nach der Gefahrstoffverordnung nicht gefordert. Es wird jedoch empfohlen, bei den arbeitsmedizinischen Untersuchungen nach dem Arbeitssicherheitsgesetz auf den Umgang mit PCB hinzuweisen, um dem Betriebsarzt/Arbeitsmediziner eine individuelle Beurteilung und Beratung zu ermöglichen.

Wird silikogener Feinstaub freigesetzt, z.B. bei der Oberflächenbearbeitung von Beton, oder wird Atemschutz verwendet, sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach den berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen G 1.1 und G 26 erforderlich.

4.4.1	Gesetzliche Bestimmungen zur Entsorgung PCB-belasteter Produkte	PCB-haltige Abfälle sind mittels geeigneter Behälter getrennt zu sammeln und zu kennzeichnen. Die Eignung der Behälter und die Form der Anlieferung ist mit dem Entsorger abzustimmen.
4.4.2	Zuordnung von Abfällen zu Entsorgungswegen	Bei der Entsorgung PCB-belasteter Produkte sind die in Anhang 1 aufgeführten abfallrechtlichen Bestimmungen und das LAGA-Merkblatt „Entsorgung PCB-haltiger Abfälle“ in der jeweils gültigen Fassung zu beachten. Zukünftig wird zusätzlich die derzeit erst als Referentenentwurf aus dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Rekatorsicherheit vorliegende Bauabfallverordnung zu berücksichtigen sein.
4.4.3		Bei der Einsammlung und Beförderung von Abfällen und Reststoffen ist die Verordnung über das Einsammeln und Befördern sowie über die Überwachung von Abfällen und Reststoffen (Abfall- und Reststoffüberwachungsverordnung) vom 3. April 1990 (BGBl. I S. 648) zu beachten. Die Durchführung der Entsorgung ist im Vorfeld der Sanierung mit den zuständigen Behörden festzulegen.
4.4.4	Einsammeln und Befördern	Der Betrieb, der die Sanierung durchführt, muß die bei der Sanierung anfallenden Abfälle bis zur Abholung durch einen Beförderer separat und gekennzeichnet an geeigneter Stelle bereitstellen. Dabei sind die Vereinbarungen mit dem Entsorger zu beachten. Der Beförderer muß im Besitz einer gültigen Einsammlungs- und Beförderungsgenehmigung sein. Bei der Beförderung von PCB-haltigen Abfällen sind die maßgeblichen Transportvorschriften zu berücksichtigen.
4.4.5	Verbleib des Abwassers	Anfallendes verschmutztes Spülwasser aus der abschließenden Grundreinigung von Gebäudeteilen wird wie häusliches Abwasser beseitigt.
5	Erfolgskontrolle	
5.1	Allgemeines	Der Erfolg der Sanierung wird durch Messung der Konzentration von PCB in der Raumluft nach Anhang 2 belegt. Werden die Räume eines Gebäudes nach einer Sanierung zu Beginn der Abbrucharbeiten nicht mehr genutzt, so ist die Erfolgskontrolle nach Abschnitt 5 nicht erforderlich.
5.2	Meßstrategie für die Erfolgskontrolle	
5.2.1	Messung	Die Messungen zur Erfolgskontrolle der Sanierung werden vor der erneuten Nutzung der Räume, d. h. vor Wiedermöblierung bzw. vor staubbindenden Ausbauarbeiten, z. B. der Verlegung von Bodenbelägen, durchgeführt. Umfang und Häufigkeit der Messungen zur Erfolgskontrolle werden so bemessen, daß eine hinreichend verlässliche Aussage über den Erfolg der Sanierung getroffen werden kann. Dabei ist insbesondere bei Sanierungen im Winterhalbjahr darauf zu achten, daß zumindest eine repräsentative Messung bei sommerlichen Witterungsbedingungen (Außen- und InnenTemperatur $\geq 23^{\circ}\text{C}$) durchgeführt wird.
5.2.2	Meßbedingungen, Nutzungssimulation	Vor der Messung zur Erfolgskontrolle wird geprüft, ob PCB-haltige Baustoffe oder Bauteile sowie Staub auch tatsächlich überall entfernt bzw. beschichtet oder räumlich getrennt wurden. Messungen nach Naßreinigung oder Beschichtung werden erst durchgeführt, wenn die Oberflächen trocken sind.
		Messungen der Konzentrationen von PCB in der Raumluft des sanierten Raumes werden dort durchgeführt, wo sich Personen bei typischer Raumnutzung vorwiegend aufhalten oder wo eine hohe Konzentration vermutet wird. Da vor einer erneuten Nutzung gemessen werden muß, wird Normalbetrieb simuliert, d. h. die Simulation orientiert sich an der normalen Raumlüftung und den bei konkreter Nutzung tatsächlich vorkommenden Verhältnissen. In der Regel sollten die Messungen eine Stunde nach Beendigung einer halbständigen Stoßlüftung des Raumes durchgeführt werden. Andere Meßbedingungen sind möglich, müssen jedoch begründet und dokumentiert werden.

