



Hochschulgebäude der 70er Jahre

Untersuchung – Sanierung – Entsorgung



Motivation

Schadstoffuntersuchung und Sanierung ist die Basis für eine bestmögliche Kreislaufwirtschaft

- Hochschulen sind Sonderbauten
- Hochschulbau der 70iger sind nach damaligem Stand der Technik entsprechend den technischen Baubestimmungen errichtet
Bei Sonderbauten i.d.R. mit besonderen Aufwendungen!
- Grundanforderungen an Bauwerken gem. EU VO Nr. 305/2011 / Musterbauordnung §3:
*„Über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes dürfen **weder Hygiene noch Gesundheit und Sicherheit** von Arbeitnehmern, Bewohnern oder Anwohnern **gefährdet werden.**“*
- Herausfordernde Ziele
 - Sanierung im Bestand: Überschneidung von Renovierung/Modernisierung, energetische Sanierung, Schadstoffsanierung
 - Anforderungen Arbeits- und Gesundheitsschutz sowie Nutzerschutz
 - Strengere Anforderungen an Erkundung, Sanierung und Entsorgung
 - Nachhaltigkeit, Zirkularität und Ressourcenschonung



Inhalt

- Kurzvorstellung TAUW
- Übersicht relevante Gebäudeschadstoffe
 - Verwendungszeiträume der relevanten Schadstoffe
 - Beispielanwendung / Vorkommen der Gebäudeschadstoffe
- Schadstoffuntersuchung
 - Rechtliche Anforderungen zur Erhebung von Gebäudeschadstoffen
 - Erkundung mit digitalen Medien
- Schadstoffsanierung / Sanierungsbedarf für ausgewählte Gebäudeschadstoffe
- Entsorgung EBV + LAGA M23





Vorstellung TAUW

Über TAUW



Interdisziplinäres Team

1.300 Experten für Umwelt, Planung und Nachhaltigkeit



Innovative Methoden & Lösungen

mit Fokus auf Digitalisierung und Datenmanagement

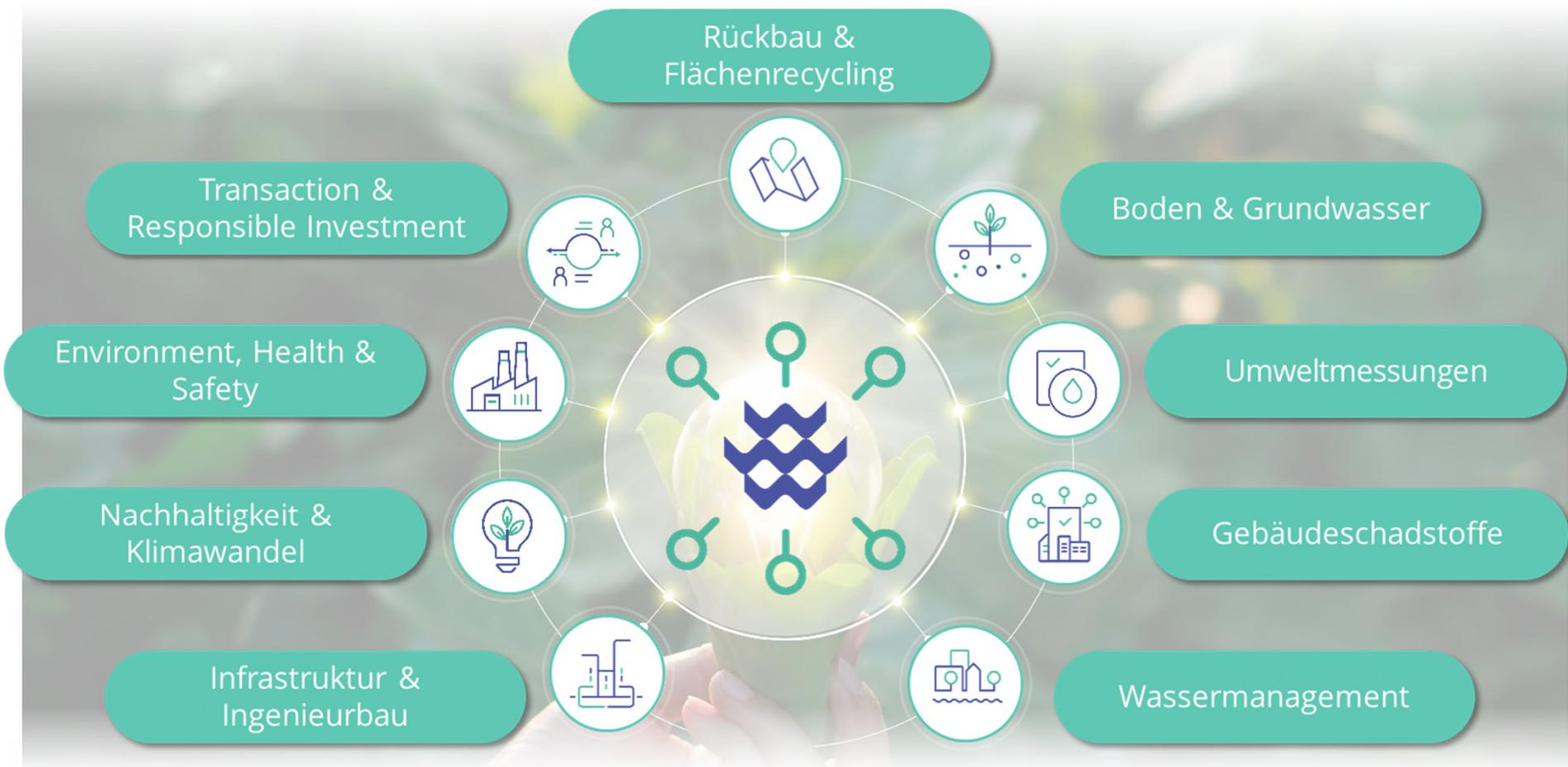


Internationales Netzwerk

30 TAUW-Standorte in 6 Ländern



Unsere Leistungen





Übersicht Gebäudeschadstoffe

Übersicht relevanter Gebäudeschadstoffe

die Klassiker

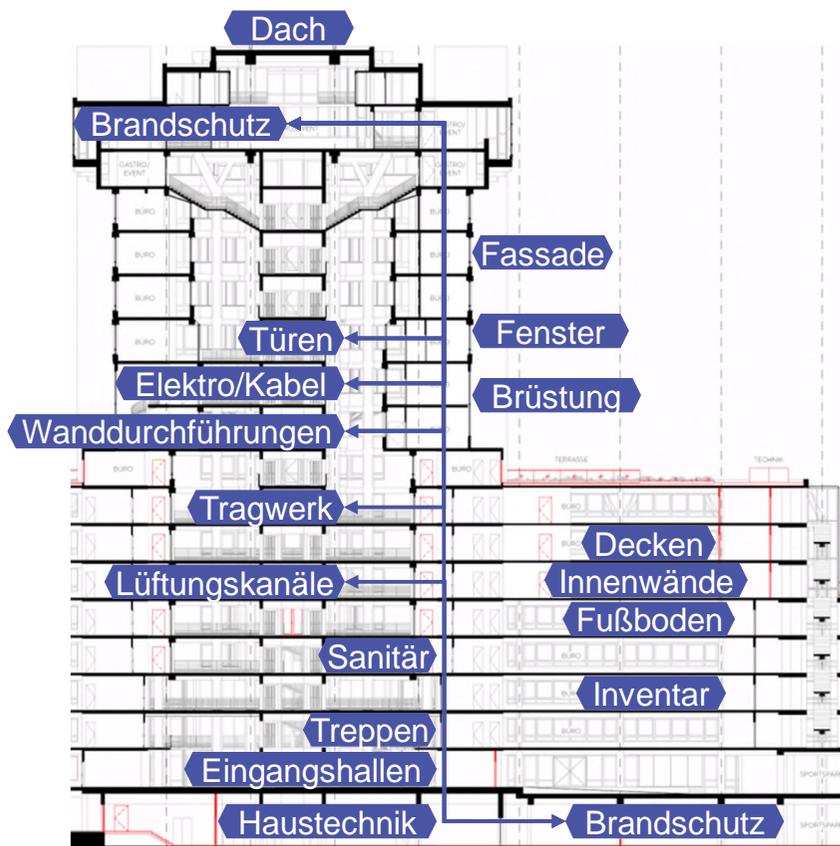
- Asbest
- KMF
- PAK
- PCB
- Holzschutzmittel - HSM (PCP, DDT, Lindan)
- Schwermetalle

weitere

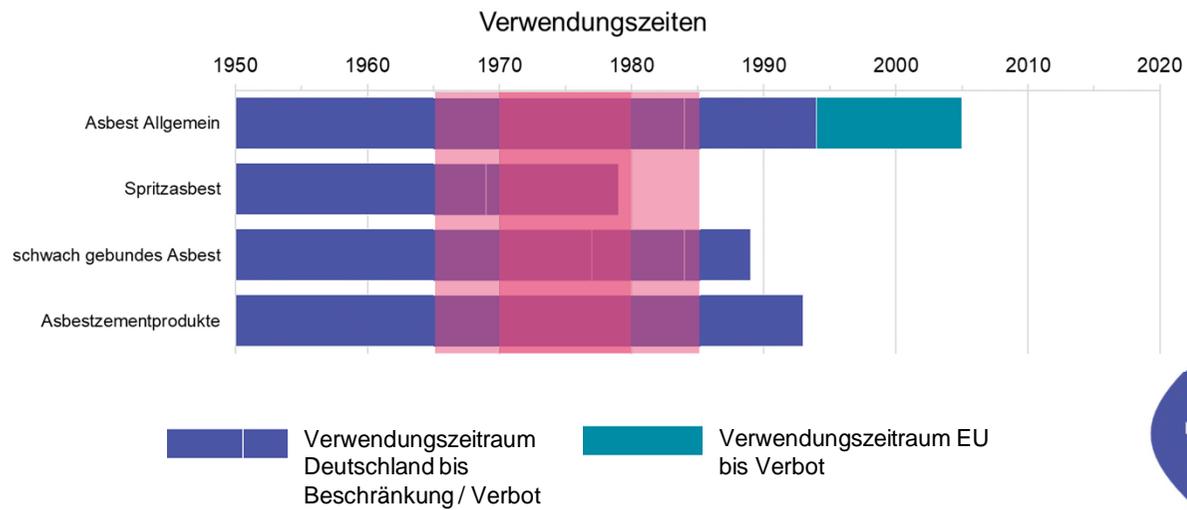
- MKW
- Phenole
- Chlorparaffine (CP)
- Polychlorierte Naphthaline (PCN)
- Formaldehyd
- VOC (incl. LCKW, FCKW)
- HBCD
- ...
- Dioxine / Furane
- ...
- PFAS
- ...
- Radon



