

Wegleitung für die Bau- und Sanierungspraxis: PCB



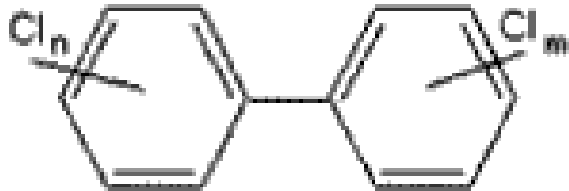
Christian Leuenberger
auva-Veranstaltung vom
9.11.2005



- PCB im Baubereich – Vorkommen in der Schweiz, Umwelt- und Gesundheitsproblematik, Rechtliche Regelungen
- Sanierungsziele
- Verfahren zur Entfernung von PCB
- Schutzmassnahmen
- Entsorgung
- Zusammenfassung

▪ Eigenschaften

- Chemische Struktur: 209 Kongenere



- Handelsnamen der PCB-Gemische: Aroclor, Clophen mit bis zu 150 Kongeneren

▪ Eingesetzte Produkte in der Schweiz:

- Zeitraum 1955 – 1975
- Ca 100 – 300 Tonnen PCB als Weichmacher in Fugendichtungsmassen, z.B. Handelsname Thiokol
- Gehalte bis 45 % PCB

- Typischer Einsatz (sia 274): Gebäudetrennfugen, Anschlussfugen, Bauteilfugen, Schwindfugen

PCB im Baubereich - Fugentypen



**Gebäude-
trennfugen**



**Anschluss-
fugen**

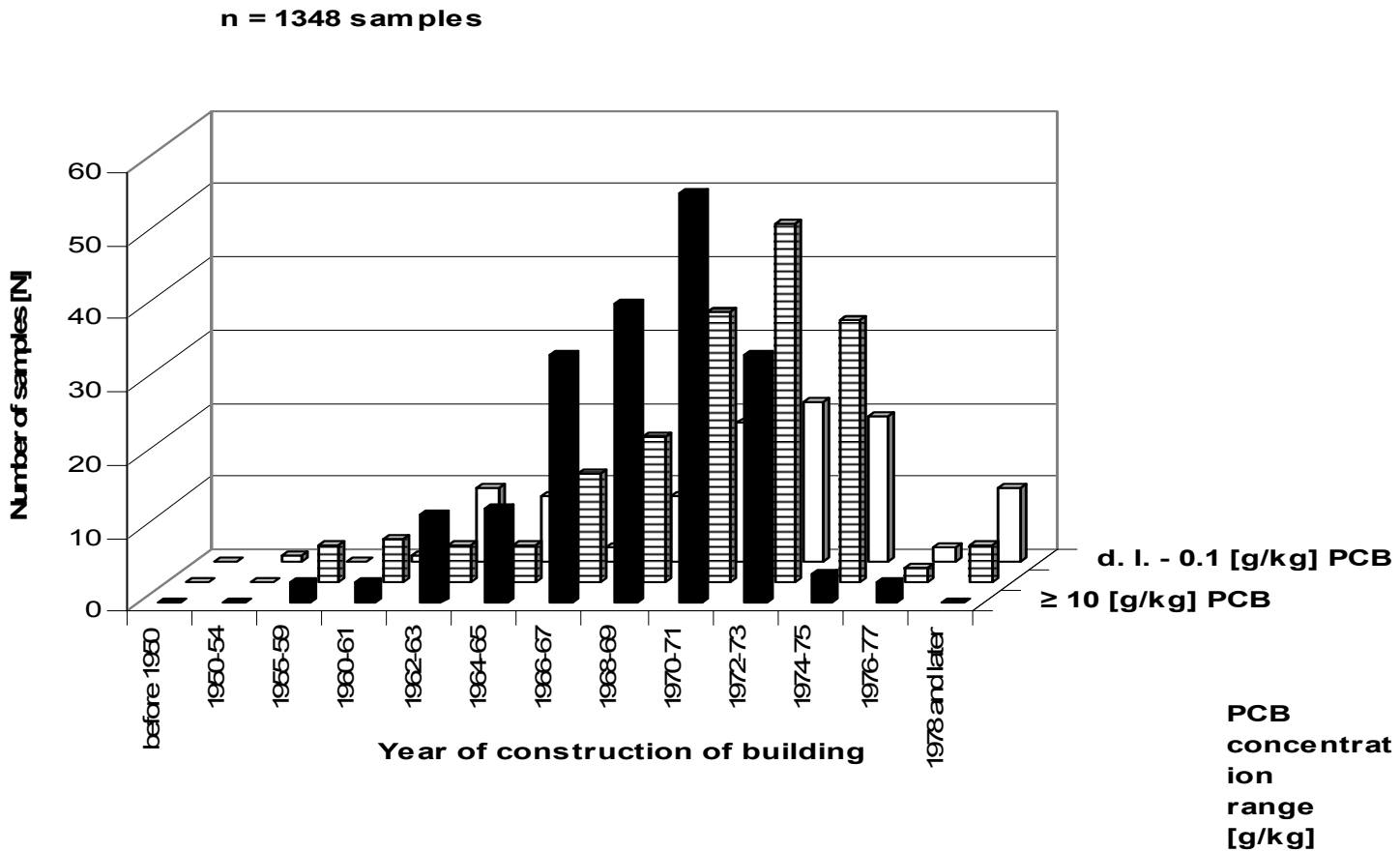


**Bauteil-
fugen**



**Schwind-
fugen**

PCB im Baubereich – FDM in öffentl. Gebäuden in der CH



Untersuchung von 1348 FDM-Proben von öffentlichen Gebäuden

Konzentrationsbereich von PCB

- 42 % > 0,05 g/kg FDM
- 21 % > 1 g/kg FDM
- 9,6 % > 10 g/kg FDM

Zusammensetzung der FDM

- 70 % der Proben mit mittelchlorierten PCB-Kongeneren (ähnlich wie Clophen A50, Aroclor 1248, Aroclor 1254)
- 20 % der Proben mit höherchlorierten Kongeneren (ähnlich wie Clophen A60, Aroclor 1260, Aroclor 1262)
- 10 % der Proben mit niedrigerchlorierten Kongeneren