5.3 Beurteilung der raumlufthygienischen Situation

Direkt nach Beendigung einer Sanierung sollte die PCB-Konzentration in der Raumluft den Vorsorgewert 300 ng PCB/m³ Luft nicht überschreiten. Da die PCB-Konzentration in der Raumluft stark von jahreszeitlichen Temperaturschwankungen abhängt, darf bei sorgfältiger Sanierung nach Abschnitt 4 der Meßwert 300 ng PCB/m³ Luft zeitlich befristet überschritten werden. Nach einem Zeitraum von maximal 2 Jahren nach Abschluß der Sanierung sollte der Raumluftwert bei sommerlichen Witterungsbedingungen (Außen- und InnenTemperatur ≥ 23°C) den Vorsorgewert 300 ng/m³ unterschreiten.

5.4 Anforderungen an die Stellen und Einrichtungen, die Messungen durchführen

PCB-Raumluftmessungen nach Abschnitt 5.2 dürfen nur von Stellen und Einrichtungen vorgenommen werden, die Erfahrungen mit PCB-Raumluftmessungen vorweisen können und eine ordnungsgemäße Durchführung der Messungen nach Anhang 2 gewährleisten.

- Unfallverhütungsvorschrift „Erste Hilfe“ (VBG 109)
- Unfallverhütungsvorschrift „Schutzmaßnahmen beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahren“ (VBG 113)
- Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit“ (VBG 122)
- Unfallverhütungsvorschrift „Betriebsärzte“ (VBG 123)
- Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz“ (VBG 125)
- Sicherheitsregeln für Anlagen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz (ZH 1/140)
- Richtlinien für Arbeiten in kontaminierten Bereichen (ZH 1/183)
- Augenschutz-Merkblatt (ZH 1/192)
- Regeln für den Einsatz von Schutzkleidung (ZH 1/700)
- Regeln für den Einsatz von Atemschutzgeräten (ZH 1/701)
- Regeln für den Einsatz von Fußschutz (ZH 1/702)
- Regeln für den Einsatz von Schutzhandschuhen (ZH 1/706)
- Regeln für den Einsatz von Hautschutz (ZH 1/708)
- Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach den Berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (ZH 1/600.0)
- Abfallgesetz (AbfG) vom 27. 8. 1986 (BGBI. I S. 1410), zuletzt geändert durch Gesetz vom 22. 4. 1993 (BGBI. I S. 466)
- Verordnung zur Bestimmung von Abfällen nach § 2 Abs. 2 des Abfallgesetzes (Abfallbestimmungs-Verordnung – AbfBestV) vom 3. 4. 1990 (BGBI. I S. 614), geändert durch Gesetz vom 27. 12. 1993 (BGBI. I S. 2378)
- Verordnung zur Bestimmung von Reststoffen nach § 2 Abs. 2 des Abfallgesetzes (Reststoffbestimmungs-Verordnung – RestBestV) vom 3. 4. 1990 (BGBI. I S. 632, 862), geändert durch Gesetz vom 27. 12. 1993 (BGBI. I S. 2378)
- Verordnung über das Einsammeln und Befördern sowie über die Überwachung von Abfällen und Reststoffen (Abfall- und Reststoffüberwachungs-Verordnung – AbfRestÜberwV) vom 3. 4. 1990 (BGBI. I S. 648)
- Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf Straßen (Gefahrgutverordnung Straße – GGVS) vom 22. 7. 1985 (BGBI. I S. 1550) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. 11. 1993 (BGBI. I S. 2022), geändert durch Gesetz vom 27. 12. 1993 (BGBI. I S. 2378)
- Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Abfall) Teil 1 vom 12. 3. 1991
- Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall) vom 14. 5. 1993
- Merkblätter Nr. 6 Bestimmung von 6 polychlorierten Biphenylen (PCB) in Böden, Schlämmen, Sedimenten und Abfällen, Essen 1996, herausgegeben vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Wallneyer Straße 6, 45133 Essen
- LAGA-Merkblatt „Entsorgung PCB-haltiger Abfälle“ in der jeweils gültigen Fassung.

Anhang 1

Übersicht über einschlägige Gesetze, Verordnungen und technische Regelwerke zum Arbeitsschutz und zur Entsorgung PCB-belasteter Produkte

- Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26. 10. 1993 (BGBI. I S. 1782, 2049), geändert durch Verordnung vom 10. 11. 1993 (BGBI. I S. 1870), Bundesarbeitsblatt 12/1993, S. 26-96
- Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) vom 20. 3. 1975 (BGBI. I S. 729), zuletzt geändert durch Verordnung vom 1. 8. 1983 (BGBI. I S. 1057)
- Arbeitsstätten-Richtlinien
- Gesetz über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherheitsgesetz) in der Fassung vom 23. 10. 1992 (BGBI. I S. 1793), zuletzt geändert durch Gesetz vom 27. 12. 1993 (BGBI. I S. 2378)
- TRGS 100 „Auslöseschwelle für gefährliche Stoffe“
- TRGS 102 „Technische Konzentrationen für gefährliche Stoffe“
- TRGS 150 „Unmittelbarer Hautkontakt mit Gefahrenstoffen“
- TRGS 200 „Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen“
- TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“
- TRGS 403 „Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz“
- TRGS 555 „Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV“
- TRGS 900 „Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz“, MAK- und TRK-Werte – Ausgabe Juni 1994, Bundesarbeitsblatt 6/1994, S. 34-53
- TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“, Ausgabe Juni 1994, Bundesarbeitsblatt 6/1994, S. 56-63
- MAK- und BAT-Werte-Liste 1994, Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 30
- Unfallverhütungsvorschrift „Allgemeine Vorschriften“ (VBG 1)
- Unfallverhütungsvorschrift „Bauarbeiten“ (VBG 37)
- Unfallverhütungsvorschrift „Arbeitsmedizinische Vorsorge“ (VBG 100)

