



Bauzentrum München

Asbest, KMF, PCB u.a.

11.10.2022

Hans-Dieter Bossemeyer
WESSLING GmbH

Gebäudeschadstoffe Übersicht

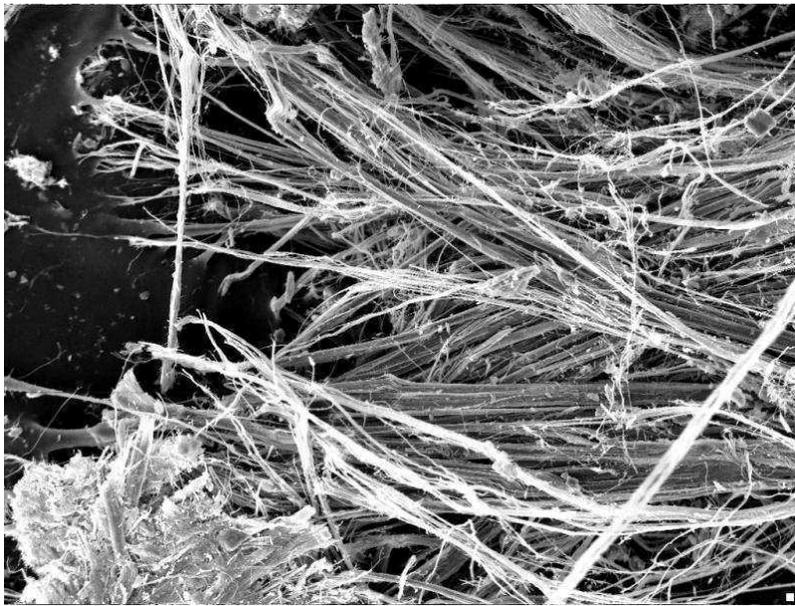
nach VDI 4300-1; 10/21



Belastungsfaktoren

Strahlung	Partikel	anorganisch	organisch	mikrobielle	physikalische
Radon Thoron	Asbest KMF Org. Fasern Staub Feinstaub Aerosole / Feinstaub	Schwermetalle Gase (NH ₃ , NO _x , CO, CO ₂)	VVOC VOC SVOC POM	Schimmel Bakterien Viren Milben Exkrememente	Temperatur Luftfeuchte Luftströmung Licht Lärm
	Fasern		Geruch		Behaglichkeit

Gebäudeschadstoffe - Auswahl



Asbest

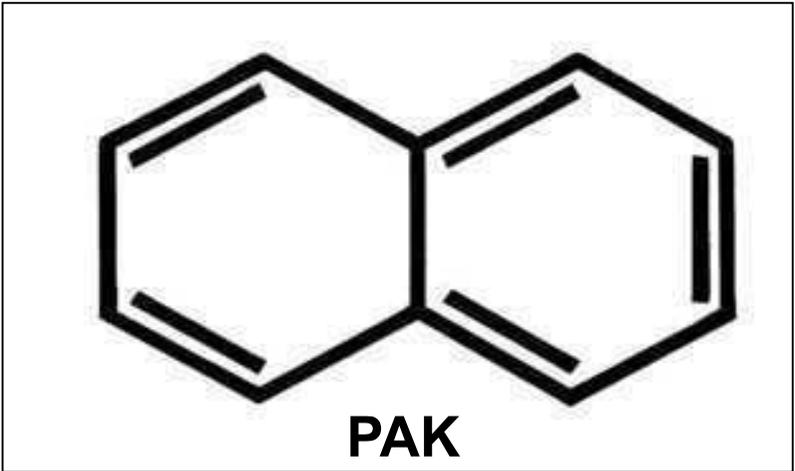


KMF



Korrodierte DURISOL-Fassade an einem Schulgebäude, vorläufig

PCB



Blei u.a.
Schwermetalle

Asbest, KMF, PCB, PAK

Vor - Entscheidung nach Baujahr

- **1978** PAK - Kokereien schließen
- **1989** endgültiges PCB-Verbot
- **1993** Asbest-Verbot, aber Übergangszeit
- **1996**
zwischen 1996 und 2000 Übergangszeit
- **2000**
- **nach 2000**

PAK, Asbest, KMF, PCB

PCB Asbest, KMF,

Asbest, KMF

KMF

KMF (ohne Dokument)

kein Grundverdacht

Asbest, PCB, KMF, (PAK)