- Vielfältige biologische Wirkungen
 - Toxische und biochemische Wirkungen
 - Neurotoxische und kanzerogene Wirkungen
- Schlechte Abbaubarkeit
- Weltweite Verteilung in der Umwelt
 - Globale Transportprozesse
- Anreicherung in der Nahrungskette: Beispiel

Anreicherung in der Nahrungskette

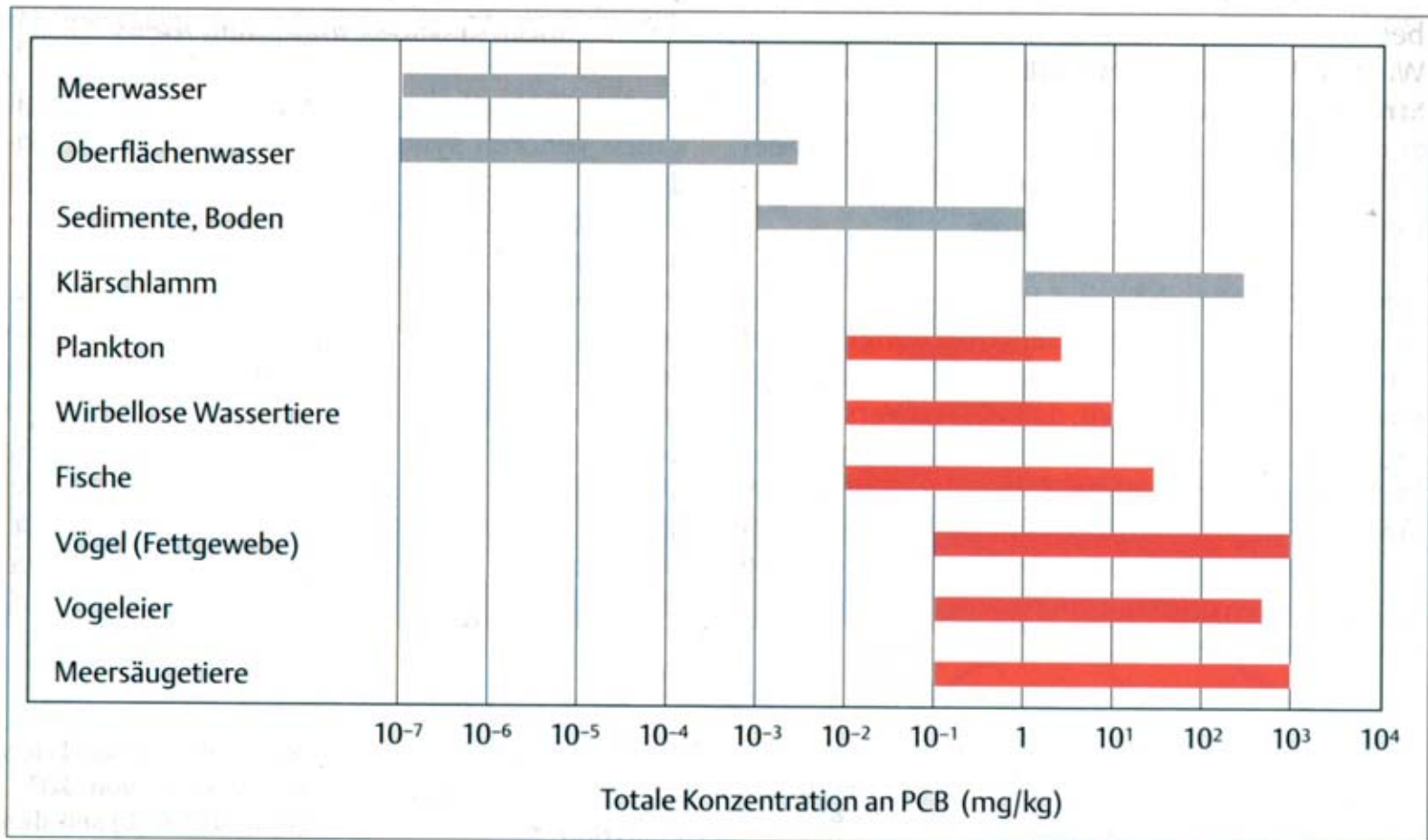


Abb. 1.10 Die Gesamtgehalte an polychlorierten Biphenylen in der Umwelt. Sie weisen deutlich auf die Bioakkumulation in lipophilen Medien (Klär-

schlamm) und Organismen hin. Besonders Tiere an der Spitze von Nahrungsketten weisen höchste Gehalte auf (nach Schwarzenbach et al. 1993).

