



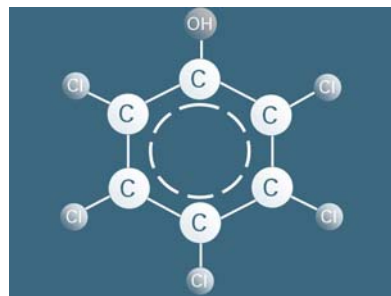
UmweltWissen

Pentachlorphenol (PCP)

Pentachlorphenol war lange Zeit der am häufigsten eingesetzte Wirkstoff in Holzschutzmitteln. Noch Jahre nach der Anwendung entweicht es aus den behandelten Hölzern und kann bis heute durch Importprodukte in unsere Wohnungen gelangen. Zahlreiche Gesundheitsstörungen werden von Betroffenen immer wieder in Zusammenhang mit einer Holzschutzmittel-Belastung gebracht, wobei bislang ein allgemein anerkannter wissenschaftlicher Nachweis fehlt.

1 Stoffeigenschaften und Einsatzbereiche

Pentachlorphenol (PCP) kommt nicht natürlich in der Umwelt vor, sondern wird ausschließlich durch den Menschen freigesetzt. Es ist farblos, bei Umgebungstemperatur fest und sehr gut fettlöslich. Technisches PCP und sein Natriumsalz enthalten meist hochtoxische Verunreinigungen wie polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD bzw. PCDF). Auch bei der Verbrennung PCP-haltiger Produkte oder unter Lichteinwirkung können Dioxine und Furane entstehen.



PCP hat bakterizide und fungizide Eigenschaften und ist daher für zahlreiche Einsatzbereiche geeignet (s. Kasten 1): In erster Linie für den Holz- und Bautenschutz und die Schnittholzbehandlung, aber auch zur Textil- und Lederimprägnierung sowie in der Zellstoff-, Papier- und Pappeproduktion. Dabei ist zu beachten, dass die Verwendung für Obst- und Gemüseboxen und für Pflanzbehälter auch zu einer Kontamination der entsprechenden Lebensmittel führen kann.

Kasten 1: Einsatzbereiche

- Holzschutzmittel: Holz- und Bautenschutz, Schnittholzbehandlung
- Textil-, Lederimprägnierung
- Konservierungsmittel in der Zellstoff-, Papier- und Pappeproduktion
- Algizid, Fungizid, Molluskizid
- Pestizid im Reis-, Ananas- und Zuckerrohranbau
- Desinfektionsmittel
- Zusatz zu Seifen, Waschmitteln, Kosmetika

In Deutschland sind Herstellung, Inverkehrbringen und Verwendung von PCP und PCP-haltigen Materialien seit 1989 untersagt (s. Abschnitt 7). Jedoch ist es auch heute noch in früher behandelten Produkten zu finden. Zudem kann PCP in Produkten enthalten sein, die z.B. aus den USA, aus Frankreich, Indien, Taiwan oder China importiert werden. Betroffen sind u.U. Lederwaren und Textilien (v.a. aus Militärbeständen) sowie Ramin und andere exotische Hölzer.

2 Vorkommen von PCP

Generell sinken die PCP-Gehalte seit Mitte der 80er Jahre, und zwar in den verschiedenen Umweltmedien (s. Abschnitt 2.1) wie auch in der Raumluft und im Hausstaub (s. Abschnitt 2.2).

2.1 Umweltmedien

Die **Atmosphäre** ist v.a. als Transportmedium für PCP von Bedeutung, während selbst in Ballungsgebieten die Konzentration in der Außenluft gering ist ($< 10 \text{ ng/m}^3$, Hintergrundkonzentrationen s. Tabelle 1); wesentlich niedriger ist sie in ländlichen Regionen. Über den Luftpfad kann PCP zu einer Belastung der Pflanzen führen und so in die Nahrungskette eingetragen werden.

Im **Boden** wird PCP bei saurem pH-Wert an die organische Substanz angelagert. In alkalischen Böden wird PCP mobilisiert und kann ins Grundwasser ausgewaschen werden. Pflanzen nehmen kaum PCP aus dem Boden auf.

Im **Wasser** wird PCP unter aeroben Bedingungen innerhalb weniger Tage vollständig abgebaut, dagegen kaum unter anaeroben Bedingungen. Es reichert sich durch Adsorption in Grünalgen und Wasserpflanzen und im Sediment an. Im Wasser selbst sind die Gehalte dagegen niedrig. PCP kann in die aquatische Nahrungskette eingetragen und angereichert werden.

Tabelle 1: Hintergrundkonzentrationen von PCP in verschiedenen Umweltmedien. Zusammenstellung in Umweltbundesamt 1999b

Umweltmedium	PCP-Konzentration	Quelle
Außenluft	0,1 ng/m ³	UBA 1999b
Boden	0,5 µg/kg Trockenmasse	Rippen 1995
Trinkwasser	0,01 – 0,02 µg/l	Heinzow 1993, Rippen 1995

2.2 Innenräume und Materialien

Holzschutzmittel sind die Hauptquelle für PCP, denn es war 40 Jahre lang das im Holzschutz am meisten verwendete Fungizid. Vor dem Verbot (1989) wurden PCP-haltige Holzschutzmittel im Wohnbereich z.T. in großen Mengen eingesetzt. Bis 1977 verwendete man überwiegend Mittel, die Lindan¹ als Insektizid und PCP als Fungizid enthielten (Mischungsverhältnis ca. 1:10).