Gefährdungen im Vergleich

Stoff	EU-Einstufung nach Anhang I, CLP-Verordnung	Einstufung (alt)
Asbest	Canc. 1A: bekanntermaßen beim Menschen krebserzeugend	K1
KMF	Canc. 1B: krebserzeugend oder Canc. K2: Verdacht auf krebserzeugende Wirkung (je nach Zusammensetzung)	K2 oder K3
PCB	Canc. K2: Verdacht auf krebserzeugende Wirkung und RD1B: reproduktionstoxisch, entwicklungsschädigend (kann das Kind im Mutterleib schädigen) und RF1B: reproduktionstoxisch, fruchtbarkeitsschädigend (kann Fruchtbarkeit beeinträchtigen)	K3
PAK	UBA: Viele PAK haben krebserregende, erbgutverändernde und/oder fortpflanzungsgefährdende Eigenschaften(). Einige PAK sind gleichzeitig persistent, bioakkumulierend und giftig (toxisch) für Menschen und andere Organismen.	

Asbeste

Serpentin-Gruppe

- **Chrysotil (Weißasbest)**

Amphibol-Gruppe

- **Krocidolith (Blauasbest)**
- **Amosit (Braunasbest)**
- **Aktinolith-Asbest**
- Tremolit-Asbest
- Anthophyllit-Asbest

Eigenschaften

- Hitzebeständig
- Säurebeständig
- Wasser abweisend
- Elastisch
- Spinnbar
- Biopersistent
- Alterungsbeständig



Gesundheitliches Risiko

- Natürlich vorkommendes Mineral
- Temperaturbeständig, reißfest, haltbar
- Lungengänge Fasern
- Verursacht dauerhafte Vernarbung der Lunge
- Spaltet zu Elementarfibrillen auf
- Krebserzeugend, Asbestose verursachend



WHO-Fasern
(WHO = world health organisation)

Lungengängigkeit:
Durchmesser < 3 µm
Länge > 5 µm
Verhältnis L : D ≥ 3:1

Raumluftwerte - Rechtsbereiche

Arbeitsschutz

Ampelsystem TRGS 910

> 100.000 Faser/m³ (Toleranzkonzentration)

Hohes Risiko

10.000 – 100.000 Faser/m³

Mittleres Risiko

< 10.000 Faser/m³ (Akzeptanzkonzentration)

Niedriges Risiko

BImSchV

< 10.000 Fasern/m³

EU-Vorgabe
2018

Baurecht, Schutz Dritter:

< 1.000 Fasern/m³

Abfallrecht: < 0,1 Masse% - **LAGA M23:** pos. Nachweis (kein Recycling)