Ausbreitung von PCB durch bauliche Eingriffe:

Freisetzung von gasförmigen und staubgebundenen

PCB bei der

- Entfernung und Entsorgung von FDM beim Umbau, Abbruch oder Sanierung von Bauteilen mit schelllaufenden oder grossen Druck erzeugenden Maschinen
- Unsachgemässen Trennung, Lagerung, Entsorgung

PCB als Vorläufersubstanzen von hochtoxischen

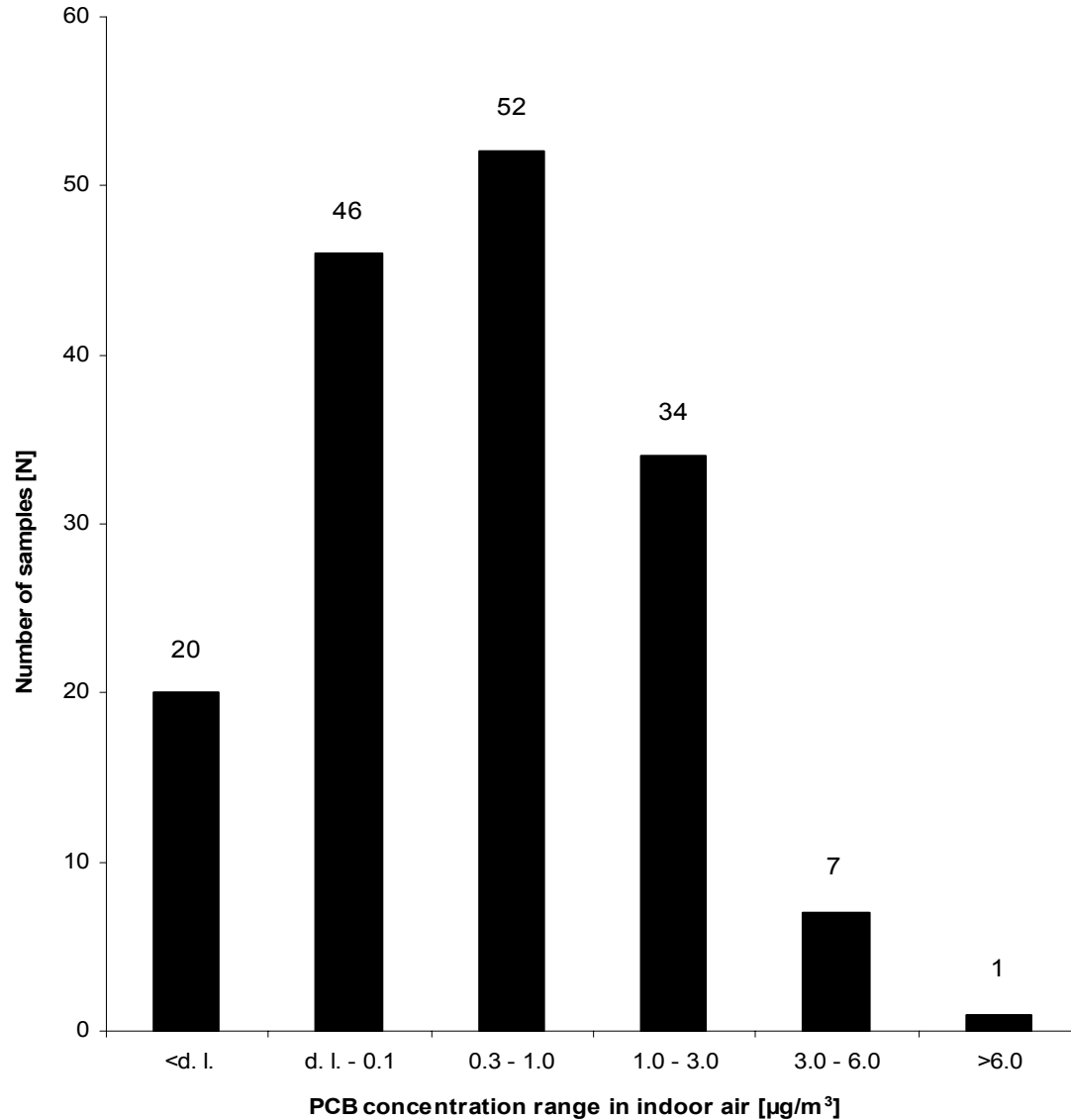
Stoffen

- Bei der Verbrennung von PCB-haltigen Abfällen, Hitzeeinwirkung durch Werkzeuge, Gebäudebränden können Dioxine und Furane entstehen.

Ausbreitung von PCB ohne bauliche Eingriffe:

- **Abwitterung** (Aussenbereich)
 - Finnische Studie (Hellmann 2000): erhöhte PCB-Belastungen im Boden in der Umgebung eines 8-stöckigen Gebäudeblocks mit PCB-haltigen Bauteilfugen
- **Diffusion/Ausgasung/Sekundärbelastung** (Innenbereich)
 - Deutsche und finnische Untersuchungen (Zwiener, Bleeker, Fromme, Hellmann): Anschlussbauteile in den obersten mm bis ‰ – Gehalt an PCB
 - Untersuchung in der Schweiz: Erhöhte PCB-Belastungen in der Innenluft in 160 Proben

PCB im Baubereich - Innenluftbelastungen



PCB im Baubereich – Rechtliche Regelung (1)

- 1973 OECD-Empfehlung an die Mitgliedstaaten
- 1972 Verbot des Inverkehrbringens von PCB-haltigen Produkten für offene Anwendung in der Schweiz
- 1986 Totales Verbot für Herstellung, Einfuhr und Inverkehrbringung von PCB; Phase-out innert 10 Jahren für PCB-haltige Transformatoren und Kondensatoren
- Schutz der Umwelt: USG, TVA, VVS, StoV
- Regelung beim Transport: ADR/SDR, GGBV; Mengenbegrenzung und Gefahrgutkennzeichnung für Transport von PCB-Abfällen von den Baustellen zu den KVA bzw. Sonderabfallverbrennungsanlagen.