Anhang 2

Empfehlungen für die analytische Bestimmung von polychlorierten Biphenylen (PCB) in der Raumluft

Einleitung

Gegenwärtig liegt noch keine eindeutig definierte Methodenbeschreibung für die Bestimmung von PCB in Luft im Immissionsbereich vor, jedoch plant der Verein Deutscher Ingenieure e.V. VDI, entsprechende Richtlinien (u.a. VDI 2464, Blatt 1) zu veröffentlichen. Angesichts des dringenden Bedarfs an einer möglichst einheitlichen Vorgehensweise bei der PCB-Bestimmung in Luft soll hier im voraus eine Bestimmungsmethode grundsätzlich beschrieben werden.

Bestimmung notwendig sind, wurden für die Bestimmung von PCB in anderen Medien und/oder für andere Substanzklassen schon eingehend beschrieben und erprobt. Bei den einzelnen methodischen Schritten, die bereits festgeschrieben sind, werden die entsprechenden existierenden VDI- und DIN-Methoden angeführt. Künftige VDI-Richtlinien zur Bestimmung von PCB in der Innenraumluft werden zur Überprüfung der hier beschriebenen Bestimmungsmethode Anlaß geben.

Die im folgenden beschriebenen methodischen Schritte wurden im Rahmen einer Vergleichsmessung der PCB-Innenraumkonzentration in unterschiedlichen Kombinationen mit befriedigenden Ergebnissen eingesetzt⁴⁾. Hierbei wurden Nachweigrenzen um etwa 0,1 ng/m³ pro Einzelkomponente erzielt. In einzelnen Abschnitten wird auf diese Vergleichsmessung verwiesen, um das Leistungsvermögen unterschiedlicher Schritte zu vergleichen. Allgemein weisen die Mittelwerte sowohl der einzelnen PCB-Hauptkongenere wie auch die abgeleiteten PCB-Gesamtkonzentrationen einen Vergleichs-Variationskoeffizienten um 30% auf.

Probenahmestrategie

Die Randbedingungen bei der Probenahme von Luft in Innenräumen beeinflussen die Ergebnisse wesentlich. Deshalb ist eine durchdachte Probenahmestrategie notwendig, um die Meßergebnisse eindeutig zu beurteilen. In dem Blatt 1 der VDI-Richtlinie 4300⁵⁾ sind die Grundzüge einer Probenahmestrategie dargestellt. Spezielle Gesichtspunkte der Probenahmestrategie von schwerflüchtigen organischen Substanzen (PAH, PCDD/F und PCB) in Innenräumen werden in einem Folgeblatt, das in Kürze als Gründruck VDI 4300 Blatt 2 erscheint, ausführlicher erläutert.

Als wesentlicher Aspekt sei hier der Zweck der Messung angeführt, der einen entscheidenden Einfluß auf die Wahl der Probenahmerandbedingungen hat. Wenn in einem Raum die Einhaltung eines allein hygienisch begründeten Wertes überwacht werden soll, so müssen die Probenahmerandbedingungen (Temperatur, Feuchte und Luftwechsel) möglichst weitgehend den tatsächlichen Raumnutzungsbedingungen gleichen. Diese Nutzungsbedingungen sollten möglichst den „Normativwerten“ entsprechen [vgl. 7)].

Grenzwerte, die mit genau definierten und einzuhaltenden Probenahmerandbedingungen festgelegt worden sind, liegen für PCB nicht vor.

In jedem Fall ist eine entsprechende Dokumentation der Probenahmebedingungen, wie z.B. in Formblätter [in 8)], als Anlage], zwingend notwendig.

Für die Verfolgung und Bewertung einzelner Sanierungsmaßnahmen können pragmatisch von der ersten Messung abweichende Probenahmerandbedingungen gewählt werden, z.B. Messung bei geschlossenen Türen und Fenstern. Die hiermit erzielten Untersuchungsergebnisse können aber nicht oder nur sehr bedingt für eine raumlufthygienische Bewertung herangezogen werden. Wichtig ist, daß dann eine Zeitspanne von einigen Stunden zwischen Schließen aller Fenster und Türen bis zum Beginn der Messung eingehalten wird, um die vollständige Gleichgewichtseinstellung der PCB-Konzentrationen zu ermöglichen. Auch hierbei ist eine umfassende Dokumentation obligatorisch.

Es ist nicht sinnvoll und wenig praktikabel, extrem hohe Temperaturen für sog. „worst case“-Bedingungen einzustellen. Es ist auch nicht möglich, ermittelte Konzentrationen rechnerisch an fiktive standardisierte Probenahmebedingungen anzupassen, da speziell bei PCB die komplexen Quellbedingungen und baulichen Vorausset-

bekannt sind. Allenfalls können Trends prognostiziert werden, z. B. geringere Konzentrationen bei höherem Luftwechsel oder niedrigeren Temperaturen.