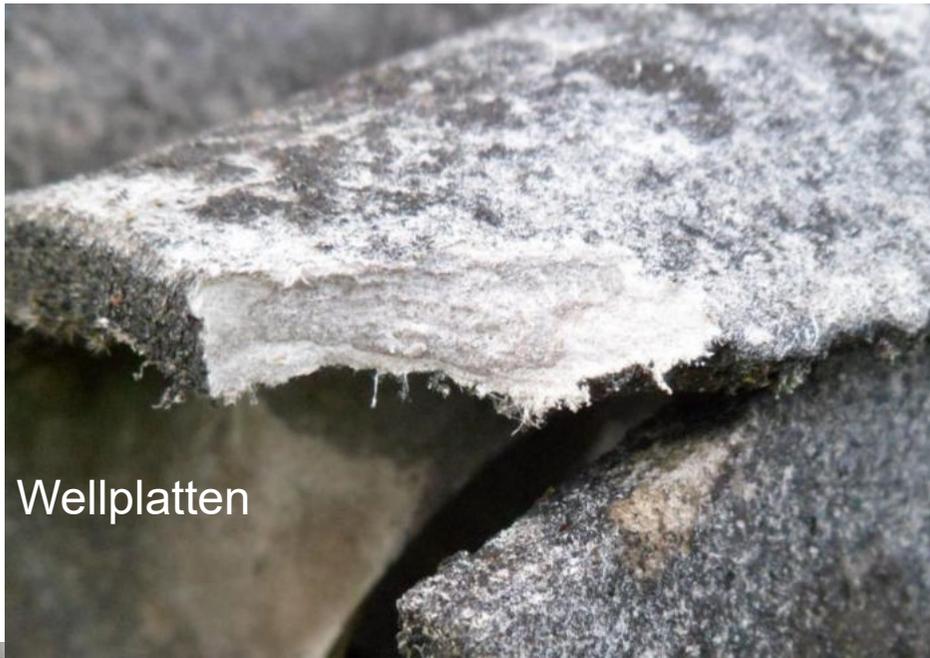
Berufskrankheiten durch Asbest

BK	Erkrankung	Anzeigen	anerkannt	Erstmals entschädigt	Tote
4103	Asbestose	3.478	1.649	437	189
4104	Lungen-, Kehlkopf-, Eierstockkrebs	5.032	629	680	566
4105	Mesotheliom	1.221	824	825	765
4105	Lungenkrebs, Synkanzerogenese Asbest und PAK	242	40	38	22
SUMME		9.973	3.142	1.980	1.542

Quelle: DGUV-Statistiken für die Praxis 2020
 ca. 150 Tote weniger als in 2019, ca. 250 weniger als 2015

EU-Zahlen zur Gesamtbevölkerung:
16 000 Tote / a in Deutschland
 (rechn. Anteil)

Faserzement Platten und Formstücke



Wellplatten



Fassadenplatten



Schalungsstreifen



Reste im
Bauschutt



Faserzementplatten

Werksteine Terrazzo, Asbestzementfliesen, Asphaltfliesen



Zementrohre



Abwasserrohre in Mischinstallation



Diathomeenerde Rohrisolierung

Faserbetonbauteile



Abstandshalter
Wand



Mauerstärken mit
Stopfen und Leim



Abstandshalter
Unterdecke

technische Textilien

Gewebe,
Schnüre,
Wollen



BS-Einlage für Durchbrüche



Spritzasbest



Leichte Bauplatten

Leichtbauplatten - Pappen und Papiere



Unterdeckenplatte

Beläge Flexplatten, PVC-Bahnen und Fliesen, Linoleum, Stampfliesen, Dichtungsbahnen mit Belagsklebern, Gießharze