PCB im Baubereich – Rechtliche Regelung (2)

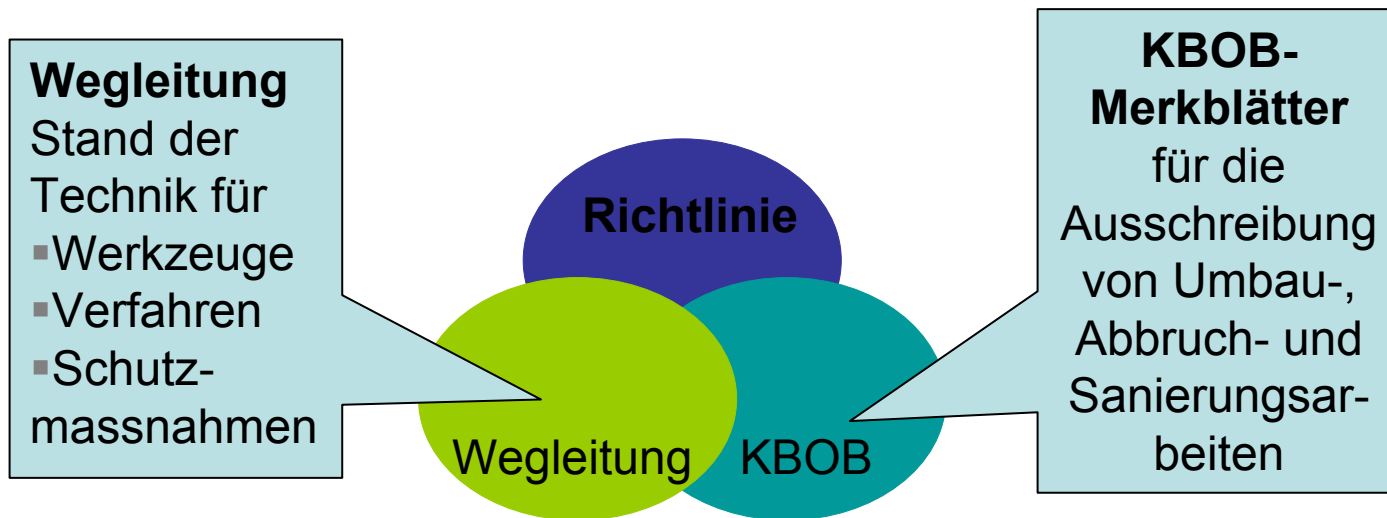
	Geltungsbereich	Rechtsgrundlage	Grenzwert für PCB
Personen- schutz	Gebäudenutzer	BAG-Richtwert	6 µg /m ³ (Tagesaufenthalt) 2 µg /m ³ (Daueraufenthalt)
	Arbeitnehmer	MAK-Wert (UVG, VUV)	1 mg/m ³ (42 % CI) 0,5 mg/m ³ (54 % CI)
Entsorgung	nicht belastete brennbare Abfälle	Art. 40 TVA	KVA: 50 mg/kg
	nicht belastete mineralische Bauabfälle	BUWAL-Empfehlung vom Juli 2000 Anh. 1 TVA	Inertstoffdeponie: 1 mg/kg → keine Vermischung mit Sonderabfällen! Eluat: 0.01 mg org. geb. Chlor / Liter
	Sonderabfälle (Begleitscheinverfahren)	Anh. 2 VVS bzw. Anh. 4.8 StoV	50 mg/kg für Abgrenzung als Sonderabfall mit Begleitscheinpflicht
	PCB-belastete und kontaminierte Bauabfälle	Richtlinie "PCB- haltige FDM" des BUWAL	KVA: >50 - 1'000 mg/kg SAVA: >1'000 mg/kg → nur mit Zustimmung der kantonalen Behörde

Richtlinie PCB-haltige FDM

- Herausgeber: 2003 BUWAL (VU-4013)
- Adressaten:
 - Behörden
 - Experten
 - Sanierungsfirmen
- Inhalt
 - Abklärungen am Bau
 - Beurteilung des Sanierungsbedarfs
 - Belastungen $>$ oder $<$ 50 ppm (Bagatellgrenze)
 - Exposition der GebäudenutzerInnen (Innenraumluft)
 - Vorgehen zur Sanierung
 - Entsorgungskonzept

Umsetzung der Richtlinie

- Wegleitung für die Bau- und Sanierungspraxis
- KBOB-Empfehlungen



Sanierungsziele (1)

- Übergeordnetes Sanierungsziel: Vollständige Entfernung der mit PCB belasteten Materialien und Bauteile im Innen- und Aussenbereich
- Berücksichtigung der erforderlichen Massnahmen zum Schutz der Umwelt, der Gebäudenutzer während und nach der Sanierung und der Ausführenden
- Umweltverträgliche Entsorgung (thermische Zerstörung der PCB)

Sanierungsziele (2)

- In der Regel Entfernung der PCB-haltigen FDM und Hinterfüllmaterialien
- In begründeten Fällen: weitergehende Entfernung von PCB in sekundär kontaminierten Bauteilen und Mobiliar (z. B. bei hoher PCB-Belastung der Innenraumluft)
- Schweiz: Richtwert auf der sicheren Seite (ADI-Wert der WHO), keine weitergehenden Zielwerte für die Innenraumluft.
- BRD: Interventionswert (wie BAG-Richtwert), Sanierungszielwert: 10-fach niedriger

Spezifische Sanierungsziele - Kriterien

Bedingungen und Kriterien müssen bekannt sein:

