Die Bauschadstoff Dokumentation

PCB in Anstrichen und Beschichtungen

Vorläufige Version. Zur Vernehmlassung freigegeben

PCB ist die Abkürzung für polychlorierte Biphenyle. Es handelt sich dabei um synthetisch hergestellte chemische Substanzen, deren negative Auswirkung auf Mensch und Umwelt erst nach jahrzehntelanger Verwendung in zahlreichen Produkten nachgewiesen wurde.

PCB wurden unter anderem Anstrichen (und Lacken) sowie wasserdichten und korrosionsbeständigen Beschichtungen zugesetzt, um ihre langfristige Elastizität zu gewährleisten. 1972 wurde der Einsatz von PCB in offenen Systemen (Anstrichen, Beschichtungen und Fugendichtungsmassen) in der Schweiz offiziell verboten, sie wurden aber noch bis 1975 importiert und eingesetzt.

Entsprechend wurden bis 1975 PCB-haltige Beschichtungen auf **Metallkonstruktionen** aller Art aufgebracht (Stahlstützen und -träger, Tanks, Rohrleitungen, Tür- und Fensterrahmen, Heizkörper usw.).

PCB-haltige Anstriche und Beschichtungen fanden aber auch auf **Beton** Anwendung (z.B. als Dichtungsanstriche von Tankauffangwannen, Turnhallen, Kellerräumen, Waschküchen, Flure, Balkone, im Wasserbau usw.).

Im vorliegenden Factsheet werden nur PCB-haltige Anstriche und Beschichtungen behandelt. Für folgende PCB-verdächtigen Materialien bestehen separate Factsheets:

- PCB in Fugendichtungsmassen
- PCB in geschlossenen Anwendungen
- PCB als Holzschutzmittel (bei thermischer Verwertung in Altholzfeuerung)

GESUNDHEITSGEFÄHRDUNG

Ohne Bearbeitung

PCB werden aus entsprechenden Produkten laufend in die Umwelt freigesetzt (durch Verdampfung, Auswaschung und mechanischen Abrieb), aber auch bei deren Entsorgung.

PCB kann via die Atemluft, aber auch durch Verschlucken und blossen Hautkontakt aufgenommen werden. PCB sind schwer abbaubar und akkumulieren sich in der Nahrungskette.

Wenn PCB in relevanten Konzentrationen in die Raumluft gelangen, können sie die Gesundheit der Gebäudenutzer gefährden. Besonders hoch ist das Risiko für Arbeiter bei Rückbau-, Umbau- und Renovierungsarbeiten.

Bodenbeläge, Wandanstriche, Tapeten, Mobiliar und andere Einrichtungsgegenstände können infolge der langen Exposition PCB aus der Raumluft aufnehmen und zu Sekundärquellen von PCB werden.

Für die Beurteilung der Gefährdung durch PCB-haltige Anstriche besteht kein Hilfsmittel. Die Beurteilung erfolgt deshalb analog der Richtlinie «PCB-haltige Fugendichtungsmassen» [1]. Es gibt Hinweise aus der Praxis, dass PCB-haltige Anstriche / Beschichtungen im Hinblick auf eine Freisetzung in die Raumluft weniger relevant sind als PCB-haltige Fugendichtungsmassen.

Die Gefährdung bei normaler Nutzung wird analog Richtline PCB-haltige Fugendichtungsmassen des BAFU [1] beurteilt. Werden die folgenden Punkte allesamt erfüllt (analog [1]), so besteht der Verdacht, auf erhöhte PCB-Gehalte in der Raumluft und entsprechende Raumluftmessungen sind durchzuführen:

- Es handelt sich um Innenanstriche
- Der PCB-Gehalt liegt im Prozentbereich (≥1 % resp. ≥10'000 mg/kg)
- Es bestehen lange Aufenthaltszeiten im Gebäude durch Nutzer (regelmässig mehr als 20 h pro Woche)r
- Es ist ein grosser Anteil der Raumfläche betroffen

Wenn die PCB-Konzentration in der Luft 2 µg/m^3 Luft (langfristiger Aufenthalt) oder 6 µg/m^3 Luft (Tagesaufenthalt) übersteigt, müssen die PCB-Quellen entfernt werden (analog zu Fugendichtungsmassen) [1].