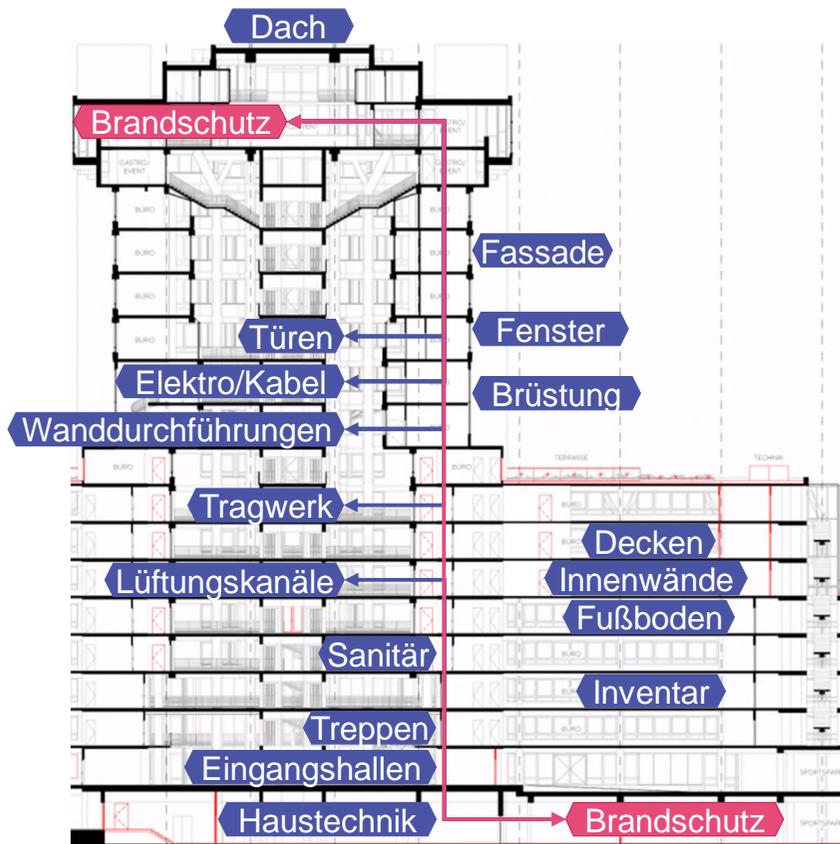
Asbest



- **Beschreibung:** Faser, lungengängig, persistent, kanzerogen Kat. 1A
- **Eigenschaft:** nicht brennbar, hitzebeständig bis über 500 / 600 °C, hohe Zugfestigkeit, chemisch beständig
- **Verwendungszeit (orientierend):** schwach gebundene Produkte bis 1986/1989, ChemVerbotsV 1993.



Asbest – Beispielanwendungen (1)



Brandschutzanwendungen

Brandschutzklappen

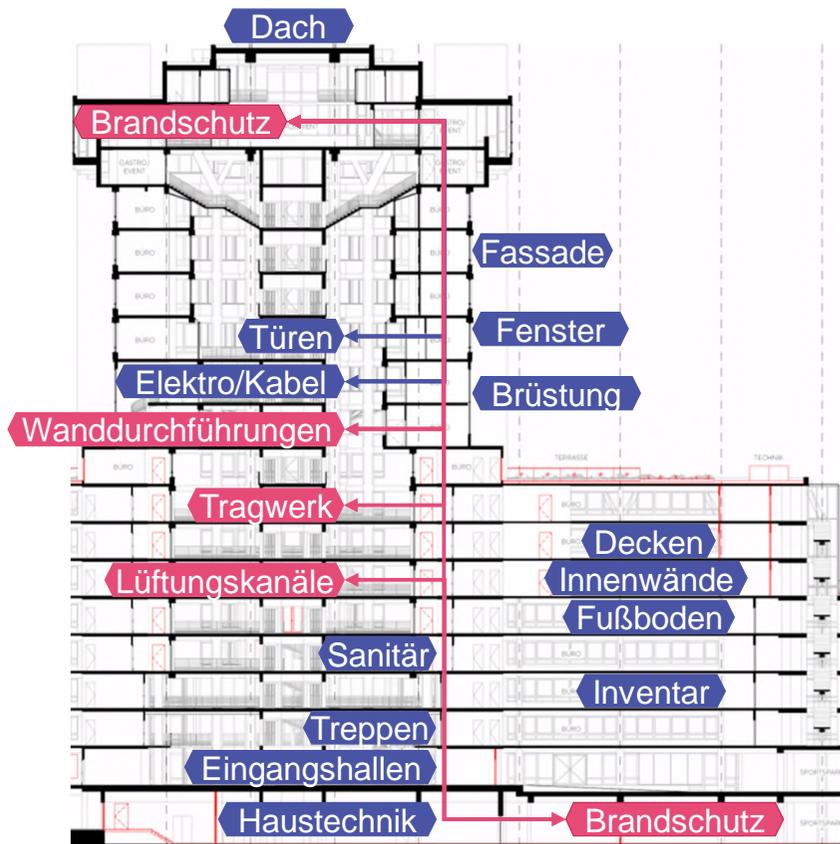


Klappenblatt

Anschlagdichtung
z.B. Litaflex



Asbest – Beispielanwendungen (2)



Brandschutzanwendungen

Stopfmassen, Verkleidungen, Ummantelungen



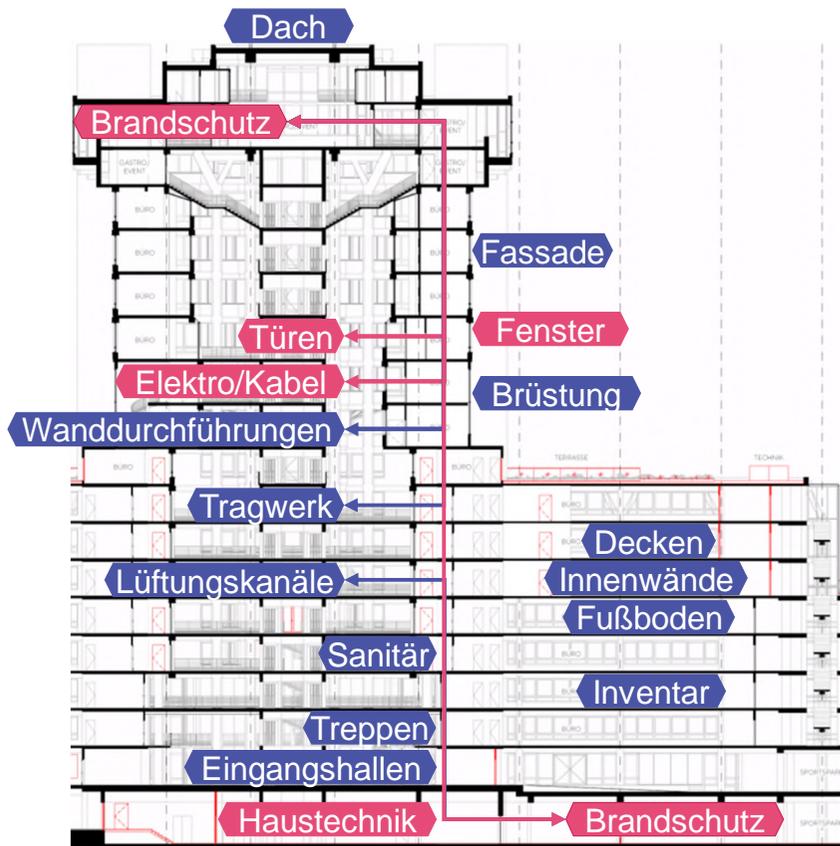
Asbestschnur als Stopfmasse in Wanddurchführungen



Leichtbauplatten Kanalverkleidung z.B. Promabest, Sokalit, hier Rabitz-Putz (asbestfrei)



Asbest – Beispielanwendungen (3)