- PCB-Vorkommen in FDM aus der Vorabklärung $>$ bzw. $<$ 50 ppm, Innenraum-Belastung über bzw. deutlich unter dem Richtwert
- Schutzziele für betroffene Personen und Umweltmedien (Luft, Boden, evtl. Gewässer)
- Zu erwartende technisch-methodische Schwierigkeiten

→ Anforderungen an die Sanierung, evtl. Pilotsanierung

Spezifische Sanierungsziele – Anforderungen (1)

Im Rahmen der Projektplanung festlegen:

- Schutz der Ausführenden
- Schutz der Nutzer und Nutzerinnen
- Verhinderung der Schadstoffemissionen in die Umwelt während den Sanierungsarbeiten
- Tolerierbare PCB-Restbelastung nach der Sanierung:
 - Entfernung der PCB-haltigen FDM und Hinterfüllmaterialien **oder**
 - auch PCB-kontaminierte Anschlussbauteile (Fugenflanken durch Abtrag der Oberflächen)
- Zulässige PCB-Restgehalte für Bauabfälle, die in Deponien entsorgt oder recycelt werden

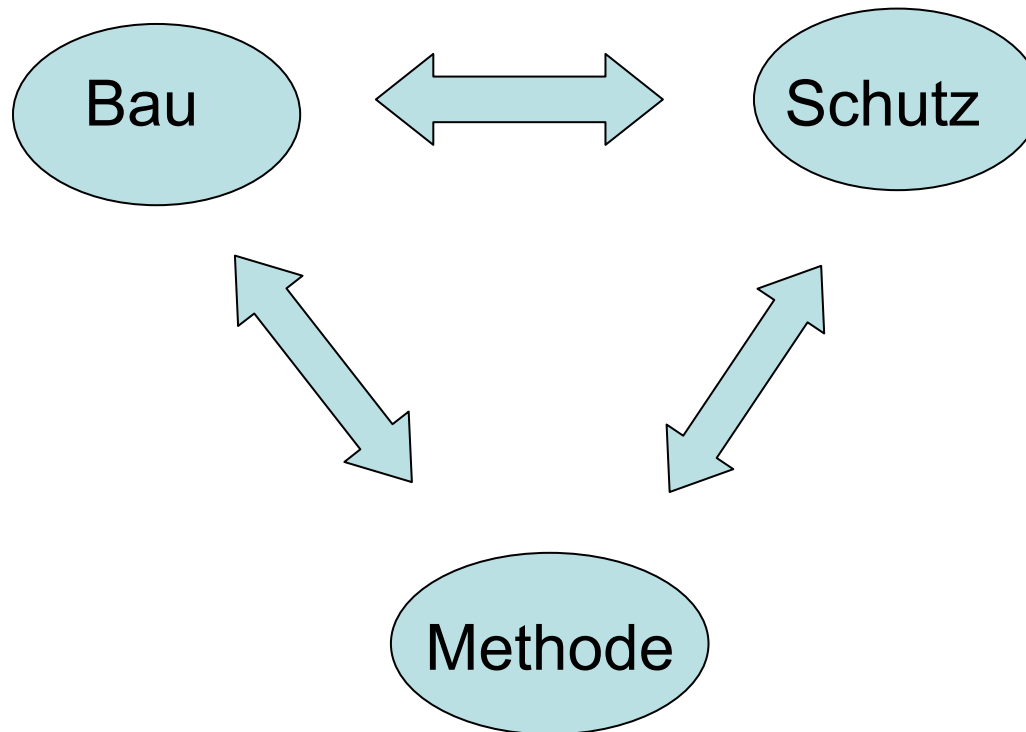
Spezifische Sanierungsziele – Anforderungen (2)

- Im Aussenbereich: Vollständige Entfernung der FDM und Hinterfüllmaterialien
- Im Innenbereich: Nur PCB-haltige Fugendichtungen, oder auch sekundär kontaminierte Anstriche entfernen?
 - Abstimmung auf bauliche Sanierungsziele
 - Bei Teilsanierungen genau definieren was saniert wurde (Bauakten)
 - Umgang mit Restbelastungen in kontaminierten Anschlussbauteilen: Frachtbetrachtung (Aussen- und Innenfugen unterscheiden sich betr. Problematik der Innenraumbelastung), bauliche Randbedingungen
 - Rückdiffusion aus Fugenflanken ins neue Fugenmaterial muss bei der nächsten Erneuerung der Fugendichtungen beachtet werden.

Entscheidungshilfe: **Über oder unter 50 ppm PCB**

Methoden, Verfahren - Auswahl

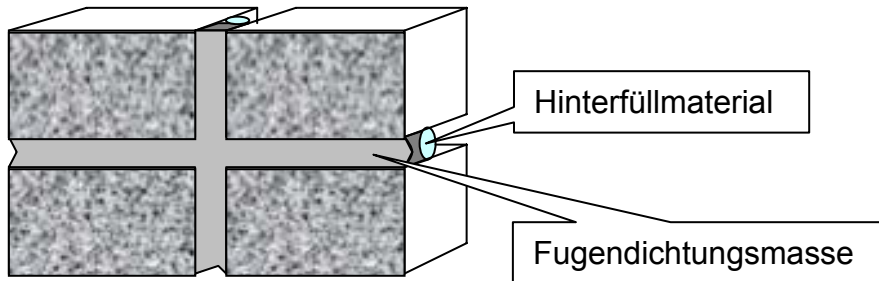
Methode muss im Zusammenhang mit baulichen Gegebenheiten (Untergrund, Zugänglichkeit, Eigenschaften der FDM) und Schutzanforderungen ausgewählt werden.