Die höchsten PCP-Werte werden nach privater Anwendung gefunden, da diese häufig mit besonderer Gründlichkeit mehrfach mit sattem Auftrag erfolgte. Grundsätzlich war der Einsatz nur für den Außenbereich oder in Feuchträumen vorgeschrieben. Dennoch wurden PCP-haltige Holzschutzmittel in den

¹ Weitere Informationen finden Sie in unserer Publikation [Lindan](#)

60er und 70er Jahren oft in Innenräumen eingesetzt. Besonders hoch sind die eingesetzten Mengen in Häusern mit hohem Holzanteil, z.B. Baracken, Hallen, Silos, Scheunen, Pavillons, Kindergärten in Holzbauweise.

Behandeltes Holz weist besonders hohe Gehalte in den obersten Schichten auf. In der obersten Holzschicht können Werte in der Größenordnung von mehreren 1.000 mg/kg gemessen werden (s. Tabelle 2). Nach wenigen Millimetern ist häufig bereits eine wesentlich niedrigere Belastung festzustellen. Wegen der langen Verweildauer im Holz werden noch viele Jahre nach der Anwendung höhere Werte als in unbehandelten Hölzern gefunden. Aber auch bei unbehandelten Hölzern können die Werte erhöht sein, wenn das Rohholz behandelt wurde oder Sekundärkontaminationen auftreten.

Sekundärkontaminationen: PCP verdampft allmählich aus dem behandelten Holz und lagert sich an andere Oberflächen an, z.B. an Hausstaub, Tapeten, Putz, Möbel, Textilien oder Bücher. Auch an Kleidungsstoffen wie Wolle, Leinen und Baumwolle reichert sich PCP an.

Die Belastung der **Innenraumluft** nach der Anwendung von PCP-haltigen Holzschutzmitteln ist von verschiedenen Faktoren abhängig, u.a. von der Größe der behandelten Fläche (s. Abschnitt 6).

Tabelle 2: Beispiele für PCP-Gehalte in verschiedenen Materialien. Quelle: Rippen 1990, verändert

Material	PCP-Gehalt
Holz	
PCP-behandelte Kiefernholzer (USA)	1.400 – 10.400 mg/kg
PCP-behandeltes Holz in bayerischen Forstgebäuden	0,5 – 5 213 mg/kg
Textilien	
Textilien in PCP-haltiger Luft (Laborversuch)	4 – 11 mg/kg
Polsterstoff	2,4 – 11,3 mg/kg
Vorhang	3,0 – 5,2 mg/kg
Teppichboden aus Naturfasern, vermutlich imprägniert	80 – 120 mg/kg
Teppich, 14 Jahre nach Verwendung von PCP-haltigem Holzschutzmittel	10 mg/kg
Hausstaub	
Grundbelastung ohne Holzschutz	ca. 1 – 5 mg/kg
14 Jahre nach Verwendung von PCP-haltigem Holzschutzmittel	28 mg/kg
in bayerischen Forstgebäuden mit Holzschutz	0,2 – 1.400 mg/kg
Sonstige	
Putz	0,5 – 23 mg/kg
Tapete	10 – 14 mg/kg
Holzasche	2 – 5 µg/kg
Asche von Müllverbrennungsanlage	12 – 90 µg/kg

3 Aufnahme und Innere Belastung des Menschen

3.1 Aufnahmepfade

Der Mensch nimmt PCP auf verschiedenen Wegen auf (s. Kasten 2). Dabei ist je nach Situation der Anteil der verschiedenen Aufnahmepfade unterschiedlich bedeutsam: Z.B. ist bei berufsbedingter Exposition die dermale Aufnahme besonders hervorzuheben, da PCP in öligen Lösungen Gummihandschuhe durchdringen kann. Bei Kleinkindern kann u.U. die orale Aufnahme von Hausstaub bedeutsam sein.

Kasten 2: Aufnahmewege für PCP

- **Inhalativ:** über die Atmung als Dampf oder an Staub gebunden.
- **Oral:** mit Nahrungsmitteln oder Hausstaub (v.a. bei Kleinkindern).
- **Dermal:** durch Hautkontakt mit Kleidung und Gebrauchsgegenständen, z.B. Bettwäsche.

Für **nicht erkennbar belastete Personen** wurde die PCP-Aufnahme auf ca. 1 – 2 µg/Tag geschätzt (Human-Biomonitoring-Kommission 1997). Als Ursache werden v.a. die Aufnahme mit der Nahrung und Sekundärkontaminationen durch die Verwendung von PCP bei der Lebensmittelherstellung und Verpackung diskutiert, z.B. behandelte Holzkisten. (Zum Vergleich: In den 70er und 80er Jahren war die Aufnahme mit 10 – 20 µg/Tag noch deutlich höher.)