Brandschutzanwendung und Isolierung

Gewebe, Dichtschnur und Pappen

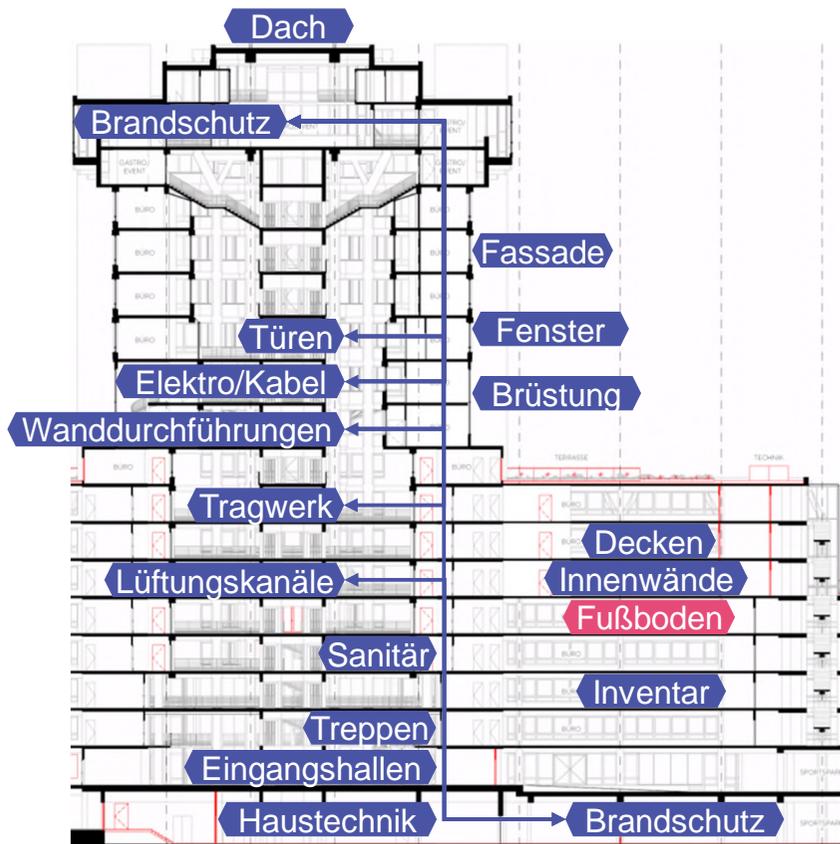


Dichtung
Türzarge

Asbesthaltige Pappe
(unter Fensterbank)



Asbest – Beispielanwendungen (4)



Füllstoff zur Verbesserung Stabilität, Belastbarkeit

Fußbodenbelag und asbesthaltige Kleber



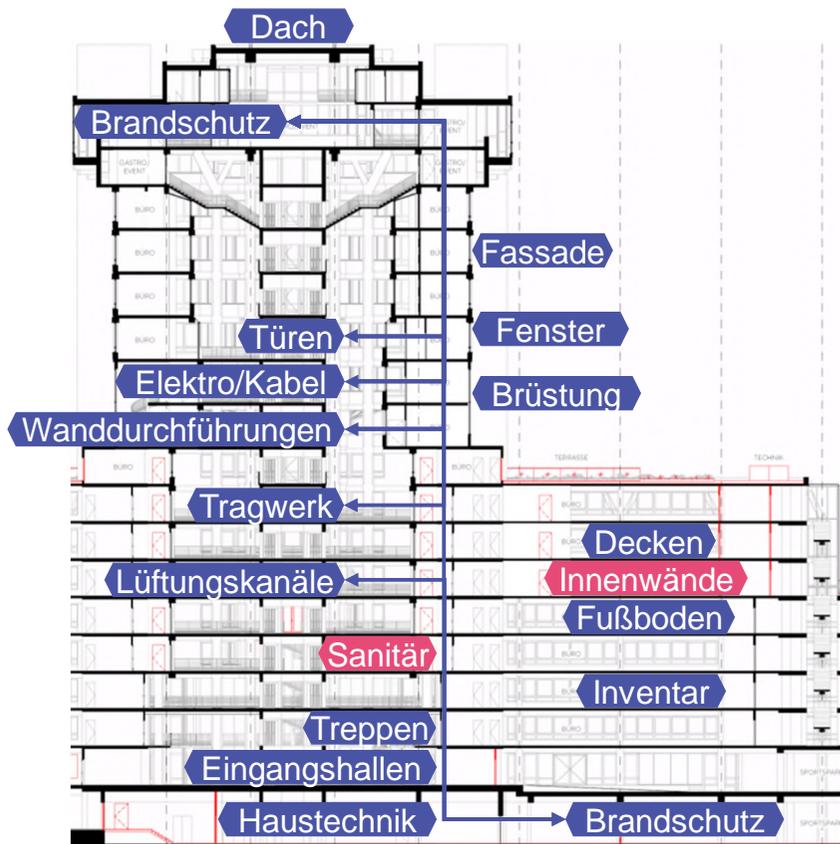
Floor Flex-Platten



Cushion Vinyl Beläge mit Asbestpappe



Asbest – Beispielanwendungen (5)



Füllstoff zur Verbesserung Stabilität / Gefüge, Verarbeitbarkeit
Spachtelmasse und Kleber



Neue GK-Trennwand
Fugenfüller / Spachtel

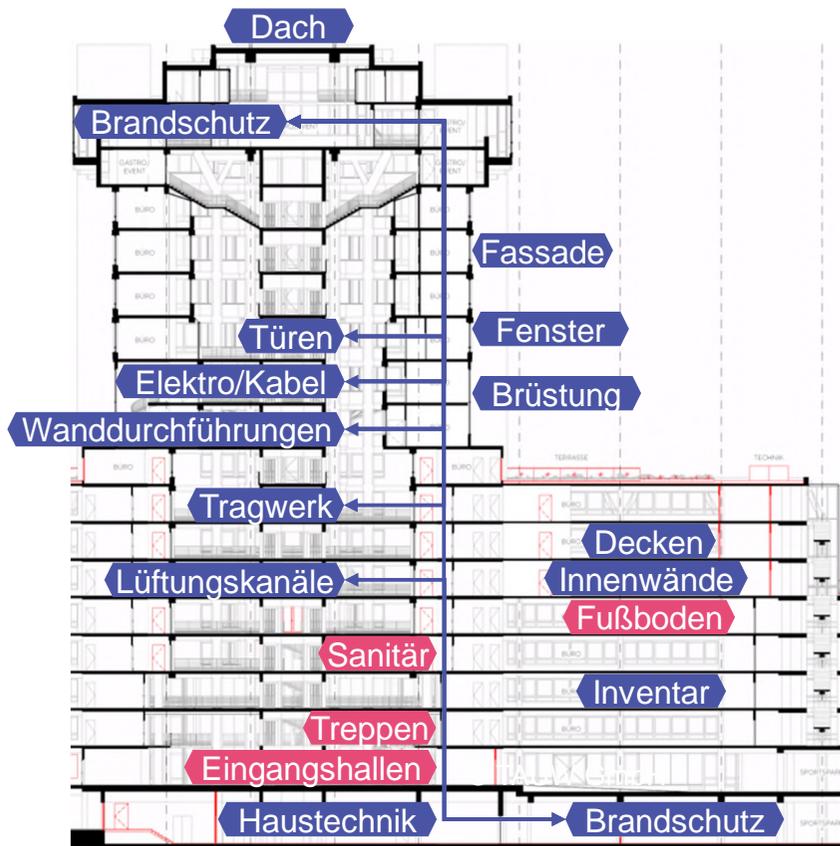


Alte Wand
Spachtelung

Fliesenkleber
(auch oberhalb des Fliesenspiegels)



Asbest – Beispielanwendungen (6)



Geogen im Gestein, Verbesserung Stabilität und Belastbarkeit
 Betonwerksteine, Kunststeine, Terrazzoplatten, Steinholz-/Magnesiaestrich