Mit Bearbeitung

Bei der Entfernung von PCB-haltigen Anstrichen / Beschichtungen ist gemäss Suva die Staub- oder Gasentwicklung (keine hitzeerzeugenden Arbeitsmittel wie z.B. Heissluft-Föhn, offenen Flamme oder funkenerzeugende Schleifverfahren; nur Fräsen oder Schleifgeräte mit Quellenabsaugung) zu vermeiden, um eine erhebliche Freisetzung von PCB in die Innenräume resp. Umwelt zu verhindern. Bei Temperaturen >250 °C werden PCB in hochgiftige chlorierte Dibenzodioxine resp. -furane umgewandelt [2]. In diesem Fall besteht eine akute Personengefährdung. In einzelnen Kantonen bestehen abweichende Regelungen bzgl. maximalen Temperaturen bei der Entfernung.

Hinweis: Auch der angrenzende Beton resp. das Mauerwerk oder «Sekundärquellen» können erheblich belastet sein. Bei Bearbeitung der entsprechenden Materialien gelten die gleichen Gefährdungen wie bei einer Bearbeitung der Anstriche selbst (vgl. oben).

DIAGNOSTIK

Anstriche / Beschichtungen auf mineralischer Bausubstanz:

Bei Bauvorhaben in Gebäuden mit Baujahr vor 1976, welche mehr als 20 m^2 Anstriche und Beschichtungen mit einer technischen Funktion (z.B. Dichtungsanstriche auf Böden unter Tankauffangwannen, Turnhallen, Wasserbau, Kellerräumen, Waschküchen, Flure, Balkone, etc.) enthalten, ist gemäss VVEA-Vollzugshilfe Bauabfälle vor Beginn der Arbeiten eine PCB-Untersuchung dieser Anstriche und Beschichtungen durchzuführen.

Gemäss VVEA-Vollzugshilfe Bauabfälle müssen bei Anstrichen / Beschichtungen mit PCB-Gehalten >1’000 mg/kg zudem tiefenorientierte Analysen vom angrenzenden Mauerwerk / Beton (Sekundärkontamination) durchgeführt werden, da diese mineralischen Materialien durch die Diffusion ebenfalls PCB enthalten können.

Hinweis: Auch wenn gewisse Anstriche / Beschichtungen aufgrund der in der Vollzugshilfe festgelegten Bagatellgrenze von 20

m^2 nicht bzgl. PCB analysiert werden müssen, können die entsprechenden Materialien hohe PCB-Gehalte aufweisen.

Bei der Bearbeitung (z.B. Abschleifen) von PCB-verdächtigen Anstrichen wird eine Untersuchung auf PCB empfohlen. Dies gilt unabhängig von der Grösse der bearbeiteten Fläche. Alternativ sind die Vorgaben bzgl. Umwelt- und Gesundheitsschutz der Arbeiter standardmässig zu berücksichtigen (Kaltverfahren, Staubminimierung, Staubrückhaltung, persönliche Schutzausrüstung).

Anstriche / Beschichtungen auf Metall:

Gemäss VVEA-Vollzugshilfe müssen die Anstriche der folgenden Metallbauteile vor einer Entsorgung auf PCB analysiert werden:

- Stützen und Träger im Stahlbau von Industrie-, Gewerbe- und Infrastrukturbauten
- Tankanlagen mit mehr als 200’000 l Fassungsvermögen
- Gasometer und Erdgastanks
- Brücken
- Installationen im Wasserbau wie Kraftwerke, Druckleitungen, Kläranlagen
- Hochspannungsmasten

Für die Entsorgung (ohne Bearbeitung) müssen insbesondere Tür- und Fensterrahmen, Heizkörper, Rohrleitungen und Tanks ≤200'000 L nicht auf PCB im Anstrich untersucht werden.