Wenn die Ergebnisse einer ersten Untersuchung in einem Bereich liegen, der Maßnahmen zur Reduzierung der PCB-Belastung erforderlich macht, so ist mindestens eine Folgeanalyse mit einer vollständig dokumentierten und umfassenden Qualitätssicherung durchzuführen.

Probenahmemethode

Für die anreichernde Probenahme der PCB aus Luft bieten sich verschiedene Adsorptionsmittel an, so z.B. XAD 2 = Polystyrol/Divinylbenzol-Copolymer, Florisil = MgO/SiO, Silikagel und Polyurethanschaum (PU). PU ist besonders gut geeignet, weil in der Regel geringe Blindwerte und hohe Wiederfindungsraten ermittelt werden und die offenporige Zellstruktur einen hohen Volumenstrom zuläßt, so daß besonders niedrige Nachweigrenzen erreicht werden können. Für eine Reihe von Substanzklassen ist dieses Adsorptionsmittel im Immissionsbereich erprobt worden, und für die Bestimmung von PCDD/F im Immissionsbereich liegt auch bereits der Vorentwurf einer VDI-Richtlinie 3498⁹⁾ vor.

Für die getrennte Probenahme gasförmiger und staubgebundener Anteile ist ein kombinierter Probenahmekopf im Handel erhältlich. Dieser wurde von Rotard et al. aus dem Probenahmekopf weiterentwickelt, der für die Probenahme von Schwebstaub mit dem Kleinfiltergerät GS 050 – entsprechend der VDI-Richtlinie 2463¹⁰⁾ – eingesetzt wird.

Bei dem kombinierten Probenahmekopf ist an dem ursprünglichen Filterhalter für Glasfaserfilter eine Edelstahlkartusche angeschraubt, die zwei hintereinanderliegende PU-Schaumstopfen mit einem Durchmesser von 5 cm und einer Länge von je 5 cm als Probenahmemedium für gasförmige PCB aus Luft enthält. Die PU-Schaumstopfen können ebenfalls im Handel bezogen werden. Die PU-Schaumstopfen werden mit 24ständigen Soxhlet-Extraktionen sowohl mit Toluol als auch mit Aceton vorgereinigt.

Die Leistung des entsprechenden Kleinfiltergerätes ist für einen Probenahmeverolumenstrom von ca. 3 m³ Luft/h ausgelegt. Der für die Probenahme tatsächlich vorliegende Volumenstrom – bei Parallelmessungen die Summe aller Ströme – darf den zehnten Teil des gesamten Luftvolumens, der durch den Luftwechsel des zu untersuchenden Raumes entsteht, nicht überschreiten. Relativ höhere Probenahmeverolumenströme können die Meßwerte verfälschen. So sollte z.B. bei einem 50 m³ großen Raum mit einem Luftwechsel von 0,5 h⁻¹ der Probenahmeverolumenstrom nicht mehr als 2,5 m³ Luft/h betragen.

Als alternatives Adsorptionsmaterial bietet sich in erster Linie Florisil an, das auch in im Handel erhältlichen Probenahmeröhrchen verfügbar ist. Der Probenahmeverolumenstrom liegt bei ca. 200 l Luft/h.

Bei Transport und Lagerung ist eine Kontaminationsgefahr nie auszuschließen. Deshalb müssen die Probenahmemedien sorgfältig in Aluminiumfolie eingewickelt und in dichtschließenden, reinen und inerten Behältern transportiert und aufbewahrt werden.

Die in der Einleitung erwähnten Vergleichsmessungen zeigten keinen Unterschied zwischen den Konzentrationswerten in Abhängigkeit von den eingesetzten Adsorptionsmitteln. Bei höheren Konzentrationen (>100 ng/m³ je Kongener) traten aber für Florisil signifikant geringere Standardabweichungen auf. Daher können die ursprünglich für die Arbeitsplatzüberwachung entwickelten MgO/SiO-Röhrchen – mit den Einschränkungen hinsichtlich der erreichbaren Nachweigrenze – immer dann mit Erfolg eingesetzt werden, wenn in erster Linie nur die Hauptkomponenten der PCB (PCB 28, PCB 52, PCB 101 u.a.) analysiert werden, so z.B. bei der Überwachung des Sanierungserfolges.

⁴⁾ Ullrich, D., Results of an intercomparison exercise to determine PCB in indoor air, Proc. INDOR AIR '93 (Helsinki 4.-8. July, 1993), Vol. 2, S. 363-368.

⁵⁾ VDI-Richtlinie 4300, Blatt 1, „Messen von Innenraumluftverunreinigungen; Allgemeine Aspekte der Meßstrategie“, 1992 (Entwurf), Beuth Verlag, Berlin.

⁶⁾ Kommission Innenraumlufthygiene des BGA, „Raumklimabedingungen in Schulen, Kindergärten und Wohnungen und ihre Bedeutung für die Bestimmung von Formaldehyd“, Bundesgesundheitsblatt 2/93, S. 76-78.

⁷⁾ Formblätter zur Dokumentation der Probenahmerandbedingungen (Beispiel).