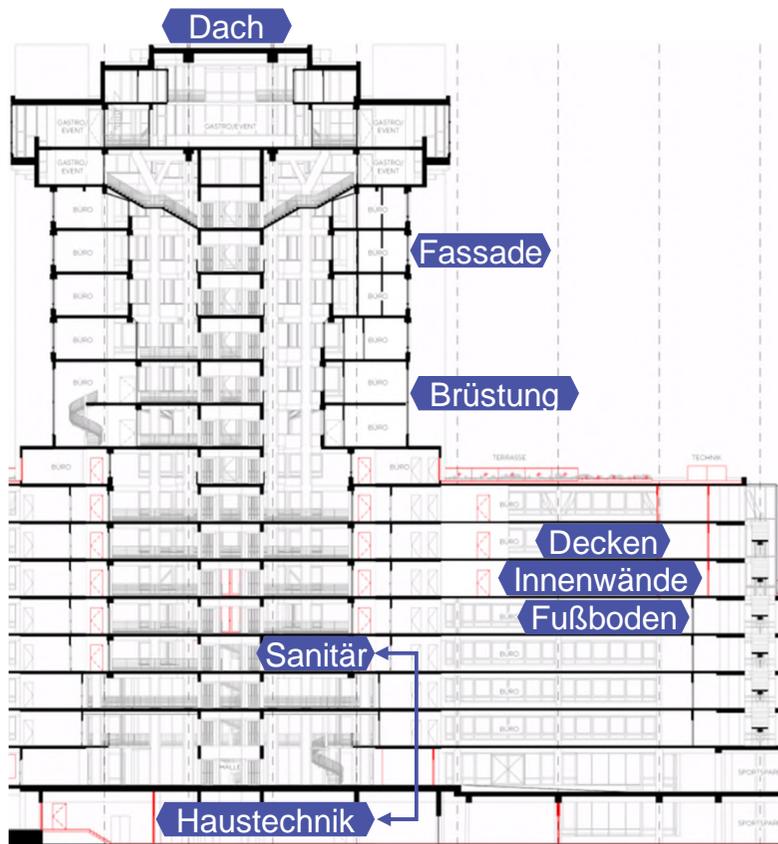


Terrazzoplatten im Eingangsbereich / Treppen

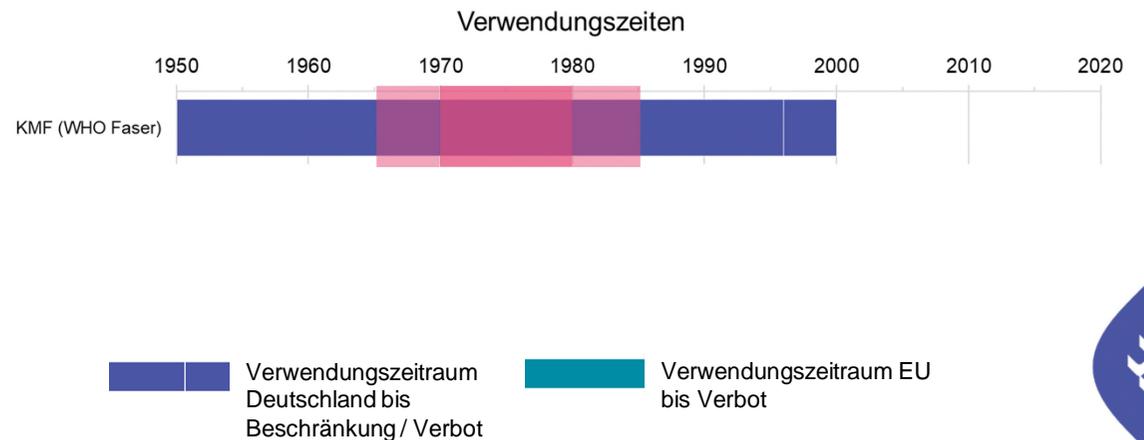
Bohrkern Bodenaufbau mit asbesthaltiger Estrichschicht, Abdichtung



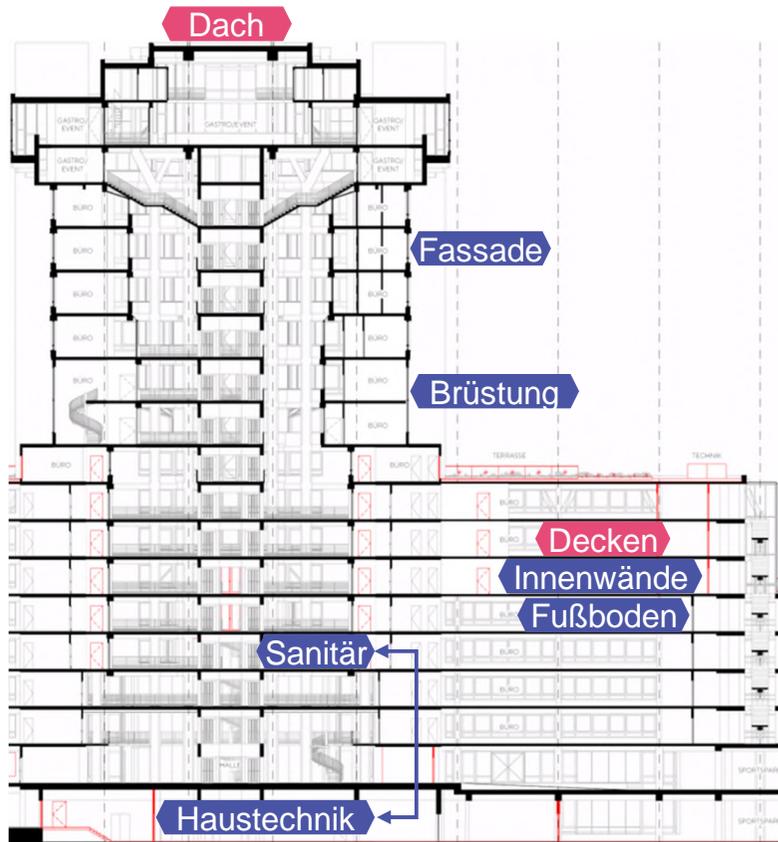
Künstliche Mineralfaser (alte KMF)



- **Beschreibung:** Faser, lungengängig, biopersistent, kanzerogen Kat. 1B (WHO-Faser)
- **Eigenschaft:** hitzebeständig (Anwendungsbereich 500 – max. 800°C), geringe Wärmeleitfähigkeit, leicht
- **Verwendungszeit (orientierend):** seit 1996 “neue“ KMF, jedoch bis Baujahr 2000 „alte“ KMF zu finden



KMF – Beispielanwendungen (1)



Dämmung und abgehängte Decken



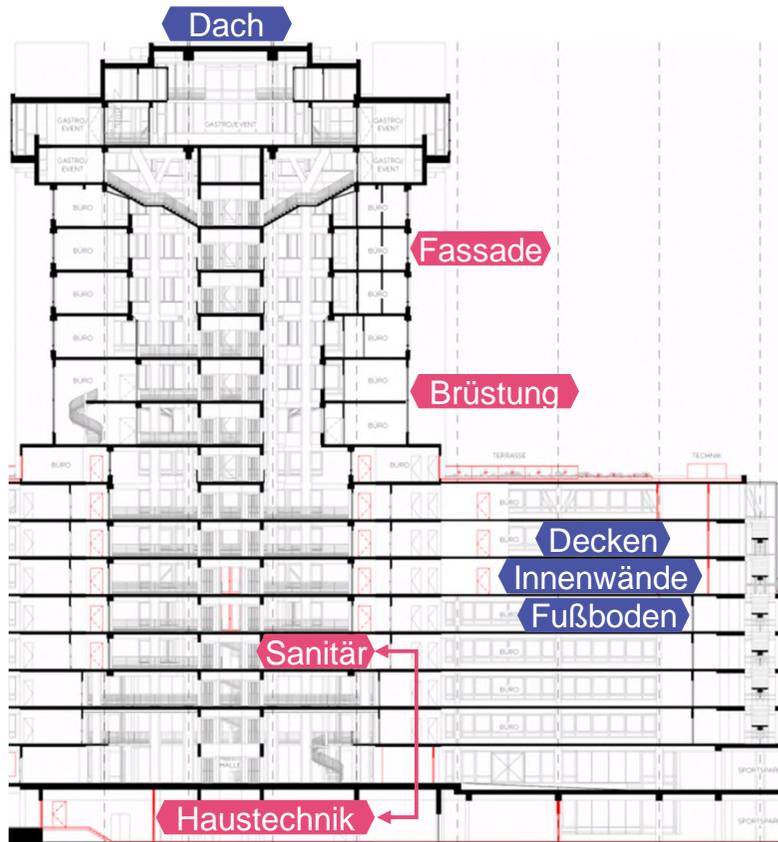
lose Dämmauflage
Dachstuhl



Deckenplatten
gepresste Mineralwolle



KMF – Beispielanwendungen (2)



Dämmung und abgehängte Decken



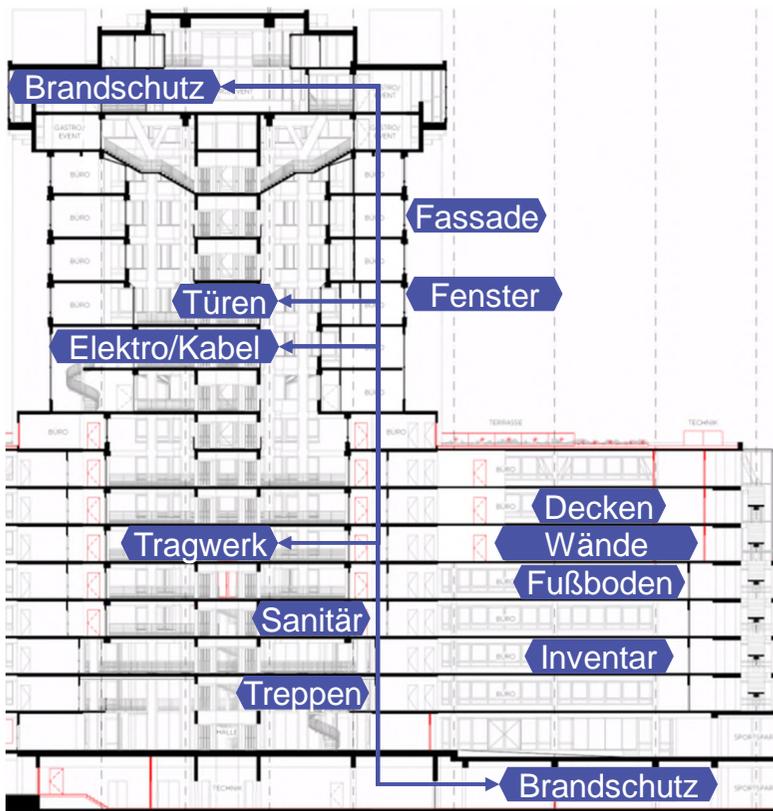
Rohrisolierung kaschiert



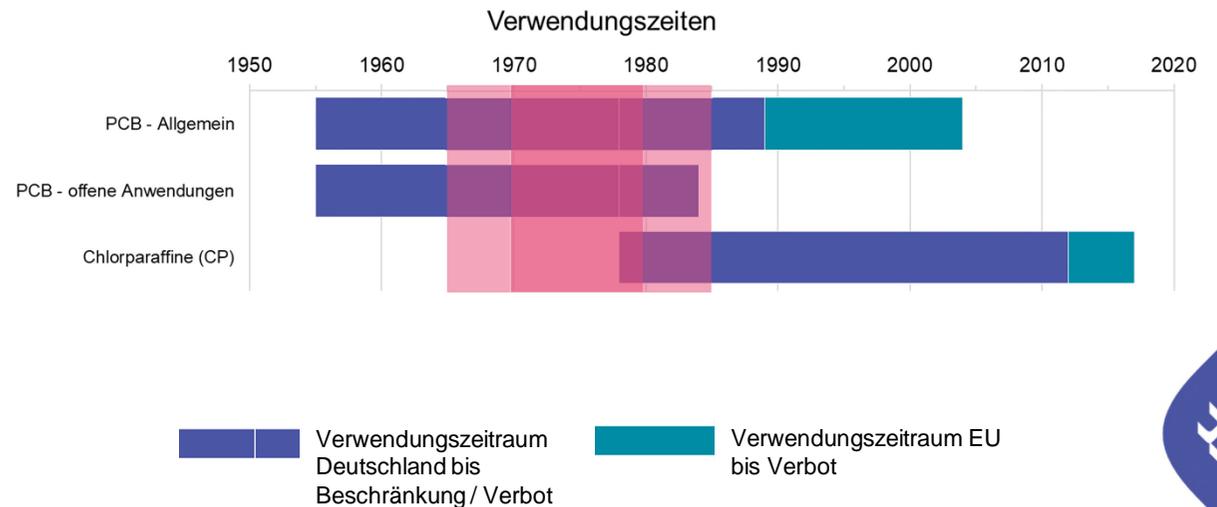
Fassade-/Brüstungselemente, hier asbesthaltige KMF-Dämmung