Hinweis: Auch wenn gewisse Anstriche / Beschichtungen aufgrund der in der Vollzugshilfe festgelegten zu untersuchenden Metallbauteile nicht bzgl. PCB analysiert werden müssen (z.B. Tanks ≤200'000 L), können die entsprechenden Materialien hohe PCB-Gehalte aufweisen.

Bei der Bearbeitung (z.B. Abschleifen) von PCB-verdächtigen Anstrichen wird eine Untersuchung auf PCB empfohlen. Dies gilt unabhängig von der Grösse des bearbeiteten Metallbauteils. Alternativ sind standardmässig Massnahmen zum Umwelt- und Gesundheitsschutz der Arbeiter zu treffen (z.B. Kalttrennverfahren).

Anstriche / Beschichtungen auf Holz:

Gemäss der Vollzugshilfe der VVEA «Modul Bauabfälle» ist von Anstrichen auf Holz keine Laboranalyse vorzunehmen, wenn die Entsorgung zwingend via Verbrennung in KVA oder Zementwerk erfolgt.

Bei Holzabfällen aus dem Innenbereich (ohne Dachstöcke) ist für eine Entsorgung in einer Altholzfeuerung ebenfalls keine Laboranalyse notwendig.

Bei Holzabfällen aus dem Aussenbereich und bei Dachstöcken ist für eine Entsorgung in einer Altholzfeuerung (neben der Analyse auf PCP, PAK, Schwermetallen, Chlor und Fluor) gemäss VVEA auch eine Analyse auf PCB notwendig (Beprobung / Analyse Holz, nicht nur Anstrich). Weitere Detail-Informationen zu den notwendigen Untersuchungen sind im Factsheet Holzschutzmittel zu finden.

Beproben
Vorgehen bei Beprobung

Für die Probenahme wird die Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung (Einweg-Schutzhandschuhe) empfohlen. Das verwendete Probenahmewerkzeug (z.B. Cutter) soll nach jeder Probenahme gewechselt oder gereinigt werden (trocken oder mit Aceton, damit keine sichtbaren Rückstände mehr auf dem Werkzeug), um Verunreinigungen der nächsten Probe zu vermeiden. Es wird empfohlen, die Probe in einem Glasgefäss oder in Aluminiumfolie und dann in einem Plastikbeutel zu verpacken [1], [2]. Sehr wichtig ist in jedem Fall die Dichtigkeit der Verpackung.

Analytik Feststoffproben:

Die chemische Analyse der PCB erfolgt entsprechend der GC-ECD oder GC-MS-Analysemethoden auf die in der PCB-Richtlinie des BAFU definierten sechs PCB-Kongenere (Nr. 28, 52, 101, 138, 153 und 180) [1].

Untersuchungen Raumluft:

Die Notwendigkeit von Raumluftmessungen wird im Abschnitt Gesundheitsrisiken beschrieben. Nähere Angaben zur Messung von PCB in der Innenraumluft sind in der Richtlinie PCB-haltige Fugendichtungsmassen enthalten [1].

Zur Vermeidung von falsch-positiven Analysen kann eine Blindprobe im Feld und beim Transport mitgeführt und analysiert

werden, um allfällige Quer-Kontaminationen zu erkennen. Einzelne Kantone schreiben diese Blindproben beim Transport von Luftproben vor.

SANIERUNG/ENTFERNUNG

Ob bei einem Rückbau eine getrennte Entfernung von PCB-haltiger Farbe notwendig ist, wird in der VVEA-Vollzugshilfe Bauabfälle geregelt (vgl. dazu ausführliche Diskussion in untenstehenden Abschnitten "Auf mineralischem Untergrund" und "Auf metallischem Untergrund").