Bei Personen, die den Holzschutz selbst ausgeführt haben und den Raum anschließend bewohnten, können Anfangs-Belastungen vorgelegen haben, die beruflichen Belastungen vergleichbar sind.

3.2 Innere Exposition

Die innere PCP-Exposition wird anhand des Gehaltes im Blut oder im Urin abgeschätzt (s. Kasten 3). Dagegen ermöglichen Luftuntersuchungen keine Abschätzung der inneren Exposition, da nur die inhalative, nicht aber die orale und dermale Aufnahme erfasst werden (s. Abschnitt 3.1). Daher besteht zwischen den PCP-Konzentrationen in der Raumluft und den Gehalten im Urin oder Serum der Betroffenen kein direkter Zusammenhang.

Kasten 3: Parameter zur Abschätzung der inneren Exposition:

- **Blut:** PCP im Blut ist ein guter Indikator für die aktuelle Belastung.
- **Urin:** Die Urinkonzentration ist ein Maß für die chronische Belastung. Dieser Wert kann als Indikator der Gesamtkörperlast verwendet werden.

Im Körper wird PCP relativ wenig akkumuliert und mit dem Urin wieder ausgeschieden. Die Halbwertszeit nach einer einmaligen Gabe beträgt 1,5 – 17 Tage, bei chronischer Belastung werden Halbwertszeiten zwischen 10 und 20 Tagen angenommen.

Bei Kleinkindern werden erfahrungsgemäß höhere Werte als bei Erwachsenen gefunden. Als Ursache sind ein erhöhter Stoffwechsel und Nahrungsumsatz, längere Expositionszeiten und eine höhere Staubaufnahme durch Hand-Mund-Kontakt zu diskutieren.

Die mittleren Konzentrationen im Blut nehmen seit Beginn der 80er Jahre ab (s. Abb. 1). Dies spiegelt den Rückgang von PCP in der Umwelt nach dem Verbot 1989 wieder. Bei Bewohnern belasteter Wohnungen ist kein solcher Rückgang zu erwarten.

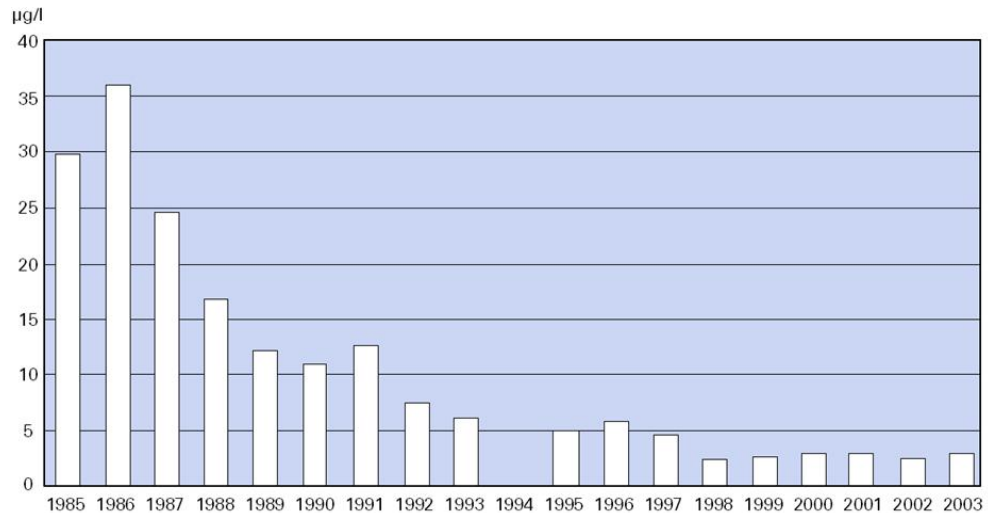


Abb. 1: Pentachlorphenol im Blutplasma 1985-2003 (Mittelwerte).

Quelle: Umweltbundesamt 2004b

4 Wirkungen auf den Menschen

4.1 Akute Wirkungen

Bei der akuten PCP-Vergiftung stehen Stoffwechsel- und Kreislaufstörungen im Vordergrund. Tödliche Vergiftungen sind durch Bewusstlosigkeit, Herzversagen, Atemdepression und Lungenödem gekennzeichnet. Es kann zu Herzjagen, rascher Atmung und starkem Fieber kommen. Weitere Symptome sind: Mattigkeit, Kopfschmerzen, Muskelspasmen, Muskelschwäche, Schwitzen, Durstgefühl, Krämpfe, Übelkeit, Erbrechen, Durchfall. Derartige Vergiftungsfälle traten bei hoher beruflicher Exposition mit PCP auf.

4.2 Chronische Wirkungen

Langzeitwirkungen einer PCP-Belastung sind generell nur schwer zu ermitteln. Vorrangig unspezifische Beschwerden erschweren den kausalen Nachweis, da sie auch andere Ursachen haben können. Z.B. können auch Verunreinigungen durch Dioxine und Furane oder Lösemittel für die unspezifischen Symptome verantwortlich sein.