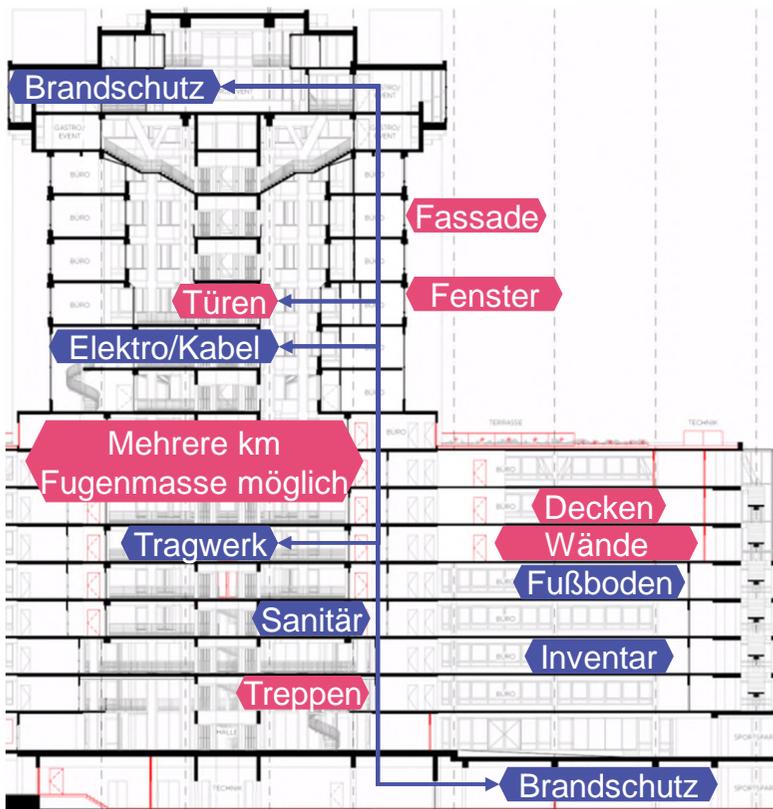
Polychlorierte Biphenyle (PCB)



- **Beschreibung:** POP-Schadstoff, persistent, kanzerogen Kat. 2, reproduktionstoxisch RD1B, RF1B
- **Eigenschaft:** schwer entflammbar, gute elektrische Isolierfähigkeit, chem. Stabil, „Weichmacher“
- **Verwendungszeit:** PCB-RL 1978 mit Verbot in offenen Anwendungen. PCB-Verbotsverordnung 1989



PCB – Beispielanwendungen (1)



Weichmacher in Fugenmassen

Fugen-/Verguss-/dauerelastische Dichtmasse in Trenn-/Bewegungs-/Anschlussfugen, Fensterkitt



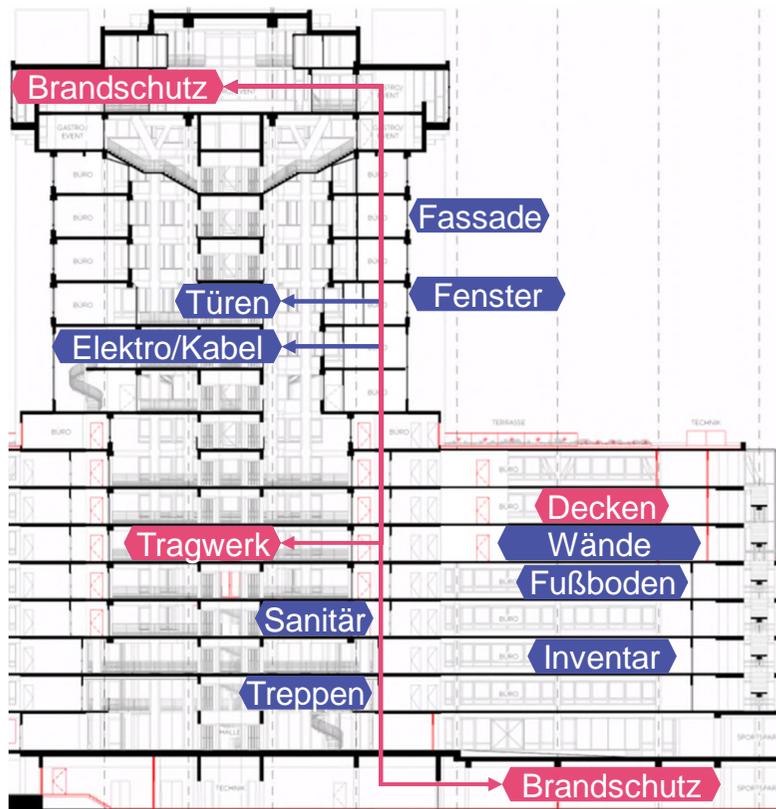
Fugenmasse Treppenhaus Innenbereich



Anschlussfuge Glasbausteine Außenbereich, z.B. Thiokol



PCB – Beispielanwendungen (2)



Brandschutzanstriche, (elastische) Lacke



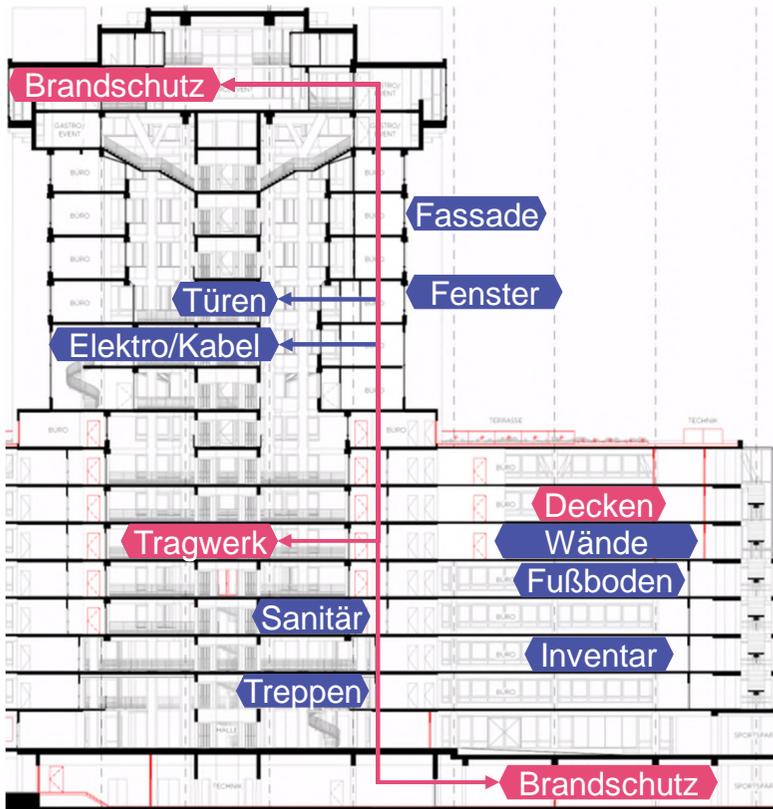
Deckenanstrich

Elefantenhaut



PCB – Beispielanwendungen (3)

Brandschutzanstriche, (elastische) Lacke



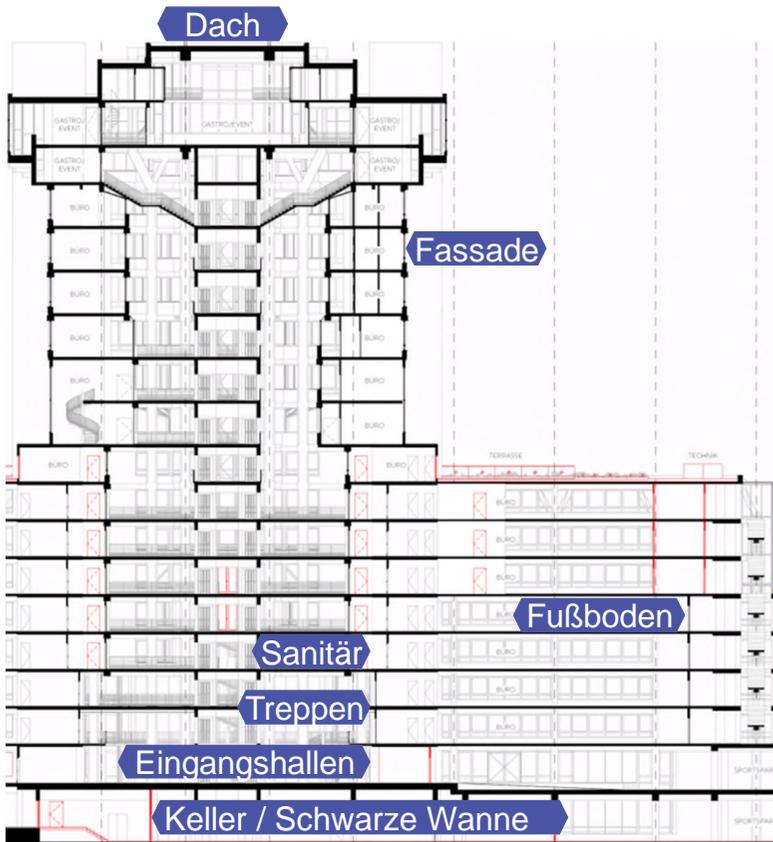
PCB Verdacht Lackanstrich
Träger / Stützen