Falls ein Abtrag PCB-haltiger Farbe erfolgt, so sind grundsätzlich die Massnahmen gemäss dem im Juli 2024 von der Suva publizierten Factsheet 33112 "Vorsicht beim mechanischen Abtragen PCB-haltiger Farben!" zu treffen. Untenstehend werden die wichtigsten Vorgaben aus dem Factsheet und einige Präzsierungen / Ergänzungen gemäss Stand der Technik zusammengefasst:

Gültigkeitsbereich: Mangels Definition von „PCB-haltig" im Suva-Factsheet 33112 wird in der Praxis in Analogie zu Fugendichtungsmassen der Wert von 50 mg/kg gemäss VVEA-Vollzugshilfe Bauabfälle verwendet, d.h. falls Anstriche mit PCB-Gehalten >50 mg/kg mechanisch abgetragen werden, so sind grundsätzlich die Massnahmen gemäss Suva-Factsheet 33112 einzuhalten.

Sollen Anstriche / Beschichtungen mit PCB-Gehalten >50 mg/kg entfernt/bearbeitet werden, so hat dies durch **instruiertes Fachpersonal** zu erfolgen, welches über die erforderliche Ausrüstung verfügt (i.d.R. ein Suva-anerkannter Asbestsanierer).

Bei der Entfernung ist die Staub- oder Gasentwicklung zu vermeiden. Daher dürfen keine Hitze erzeugenden **Arbeitsmittel** eingesetzt werden (z.B. Heissluft-Föhn, offene Flammen oder funkenerzeugende Schleifverfahren). Es sind Fräsen oder Schleifgeräte mit Quellenabsaugung einzusetzen. Dafür ist ein Industriestaubsauger mit Filter der Staubklasse H einzusetzen.

Das bestgeeignete Verfahren wird vorzugsweise in einem Pilotversuch evaluiert. Massgebend sind u. a. die Beschaffenheit des Untergrundes, die Lage der Fläche (Wand, Boden, Decke, Anzahl Ecken und Kanten), die Oberflächenbeschaffenheit (glatt, rau; Materialhärte) und das Sanierungsziel (tolerierter PCB-Restgehalt).

Zur Entfernung von PCB-haltigen Anstrichen sind immer Schwarz-Weiss-Bereiche notwendig. Die Arbeitsbereiche sind als Zonen mit mindestens einer 1-Kammer-Personenschleuse (Dusche nicht nötig) und einer Unterdruckhaltung mit Entstaubung (Aktivkohlefilter gemäss Suva und gemäss Vorgaben in den meisten Kantonen nicht erforderlich, Partikelfilter genügen, da ohne Hitze gearbeitet werden muss). Die Unterdruckhaltung muss nicht zwingend kontrolliert sein.

Der Arbeitsbereich ist für Dritte zu sperren und Zutrittsverbotsschilder anzubringen. Nach Abschluss der Arbeiten ist der Arbeitsbereich mit einem Staubsauger der Kategorie H und feucht von sichtbaren Stäuben zu reinigen (Feinreinigung).

Als **persönliche Schutzausrüstung** ist für den Atemschutz mindestens ein Gebläsefiltersystem der Schutzstufe TH3P zu verwenden, noch besser Druckluftschlauchgerät. Ein Aktivkohlefilter ist in den meisten Kantonen nicht vorgeschrieben, da die Bearbeitung mit tiefen Temperaturen zu erfolgen hat und demnach nur staubgebundene PCB entstehen. Zudem ist bei der Entstehung von Staub mit Quellabsaugung (mindestens M-Filter, Empfehlung H-Filter) zu arbeiten.

Weiter sind ein Schutzanzug der Kategorie 3 Typ 5/6 mit Kapuze und Handschuhe aus Nitril- oder Butylkautschuk zu verwenden. Alle Übergangsstellen (z. Bsp. zwischen Anzug und Handschuhen) sind abzukleben.

A) Auf mineralischem Untergrund:

PCB-haltige Anstriche und Beschichtungen auf mineralischem Untergrund können im Rahmen eines Um-/ Rückbaus vorgängig entfernt werden.