Bei **beruflich exponierten Personen** wurde häufig über Hautschädigungen berichtet. Wahrscheinlich sind diese jedoch auf Verunreinigungen durch Dioxine oder Furane zurückzuführen. Außerdem traten häufig Nerven- und Gelenkschmerzen, Leber- und Nierenfunktionsstörungen sowie Schleimhautreizungen auf.

Das Beschwerdebild des sog. **Holzschutzmittelsyndroms** ist überwiegend unspezifisch und stellt sich als chronisches Ermüdungs- und Erschöpfungssyndrom dar: Genannt werden erhöhte Infektanfälligkeit, Hautausschläge, Gleichgewichtsstörungen, Schlaflosigkeit, Nachtschweiß, Müdigkeit, Leistungs- und Konzentrationsschwäche, Nervenschmerzen, motorische Schwäche mit Muskel- und Gelenkschmerzen, Appetitlosigkeit, Gewichtsabnahme, Übelkeit, Durchfall, Erbrechen, Unverträglichkeit von Kaffee und Alkohol, Haarausfall und Kopfschmerzen.

Bislang ist das Holzschutzmittelsyndrom weder wissenschaftlich definiert noch allgemein akzeptiert. Manchmal lässt sich eine Besserung und ein Wiederauftreten der Beschwerden erkennen, wenn in einem mehrwöchigen Versuch der Betroffene für eine bestimmte Zeit keinen Kontakt mit PCP hat und anschließend wieder exponiert wird. Dies könnte möglicherweise als Hinweis für einen Kausalzusammenhang gewertet werden. Von einzelnen Ärzten ist toxischen hirnrorganischen Psychosyndromen, Störungen des Gleichgewichtssystems, der Hirndurchblutung und der zentralnervösen Funktion mit speziellen Methoden nachgegangen worden, ohne dass diese Ergebnisse bisher wissenschaftliche Anerkennung gefunden haben.

Zusammenfassend empfiehlt die Human-Biomonitoring-Kommission²: „Unabhängig von gegenwärtig noch bestehenden ätiologischen und pathogenetischen Unklarheiten³ bedürfen Patienten mit Beschwerdebildern, die sie mit Holzschutzmitteln in Verbindung bringen, einer intensiven Betreuung einschließlich Human-Biomonitoring zur Erfassung und Bewertung einer aktuellen Exposition sowie sorgfältiger differentialdiagnostischer Abklärung.“

5 Bewertung

Pentachlorphenol wurde als krebserzeugend eingestuft (Kategorie 2 der MAK-Werte-Liste). Daher gilt grundsätzlich das Minimierungsgebot. Um gemessene PCP-Konzentrationen einschätzen zu können, wurden Beurteilungswerte für verschiedene Umweltmedien und Produkte festgelegt (s. Tabelle 4).

Tabelle 4: Beurteilungswerte für PCP in verschiedenen Umweltmedien und Produkten

Belastetes Medium	Wert	Beschreibung	Quelle
Boden		Prüfwerte für den Direktpfad Boden – Mensch ⁴	BBodSchV 1999
	50 mg/kg	Kinderspielplätze	
	100 mg/kg	Wohngebiete	
	250 mg/kg	Park- und Freizeitanlagen	
	250 mg/kg	Industrie-/Gewerbeflächen	
Wasser	0,1 µg/l	Grenzwert	TrinkwV 2001
Luft (Innenraum)	0,1 µg/m ³	Richtwert I ⁵	Roskamp (2003)
	1 µg/m ³	Richtwert II ⁵	
Produkte, z.B. Lederwaren, Holzzeugnisse u.a.	5 mg/kg	Höchstmenge von PCP und Na-PCP	ChemVerbotsV 2003
Hausstaub	2,9 mg/kg	Hintergrundwert, 95 %-Perzentil	Becker et al. (2002)

² Empfehlung der Human-Biomonitoring-Kommission, Umweltbundesamt, 1997

³ Unklarheiten über die Ursache und Entwicklung des Krankheitsbildes

⁴ s. Publikation [Bodenbelastungen – eine Übersicht](#)

⁵ s. Publikation [Organische Luftschadstoffe in Innenräumen – Probenahme, Messung und Bewertung](#)

Zur Einschätzung der **inneren Exposition** hat die Human-Biomonitoring-Kommission Prüf-, Interventions- und Referenzwerte für die Allgemeinbevölkerung veröffentlicht (s. Tabelle 5). Die Festlegung derartiger Werte ist jedoch in der wissenschaftlichen Diskussion, da die Belastung durch PCP wegen der krebserzeugenden Wirkung minimiert werden sollte.

Tabelle 5: Beurteilungswerte für PCP im Urin und im Serum des Menschen. Quelle: Kommission Humanbiomonitoring UBA 2000b, 2004a

Untersuchungsgröße	Wert	Beschreibung
Urin (Allgemeinbevölkerung)	25 µg/l (Creatinin: 20 µg/g)	HBM-I: Prüfwert
	40 µg/l (Creatinin: 30 µg/g)	HBM-II: Interventionswert
	5 µg/l	Referenzwert im Morgenurin (UBA 2004a)
Serum (Allgemeinbevölkerung)	40 µg/l	HBM-I: Prüfwert
	70 µg/l	HBM-II: Interventionswert
	12 µg/l	Referenzwert (UBA 2000b)

6 Messung und Sanierung

Bei der Entscheidung über eine PCP-Sanierung sollte man sich am Ablaufschema der PCP-Richtlinie orientieren (s. Abb. 2, Seite 8).