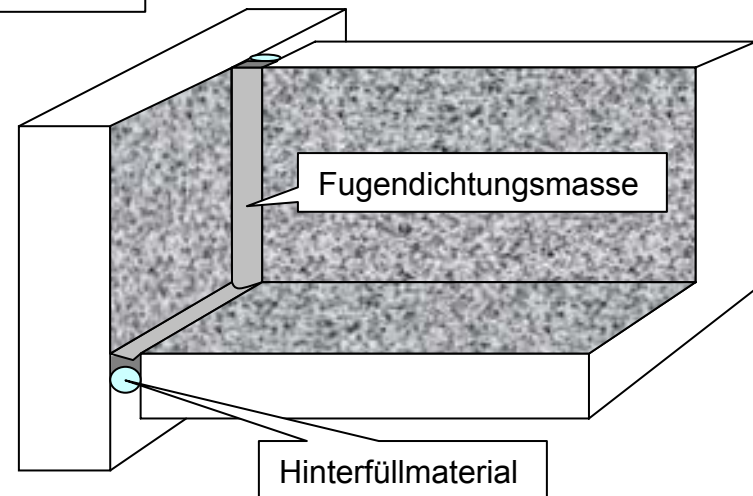
Untergrund: Kalksandstein, Ziegel, Beton

Materialeigenschaften: Weich elastisch oder spröd gealtert

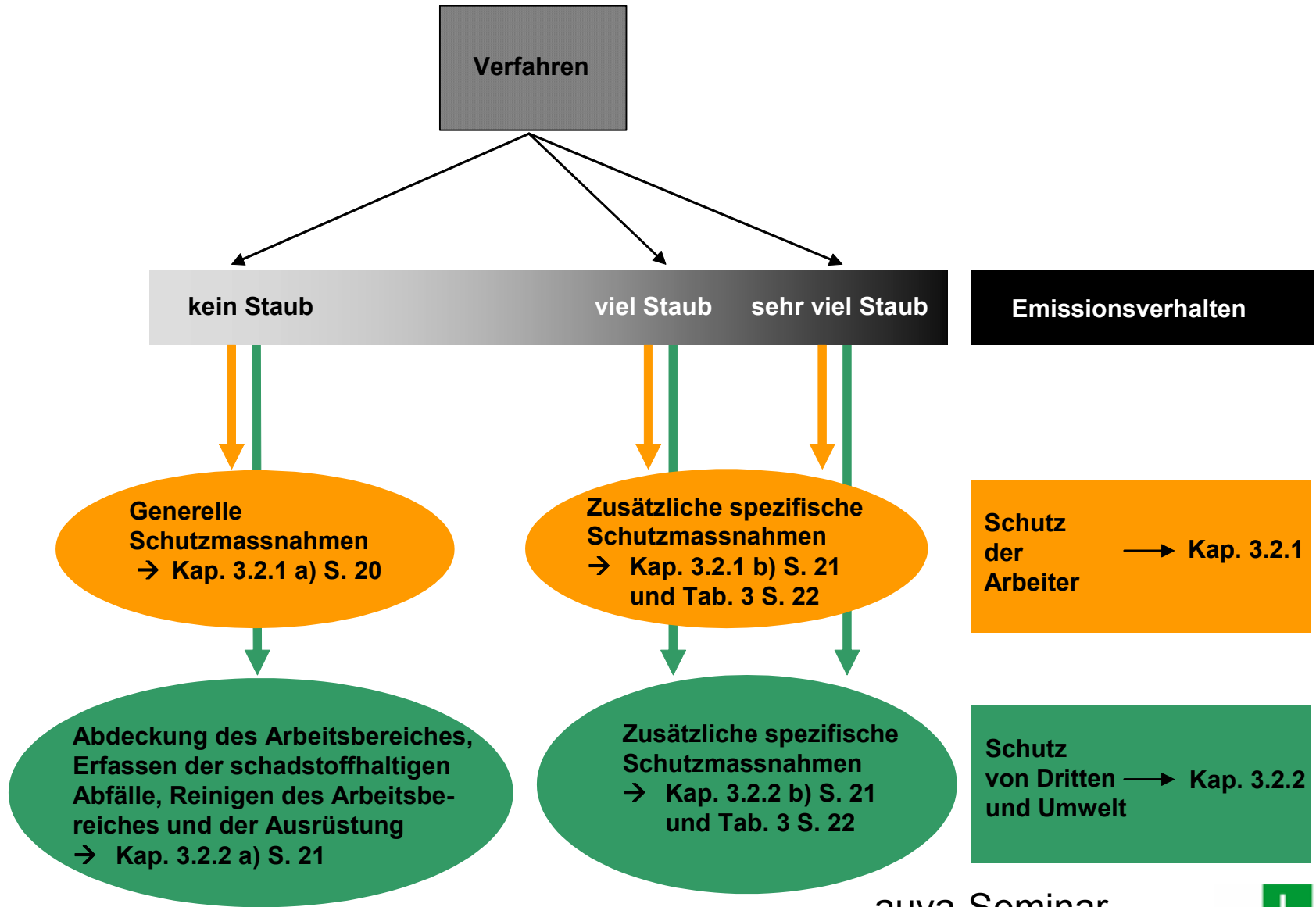
a) In einer Ebene



b) In konkav abgewinkelten Ebenen



Methoden, Verfahren - Schutzmassnahmen



Notwendigkeit von Schutzmassnahmen

Arbeitnehmerschutz

- Finnische Studie (Kontsas 2004) zeigt erhöhte PCB-Gehalte im Blut von Sanierungsarbeitern
- Abschätzung (Jehle 2003) im Rahmen einer Pilotsanierung ergab PCB-Gehalte deutlich über dem MAK-Wert ohne kontrollierten Luftwechsel des Arbeitsbereiches

Schutz von Dritten und Umwelt

- Erfahrungen der Kontrollbehörden zeigen, dass unsachgemässe Verfahren eingesetzt werden.