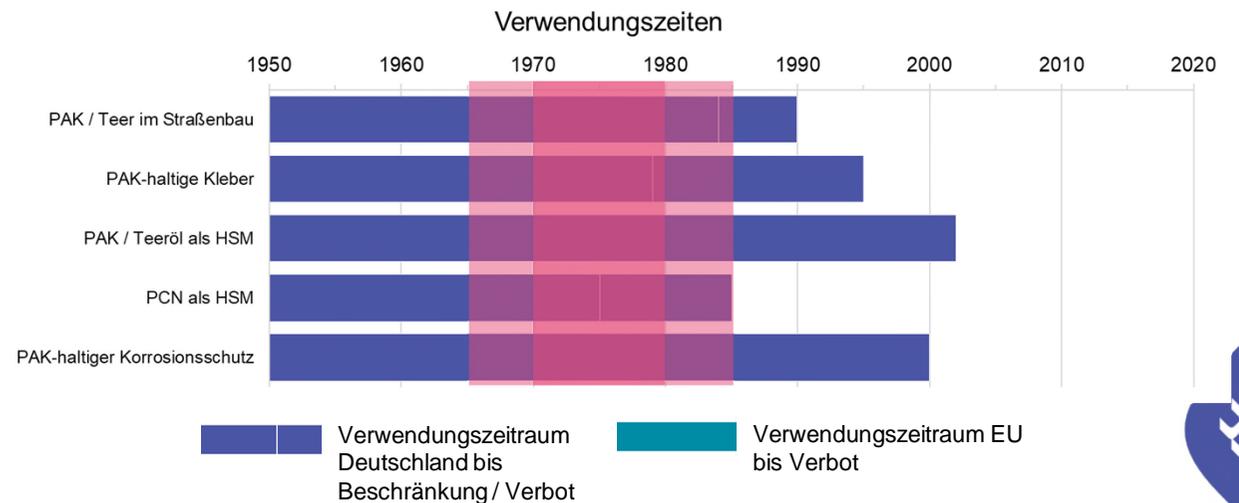
Heizkörperlack



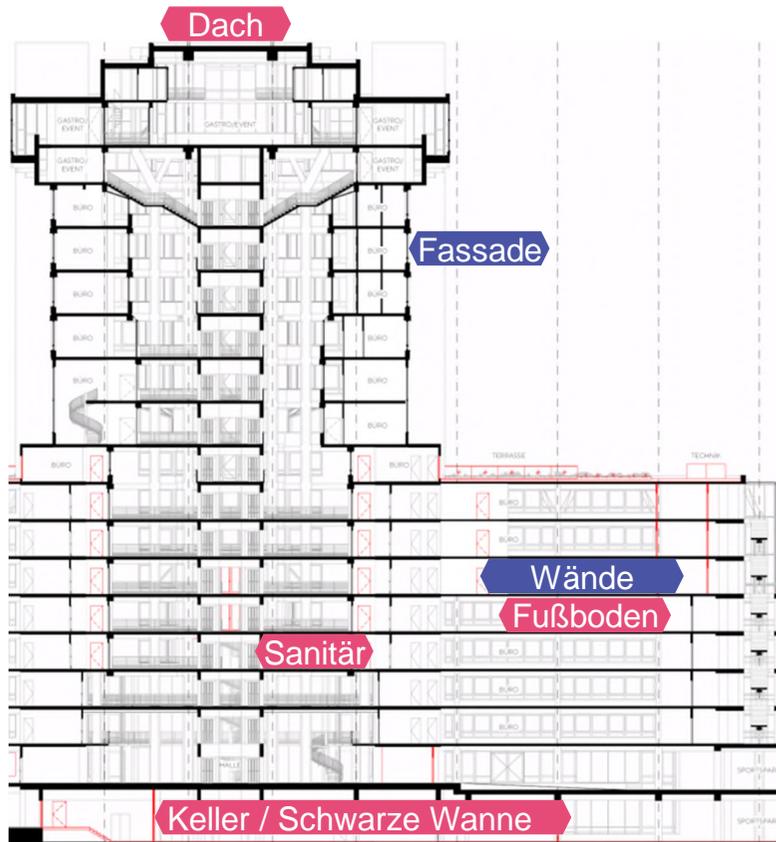
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)



- **Beschreibung:** Feststoff, krebserregend, mutagen, reproduktionstoxisch Bsp. B(a)P: K1B, M1B, RF1B, RD1B
- **Eigenschaft:** wasserabweisend (Teer)
- **Verwendungszeit (orientierend):** Umstellung von Teer auf Bitumen für alle Produkte individuell, mehrheitlich in 1980igern



PAK – Beispielanwendungen (1)



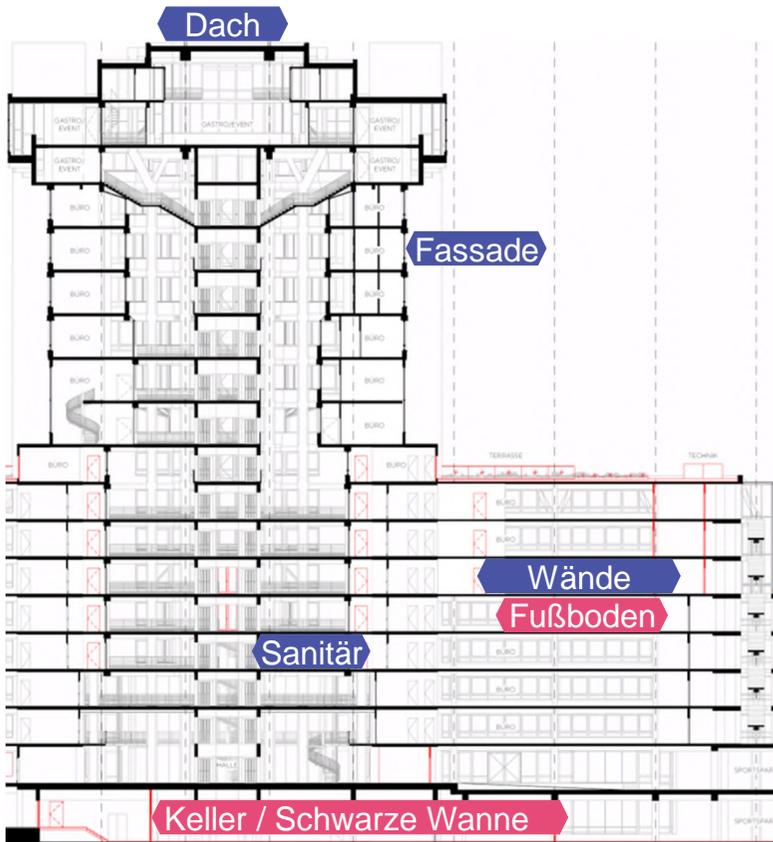
Dachbelag, Abdichtungsbahnen, Sperrschichten

ggf. KMF oder Asbest-haltig, mehrlagig



Dachpappe

PAK – Beispielanwendungen (2)



Fußboden, Teerklebstoffe, Vergussmassen



Asphaltbodenplatten
Stampfasphalt in UG



Parkett-Kleber
kann asbesthaltig sein





Schadstoffuntersuchung

Prozess der Schadstoffuntersuchung

Bauherr hat Gesamtverantwortung und anlassbezogene Ermittlungspflicht



Prozess der Schadstoffuntersuchung - Ortsbegehung

Rundumblick mit 360° Bildern und Videos

Historische Erhebung

Ortsbegehung

Verdachtsliste

PN-Plan

Techn. Erkundung

Schadstoffkataster

Bewertung



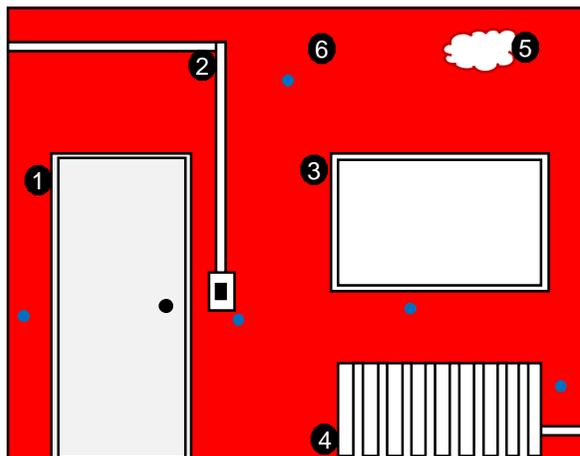
Prozess der Schadstoffuntersuchung - Probenahmeplan