Messungen sollten nur bei einem konkreten Verdacht durchgeführt werden. Dabei stehen Staub- und Materialuntersuchungen an erster Stelle (s. Kasten 4).

Weitere Informationen über Probenahme und chemische Analysen finden Sie in unserer Publikation [Organische Luftschadstoffe in Innenräumen – Probenahme, Messung und Bewertung](#).

Kasten 4: Messung der PCP-Belastung

- **Hausstaub:** PCP adsorbiert leicht an Staubpartikel und kann dort angereichert werden. Der Staub kann wie ein „Gedächtnis“ auf eine frühere, aber auch auf eine aktuelle Belastung hinweisen. Er ermöglicht jedoch keine Aussage über die Quelle der Belastung.
- **Materialproben:** Z.B. muss bei Verdacht auf Verwendung von Holzschutzmitteln eine Holzprobe von der obersten Schicht genommen werden (ca. 1 – 2 mm).

Bei der **Beurteilung** der Messwerte müssen verschiedene Faktoren berücksichtigt werden, die die Belastung der Räume und ihrer Nutzer beeinflussen, u.a.:

- Holzart,
- Größe der behandelten Fläche,
- Alter und Menge des Anstrichmittels und des Lösemittels,
- Raumtemperatur, -feuchte, Luftdruck.

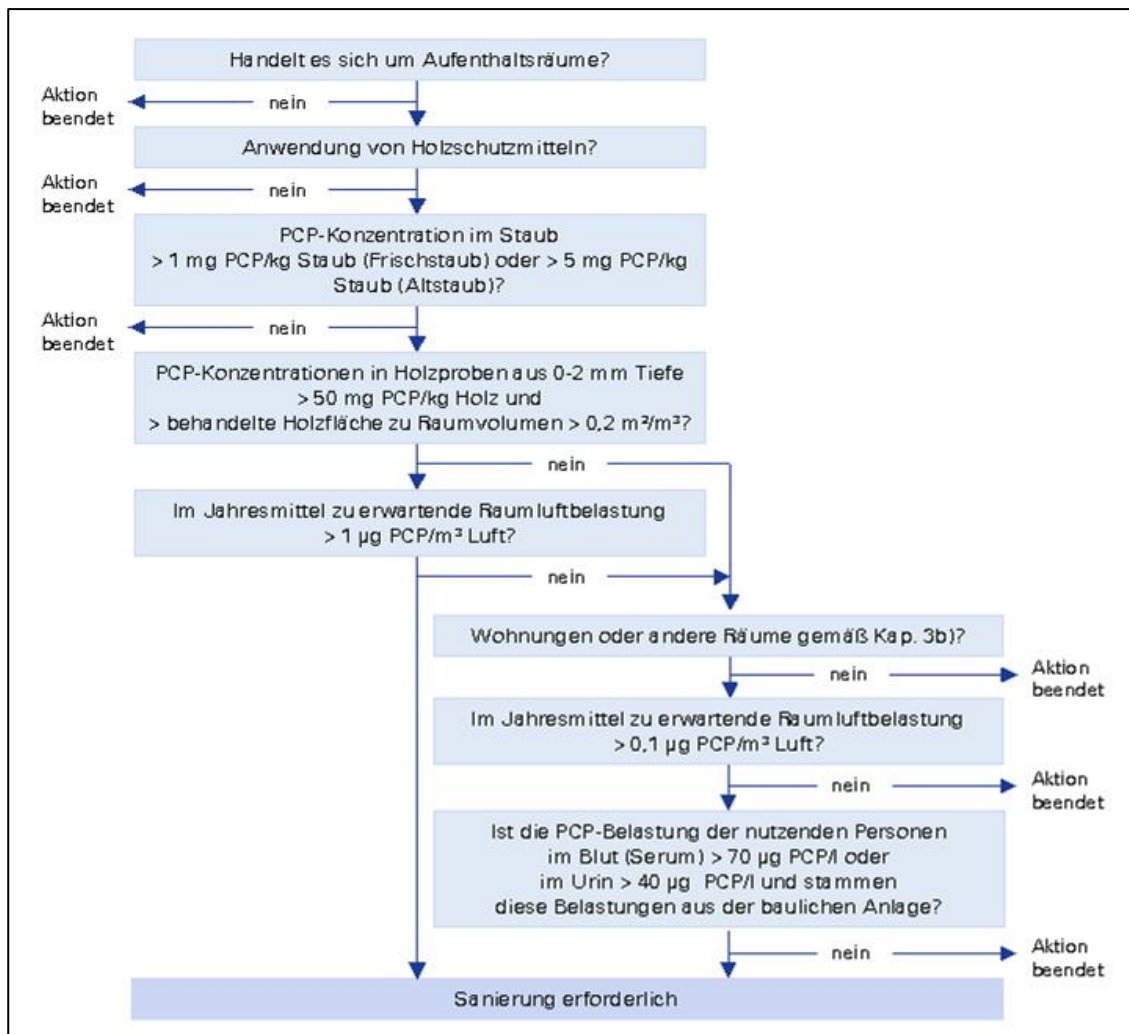


Abb. 2: Ablaufschema zur Ermittlung der Sanierungsnotwendigkeit; Quelle: PCP-Richtlinie 1996