Beispiel Werkzeug und Schutzmassnahmen (1)

Beispiel Elektrofugenschneider als universell einsetzbares Werkzeug:



Personenschutzmassnahmen:

Bsp: Schutzbrille, Handschuhe und Partikelfiltrierende Halbmaske



Schutz von Dritten und Umwelt:

- Absaugung an der Quelle
- Einhausungen aussen
- Abschottungen innen



Beispiel Verfahren und Schutzmassnahmen (2)

Beispiel Trockeneis (CO_2) -
Strahlen als schonendes und
leistungsfähiges Verfahren

Personenschutzmassnahmen:

- Vollmaske mit Frischluftzufuhr
- Schutzanzug

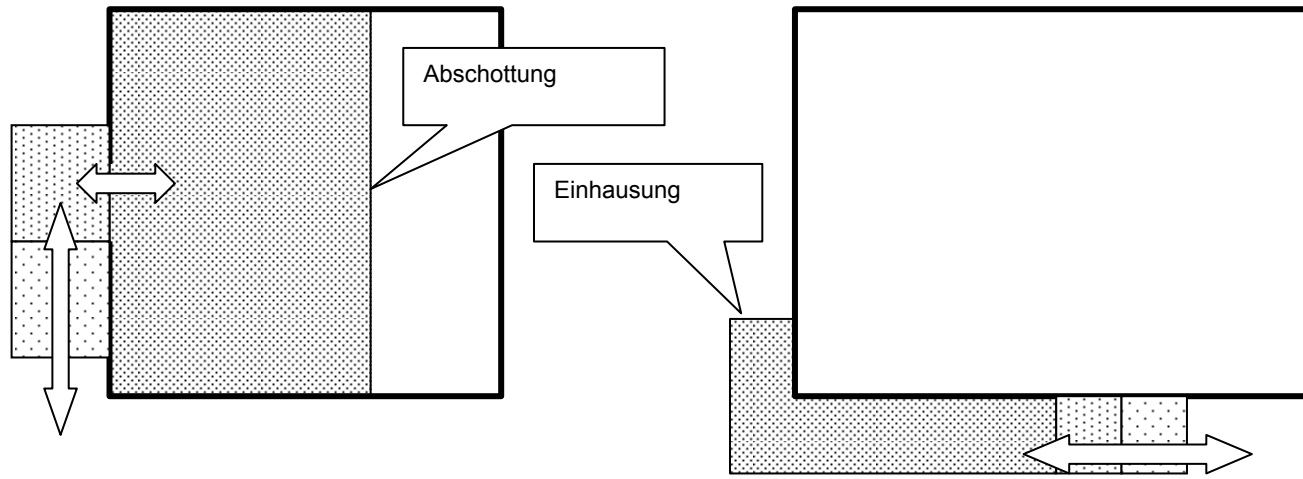


Schutz von Dritten und Umwelt

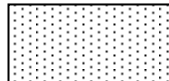
- Staubdichte Abschottung
- Unterdruck und kontrollierter Luftwechsel



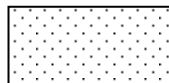
Abschottung im Innen- / Einhausungen im Aussenbereich



PCB - Sanierungsbereich



Schleusenkammer zur Reinigung der Schutzausrüstung



Schleusenkammer zum Kleiderwechsel

- Sanierungsziele grundsätzlich analog zu FDM
- Speziell zu beachten sind:
 - Temperatur der behandelten Oberflächen nicht über 80°C,
 - Möglichst wenig Staub erzeugen
 - Entweichen von diffusen Aerosolen bei wasserbasierten Strahlverfahren
 - Abwasser darf nicht unkontrolliert abfließen oder versickern

Beispiel Hochdruckwasserstrahlen

- Entfernt Anstrich inkl. mm-Schicht Untergrund
- Personenschutz:
 - Wasser- und reissfeste Schutzkleidung
 - Vollschutzmaske
- Schutz der Umwelt
 - Abwasserfassung mit Wanne
 - Vor-Ort-Reinigung mit 3-Kammersedimentationsbecken und Aktivkohlenfilter



