

**PCB in Abfällen Ein Online-Webinar der
SBB Sonderabfallgesellschaft Brandenburg/Berlin mbH, 24.06.2021**

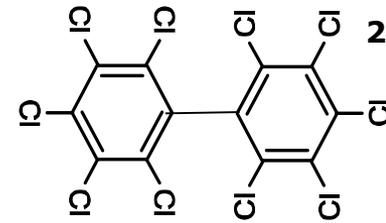
PCB in offenen Anwendungen in Gebäuden und anderen Bauwerken

Dr. Roland Weber

POPs Environmental Consulting,
73527 Schwäbisch Gmünd, Germany
roland.weber10@web.de

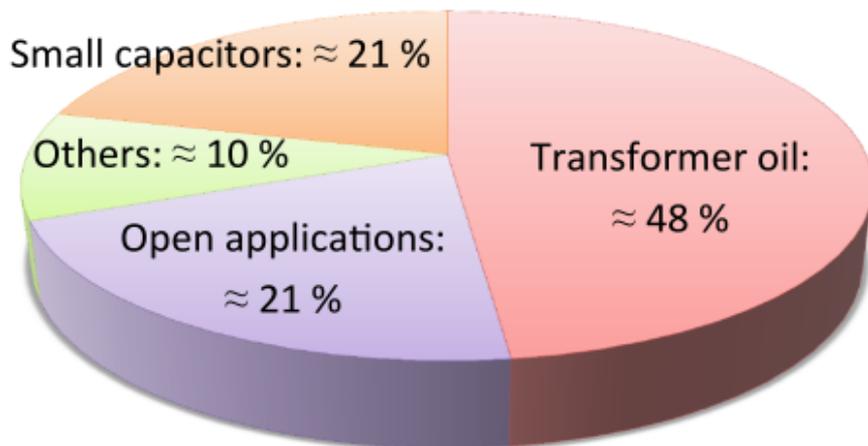
<https://www.researchgate.net/profile/Roland-Weber-2>

Polychlorierte Biphenyle (PCB) - Produktion und Verwendung



- Ca. 1,3 - 1,5 Millionen Tonnen PCB wurden zwischen 1929 und 1990 von mehreren Firmen (z.B. Monsanto, Bayer) produziert (Breivik et al. 2007).
- Die größte Menge PCB wurde in “geschlossenen Anwendungen” verwendet (Öl/Dielektrikum in Transformatoren und Kondensatoren).
- PCB wurden auch in “offenen Anwendungen” (z. B. Dichtungsmassen, Farben, Kunststoffen) verwendet, die relevanter für die Exposition und Emission waren/sind.

Historic use of PCB

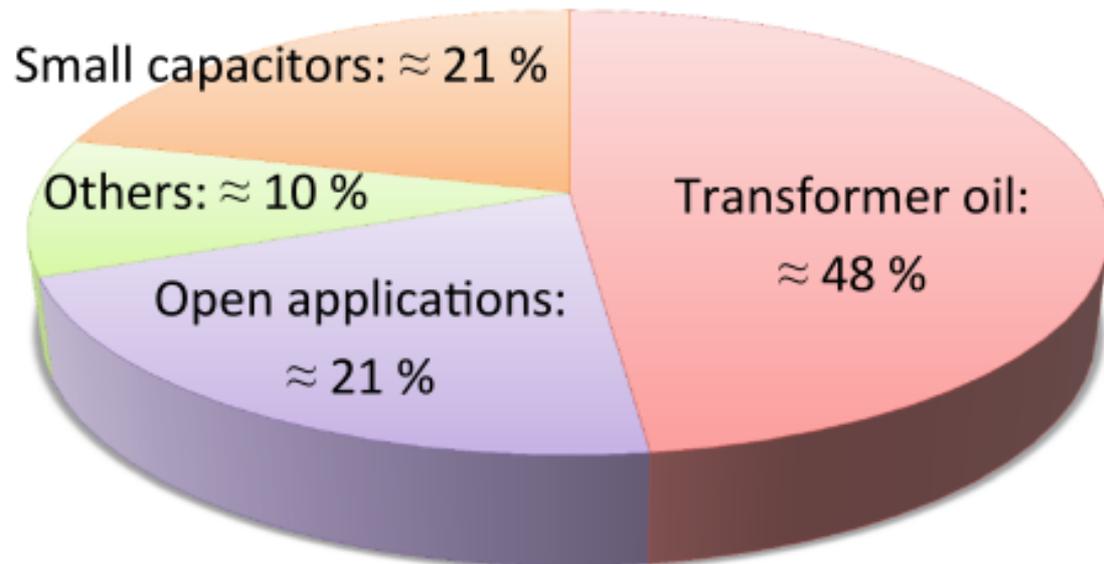


Bilder: Michael Müller Enviro-Consultant

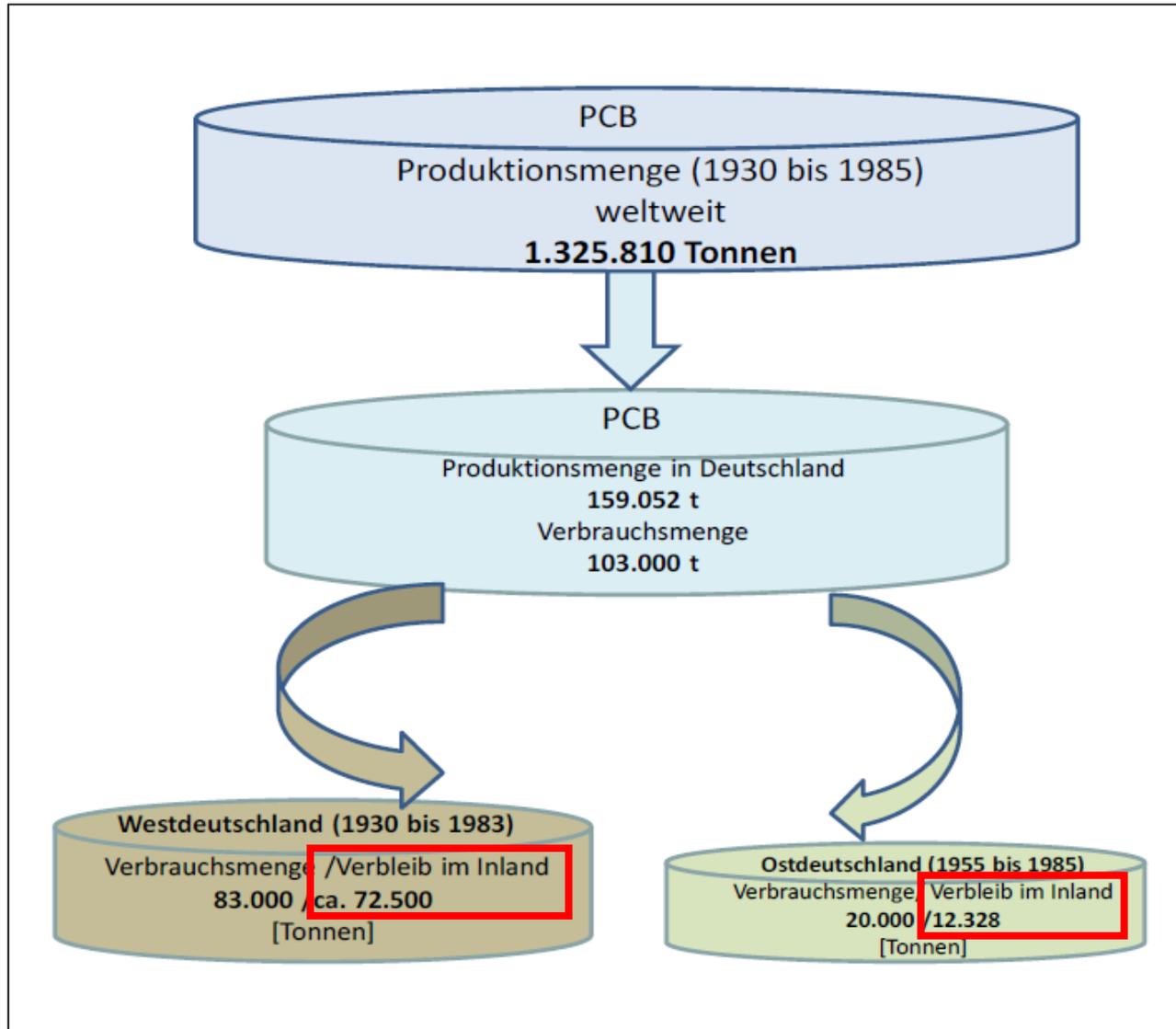
PCB in “offenen Anwendungen“

- Von der weltweiten PCB-Produktionsmenge wurden ~21% in offene Anwendungen eingesetzt (ca. 300.000 t).
- Die bedeutendste Verwendung von PCB in offenen Anwendungen war der Einsatz in dauerelastischen Dichtungsmassen (Abdichtungen) und Farben im Bau, die in den 50er Jahren bis 1980 eingesetzt wurden.
- Die Verteilung des Einsatzes von PCB in offenen Anwendungen hängt von der Region oder sogar den einzelnen Ländern ab.

Historic use of PCB



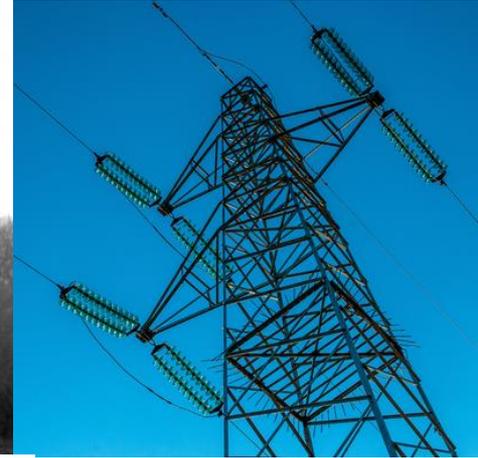
Produktionsmengen und Verwendung von PCB in Deutschland



PCB in offenen Anwendungen in Deutschland⁶

Ungefähr **25.000 t** (ca. 30%) PCB wurden in Deutschland in einer Reihe von “**offenen Anwendungen**“ gebracht:

- **20.000 t PCB** wurde in den 1960er bis Mitte 1970er Jahren in **West-D** in **Fugendichtungsmassen** verbaut (Detzel et al. 1998). Verwendung vor allem in **öffentlichen Gebäuden** (z.B. **Kindergärten, Schulen, Universitäten, Verwaltung**). Auch in Industrie und Wohnungsbau.
- Die quantitative Verwendung der restlichen 5000 t PCB (**4000 t West-D**) in “offenen Anwendungen“ wie Farben, Lacken, Kunststoffen/Kabeln oder Papierbeschichtungen ist nicht detailliert beschrieben.



Bilder: Christine Herold, Urs Wagner, Roland Weber

Michael Bührke/pixelio.de

Jakob Ehrhardt/pixelio.de

PCB in offenen Anwendungen in Deutschland⁷

Von den 25.000 Tonnen PCB in “offenen Anwendungen“ in Deutschland wurden **nur ca. 1000 Tonnen in der ehemaligen DDR verwendet:**

- **primär für PVC-Farben/Beschichtungen verwendet (840 t) und als Weichmacher in PVC-Ummantelungen von Starkstromkabeln (140 t) sowie in der optischen Industrie (2,5 t) (Detzel et al. 1998).**
- **Damit lag für Westdeutschland der Verbrauch von PCB in offenen Anwendungen pro Einwohner bei ca. 375 g/Person, während er für Ostdeutschland bei ca. 60 g/Person lag.**



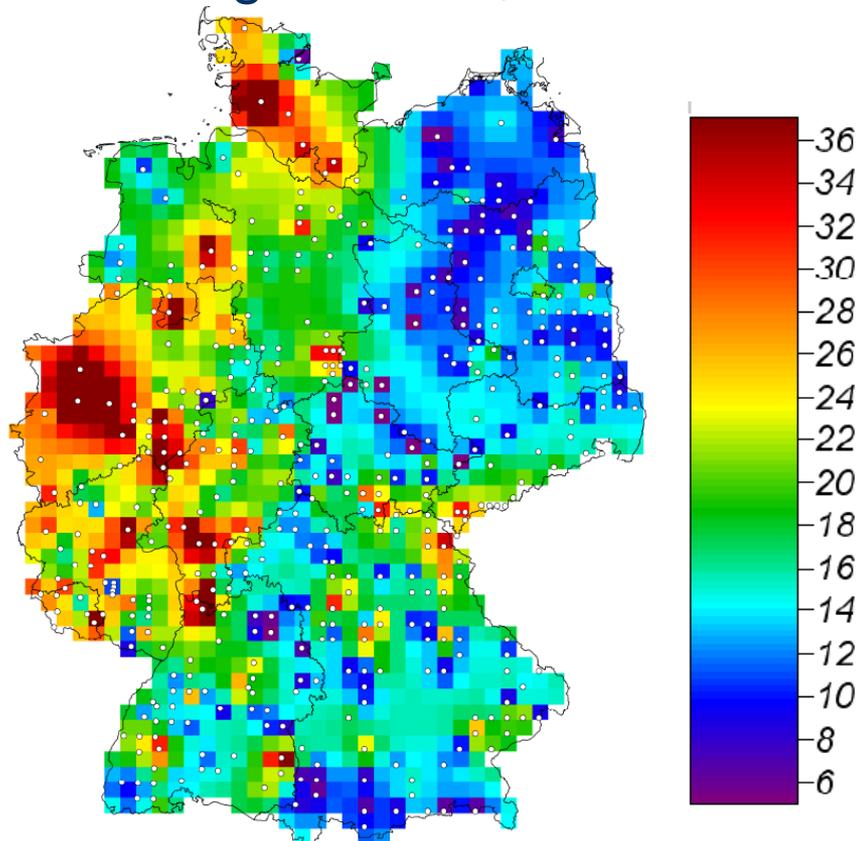
Bilder: Christine Herold, Urs Wagner, Roland Weber

Michael Bührke/pixelio.de

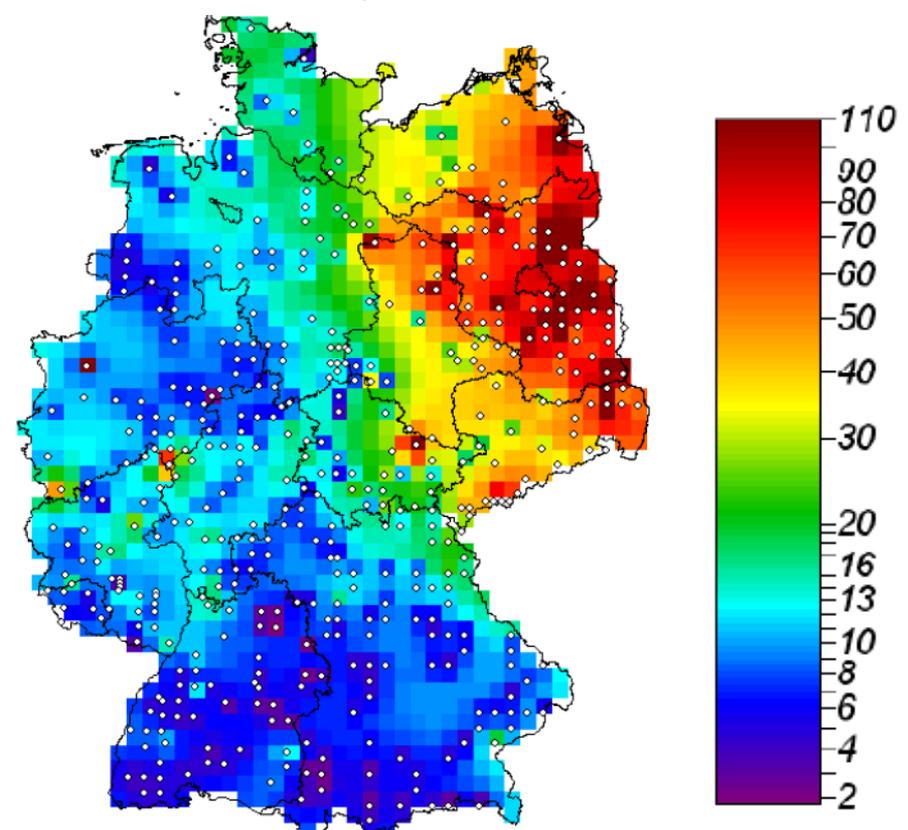
Jakob Ehrhardt/pixelio.de

PCB Gehalte in Boden in Deutschland

Gehalte von PCB- und DDE (persistentes Abbauprodukt von DDT) in der Humusaufgabe deutscher Wälder zeigen die unterschiedliche Anwendungsmuster (Aichner et al. 2013 ES&T, 47, 12703-14)



$\Sigma 6$ PCB [ng/g Trockengewicht]



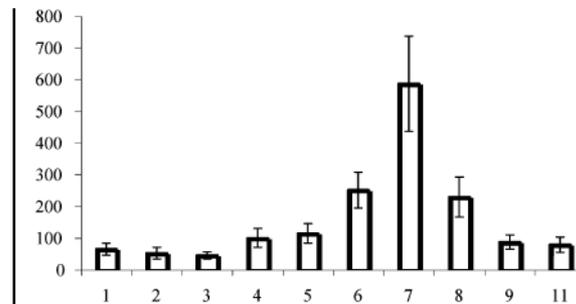
DDE (ng/g Trockengewicht), semi-log Skala

PCB Belastung: Leipziger Kinder waren 50% - 70% niedriger belastet als Kindern in Düsseldorf (Winneke & Walkowiak 2002 Forschungsbericht FZKA-BWPLUS)

PCB-Quelle Stadt/Ballungsraum

- Große PCB Mengen befinden sich auch heute noch in/an Gebäuden und Bauwerken, denn der **größte Teil** der PCB-haltigen Fugenmassen und Farbanstriche ist **noch vorhanden** (geschätzte 50 bis 80%; 2013).
- Geschätzte Jahresemission 5 bis 15 Tonnen PCB (UBA Text 01/2019).
- Durch die Alterung des Gebäudebestandes nehmen Sanierungs- und Abbrucharbeiten an Gebäuden und an technischen Einrichtungen aus den 1960er und 1970er Jahren zu.
- Dazu werden immer mehr Gebäude energetisch saniert (Fenster-austausch, Fassadendämmung).

(Weber et al. UBA Dokumentation 114/2015).



PCB in offenen Anwendungen

Alte/Neue Bundesländer & Berlin

- **Neue Bundesländer: Keine Verwendung von PCB in Plattenbauten der ehem. DDR bekannt.**
- **Alte Bundesländer & Berlin-West: Alle Plattenbauten, die vor 1975 erbaut wurden, sind Verdachtsgebäude.**
- Bisher wurden hauptsächlich öffentliche Gebäude wie Schulgebäude, Turnhallen, Kindergärten und z. T. Verwaltungsgebäude untersucht:
 - **Albert-Gutzmann-Schule in Berlin-Wedding:** Anfang der 1970er Jahre gebaut; PCB-Belastung seit längerer Zeit bekannt, jedoch unter dem Grenzwert der PCB-Richtlinie von 3000 ng PCB/m³. **2017 vorsorgliche PCB-Sanierung durch Fachfirma. Danach Überschreitung des Raumlufthaltgrenzwertes und Sperrung von Klassenzimmern.**
 - **Giesensdorfer Grundschule in Berlin-Lichterfelde** Behelfsbau in den 70er Jahren gebaut. 2017 wird die PCB-Belastung des Behelfsbaus bekannt.

Albert-Gutzmann-Schule: <https://www.bz-berlin.de/berlin/mitte/krebs-gift-in-weddinger-schulzimmer-entdeckt>
Giesensdorfer Schule https://www.berliner-woche.de/lichterfelde/c-bauen/giesensdorfer-grundschule-schadstoffgutachten-beunruhigt-eltern_a141947 <https://www.bz-berlin.de/berlin/steglitz-zehlendorf/in-lichterfelde-muessen-kinder-in-dieser-gift-schule-lernen>,

PCB in offenen Anwendungen in Berlin

Beispiel: Berlin Gropiusstadt

Berlin Gropiusstadt: Großwohnsiedlung im ehemaligen West-Berlin:

- 18.500 Wohnungen; Bauzeit: 1962 bis 1975
- 1994: Untersuchungen in Wohnungen in Berlin Gropiusstadt zeigen, dass auch in Wohngebäuden PCB in Fugenmassen enthalten sein können (Köppl et al. 1996 Umweltmedizinischer Informationsdienst 4/1996, Umweltbundesamt)
- PCB-Konzentrationen lagen z.T. deutlich über Vorsorgewert (300 ng/m^3)



Emissionsquelle: PCB in Fugendichtungen

Universitätscampus Tübingen Morgenstelle

13

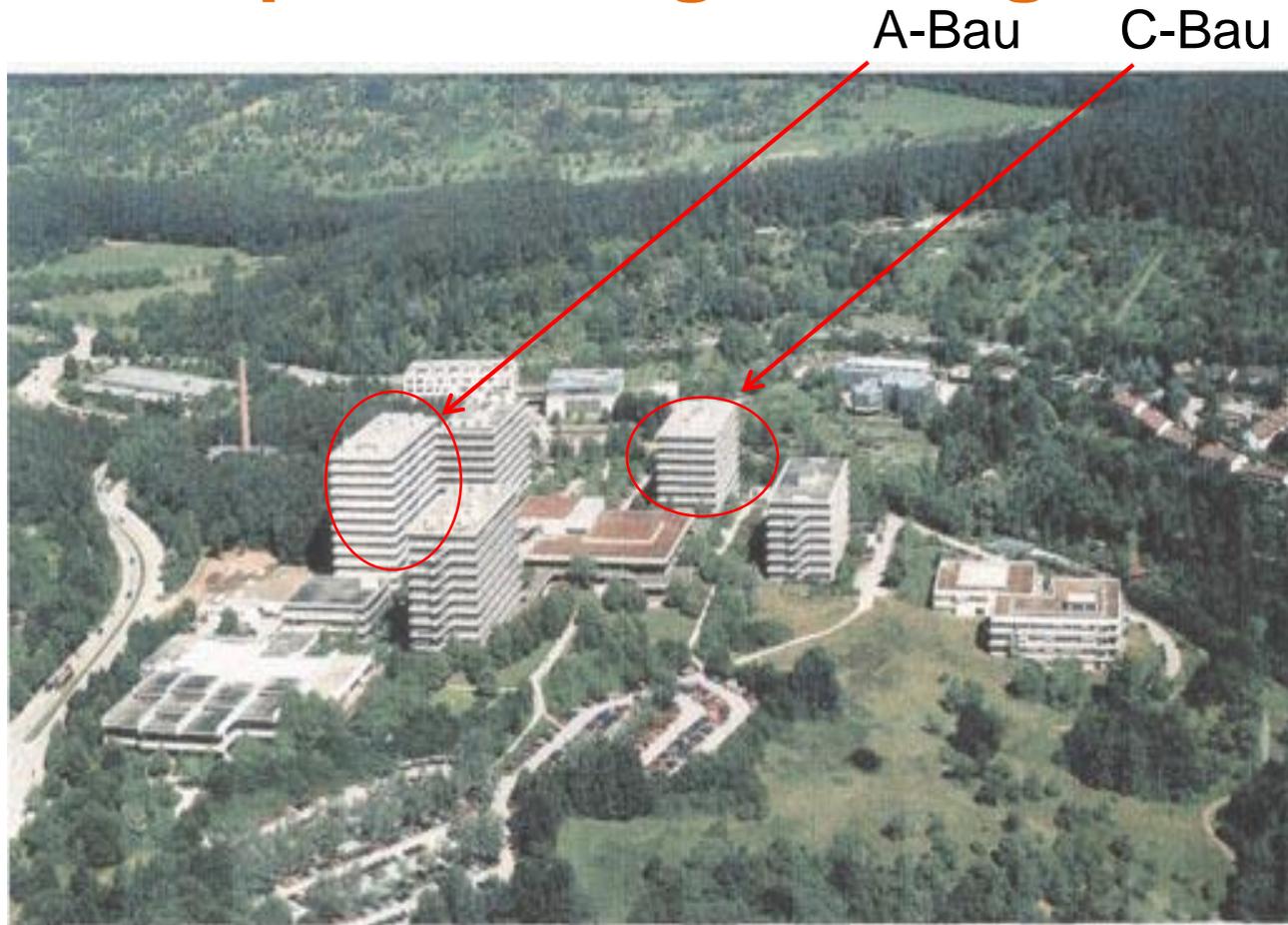


Bild: Homepage
Universität Tübingen

- PCB-haltige Fugenmassen in den meisten Gebäuden, außen & innen
- PCB-haltige Wilhelmi-Deckenplatten in 3 Gebäuden
- PCB-haltige Anstrichfarben (Türen, Böden).
- Sanierung betraf nur Innenraum – nicht die Außenfugen!

Universität Tübingen Morgenstelle Sanierung C-Bau (Physik/Mathematik)

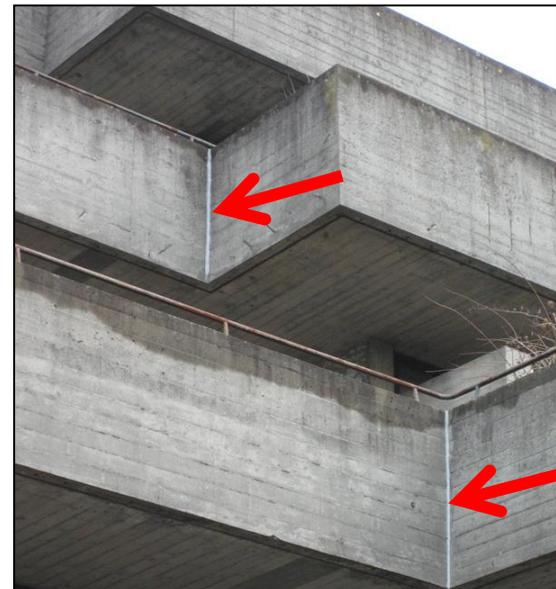


PCB-Inventar des Gebäudes (C-Bau Physik) vor Sanierung (2005): Mehr als **1 t PCB** in Fugenmassen, Wihelmi-Deckenplatten und Anstrichen verbaut.

Photo: Christine Herold

- PCB-Freisetzung aus dem Gebäude in die Umwelt über Luftaustausch (Luftwechselrate 0,5/h) und mit gemessenen Emissionsberechnung aus Innenluftkonzentration (vor Sanierung): **Emission** von ca. **600 g PCB/a.**
- **Die Emission entspricht ca. 0,06% des PCB-Gebäudeinventars.** Dies ist vergleichbar mit der Abschätzung einer schwedischen Studie: Emission von 0,067% PCB/Jahr aus Fugendichtungen (Sundahl et al. (1999) J. Environ. Monit., 1999, 1, 383–387).

Beispiele von elastischen PCB Außenfugen



PCB-haltige
Fensterfuge
außen

Beispiele von elastischen PCB Außenfugen an Gebäude/Brückenteil



PCB-haltige Fugenmassen

Beispiele von elastischen PCB Innenraumfugen



PCB-haltige Dichtstoffe um Türen und Fensterrahmen



Fugendichtungen, die PCB enthalten können

- Dehnungsfugen zwischen Gebäudeabschnitten
- Fugen zwischen Fertigteilen
- Anschlussfugen im Fensterbereich
- Anschlussfugen zwischen Boden & Wand
- Dehnungsfugen in Fußböden
- Anschlussfugen zwischen Treppe & Wand
- Fugen um Türzargen
- Sanitärfugen (selten)
- Fugen an Spannhülsen

Landesinstitut für Bauwesen des Landes NRW
(2003) PCB in Gebäuden – Nutzerleitfaden.

Generalsanierung Universität Tübingen

Morgenstelle A-Bau (Chemie)

- Bei der Generalsanierung 2007 werden die PCB-haltigen Deckenplatten und die PCB-haltigen Innenfugen von einer Fachfirma entfernt.
- Die Fassade wurde jedoch einschließlich der PCB-haltigen Außenfugen abgestrahlt (Hochdruckwasserstrahl mit Sand).

Grauer Staub lagerte sich in der Umgebung ab.



Bild: Christine Herold

Kontamination bei unsachgemäßer Sanierung - Studenten- und Dozentenwohnheim Tübingen ²¹

Die Gebäude wurden abgestrahlt!



PCB-Fugenmasse wurde beim Abstrahlen teilweise in die Umwelt freigesetzt.

Grauer Staub auf Böden und Vegetation.



Kontamination bei unsachgemäßer Sanierung - Studenten- und Dozentenwohnheim Tübingen ²²

Die Fenster wurden ausgetauscht



PCB-Fugenmasse

Hinterfüllmaterial

- Ein Teil der PCB-haltige Fugenmassen blieben an den Fenstern als Holzabfall.
- Ein Teil PCB Fugenmasse wurden auf Straße und Grünflächen zurückgelassen.

PCB Verwendung in Farben & Beschichtungen ²⁷

- PCBs waren in den 1960er bis Anfang der 1970er Jahre und in einigen Ländern bis Anfang der 1980er Jahre beliebte Weichmacher für wasserabweisende/Flammschutz Farben & Beschichtungen.
- 1973 empfahl die OECD den Stopp für PCB in offenen Anwendungen. PCB wurden durch Chlorparaffine (CP) und andere Stoffe ersetzt.
- Den Lackrezepturen wurden 5 bis 25% PCB als Weichmacher zugesetzt (in einigen Anwendungen auch als Flammschutzmittel).

Jartun et al. (2009) Environmental Pollution 157, 295–302

Johnsen & Engoy (1999) Contamination from marine paints <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/p010602.pdf>



ETI
Umwelttechnik AG

UNEP: PCB IN OPEN APPLICATIONS: MACHINERY AND INSTALLATIONS; (Pictures ETI),

<http://chm.pops.int/Implementation/PCBs/DocumentsPublications/tabid/665>

PCBs in Anti-Korrosionsbeschichtungen



Abblätternde Beschichtung
von Eisenträgern



Tank, Anti-Korrosionbeschichtung

UNEP: PCB IN OPEN APPLICATIONS: MACHINERY
AND INSTALLATIONS (Picture ETI),
[http://chm.pops.int/Implementation/PCBs/Documents
Publications/tabid/665](http://chm.pops.int/Implementation/PCBs/Documents/Publications/tabid/665)

PCB-Kontamination durch unsachgemäße Entfernung von Beschichtungen



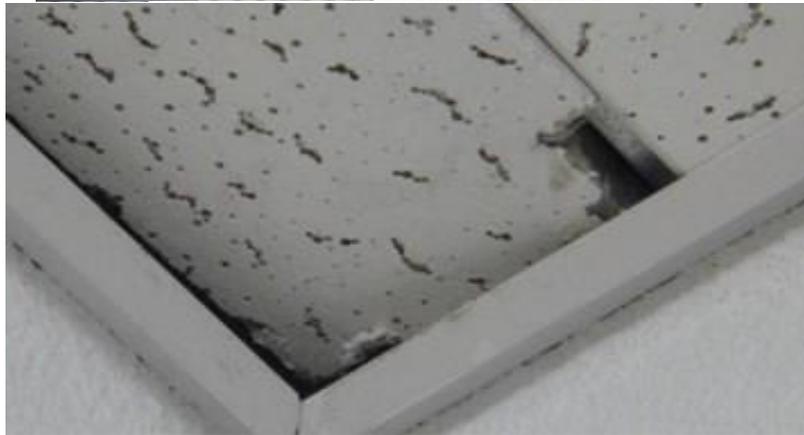
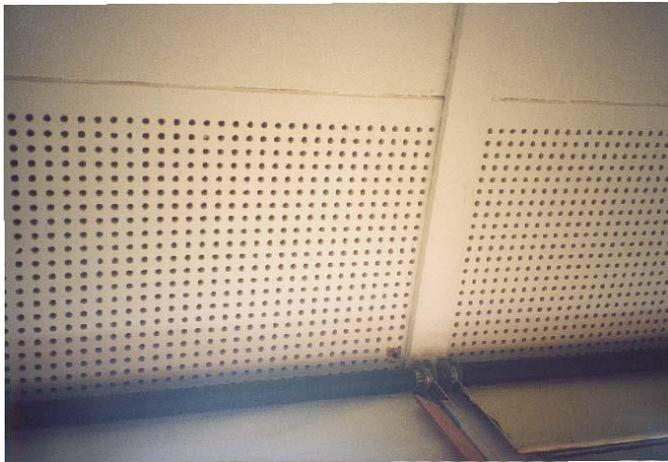
Bild: Drehscheibe-online, Bildeinsteller „jutei“, vom 17.05.2015

- Die PCB-Belastung der Elbe wird seit den 90er Jahren überwacht und stieg 2015 stark an.
- Im Frühjahr 2015 wurde in einer tschechischen Stadt eine Eisenbahnbrücke mit Korrosionsschutzbeschichtung saniert.
- Trotz Einhausung gelangten ca. 500 kg PCB (100 kg PCB6) in die Elbe und waren bis Hamburg detektierbar.

Schwartz et al. (2016)https://www.researchgate.net/publication/308016270_PCB_in_River_Elbe_-_characteristics_occurrence_and_trends_as_well_as_causes_and_effects_of_increased_release_in_2015

PCB in Akustik-Deckenplatten

PCB wurden als **Flammschutzmittelanstrich** für Akustik Deckenplatten (“Wilhelmi-Deckenplatten”) benutzt (Einbau bis ca. 1973).



Leckagen in
Kleinkondensatoren
für Neonröhren.

UNEP Photo Booklet on Open Applications
<http://chm.pops.int/Implementation/PCBs/DocumentsPublications/tabid/665>

Hauptverwendung in der ehem. DDR war in
Kondensatoren (primär Großkondensatoren).

Landesinstitut für Bauwesen des Landes NRW (2003) PCB in Gebäuden – Nutzerleitfaden.

PCBs in Korrosionsschutzbeschichtungen in Maschinen, und Anlagen



Turbinen und Generatoren



Pumpen und Motoren



Rohrleitungen



Kräne

ETI

Umwelttechnik AG

PCB-haltige Anstriche in Schwimmbädern



- **Schwimmbadfarben** in den 1950er bis 1970er
- In der Schweiz waren schätzungsweise 20% der Freibäder belastet (Behörden Inventar).
- Auch in Hannover waren Schwimmbäder zum Teil PCB belastet. (Region Hannover (2014) Umweltreport 2014, Beiträge zur regionalen Entwicklung Nr. 33.)
- Aber keine systematische Inventarisierung in Deutschland.



- Durch unsachgemäßen Umgang bei früheren Sanierungen ist öfters das umgebende Erdreich um Schwimmbäder teilweise über dem PCB-Grenzwert für den Boden kontaminiert.

Sanierung von PCB-Farbe in einem Zürcher Schwimmbad (Schweiz)

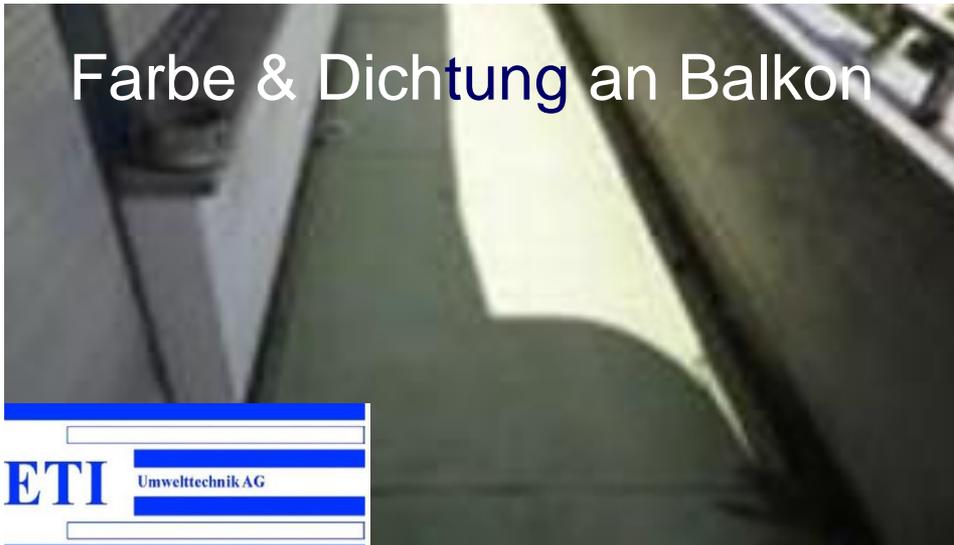
<http://docplayer.org/18773880-Pcb-als-weichmacher-in-betonfarben-und-fugendichtungen.html>

PCB-Anstriche auf Beton-, Asphalt- und Estrichböden



Bodenanstriche

Farbe & Dichtung an Balkon



Strassenmarkierung

Andreas Hermsdorf/Pixelio

ETI Umwelttechnik AG

PCB-Anstriche auf Bauernhöfen

PCB-Anstriche und Beschichtungen in Bauernhöfen

- Farben an Wänden und Güllegruben (Zennegg et al. 2014; Weber et al. 2018)
- Farben in Silos (Innenanstrich) (Willett and Hess 1975; Deutscher Bundestag 1989)
- Anstrich von Asbestplatten (Winkler 2015; Env Intern 80, 72-78; Hoogenboom et al. 2014)

Weber et al. (2018) Environ Sci Pollut Res Int. 25, 16325-16343



Foto Markus Zennegg (EMPA)

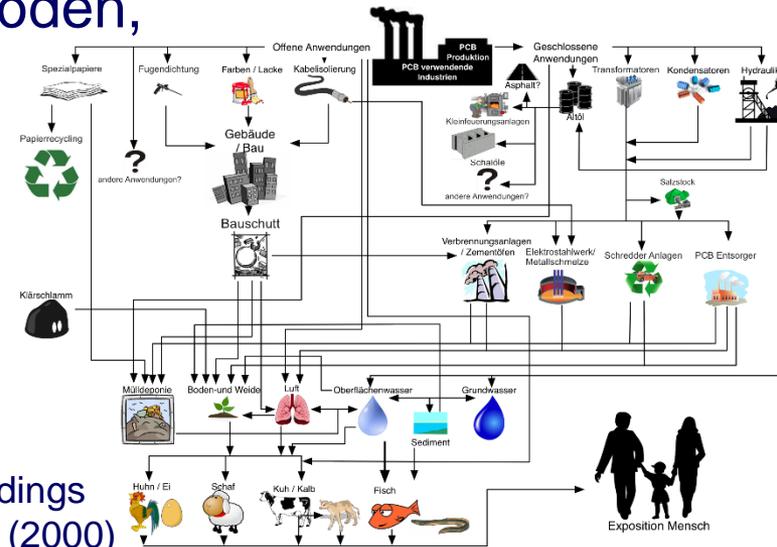


Foto: Michael Bürke/ Pixelio

PCB in Farben und Beschichtungen

PCB Farben und Beschichtungen wurden verwendet in:

- Korrosionsbeständige Farbe/Beschichtung auf Metallkonstruktionen (primär Chlorkautschuk- und PVC-Copolymer-Beschichtungen),
- Anstriche/Putze an Wänden, Böden und Fassaden,
- Beschichtung von rutschhemmenden Böden,
- Wasserabweisende Beschichtungen
z. B. Schwimmbäder, Bauernhof,
- Flammhemmende Beschichtungen,
- Farbe für Straßenmarkierungen.



Weber et al. (2018) Environ Sci Pollut Res Int. 25, 16325-16343

Johnsen & Engoy (1999) Contamination from marine paints

UNEP Factsheet on Open Applications: Residential and Public Buildings

Jartun et al. (2009) Environmental Pollution 157, 295–302, BUWAL (2000)

- PCN wurden in denselben Anwendungen eingesetzt (ggf. mitmessen).
- Chlorparaffine werden noch verwendet; SCCP ist seit 2017 ein POP.
- MCCP werden 2021 zur POP-Evaluierung vorgeschlagen.
- Die Geschichte hat also leider eine Fortsetzung.....

Weber et al. (2019) Environ Sci Pollut Res Int. 25(17), 16325-16343; doi: 10.1007/s11356-018-1811-y.



Landesinstitut für
Bauwesen
des Landes NRW

*PCB
in Gebäuden
-Nutzerleitfaden*



LB Ratgeber

<https://docplayer.org/70773493-Landesinstitut-fuer-bauwesen-des-landes-nrw-pcb-in-gebaeuden-nutzerleitfaden-lb-ratgeber.html>

Danke für Ihre Aufmerksamkeit! Fragen?

DOKUMENTATIONEN

114/2015

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/doku_114_2015_analyse_und_trendabschaetzung_der_belastung_anhang_1_1.pdf

Analyse und Trendabschätzung der Belastung der Umwelt und von Lebensmitteln mit ausgewählten POPs und Erweiterung des Datenbestandes der POP-Dioxin-Datenbank des Bundes und der Länder mit dem Ziel pfadbezogener Ursachenaufklärung

Anhang 1: PCB im Bausektor und daraus freigesetzte Emissionen – eine Bestandsaufnahme und Neubewertung