⁸⁾ VDI-Richtlinie 3498, Blatt 2, „Messen von Immissionen; Messen von polychlorierten Dibenz-p-Dioxinen und -furanen“, 1990 (Vorentwurf)

⁹⁾ VDI-Richtlinie 2463, Blatt 7, „Messen von Partikein; Messen der Massenkonzentration (Immission); Filterverfahren; Kleinfiltergerät GS 050“, 1982, Beuth-Verlag, Berlin

Probenvorbereitung

Der PU-Schaum wird mit einem internen Standard z.B. Dekachlorbiphenyl versetzt und anschließend mit Tolual oder n-Hexan im Soxhlet über 8-24 h extrahiert. Die Wiederfindungsrate des gewählten internen Standards muß kritisch geprüft werden und soll reproduzierbar bei 100% liegen. Das Glasfaserfilter wird mit dem gleichen Verfahren getrennt extrahiert; die Extrakte können vereinigt und gemeinsam aufbereitet und analysiert werden.

Die mitextrahierten Begleitstoffe, die die nachfolgende analytische Bestimmung stören würden, müssen mit prächromatographischen Methoden abgetrennt werden. Der hierfür notwendige Aufwand hängt von Art und Konzentration der unerwünschten Begleitstoffe ab. Oft ist ein einziger Reinigungsschritt mit einer Chromatographensäule mit einem Gemisch aus Kieselgel und H_2SO_4 (z.B. 5,6 g SiO_2 + 4,4 g konz. H_2SO_4 , Aufgabe von 2 ml Extrakt und Elution mit 200 ml n-Hexan) ausreichend. Als weitere stationäre Phasen haben sich Benzolsulfinsäure, Al_2O_3 gut bewährt. In der Methode DIN 51 527 (PCB-Bestimmung in Altölen¹¹) sind weitere Einzelheiten der Reinigung eingehender beschrieben. Darüber hinausgehende Reinigungsschritte, die besonders bei extrem niedrigen PCB-Konzentrationen notwendig werden können, werden im Vorentwurf der Richtlinie VDI 2464, Blatt 1, diskutiert.

Im Fall von Florisil als Adsorptionsmaterial wird mit n-Hexan extrahiert. Als Reinigungsschritt ist in der Regel die Chromatographie über Kieselgel und H_2SO_4 ausreichend.

Analyse

Ein aliquoter Anteil des auf 0,5 bis 1,0 ml eingeengten Eluats wird gaschromatographisch in der Regel mit zwei Kapillarsäulen (s. Abschnitt „Qualitätssicherung“) analysiert. Für die Probenaufgabe ist ein On-Column-Injektor oder ein Kaltaufgabegerät (PTV) besonders gut geeignet, um alle Komponenten des zu untersuchenden Gemisches möglichst vollständig in die Trennsäule zu überführen. Da keine stationäre Phase sämtliche PCB-Kongenere auftrennen kann, muß die Wahl der Phase in Abhängigkeit von den zu bestimmenden Einzelverbindungen getroffen werden. Die neuere Literatur¹² ist hierbei sehr hilfreich. Die Optimierung der jeweiligen Trennbedingungen kann mit kommerziell erhältlichen Clophen- bzw. Aroclorgemischen durchgeführt werden.

Für reine Screening- und bei Folgeanalysen, z.B. zur Kontrolle eines Sanierungsverlaufes, wenn mit einer vorangegangenen Analyse die genaue PCB-Zusammensetzung festgestellt worden ist, kann auf den zusätzlichen Einsatz einer zweiten Trennsäule verzichtet werden. Die Analyse, die für die endgültige raumlufthygienische Bewertung herangezogen wird, muß jedoch, wie angegeben, abgesichert werden.

Als Detektor kommt in erster Linie der Elektroneneinfangdetektor (ECD) in Frage. Es muß aber sichergestellt werden, daß die Analysenfunktion von der Eichfunktion eingeschlossen ist, um mögliche Fehler durch das in weiten Bereichen nichilineare Ansprechverhalten des ECD auszuschließen.

Als Alternative zum ECD als Detektor bietet sich ein Massenspektrometer (MS) an. Durch das Selected-Ion-Monitoring kann in vielen Fällen auch dann eine quantitative Auswertung erfolgen, wenn sich unterschiedlich chlorierte Biphenyle überlagern. Als innerer Standard muß ein Gemisch ¹³C-markierter PCB (z.B. von Cambridge Isotope Lab., Promochem) verwendet werden.

Bei den Vergleichsmessungen wurden zwischen den mit ECD- und MS-Detektion ermittelten PCB-Summenwerten keine wesentlichen Unterschiede festgestellt.

Auswertung und Qualitätssicherung

Es sind mindestens die Kongenere zu bestimmen und anzugeben, die schon in der Vergangenheit zur Beurteilung der Kontamination von festen und flüssigen Phasen standardmäßig herangezogen wurden. Nach einer Empfehlung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) werden in der Tab. 1 aufgelisteten Kongenere addiert und mit 5 multipliziert, um die PCB-Gesamtkonzentration näherungsweise als Vergleichswert zu berechnen.

PCB 28	PCB 52	PCB 101
PCB 138	PCB 153	PCB 180

Tab. 1, PCB-Standardkongenere, die für die Gesamtberechnung herangezogen werden.