Eine Entfernung der PCB-haltigen Anstriche und Beschichtungen ist bei einer Entsorgung des ganzen Bauteils (Mauerwerk, Bodenplatte) aufgrund der VVEA-Vollzugshilfe nicht in jedem Fall zwingend (ausser sie wird von der kantonalen Bewilligungsbehörde im Sinne der Verwertungspflicht verlangt).

Die Konzentration an PCB in Anstrichen / Beschichtungen kann gemäss VVEA-Vollzugshilfe auf das gesamte Bauteil hochgerechnet werden und die Entsorgung des gesamten Bauteils (inkl. Farbanstrich / Beschichtung) gemäss den entsprechenden Werten festgelegt werden (Verwertung des Bauteils unter Einhaltung der Grenzwerte nach Anhang 3 Ziffer 2 VVEA resp. Ablagerung des Bauteils unter Einhaltung der Grenzwerte nach Anhang 5 VVEA, Details vgl. Abschnitt "Entsorgung").

Wenn die Schadstoffgehalte bezogen auf das ganze Bauteil die Grenzwerte für eine Ablagerung auf einer Deponie Typ E übersteigen (**10 mg/kg**), ist das ganze Bauteil ein Sonderabfall. In diesem Fall ist eine Behandlung, d.h. eine **Abtrennung** der schadstoffhaltigen Schicht oder eine **Behandlung** des gesamten Bauteils in einer Anlage (z.B. thermische oder nasschemische

Behandlung) **zwingend**. Für eine Entfernung des Anstrichs gelten die oben gemachten Vorgaben.

Ein **Merkblatt zur Berechnung des Schadstoffgehalts eines Bauteils** mit schadstoffhaltigem Anstrich wurde von der Polludoc-Arbeitsgruppe erarbeitet (Version 16.04.2024).

Empfehlung: Wie oben erwähnt, könnten Bauteile, welche bezogen auf das ganze Bauteil die Grenzwerte für eine Ablagerung auf einer Deponie Typ E von 10 mg/kg einhalten ohne vorgängige Entfernung des Anstrichs abgelagert werden. Wir empfehlen jedoch auch in diesen Fällen, eine vorgängige Entfernung des Anstrichs zu prüfen. Insbesondere bei Farbanstrichen, in welchen die PCB-Gehalte hochgerechnet auf die ganze Wand / Bodenplatte den Grenzwert für den Deponietyp B gemäss VVEA Anhang 5, Ziffer 2.3 überschreiten, lohnt sich erfahrungsgemäss eine gesonderte Entfernung des Anstrichs vor dem Rückbau aus ökonomischer Sicht, da dadurch das darunter folgende Rückbaumaterial nicht als belastet entsorgt werden muss. Die entsprechenden technischen und kostenmässigen Abklärungen sind im Einzelfall zu treffen.

B) Auf metallischem Untergrund:

PCB in Anstrichen und Beschichtungen auf metallischem Untergrund müssen vor einer **Entsorgung** des Metallbauteils nicht entfernt werden, so lange der rechnerische PCB-Gehalt unter 2 g pro Tonne Stahl liegt (Vollzugshilfe Bauabfälle). Das entsprechende Material kann in einem solchen Fall ohne PCB-Analyse via Schrotthandel im Stahlwerk entsorgt werden.

Übersteigt der PCB-Gehalt rechnerisch jedoch 2 g pro Tonne Stahl und liegt im Anstrich selbst >50 mg/kg, so hat die Entfernung der Anstriche gemäss obigen Vorgaben zu erfolgen

Eine entsprechende Untersuchung vor der Entsorgung ist jedoch nur für grössere Bauteile zwingend vorgegeben (vgl. Abschnitt Diagnostik).

Gleiches gilt, wenn Anstriche mit PCB-Gehalten >50 mg/kg im Rahmen eines Umbaus / einer Instandstellung **bearbeitet** werden sollen (auch wenn diese hochgerechnet unter 2 g pro Tonne Stahl liegen).

Für die Entfernung von entsprechenden Anstrichen von Metallobjekten im **Freien** ist zudem die BAFU-Richtlinie "Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten" zu berücksichtigen.