Gem. VDI 6202 Blatt 3 für Asbest-Anwendungen i.A. Trefferwahrscheinlichkeit,
(Bsp. Putz / Spachtel)



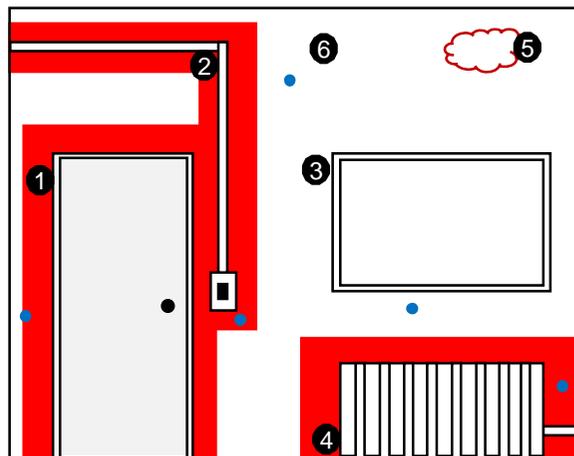
Vollflächige Asbestanwendung

mit Beprobung nachgewiesen



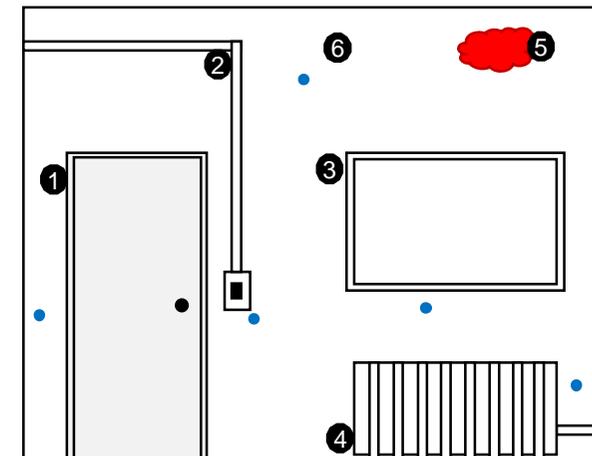
Gewerk-spezifische Anwendung

mit kundiger Beprobung nachgewiesen



Kleinflächige Asbestanwendungen

Nur mit hoher Probenanzahl nachweisbar



1 – Türzarge, 2 – Elektroinstallation, 3 – Fensterlaibung, 4 – Heizungs-nische, 5 – Reparaturstelle, 6 – Wandbelag **asbesthaltig**



Prozess der Schadstoffuntersuchung – Technische Erkundung

Möglicher Einsatz von direktanzeigenden Messgeräten – microPhazir™ für Asbest

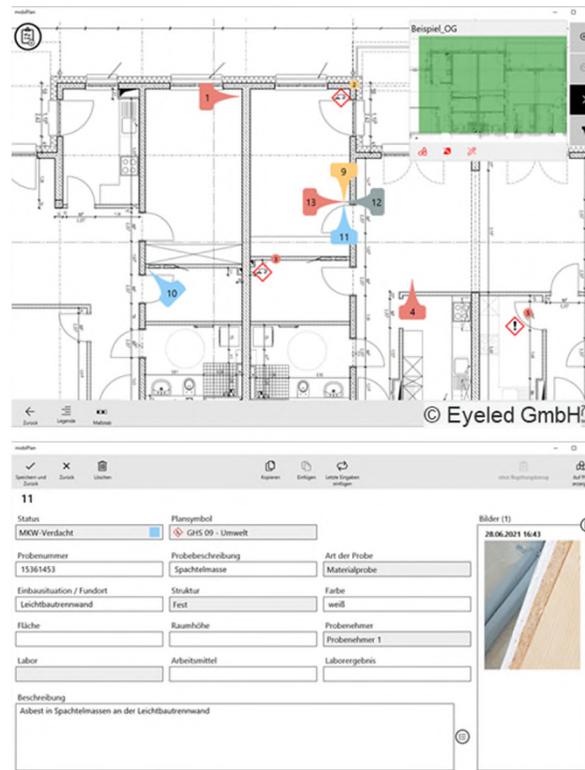


- Vorortanalytik von Asbestfasern in Baustoffen
- NIR-Technologie (nahinfrarot) ermöglicht schnelle und zerstörungsfreie Identifikation asbesthaltiger Materialien und Asbestfasertypen.
- Nachweisempfindlichkeit bis zu 1% Asbest-Faseranteil
- Zur Nachweisführung auf Asbestfreiheit aufgrund Nachweisempfindlichkeit nicht anerkannt.



Prozess der Schadstoffuntersuchung – Technische Erkundung

Digitale Erfassung und Dokumentation mit Softwarelösung mobiPlan





Schadstoffsanierung

Ausgewählte Gebäudeschadstoffe

Asbest Sanierung (1)

Abgesehen vom EU-Ziel „Asbestfrei bis 2032“ gilt kein grundsätzliches Sanierungsgebot.

Nutzerschutz

Fest gebundenes Asbestprodukt:

Für intakte Bauteile baurechtlich kein Handlungsbedarf.

→ Sanierung anlassbezogen.

→ Instandhaltung mit Arbeitsschutz unter best. Vorgaben:

- im Allg. Wiederverwendungsgebot
- Wiederanbringung im Einzelfall beschränkt auf einzelne, unbeschädigte AZ-Produkte

Schwach gebundene Asbestprodukte:

Asbestrichtlinie mit Anforderung zur Bewertung schwach gebundener Asbest-Anwendungen.

→ Festlegung Sanierungsdringlichkeit.

Rückbau / Sanierung

Arbeitsschutz: TRGS 519

Abfallrecht: LAGA M23:

- Bei Gebäuden vor 31.10.1993 ist anlassbezogene Erkundung vor Abbruch **zwingend erforderlich**.
- Einstufung **Asbestfrei** kann bei Gebäuden mit Regelvermutung **nur anhand Analytik** erfolgen → Asbest <0,01%
- Keine Asbestfreiheit durch Berechnung (bei unterbliebener Sanierung).



Asbest Sanierung (2)

BT 17 - Emissionsarmes Verfahren zur Entfernung asbesthaltiger Bitumenkleber



Asbest Sanierung (3)

**Probesanierung asbesthaltiger Fassadendämmung, Asbest 5 – 20%,
Ziel: zerstörungsfreier Ausbau von Innen.**



Verschiedene Einbausituationen

- Glas-Fassade
- Foam-Glas Dämmung¹⁾
- Alufolie¹⁾
- Asbesthaltige Pappe¹⁾
- KMF-Asbest Dämmung
- GK-Verkleidung innen

Aufbau der Abschottung

UHG und Industriesauger H+ Asbestzulassung



Asbest Sanierung (4)

Feinreinigung, Freimessung, Entsorgung



Feinreinigung optional mit Einsatz von Restfaserbindemittel



Asbest-Freimessung
Erfolgsnachweis
→ Faserkonzentration < 500 F/m³
→ Poissonwert < 1000 F/m³



Getrennte Entsorgung in verschließbaren und gekennzeichneten Behältnissen



KMF Sanierung (1)

Für alte KMF gilt kein grundsätzliches Sanierungsgebot.

Nutzerschutz

Für intakte Bauteile baurechtlich kein Handlungsbedarf.

Das Verwendungsverbot der GefStoffV für alte Mineralwolle beinhaltet **kein Gebot**, bereits vorhandene Dämmungen alter Mineralwolle zu entfernen.

Rückbau / Sanierung

Arbeitsschutz: TRGS 521,
Umfang Arbeitsschutz in Abhängigkeit der Tätigkeit / Expositionskategorie 1 - 3

Abfallrecht: Getrennte Entsorgung in verschließbaren Behältnissen (i.d.R. Big Bags).

Entsorgung als gefährlicher Abfall.



PCB Sanierung (1)

Es besteht ein abgestufter Maßnahmebedarf oberhalb des Vorsorgewertes von 300 ng/m³ Raumluft

Nutzerschutz

PCB-Richtlinie

Bewertung der PCB-Belastung von Räumen, Anforderung zur Quellenidentifikation, Bewertung der Sanierungsdringlichkeit sowie Vorgaben zur Sanierung.

- **<300 ng/m³** Ziel-/Vorsorgewert
- **300 - 3000 ng/m³** Quellenidentifikation, Reinigung und Lüftung
- **> 3000 ng/m³** Sofortmaßnahmen zur Verringerung der Belastung der Raumluft, Umsetzung geeigneter Sanierungsverfahren.

Rückbau / Sanierung

Arbeitsschutz: TRGS 524

Abschottung und lufttechnische Maßnahmen wie bei Asbest.

Atemschutz Kombinationsfilter Partikel+Gas

Verwendung staubarmer Verfahren

Abfallrecht: PCB AbfallV / EU POP-V.

Es gilt eine strikte Abfalltrennung.

PCB ≥ 50 mg/kg = POP-Abfälle, für die besondere Entsorgungsverfahren vorgeschrieben sind.