Da beim Übergang in die Gasphase bevorzugt die leichtflüchtigen, niedrig chlorierten PCB aus der Quelle emittiert werden, tritt in der Luft ein gegenüber dem Ausgangsmaterial deutlich unterscheidbares PCB-Muster auf. Auch mit dem zeitweilig diskutierten Algorithmus - Gesamt-PCB Luft ($PCB\ 28 + PCB\ 52 + PCB\ 101 + PCB\ 138$) * 6 - kann der Einfluß dieses Effektes auf das Ergebnis nur annähernd ausgeglichen werden. Diese Berechnung liefert gegenüber der bisherigen Berechnung einen um etwa 20% erhöhten Gesamt-PCB-Wert.

Da in der Vergangenheit praktisch ausschließlich die Formel 5 * (6 Kongenere) auch für die Bestimmung der Gesamt-PCB in Luft benutzt worden ist, sollte wegen der Vergleichbarkeit aller Meßergebnisse an dieser Formel festgehalten werden.

Die qualitative Bestimmung einzelner Kongenere sollte bei einer zweifelsfreien Zuordnung auf mindestens zwei Trennsäulen (DB-5, RTX-1701, HT-5, Sil-88 oder Äquivalente) erfolgen. Die quantitative Bestimmung erfolgt mit der Methode des internen Standards. Bei sehr komplexen Chromatogrammen wie bei den PCB sollte die automatische Integration der Detektorsignale regelmäßig kritisch überprüft werden.

Die Wiederfindungsraten sind von allen zu bestimmenden Kongeneren zu ermitteln. Hierfür werden die zu testenden Substanzen auf das Probenahmemedium in einer Menge gegeben, die etwa der zu erwartenden Probemenge entspricht. Anschließend durchlaufen die Testsubstanzen die gesamte Probenvorbereitung und Analyse. Bei Änderungen der Methode und neuen Materialchargen (wie z.B. Adsorptionsmittel, Reinigungssäulen) sind die Wiederfindungsraten zu überprüfen. Wiederfindungsraten sollten 70% überschreiten.

Ebenfalls muß das Durchbruchverhalten aller zu ermittelnden Kongeneren unter den vorliegenden Probenahmebedingungen (Probenahmevervolumen und Temperatur) überprüft werden. Mit der Analyse eines dem ersten Probenahmemedium nachgeschalteten zweiten Mediums (z.B. zweiter PU-Schaumstopfen) kann bestimmt werden, ob und in welcher Höhe ein Durchbruch bei der Probenahme erfolgt ist. Die Durchbruchrate sollte unter 10% liegen.

Probenahmemedien, die - bis auf die eigentliche Probenahme - alle Schritte der Probe durchlaufen, inkl. Vorbereitung, Transport und Lagerung, liefern Feldblindwerte. Diese Feldblindwerte ermöglichen eine Aussage über die summarische Kontamination des gesamten Verfahrens und müssen deshalb dokumentiert werden.

Das Durchbruchverhalten und die Feldblindwerte müssen mindestens einmal pro PCB-Muster, Probenahmetemperatur und -volumen bestimmt werden; der Blindwert sollte zudem mindestens für jede laufende Probenahmeserie einmal überprüft werden.

Die „Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien“ nach DIN EN 45001 sind einzuhalten¹³). Die Teilnahme an Ringversuchen oder vergleichbaren externen Qualitätssicherungen ist dringend erwünscht.

¹¹ DIN 51 527, „Bestimmung polychlorierter Biphenyle (PCB)“, 1987, Beuth-Verlag, Berlin

¹² B. Larsen, S. Bowadt and R. Tilio; „Congener Specific Analysis of 140 Chlorobiphenyls in Technical Mixtures of Five Narrow-Bore GC Columns“, Intern. J. Environ. Anal. Chem., Vol. 47, pp. 47-58 (1992)

¹³ DIN EN 45001, „Allgemeine Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien“, 1990, Beuth-Verlag, Berlin

Hinweis

Inhalt des Gemeinsamen Amtsblattes des Ministeriums für Schule und Weiterbildung und des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen

Nr. 6 v. 15. Juni 1996

Teil I – Schule und Weiterbildung

Amtlicher Teil

Verwaltungsvorschriften zur Durchführung des Ersatzschulfinanzgesetzes (VVzEFG); Änderung. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 23. 5. 1996	98	Sicherheitsmaßnahmen beim Schwimmen im Rahmen des Schulsports; Änderung. Gem. RdErl. d. Ministeriums für Stadtentwicklung, Kultur und Sport u. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 24. 5. 1996	104
Verordnung zur Änderung der Verordnung über beamtenrechtliche Zuständigkeiten im Geschäftsbereich des Kultusministeriums vom 13. Mai 1996	98	Ordnung des Vorbereitungsdienstes und der Zweiten Staatsprüfung für Lehrämter an Schulen; Muster der Zeugnisse und Bescheinigungen. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 29. 4. 1996	104
Verordnung zur Änderung der Verordnung zur Ausführung des § 5 Schulfinanzgesetz (VO zu § 5 SchFG) vom 7. Mai 1996	98	Prüfungsordnung für die staatlichen Prüfungen für LehrerInnen und Lehrer der Kurzschrift oder der Textverarbeitung. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 22. 5. 1996	105
Verwaltungsvorschriften zur Verordnung zur Ausführung des § 5 Schulfinanzgesetz; Änderung. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 24. 5. 1996	99	Richtlinien für die dienstliche Beurteilung der Beamtinnen und Beamten (mit Ausnahme der LehrerInnen und Lehrer) im Geschäftsbereich des Ministeriums für Schule und Weiterbildung Nordrhein-Westfalen (BRL 96). RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 9. 5. 1996	108
Überwachung der Schulpflicht; Einschulungsverfahren Berufsbildende Schulen; Änderung. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 28. 5. 1996	99	Eingrupplierung der im Angestelltenverhältnis beschäftigten LehrerInnen und Lehrer an allgemeinbildenden und berufsbildenden Schulen mit den fachlichen und pädagogischen Voraussetzungen zur Übernahme in das Beamtenverhältnis; Änderung. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 13. 5. 1996	109
Berufsschule; Prüfungstermine für den Ausbildungsberuf „Assistentin/Assistent an Bibliotheken“. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 30. 4. 1996	100	Nichtamtlicher Teil	
Anerkennung deutscher Schulen im Ausland und Vergabe von Abschlüssen im Sekundarbereich I an deutschen Schulen im Ausland; Änderung. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 22. 5. 1996	100	Stellenausschreibungen	109
Verwaltungsvorschriften zu den Ausbildungs- und Prüfungsordnungen der berufsbildenden Schulen; Leistungsbewertung. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 24. 5. 1996	100	Vorabinformationen zum Sabbatjahr für beamtete Lehrkräfte	114
Anerkennung von Bildungsabschlüssen anderer Bundesländer als Nachweis der Fachhochschulreife; Bildungsgänge außerhalb der Fachoberschule; Änderung. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 6. 5. 1996	102	NRW-Schulen ans Netz – Verständigung weltweit	115
Aktionsprogramme SOKRATES und LEONARDO DA VINCI der Europäischen Union; Änderung. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 24. 5. 1996	103	Handreichung „Projekte und Profile: Schulen sind so frei“	115
Berufsschule; Vorläufiger Lehrplan; Industriekaufmann/Industriekauffrau; Änderung. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 24. 5. 1996	103	Landesverband der Beratungslehrerinnen und Beratungslehrer in NRW	115
Berufsschule; Vorläufiger Lehrplan; Kaufmann/Kauffrau im Groß- und Außenhandel; Änderung. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 24. 5. 1996	103	Inhaltsverzeichnis des Gemeinsamen Amtsblattes – Teil II-Wissenschaft und Forschung – vom 15. Juni 1996	116
Berufsschule; Vorläufiger Lehrplan; Kaufmann/Kauffrau im Groß- und Außenhandel; Änderung. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung v. 24. 5. 1996	103	Inhaltsverzeichnis des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen für die Ausgaben vom 19. bis 30. April 1996	116
Berichtigung zum Verzeichnis der genehmigten Lernmittel – Schuljahr 1996/97 (Heft 1006 der Schriftenreihe „Die Schule in Nordrhein-Westfalen“)	104	Inhaltsverzeichnis des Gesetz- und Verordnungsblattes für das Land Nordrhein-Westfalen für die Ausgaben vom 2. und 3. Mai 1996	117
	104	Anzeigen	
	104	Kostenpflichtige Stellen- und Werbeanzeigen	118