Bei der **Sanierung** müssen sowohl die Primär- als auch die Sekundärquellen beseitigt werden. Bis eine notwendige Sanierung durchgeführt werden kann, sollte man mit einigen einfachen Maßnahmen die Belastung möglichst reduzieren. Mögliche Maßnahmen sind:

- **Kurzfristige Maßnahmen**, um die Belastung so gering wie möglich zu halten, bis eine notwendige Sanierung durchgeführt werden kann: Häufig lüften, regelmäßig staubsaugen und feucht wischen.
- **Entfernung der Primärquellen**: Ausbau belasteter Hölzer (z.B. Holztafelungen), Beschichtung und Verkleidung belasteter Bauteile (z.B. Diffusionssperre bei tragenden Balken), räumliche Trennung behandelter Bauteile (z.B. dichte Türen, die den Staubeintrag in Wohnräume aus einem behandelten Dachboden verhindern).
- **Beseitigung der Sekundärkontamination**: Wohnung gründlich entstauben (dabei Anwendung von Filtern oder Atemschutz), Textilien waschen oder chemisch reinigen (z.B. Bettwäsche, Vorhänge, Textilbezüge, Teppiche, Wäsche etc.), Gegenstände abwaschen bzw. feucht wischen (z.B. Fußboden, Möbelflächen und Tapeten).

Man kann für die Sanierung eine Sanierungsfirma beauftragen, oder die Arbeiten selber durchführen. Jedoch sollte man in jedem Fall einige **Schutzmaßnahmen** ergreifen, z.B.:

- Staubaufwirbelungen und Zugluft auf der Baustelle vermeiden

- Einrichtungsgegenstände entfernen oder einpacken
- Bei staubenden Arbeiten unbedingt Schutzkleidung tragen (Atemschutz, Handschuhe, Kopfbedeckung und ggf. Schutzanzug), Werkzeuge mit direkter Staubabsaugung verwenden.

Nach der Sanierung sollte man den Raum mehrmals reinigen und feucht wischen. Weitere Informationen finden Sie in unserer Publikation [Organische Luftschadstoffe in Innenräumen – ein Überblick](#).

Behandelte Hölzer nicht verbrennen!

Dabei können hochgiftige Schadstoffe freigesetzt werden, z.B. Dioxine.

7 Rechtsgrundlagen, Richtlinien und technische Empfehlungen

Seit 1989 sind in Deutschland Herstellung, Inverkehrbringen und Verwendung von PCP, Na-PCP und PCP-haltigen Erzeugnissen mit mehr als 5 mg/kg PCP verboten⁶. Ausgenommen ist die Verwendung zu wissenschaftlichen Zwecken, z.B. toxikologischen Untersuchungen. Ebenso ausgenommen sind Holzbestandteile von Gebäuden und Möbeln sowie Textilien, die vor dem 23.12.1989 mit PCP-haltigen Zubereitungen behandelt wurden.

Die **PCP-Richtlinie** der Projektgruppe Schadstoffe der ARGEBAU wurde 1996 als technische Regel erarbeitet. Außer in Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Hessen wurde die PCP-Richtlinie in den Bundesländern in das Baurecht übernommen.

Drei **VDI-Richtlinien** der Kommission der Reinhaltung der Luft im VDI und DIN regeln die Probenahme und Messung von PCP in Innenraumluft:

- VDI-Richtlinie 4300 Blatt 4: Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Messstrategie für Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) in der Innenraumluft,
- VDI-Richtlinie 4301 Blatt 2: Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Messen von Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) – GC/MS-Verfahren,
- VDI-Richtlinie 4301 Blatt 3: Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Messen von Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) – GC/ECD-Verfahren.

⁶ Pentachlorphenol-Verbotsverordnung (1989), heute geregelt durch die Chemikalienverbotsverordnung (2003)

Weitere Auskünfte:

- **Überblick über Innenraumbelastungen und einfache Maßnahmen:** [Organische Luftschadstoffe in Innenräumen – ein Überblick](#), Publikation des Infozentrums UmweltWissen
- **Hinweise zur Planung, Vergabe und Bewertung von Messungen:** [Organische Luftschadstoffe in Innenräumen – Probenahme, Messung und Bewertung](#), Publikation des Infozentrums UmweltWissen
- **Labore und Sachverständige:** [Schadstoffuntersuchungen in Innenräumen – Labore und Sachverständige](#), Publikation des Infozentrums UmweltWissen
- **Sanierung:** Adressen bei der IHK, dem Gewerbeaufsichtsamt oder im Branchenverzeichnis
- **Beseitigung belasteter Materialien:** Abfallberatung Ihrer entsorgungspflichtigen Körperschaft (Stadt, Landkreis), Informationen im [Abfallratgeber Bayern](#), Adressen von Fachfirmen bei der IHK, dem Gewerbeaufsichtsamt oder im Branchenverzeichnis
- **Umweltmediziner:** [Umweltmedizin – Ambulanzen und Beratungsstellen](#). Publikation des Infozentrums UmweltWissen
- **Verbraucherinformationssystem VIS Bayern:** [Pentachlorphenol \(PCP\) in Produkten - immer noch aktuell?](#)