Freigabe der Sanierungszone

Die Suva fordert keine restlose Entfernung der PCB-haltigen Materialien. Das Sanierungsziel gibt grundsätzlich der Bauherr/ Nutzer resp. der Entsorger zusammen mit Gutachter vor (abfallrechtliche Vorgaben beachten).

Zur Beurteilung einer erfolgreichen PCB-Sanierung werden in den meisten Kantonen resp. von der Suva keine Luftmessungen gefordert. Eine nasse Feinreinigung ist ausreichend.

Entsorgung

Entfernte Anstriche

Entfernte PCB-haltige Anstriche sind als Sonderabfall über ein bewilligtes Unternehmen zu entsorgen. Je nach Verfahren für den Farbabtrag sind dafür unterschiedliche Abfallcodes anzuwenden:

- Abgetragene Anstriche (Fräsen / Ablaugen) >10 mg/kg PCB: 17 09 02 S
- Strahlen: 12 01 16 S

Mit PCB belastete Abfälle sind in dicht schliessenden, bauartgeprüften Gebinden, mit UN 2315 und Gefahrzettel gekennzeichnet, unter Einhaltung der Bestimmungen über den Verkehr mit Sonderabfällen und des Gefahrgutrechts zu entsorgen.

Mauerwerk/Beton (mineralische Bauabfälle):

Entsorgung gemäss den Grenzwerten in der VVEA:

- PCB-Gehalt ≤0.1 mg/kg: Baustoffrecycling, Verwertung gemäss VVEA Art. 20, Ziffer 3 (unverschmutzt)
- PCB-Gehalt >0.1 und ≤0.5 mg/kg: Verwertung gemäss VVEA Art. 20 Ziffer 3 (schwach verschmutzt)
- PCB-Gehalt >0.5 und ≤1 mg/kg: Ablagerung auf einer Deponie Typ B (wenig verschmutzt) oder Verwertung, wenn dies von der Bewilligungsbehörde im Sinne der Verwertungspflicht verlangt wird.

- PCB-Gehalt >1 und ≤10 mg/kg: Deponie Typ E oder Zementwerk (stark verschmutzt), auch abhängig von der Bewilligungsbehörde (Verwertungspflicht).
- PCB-Gehalt >10 mg/kg: Sonderabfall zur thermischen Behandlung/Verwertung in Anlagen mit entsprechenden Annahmegrenzwerten bzw. vorgängige Abtrennung der stark PCB-haltigen Schichten, bis Gehalt ≤10 mg/kg.

Metallische Abfälle

- Grosse Bauteile (vgl. Abschnitt Diagnostik) und PCB-Gehalt ≤2g / t Stahl: Stahlwerk
- Grosse Bauteile (vgl. Abschnitt Diagnostik) und PCB-Gehalt >2g / Stahl: Entfernung Anstrich nötig. Entsorgung des Anstrichs als Sonderabfall gemäss Punkt «Entfernte Anstriche» (vgl. oben).

BEMERKUNGEN

[1] BAFU: Richtlinie - PCB-haltige Fugendichtungsmassen, Bern 2003, (Teil Entsorgung gemäss BAFU nicht mehr gültig, da dafür das VVEA-Vollzugshilfe-Modul Bauabfälle vorliegt; Teil Innenraumluft gemäss BAG nach wie vor gültig; Teil Entfernung nicht mehr gültig, neu gilt bzgl. Arbeitssicherheit das Suva-Factsheet 33112)

[2] Bau- und Umweltschutzdirektion Kanton Basel-Landschaft, Amt für Umweltschutz und Energie, Die sachgemässe Entfernung und Entsorgung PCB-haltiger Fugendichtungsmassen und Anstriche; Werkzeuge, Verfahren, Schutzmassnahmen. Wegleitung für die Bau- und Sanierungspraxis, Juni 2004.

[3] BAFU: Bauabfälle - Ein Modul der Vollzugshilfe zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA), 2020