Teil II – Wissenschaft und Forschung

Amtlicher Teil

Fünfte Satzung zur Änderung der Grundordnung der Universität – Gesamthochschule Siegen vom 13. Februar 1996	246	Diplomprüfungsordnung für den Studiengang Psychologie an der Universität Bielefeld vom 19. Dezember 1995	301
Einschreibungsordnung der Universität zu Köln vom 21. März 1996	247	Diplomprüfungsordnung für den integrierten Studiengang Sozialwissenschaften an der Gerhard-Mercator-Universität – Gesamthochschule Duisburg vom 25. Januar 1996	306
Diplomprüfungsordnung für den Studiengang Betriebswirtschaftslehre an der Universität zu Köln vom 4. März 1996	250	Diplomprüfungsordnung für den Studiengang Volkswirtschaftslehre an der Universität zu Köln vom 4. März 1996	313
Diplomprüfungsordnung für den Studiengang Biochemie der Fakultät für Chemie an der Universität Bielefeld vom 10. Januar 1996 ..	256	Diplomprüfungsordnung für den Studiengang Volkswirtschaftslehre sozialwissenschaftlicher Richtung an der Universität zu Köln vom 4. März 1996	319
Berichtigung betr. Diplomprüfungsordnung (DPO) des Studiengangs Elektrotechnik an der Märkischen Fachhochschule Iserlohn, Abteilung Hagen vom 14. Juni 1995 (GABI. NW. II 1996 S. 35, S. 37, S. 39 und S. 41)	261	Satzung zur Änderung der Diplomprüfungsordnung für den integrierten Studiengang Wirtschaftsinformatik an der Universität – Gesamthochschule Essen vom 24. Januar 1996	325
Diplomprüfungsordnung für den Diplomstudiengang Erziehungswissenschaft an der Universität – Gesamthochschule Essen vom 26. Februar 1996	261	Diplomprüfungsordnung für den Studiengang Wirtschaftspädagogik an der Universität zu Köln vom 4. März 1996	326
Diplomprüfungsordnung (DPO) für den Studiengang Ingenieurinformatik – insbesondere Mikroinformatik – an der Fachhochschule Gelsenkirchen vom 12. Juli 1995	266	Sechste Satzung zur Änderung der Diplomprüfungsordnung für den integrierten Studiengang Wirtschaftswissenschaften an der Universität – Gesamthochschule Essen vom 24. Januar 1996	331
Diplomprüfungsordnung für den integrierten Studiengang Maschinenbau an der Gerhard-Mercator-Universität – Gesamthochschule Duisburg vom 10. November 1995	273	Prüfungsordnung für den Zusatztudiengang Praktische Informatik an der Fernuniversität – Gesamthochschule in Hagen vom 15. Dezember 1995	332
Berichtigung betr. Diplomprüfungsordnung (DPO) des Studiengangs Maschinenbau an der Märkischen Fachhochschule Iserlohn vom 20. Juni 1995 (GABI. NW. II S. 331)	281	Dritte Satzung zur Änderung der Promotionsordnung des Fachbereichs 2 (Erziehungswissenschaft, Psychologie, Sportwissenschaft) der Universität – Gesamthochschule Paderborn vom 19. April 1996	335
Diplomprüfungsordnung für den Studiengang Maschinenbau an der Fachhochschule Lippe (DPO – Maschinenbau) vom 6. November 1995	281	Zweite Satzung zur Änderung der Promotionsordnung des Fachbereichs 17 (Mathematik – Informatik) der Universität – Gesamthochschule Paderborn vom 19. April 1996	336
Fünfte Satzung zur Änderung der Diplomprüfungsordnung für den integrierten Studiengang Mathematik an der Fernuniversität – Gesamthochschule in Hagen vom 28. März 1996	289	Promotionsordnung der Rechtswissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster vom 26. April 1996 ..	336
Diplomprüfungsordnung für den Studiengang Physik der Fakultät für Physik der Universität Bielefeld vom 10. Januar 1996	290		
Diplomprüfungsordnung für den Studiengang Physik an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf vom 21. März 1996	295	Nichtamtlicher Teil	
Berichtigung betr. Diplomprüfungsordnung (DPO) des Studiengangs Physikalische Technik an der Märkischen Fachhochschule Iserlohn vom 14. Juni 1995 (GABI. NW. II 1996 S. 15, S. 18, S. 20 und S. 22)	301	Inhaltsverzeichnis des Gemeinsamen Amtsblattes – Teil I-Schule und Weiterbildung – vom 15. Juni 1996	339
Berichtigung betr. Diplomprüfungsordnung (DPO) des Studiengangs Produktionstechnik an der Märkischen Fachhochschule Iserlohn vom 12. Juli 1995 (GABI. NW. II 1996 S. 28, S. 30 und S. 32)	301	Inhaltsverzeichnis des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen für die Ausgabe vom 11. März 1996	339
	301	Inhaltsverzeichnis des Gesetz- und Verordnungsblattes für das Land Nordrhein-Westfalen für die Ausgabe vom 28. März 1996	340

– MBl. NW. 1996 S. 1269.

Einzelpreis dieser Nummer 5,30 DM
 zuzdgl. Porto- und Versandkosten

Bestellungen, Anfragen usw. sind an den A. Bagel Verlag zu richten. Anschrift und Telefonnummer wie folgt für

Abonnementsbestellungen: Grafenberger Allee 100, Fax (0211) 9682/229, Tel. (0211) 9682/238 (8.00–12.30 Uhr), 40237 Düsseldorf

Bezugspreis halbjährlich 98,- DM (Kalenderhalbjahr). Jahresbezug 196,- DM (Kalenderjahr), zahlbar im voraus. Abbestellungen für Kalenderhalbjahresbezug müssen bis zum 30. 4. bzw. 31. 10. für Kalenderjahresbezug bis zum 31. 10. eines jeden Jahres beim A. Bagel Verlag vorliegen.

Reklamationen über nicht erfolgte Lieferungen aus dem Abonnement werden nur innerhalb einer Frist von drei Monaten nach Erscheinen anerkannt.

In den Bezugs- und Einzelpreisen ist keine Umsatzsteuer i. S. d. § 14 UStG enthalten.

Einzelbestellungen: Grafenberger Allee 100, Tel. (0211) 9682/241, 40237 Düsseldorf

Von Vorabeinsendungen des Rechnungsbetrages – in welcher Form auch immer – bitten wir abzusehen. Die Lieferungen erfolgen nur aufgrund schriftlicher Bestellung gegen Rechnung. Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb eines Vierteljahrs nach Erscheinen der jeweiligen Nummer beim A. Bagel Verlag vorzunehmen, um späteren Lieferschwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als vergriffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgeber: Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Haroldstraße 5, 40213 Düsseldorf

Herstellung und Vertrieb im Namen und für Rechnung des Herausgebers: A. Bagel Verlag, Grafenberger Allee 100, 40237 Düsseldorf

Druck: TSB Tiefdruck Schwann-Bagel, Düsseldorf und Mönchengladbach

ISSN 0177-3569