8 Literatur

Ad-hoc-Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) des Umweltbundesamtes und des Ausschusses für Umwelthygiene der Arbeitsgemeinschaft der Leitenden Medizinalbeamtinnen und –beamten der Länder (AGLMB, 1997): Richtwerte für die Innenraumluft: Pentachlorphenol. Bundesgesundheitsblatt 7/97, S. 234-236

Alsen-Hinrichs C., Bauer A., Wassermann O. (1998): Kritische Stellungnahme zu den Aussagen der Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes: „Stoffmonographie Pentachlorphenol-Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM)“. Zeitung für Umweltmedizin, 6. Jg. Heft 3/4, S. 156-165

Baumeister W. (1994): Holzschutzmittel im Innenraum: Messung, Bewertung, Sanierung. In: W. Mücke (Hrsg.): Toxikologie und Technik. Kongress 20.04.1994. Institut für Toxikologie und Umwelthygiene, TU München

Bayerisches Landesamt für Arbeitsschutz, Arbeitsmedizin und Sicherheitstechnik (2004): Pentachlorphenol (PCP) in Produkten – immer noch aktuell?
http://www.vis.bayern.de/technik/fachinformationen/technik_chemie_basis/pcp.htm

Becker K., Seiwert M., Kaus S., Krause S., Krause C., Schulz C. und Seifert B. (2002): German Environmental Survey 1998 (GerES III). Pesticides and other pollutants in house dust. In: INDOOR AIR '02. Proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate. Monterey, USA

Graßmann P. (1994): Zeitgemäßer Holzschutz – Herausforderung an Hersteller und Verarbeiter. In: W. Mücke (Hrsg.): Toxikologie und Technik. Kongress 20.04.1994. Institut für Toxikologie und Umwelthygiene, TU München

Heinzow B. (1992): Organische Verbindungen/Pentachlorphenol. In: Handbuch Umweltmedizin (Wichmann, Schlipkötter, Fülgraff, Hrsg.). Loseblatt-Sammlung, ecomed-Verlag, Landsberg/Lech

Hugues T., Weber J. (1994): Möglichkeiten und Grenzen des Verzichts auf chemischen Holzschutz – die Sicht des planenden Architekten. In: W. Mücke (Hrsg.): Toxikologie und Technik. Kongress 20.04.1994. Institut für Toxikologie und Umwelthygiene, TU München

International Chemical Safety Cards (1993): Pentachlorphenol ICSC: 0069, WHO / IPCS / ILO und Kommission der Europäischen Gemeinschaften CEC

Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes (2003): Definitionen zu HBM- und Referenzwerten.
<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/monitor/definitionen.htm>

Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes und der Arbeitskreis der Umweltmedizinischen Beratungsstellen/Ambulanzen (1999): Stoffmonographie Pentachlorphenol. Gemeinsame Stellungnahme der Kommission "Human-Biomonitoring" des Umweltbundesamt und des Arbeitskreises der Umweltmedizinischen Beratungsstellen/Ambulanzen (AK UMB/UMA) zum Thema. Bundesgesundheitsbl. – Gesundheitsforsch. – Gesundheitsschutz 42 (12), 968
<http://www.umweltdaten.de/gesundheit/monitor/pcpmono2.pdf>

Letzel S. et al. (1996): Pentachlorphenol-Belastung in Deutschland. Umweltmed. Forsch. Prax. 1 (3), S. 138-142

Liebl B., Kaschube M., Kerscher G., Roscher E., Schmier R., Schwegler U. (1995): Beurteilung von Holzschutzmittel-Belastungen in Innenräumen. Gesund.-Wes. 57, S. 476-488

Liebl B., Mayer R., Kaschube M., Wächter H. (1996): Pentachlorphenol-Ergebnisse aus einem bayerischen Human-Monitoring Programm. Gesundheitswesen 58, S. 332-338

Pluschke P. (1996): Luftschadstoffe in Innenräumen – Ein Leitfaden. Springer Verlag, Berlin

Rippen G. (1995): Handbuch Umweltchemikalien. Loseblatt-Sammlung, ecomed-Verlag Landsberg/Lech, 27. Erg.-Lfg., 1/1995

Roßkamp E. (2003): Aus der Arbeit der ad-hoc Arbeitsgruppe IRK-AOLG beim Umweltbundesamt, Umweltmedizin in Forschung und Praxis 8 (4) 2003, Berlin

Stiftung Warentest (2002): Wohnen ohne Gift. Sanieren, renovieren und einrichten. Berlin

Umweltbundesamt (Hrsg.):