Absperren von PCB-haltigen Oberflächen

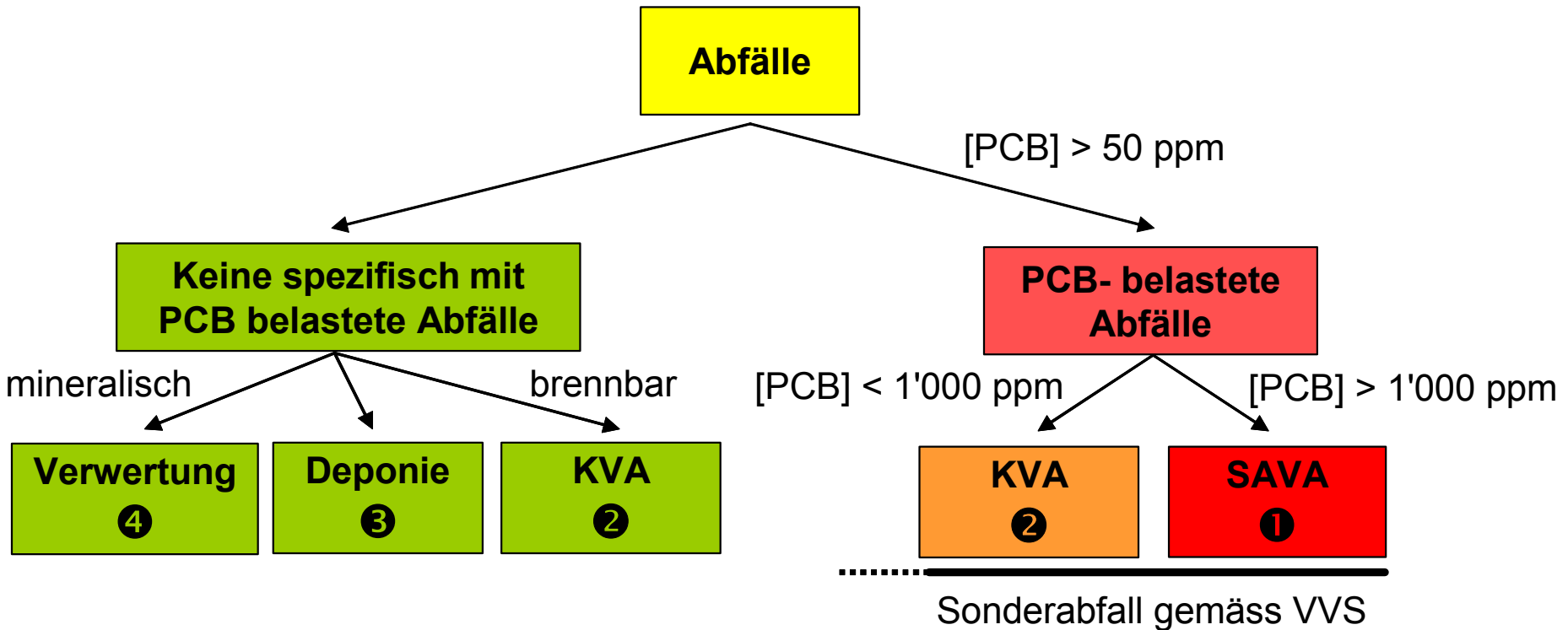
Einsatz von

- Kunststoff- oder Aluminiumfolien:
 - PCB-Belastung verbleibt in der Wand, muss überwacht werden
- Adsorbierende Wirkung durch zugesetzte Aktivkohle
 - Aktivkohlentapete mit guter Wirksamkeit und niedrigen Raumbelastungen, aber PCB-Belastung in der Aktivkohle, begrenzte Wirksamkeit der AK
- Sperranstriche mit Kunstharzen
 - Emission von PCB wird verzögert

Entsorgung PCB-haltiger Abfälle

- Im Rahmen der Projektplanung ist auch ein Entsorgungskonzept zu erarbeiten (siehe auch SIA-Empfehlung 430, Entsorgung von Bauabfällen)
- Falls gemäss Analyse keine PCB-Gehalte > 50 ppm, gelten die üblichen abfallrechtlichen Bestimmungen bei der Entsorgung
- Mit PCB-belastete Abfälle gelten bei der Handhabung und beim Transport als **Gefahrgüter** und **Sonderabfälle**.

Übersicht über die Entsorgungswege für PCB-belastete und andere Abfälle



Praktische Hinweise zur Entsorgung

Abfälle in dicht schliessenden
Gebinden:

- mit UN 3432 und Gefahrgutzettel nach Muster 9 gekennzeichnet
- als Sonderabfall (Code 3060) gemäss Bestimmungen der VVS mit Begleitschein
- Vorschriften über Höchstmengen, Transportgebinde und Ausrüstung des Fahrzeugs nach ADR/SDR



Schlussfolgerungen, erste Erfahrungen und Ausblick

- Schutz der Ausführenden und der Umwelt bei der Entfernung von PCB-haltigen FDM und Anstrichen muss über die Ausschreibung in die etablierte Baupraxis einfließen.
- Zur Baueingabe bei Objekten mit PCB-haltigen FDM gehört ein Sanierungskonzept
- Fachleute sollten ähnlich und pragmatisch planen
- Die Sanierer benötigen ein Gegenüber auf der Behördenseite
- Wegleitung beschreibt Stand der Technik der Sanierungspraxis ca. Mitte 2004, Erfahrungen aus der Schweiz und dem Ausland
- Praxis wird sich im Rahmen von künftigen Sanierungsprojekten weiterentwickeln und kann im Hinblick auf die Kosten und die Effizienz noch verbessert werden, ohne das Schutzniveau zu senken

Dank

- Dr. Josef Tresp, Amt für Umwelt und Energie (AUE) des Kt. BL als Auftraggeber
- Peter Oggier, Büro Ecolisto für die Begleitung des Auftrages
- Rolf Gerber und Piet de Boer von der Firma Neosys AG für die Mitarbeit
- Fachleute aus der Schweiz und Deutschland, welche in der Vernehmlassung mitgewirkt und viele wertvolle Hinweise geliefert haben

Publikationen

PCB-Richtlinie des BUWAL (September 2003)

www.produkte-umwelt.ch

Die sachgemässe Entfernung und Entsorgung PCB-haltiger Fugendichtungsmassen und Anstriche:
Werkzeuge, Verfahren, Schutzmassnahmen

Wegleitung für die Sanierungspraxis

www.baselland.ch/docs/bud/aue/chemikalien/main_chem.htm

KBOB-Empfehlung PCB in Fugendichtungsmassen

www.kbob.ch

Publikationen der KBOB und BKB

Empfehlungen Nachhaltiges Bauen