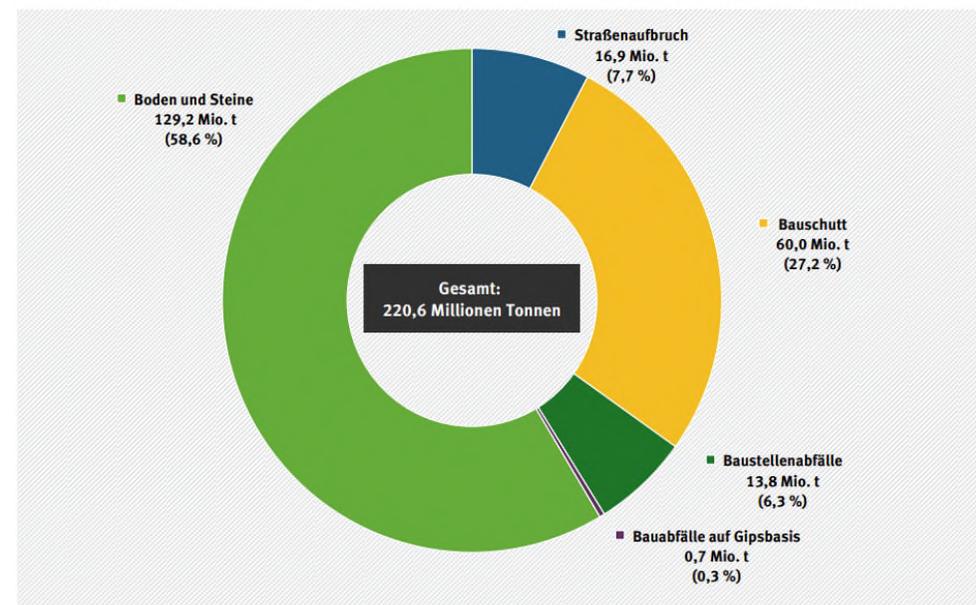


EBV / Abfallkategorisierung

Mineralische Bauabfälle - Praxisrelevante Fraktionen



Statistisch erfasste Mengen mineralischer Bauabfälle 2020



Quelle: 13, Monitoring-Bericht Kreislaufwirtschaft Bau, 2023

Ersatzbaustoffverordnung - Anwendungsbereich

Ziel ist die umweltverträgliche, schadlose & ordnungsgemäße Wiederverwertung als MEB



Ersatzbaustoffverordnung - Inhalte

- Abschnitt 1: Allgemeine Bestimmungen
- **Abschnitt 2:** Annahmekontrolle in der Aufbereitungsanlage (§3)
 - Hiernach ist die Vorlage einer vollständigen Deklarationsanalytik nicht zwingend vorgeschrieben. Aber...
 - Bei Verdacht einer Parameterüberschreitung erfolgt Getrenntlagerung + Analytik
- **Abschnitt 3:** Anforderungen an die Güteüberwachung der hergestellten MEB, Untersuchungspflicht des Bauherrn/Erzeugers (§14) einschl. Anforderungen an die Probenahme, Analytik
- **Abschnitt 4:** Einbau von Mineralischen Ersatzbaustoffen, Einbaubeschränkungen (§20), Behördliche (Einzelfall)-Entscheidungen zur Verwertung (§21), Anzeigepflicht bei Einbau >250 m³ (§22)
- **Abschnitt 5:** Getrennte Sammlung von mineralischen Abfällen, außer es ist technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht zumutbar.
- Abschnitt 6: Gemeinsame Bestimmungen / Ordnungswidrigkeiten



Ersatzbaustoffverordnung – Material-, Überwachungswerte

Praxisrelevant sind insb. Werte für RC-Baustoffe (RC-1..3), Bodenmaterial BM0..BM-F3

Parameter	Dim.	Materialwerte			ÜW-Werte	Vollzugshinw.	LAGA Z1.2	LAGA Z2
		RC-1	RC-2	RC-3	RC-Allgemein	Bauschutt		
		Feststoffwerte						
Arsen	mg/kg	-	-	-	40	150	-	-
Blei	mg/kg	-	-	-	140	700	-	-
Cadmium	mg/kg	-	-	-	2	10	-	-
Chrom	mg/kg	-	-	-	120	600	-	-
Kupfer	mg/kg	-	-	-	80	320	-	-
Nickel	mg/kg	-	-	-	100	350	-	-
Quecksilber	mg/kg	-	-	-	0,6	5	-	-
Thalium	mg/kg	-	-	-	2	7	-	-
Zink	mg/kg	-	-	-	300	1200	-	-
Cyanid	mg/kg	-	-	-	-	10	-	-
MKW	mg/kg	-	-	-	300(600)	1000(2000)	500	1000
PAK ₁₆ ¹	mg/kg	10	15	20	-	20	15	75
PCB(7) / (6)	mg/kg	-	-	-	0,15	0,5	0,5	1
EOX	mg/kg	-	-	-	-	10	5	10
BTEX	mg/kg	bei Verdacht	bei Verdacht	bei Verdacht	bei Verdacht	bei Verdacht	1	1
LCKW	mg/kg	bei Verdacht	bei Verdacht	bei Verdacht	bei Verdacht	bei Verdacht	1	1
		Eluatwerte (2:1)					Eluat (10:1)	
pH-Wert ¹		-	-	-	EgN	6 – 13	7-12,5	7-12,5
Leitfähigkeit ²	µS/cm	2500	3200	10000	EgN	10000	2000	3000
Chlorid	mg/l	-	-	-	EgN	-	40	150
Sulfat	mg/l	600	1000	3500	EgN	3500	300	600
DOC	mg/l	-	-	-	EgN	-	-	-
Antimon	µg/l	-	-	-	EgN	15	-	-
Arsen	µg/l	-	-	-	EgN	100	40	50
Blei	µg/l	-	-	-	EgN	470	100	100
Cadmium	µg/l	-	-	-	EgN	15	5	5
Chrom, ges.	µg/l	150	440	900	EgN	900	75	100
Kupfer	µg/l	110	250	500	EgN	500	150	200
Molybdän	µg/l	-	-	-	EgN	110	-	-
Nickel	µg/l	-	-	-	EgN	280	100	100
Quecksilber	µg/l	-	-	-	-	0,1	1	2
Vanadium	µg/l	120	700	1350	EgN	1350	-	-
Zink	µg/l	-	-	-	EgN	1600	300	400
Cyanid	µg/l	-	-	-	-	50	-	-
MKW	µg/l	-	-	-	EgN	310	-	-
PAK ₁₆ ²	µg/l	4	8	25	EgN	25	-	-
PCB(7)	µg/l	-	-	-	-	0,04	-	-
Phenole	µg/l	-	-	-	EgN	2000	50	100

- Je nach Anforderungen müssen zu den EBV Materialwerten ggf. zusätzliche Parameter bestimmt werden.
- Strengere Vorgaben im Vergleich zur LAGA für PAK und PCB im Feststoff
- Eluat-Werte der EBV sind höher angesetzt als in der LAGA, da die Untersuchungen mit geringerem Wasser-Feststoff-Verhältnis 2:1 durchgeführt werden.



Ersatzbaustoffverordnung – Einbauweisen

Differenzierung nach Einbauort (Schutzgebiet?) und hydrogeologische Bedingungen

Einbauweise	Recycling-Baustoff der Klasse 1 (RC-1)						Recycling-Baustoff der Klasse 2 (RC-2)			Recycling-Baustoff der Klasse 3 (RC-3)			Ziegelmaterial (ZM)				
	außerhalb von Wasserschutzbereichen			innerhalb von Wasserschutzbereichen			außerhalb von Wasserschutzbereichen			außerhalb von Wasserschutzbereichen			außerhalb von Wasserschutzbereichen				
	ungünstig		günstig	günstig			ungünstig		günstig	ungünstig		günstig	ungünstig		günstig		
	1	2	3	WSG III A		WSG III B	Wasservor-ranggebiete		1	2	3	1	2	3	1	2	3
				Sand	Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton	Sand									
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	
8	1	+	+	1	+	1	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
10	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	
11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
12	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	
13	2	3	+	2	3	2	3	3	+	-	-	2	-	-	-	-	
14	2	4	+	2	4	2	4	4	+	-	-	+	-	-	-	-	
15	2	+	+	2	+	2	+	+	+	-	3	+	-	-	-	-	
16	2	+	+	2	+	+	+	+	-	4	+	-	-	-	-	-	
17	2	+	+	2	+	2	+	+	-	4	5	-	-	-	-	-	

* MTSE = Merkblatt über Bauweisen für Technische Sicherungsmaßnahmen beim Einsatz von Böden und Baustoffen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen im Erdbau

- RC1 nahezu überall einbaubar, bei bestimmten „offenen“ Einbauweisen gelten jedoch Einschränkungen (Fußnoten).
- RC2 in vielen Einbauweisen einsetzbar, teilweise jedoch Ausschluss von Einbauweisen oder Einschränkungen unter bestimmten hydrogeologischen Bedingungen und in Wasserschutzgebieten
- RC3 Einbauweisen deutlich stärker beschränkt



Fazit zur Umsetzung

Guter Ansatz mit anfänglichen Startschwierigkeiten?

- Analytik
 - Umfangreich, aufwendiger und zeitintensiver
 - Doppelanalytik EBV + LAGA
 - Ggf. Analytik Zusatzparameter (DepV, Vollzugshinweise...)
 - Größere Probemengen
- Entsorger
 - Gleichwertigkeitstabelle wird von Recycling-Unternehmen teilweise nicht anerkannt → Doppelanalytik
 - Verwertungsstau u.a. aufgrund konjunkturellen Bedarfschwankungen aber auch hohen Einbauanforderungen planungsseits
 - Abnahme-/Annahmeschwierigkeiten
- Zulassungsschwierigkeiten mobiler Recyclinganlagen / Brechanlagen durch Überwachungs Vorschriften bei der „Herstellung anderer MEB“





Kontakt

Berlin  Kai Diesner
 kai.diesner@tauw.com

Moers  Christoph Lomme
 christoph.lomme@tauw.com

Regensburg  Tobias Leuthold
 tobias.leuthold@tauw.com