- **(1997):** Stoffmonographie Pentachlorphenol – Referenz- und Human-Biomonitoring-(HBM)-Werte. Bundesgesundheitsbl. – Gesundheitsforsch. – Gesundheitsschutz, 40 (6), 212-222
<http://www.umweltdaten.de/gesundheit/monitor/pcpmono.pdf>
- **(1999a):** Aktualisierung der Referenzwerte für Pentachlorphenol im Serum und im Urin. Bundesgesundheitsbl. – Gesundheitsforsch. – Gesundheitsschutz, 42, 599-600
<http://www.umweltdaten.de/gesundheit/monitor/pcpakt.pdf>
- **(1999b):** Stoffbezogene Berechnung der Prüfwerte des Anhang 2 Nr. 1.4 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung für den Wirkungspfad Boden-Mensch: F 755 Pentachlorphenol. Erich Schmidt Verlag, Berlin
- **(2000a):** Leitfaden für die Innenraumlufthygiene in Schulgebäuden, Berlin
- **(2000b):** Referenz- und Human-Biomonitoring-(HBM)-Werte. Umweltmedizinischer Informationsdienst 1, 9-12
<http://www.umweltbundesamt.de/umid/archiv/umid0100.pdf>
- **(2004a):** Aktualisierung des Referenzwertes für Pentachlorphenol im Morgenurin. Bundesgesundheitsbl. – Gesundheitsforsch. – Gesundheitsschutz, 47, 499-502
<http://www.umweltdaten.de/gesundheit/monitor/PCP-Aktualisierung-2004.pdf>
- **(2004b):** Schwerpunkte der Umweltprobenbank – Ausgewählte Ergebnisse
<http://www.umweltbundesamt.de/umweltproben/upb62.htm>

Wolff T. (1994): Toxikologie der Holzschutzmittel. In: W. Mücke (Hrsg.): Toxikologie und Technik. Kongress 20.04.1994. Institut für Toxikologie und Umwelthygiene, TU München

Gesetzliche Regelungen und technische Richtlinien

- Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorphenol (PCP)-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCP-Richtlinie), Projektgruppe „Schadstoffe“ der Fachkommission Baunormung der Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister der Länder (ARGEBAU), Oktober 1996, MBI. NW 1997, 1058
- VDI-Richtlinie 4300 Blatt 4: Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Messstrategie für Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) in der Innenraumluft,
- VDI-Richtlinie 4301 Blatt 2: Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Messen von Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) – GC/MS-Verfahren
- VDI-Richtlinie 4301 Blatt 3: Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Messen von Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) – GC/ECD-Verfahren
- Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (ChemVerbotsV - Chemikalien-Verbotsverordnung) vom 13.Juni 2003, BGBl. I Nr. vom 25.6.2003 S. 867; 29.8. 2003 S. 1697 03a; 25.11.2003 S. 2343; 25.2.2004 S. 328
- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchG - Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998, BGBl. I 1998 S. 502, 2001 S. 2331
- BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999, BGBl. I 1999 S. 1554
- Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (TrinkwV 2001 – Trinkwasserverordnung) vom 21. Mai 2001, BGBl. I Nr. 24 vom 28.5. 2001 S. 959; 25.11.2003 S. 2304

Internet

- Abfallratgeber Bayern: <http://www.abfallratgeber-bayern.de>
- GESTIS-Stoffdatenbank, Gefahrstoffinformationssystem der gewerblichen Berufsgenossenschaften: <http://www.hvbg.de/d/bia/fac/stoffdb/index.html> (Stichwort Pentachlorphenol)
- Schadstoffratgeber Gebäuderückbau: <http://www.lfu.bayern.de/boden/fachinformationen/schadstoffratgeber/index.htm>
- Informationen zum Humanbiomonitoring: http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/umweltmedizin/grundlagen_humanbiomonitoring.htm

Weitere LfU-Publikationen

- [Abbruch - kein Problem? Was Sie vor dem Gebäuderückbau beachten sollten](#), Flyer 2003
- [Kontaminierte Bausubstanz - Erkundung, Bewertung, Entsorgung. Arbeitshilfe: Kontrollierter Rückbau](#)

Weiterführende Publikationen des Infozentrums UmweltWissen

- [Bodenbelastungen – eine Übersicht](#)
- [Holzschutzmittel](#)
- [Labore und Sachverständige für Schadstoffuntersuchungen in Innenräumen](#)
- [Lindan](#)
- [Organische Luftschadstoffe in Innenräumen – ein Überblick](#)
- [Organische Luftschadstoffe in Innenräumen - Probenahme, Messung und Bewertung](#)
- [Umweltmedizin - Ambulanzen und Beratungsstellen](#)

Autorin (2005): Dr. Katharina Stroh (LfU)

Aktualisierung der Links 03/08

Textgrundlage: Gabriele Behling und Ulrike Koller (2001): Pentachlorphenol (PCP). In: GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit und Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.): Handbuch Umweltberatung Bayern. Loseblattsammlung 1992-2002.

Ansprechpartner:

UmweltWissen am Bayerischen Landesamt für Umwelt

Tel. 0821 / 9071 – 5671

E-Mail: umweltwissen@lfu.bayern.de

Internet: <http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/index.htm>

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg