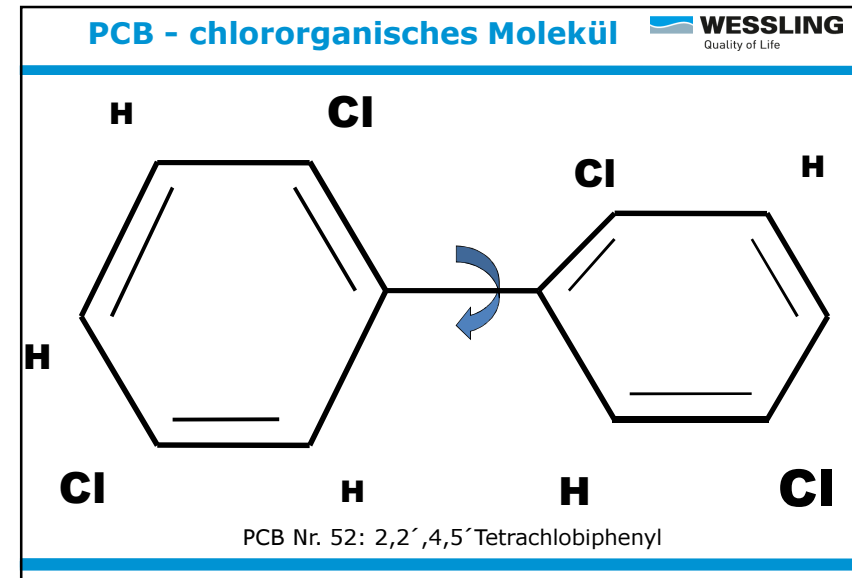


Umwelt Bundesamt **WESSLING**  
Quality of Life

**WaBoLu - Innenraumtage**  
Wasser Boden Luft

# PCB - Raumluftbelastungen aus verdeckten Quellen

16.05.2017  
Hans-Dieter Bossemeyer  
WESSLING GmbH



**Stoffliche Eigenschaften einbeziehen**

- 209 strukturell ähnliche Einzelverbindungen
- niedriger Dampfdruck (Sp 340 - 375 °C )
- nicht brennbar, stabil, persistent
- ölartige Flüssigkeit (lipophil)
- gute Dielektrizität
- Ähnlichkeit zu Dioxinen: Coplanare u.
- Pyrolyse zu Dibenzodioxinen u. -furanen

**PCB in Deutschland** (Zwiener, Asbestforum 2016) **WESSLING**  
Quality of Life

- Produktion 1929 – 1983: 85.000 t
  - Hauptverwendung 1955 bis 1975
- ca. 25.000 t PCB in offenen Anwendungen
  - in Westdeutschland
  - 20.000 t in Fugenmassen
- noch vorh. 50 – 80 %
  - ca. 7 – 12 t/a Emission (UBA-Bericht 115/2015)
- EU-gemeldet gem. EG-VO 850/2004 0,236t (UBA 2013)
- Hinweis:
  - PCB = POP-Stoff
  - Eintrag über Futteroberflächen möglich
  - Hauptbelastungspfad: Nahrungsmittel

## Problemstellung PCB



### Warum sind PCB's noch offen vorhanden?

- Eingreifwert 3000 ng/m<sup>3</sup> oft nicht erreicht
- Zielwert 300 ng/m<sup>3</sup> relativ anspruchsvoll und daher
- vollständige Sanierung oft sehr umfassend („Rohbau“)
- „Knackpunkt“: PCB in verdeckten Quellen
  - Verdeckte Primärquellen
  - ausgedehnte Bauteil-Lufträume mit Sekundärquellen
  - Materialpenetrationstiefe (Reinigungsproblem)

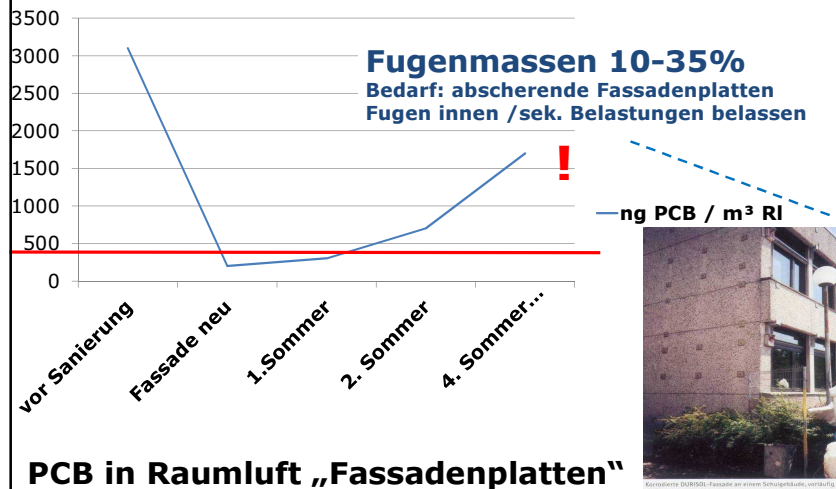
## PCB - Sanierungsbeispiel

- Anlass: Korrosion der Fassadenplatte
- sodann: Fugenmassen belastet
- daher: innere Belastungen belassen
- Folge: Rekonstitution der Raumbelastung zur neuen Gleichgewichtsverteilung (sekundäre Quellen)

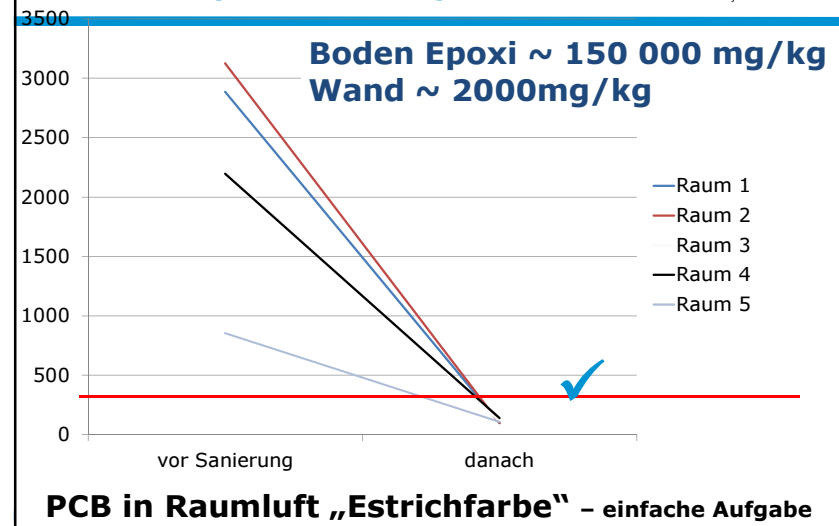


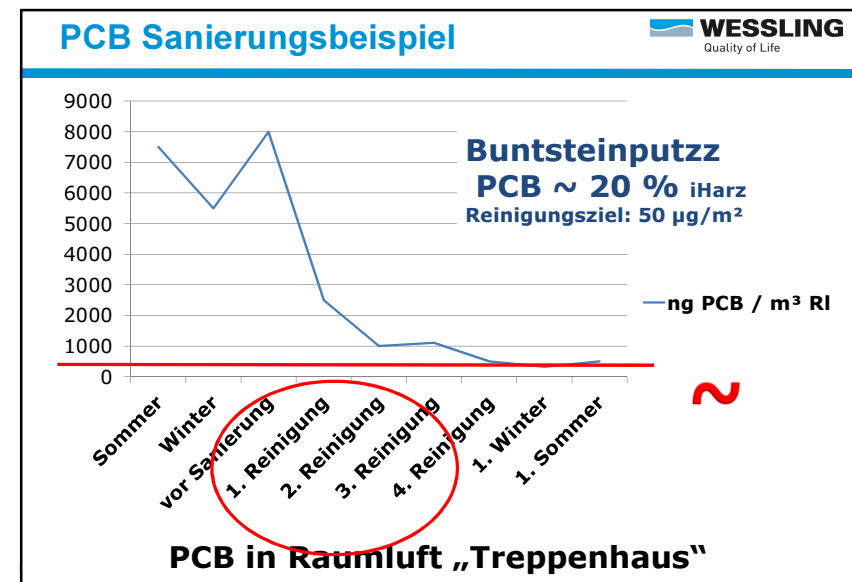
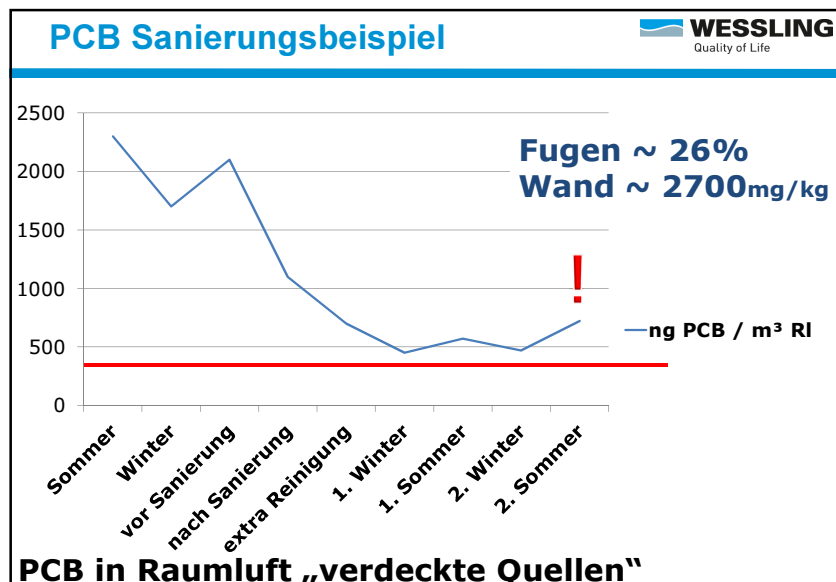
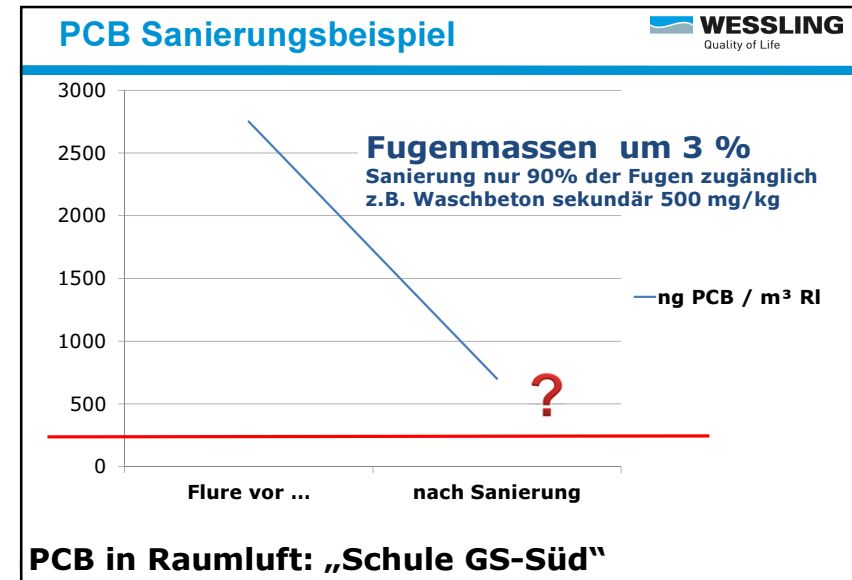
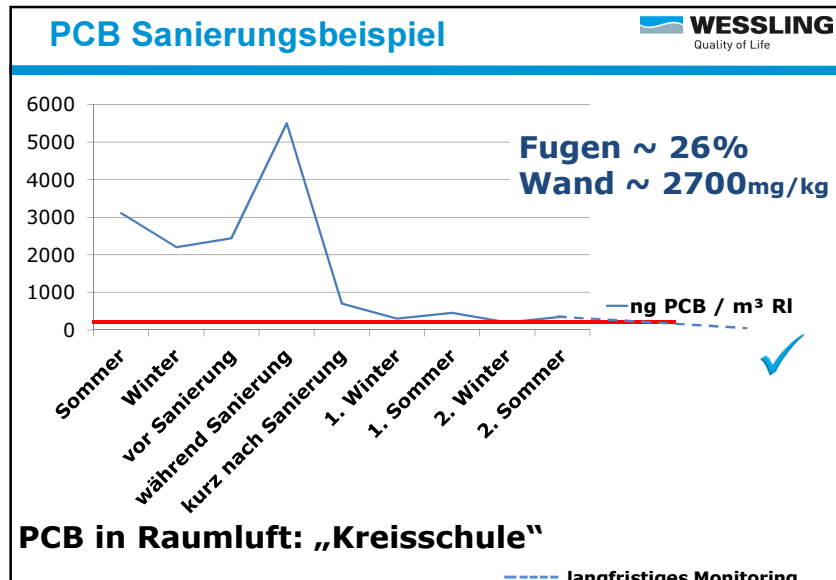
Korrodierte DURISOL-Fassade an einem Schulgebäude, vorläufig gesichert; Fugendichtstoff mit PCB-Anteilen

## PCB Sanierungsbeispiel



## Sanierung schwerflüchtige PCB





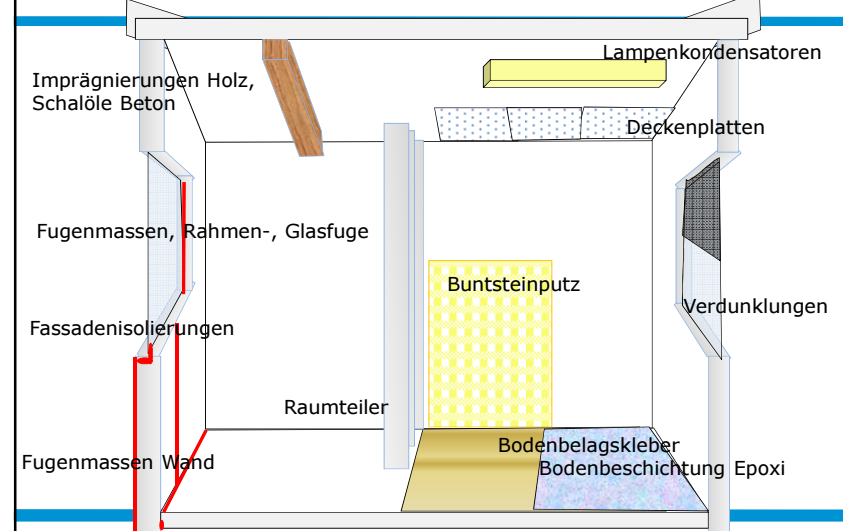
## PCB – Raumlufteinflüsse ~Rangfolge



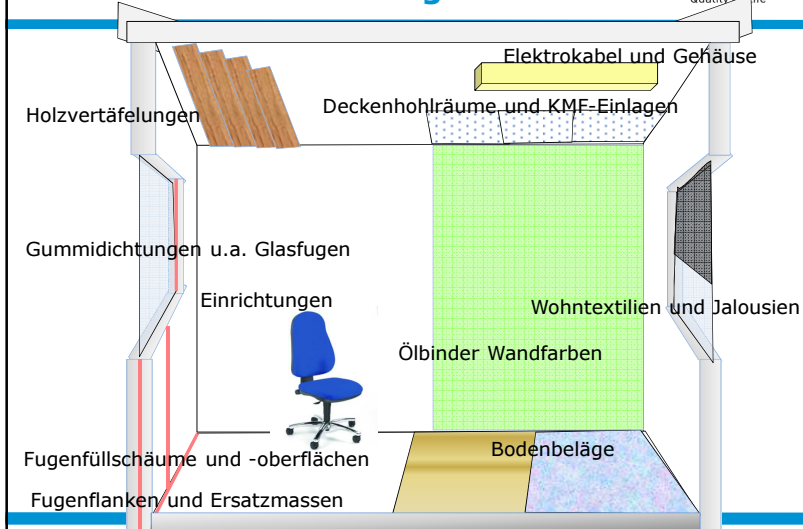
- **Kongenerenverteilung (Flüchtigkeit)**
- **Material Belastungshöhe**
- **Flächengröße und Raumbezug**
- **Witterungsbedingungen/Baukörper-temperatur/T-Gradient nach innen abnehmend**
- **Raumparameter (Heizung)**
- **Lüftung (Nutzung)**



## PCB Primärvorkommen Übersicht



## PCB Sekundärbelastungen Übersicht

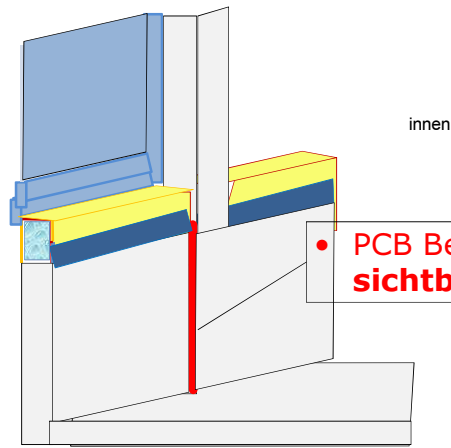


## PCB Emissionsprüfung an Einrichtungen



- **Sanierungsumfang beurteilen**
- **Kammerwandsenken beachten**

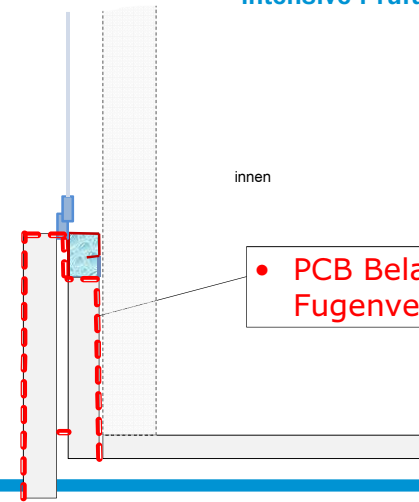
## Fassadenfugen - 1. Eindruck



- PCB Belastung - **sichtbare** Fugen

## Fassadenquerschnitt –

intensive Prüfung



- PCB Belastung **gesamter** Fugenverlauf

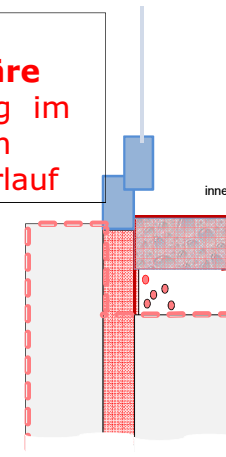
## Boden Kernbohrung

Belag mit Kleber  
Fließestrich  
Trennschicht  
Estrich  
Beton

(PCB-) luftführende Schichten

## Fassadenquerschnitt

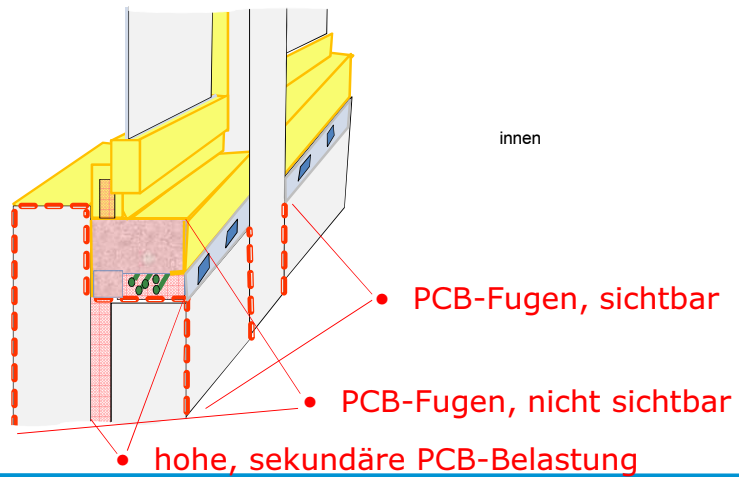
- PCB **sekundäre** Belastung im gesamten Fugenverlauf



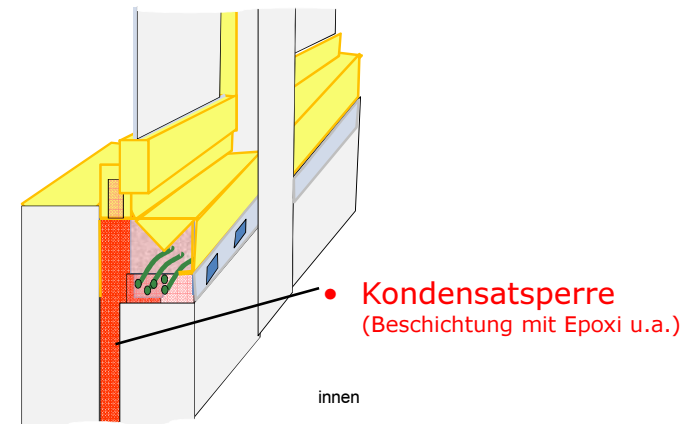
- Fugen-Kontaktflanken
- Fugenspalt **gesamt**
- Fassadenraum
- Isolierschaum
- Kunststoffe (Kabel, Kanäle)
- Neben-Fugenmassen und -profile
  - Fassade
  - Fensterrahmen
  - Glasfuge



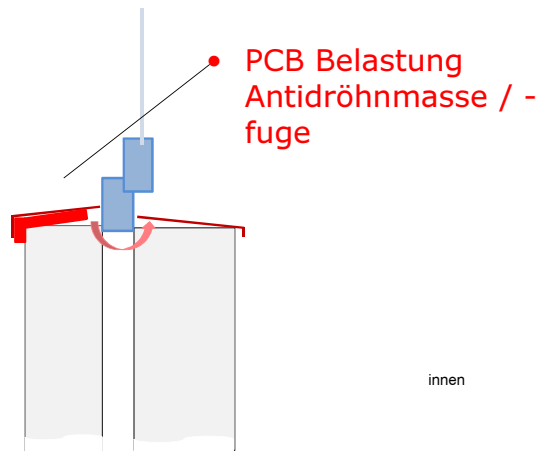
## PCB-Belastungen **gesamt** Fassade



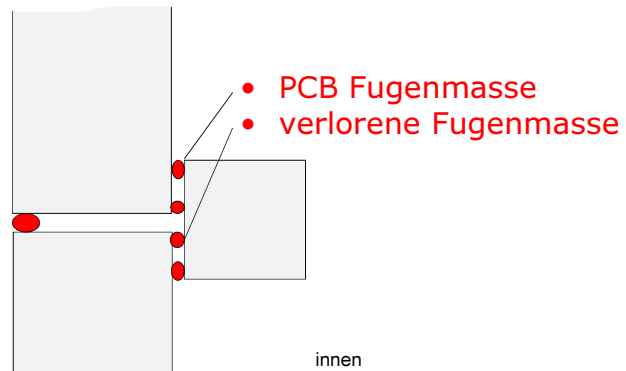
## Weitere PCB Primärorkommen Fassade



## Weitere PCB-Quellen Fassade

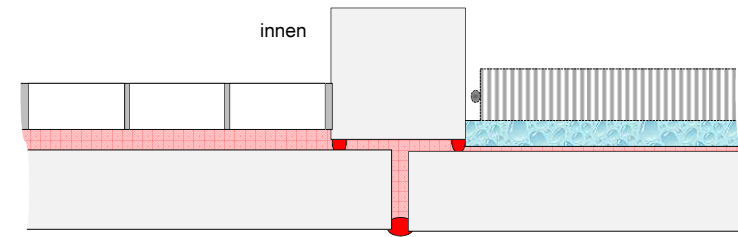


## PCB-Vorkommen, Varianten, Fassade Ø



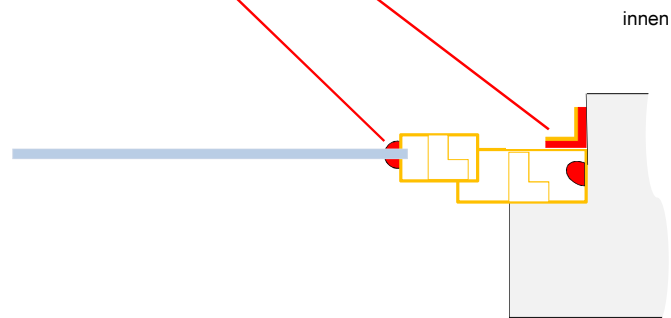
## Weitere PCB-Quellen Fassade

- **PCB Fugenmasse Überdeckungen**
  - KS- / Klinker-Wandschalen
  - Styroporplatten / Sandwich Faserplatten, Alu
  - Heizkörper und – Verkleidungen
  - Blech- und Kunststoffkanäle (Installation)



## Weitere PCB-Quellen Fassade

- **PCB Fugenmassen Fensterrahmen**
- **Rahmenfugen**
- **Glasfugen**



## PCB Fugenmasse, Bauteildetails

- auch komplexere Verläufe sind außen  
immerhin sichtbar -

## PCB Belastungen, typische Verteilungen

- **Materialien primär - 0,1 bis 30 %**
- **Kontaktmigration**
  - Tiefendiffusion, Gradientenbildung
  - Porosität und chemische Affinität (Lipophil)
  - Temperaturgradienten/Zeit
- **Raumluft 300 – 3 000, selten 10 000 ng/m<sup>3</sup>**
  - Kongenerenverteilung - Flüchtigkeit
  - Quellenstärke – Fläche, Materialtemperatur
  - Raumluftpfad – Gaswege, Geschwindigkeit
  - Raumluft- und Materialfeuchte
- **Oberflächen sekundär- 0,1% bis < 30 mg/kg**
  - Anlagerung – Staub, Oberflächenverteilung
  - Einlagerung - Affinität
  - Tiefendiffusion – Kongenerenverteilung, Porosität

09/19/2012

## PCB-Belastungen in Gebäuden, Erfahrungswerte



- **Primärquellen**  
Produkte, denen PCB gezielt zugesetzt wurde, PCB-Gehalt > 0,1 % (1.000 mg/kg)
- **Übergangsbereich**  
Fugenzwischenräume mit 5 - > 10 000 mg/kg
- **Sekundärquellen**  
PCB Übertrag (Raumluft bzw. Staub) ü. lange Zeit und nach Affinität (Lipophil) PCB-Gehalt eher > 1 % (10 000 mg/kg)

## Einfluß verdeckter Quellen

Erfahrungswerte



### Fugenmassenwirkung außen 1/3 bis 1/10

- Luftwege,
- Temperatur (Sonnenseite)
- Flüchtigkeit
- Mengen

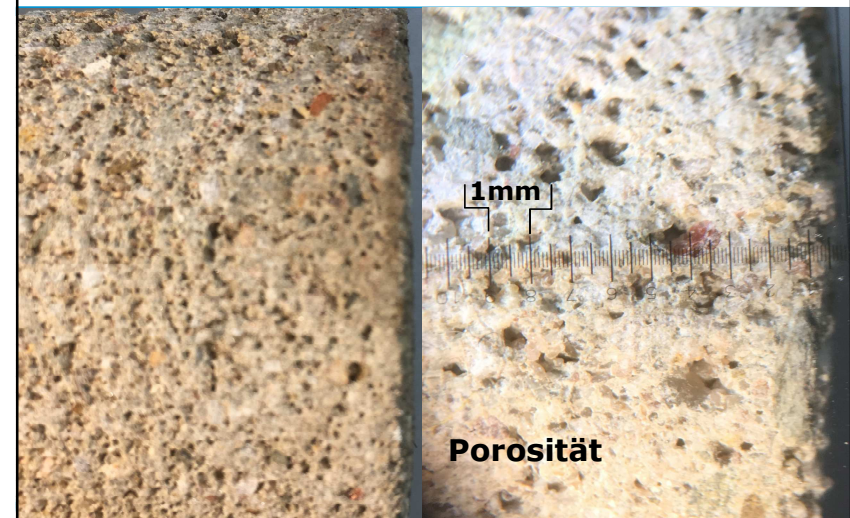
### Rekonstitution durch Außenfugen

- -> Fugenspalt über 10 000 ng/m<sup>3</sup>,
- -> neue Fugenmassen 1 000 bis max. 10 000 mg/kg

### Fassaden später Einfluss

- vor > 1000 ng/m<sup>3</sup> – nach Sanierung 300 -500 ng/m<sup>3</sup>
- vor > 2000 ng/m<sup>3</sup> – nach Sanierung 500 - 1000 ng/m<sup>3</sup>

## Wand Bohrkern Porosität veranschaulichend





## PCB – sekundäre Belastungen



**KMF – Akustikdecke Staubablagerungen**

## PCB – Erhebungsaufgaben

### Hohlräume

- Fugenspalten,
- Estrich,
- hohle Belagskleber (Zahnpachtel oder Batzen)



### Bausystemabweichungen

- an Gebäudekanten, Dehnungsfugen, Treppenhäuser,...)



### Sanierungen und Umbauten

- neue Materialien sekundär belastet
- Übersichtungen

### Isoliermaterial u.a. lipophile Ausbauten

- KMF mit Vernetzungsharzen
- PU-Schaum- oder Styroporlagen
- PU-Stopfschnüre (tief gelegen)
- Luftzugablagerungen (dunkler Staub)

## PCB – Sanierungsverfahren u. Hinweise

### Entfernen

- Fugen mit Klinge – Vollständigkeit, Direktabsaugung
- Kälteversprödung – Stickstofftanks, Atemluftverdrängung
- Meißeln – grobes Kantenbild
- Flexen mit Abstand – Hitzeentwicklung, Betonarmierungsdeckung
- Wände mit Partikel- o. Dampfhochdruckstrahlen – Ausgasung
- Abbeizen – Lösem. nicht mehr zulässig
- Div. Einbauten und Beläge durch Demontage – Quellstärke prüfen

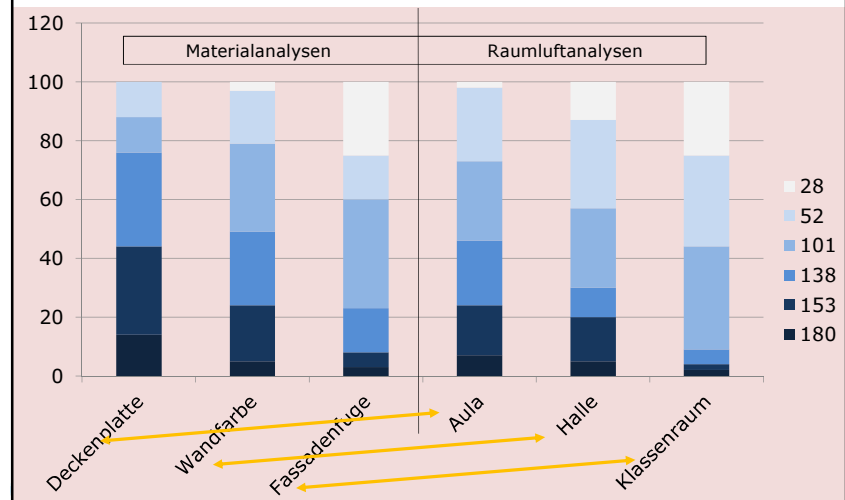
### Beschichten

- Fugensäume mit Kunstharz – Fugenspalttiefe erfassen?
- Wände mit Latex, Acryl, Epoxi u.a. – Schichtdicke, Migrationszeit
- A-Kohle Tapete – Durchbruch, Preis
- Fugen-Alubandabdeckung – Dichtigkeit, Aufwand, Haltbarkeit

### Reinigen

- Bereich mit Tensiden – visuelle Kontrolle, Wischprüfung, Eimer
- Nebenvolumen mit Ausgasung – Rohbau oder Nachgang
- Hochdruckstrahler – Zerstörungen, Kosten, ff Entwicklungen

## PCB Kongenerenmuster [%-Verteilung]



- Offene PCB - POP- Emission 10.000 t/a
- Hoher Eingreifwert ( $< 3000 \text{ ng/m}^3$ )
- Überdeckung mit WDV-Fassaden entstehen
- Sanierungen sind oft teuer, oft nicht zielführend



- Verdeckte Quellen
  - Prüfungen intensivieren
  - mehr investieren
  - - oder Teilsanierungen akzeptieren
  - oder PCB nicht bearbeiten?