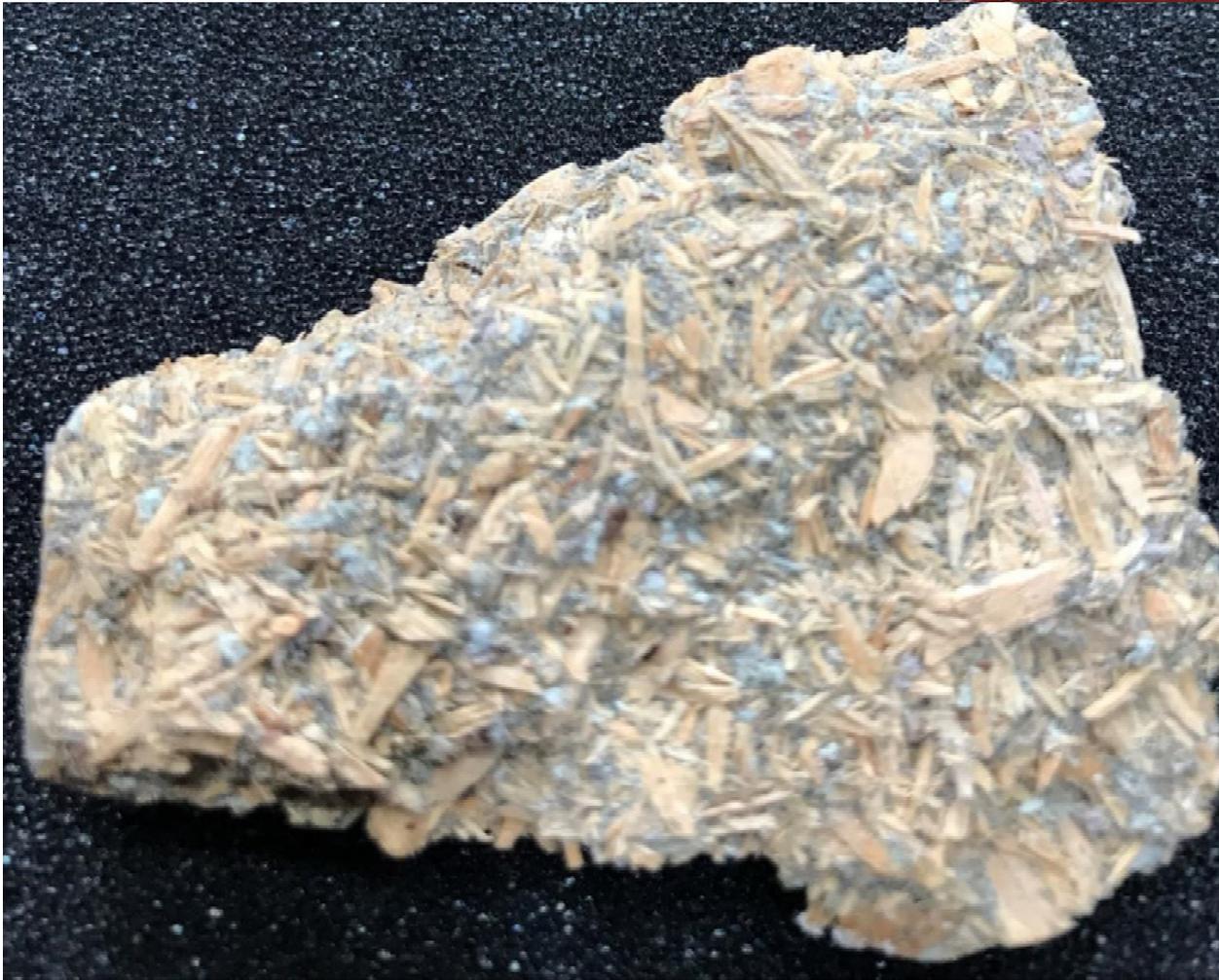


Beschichtungsstoffe - Farben, Coatings, Isolieranstrich



Bekleidungen

Gipsstuckplatten, Holzfaserplatten



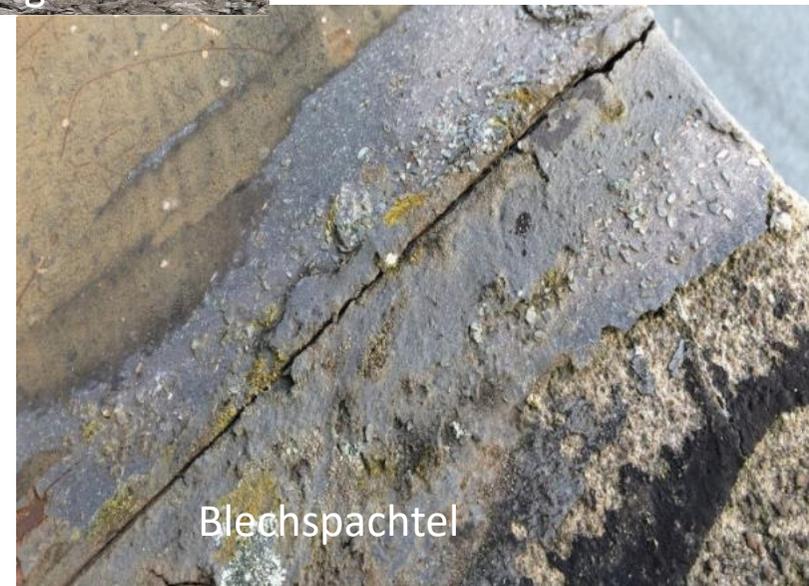
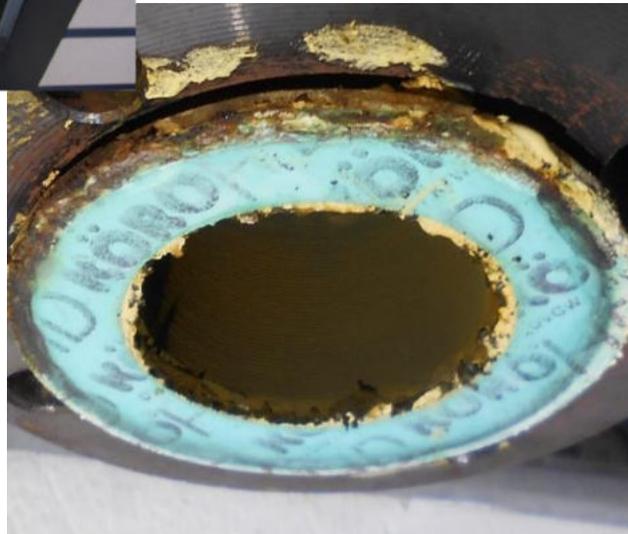
Dichtungsmaterialien Dichtstoffe, Dickbeschichtungen, gefüllte Profile, Kitte, Schaumstoffe, Flachdichtungen



Wandfußabdichtung



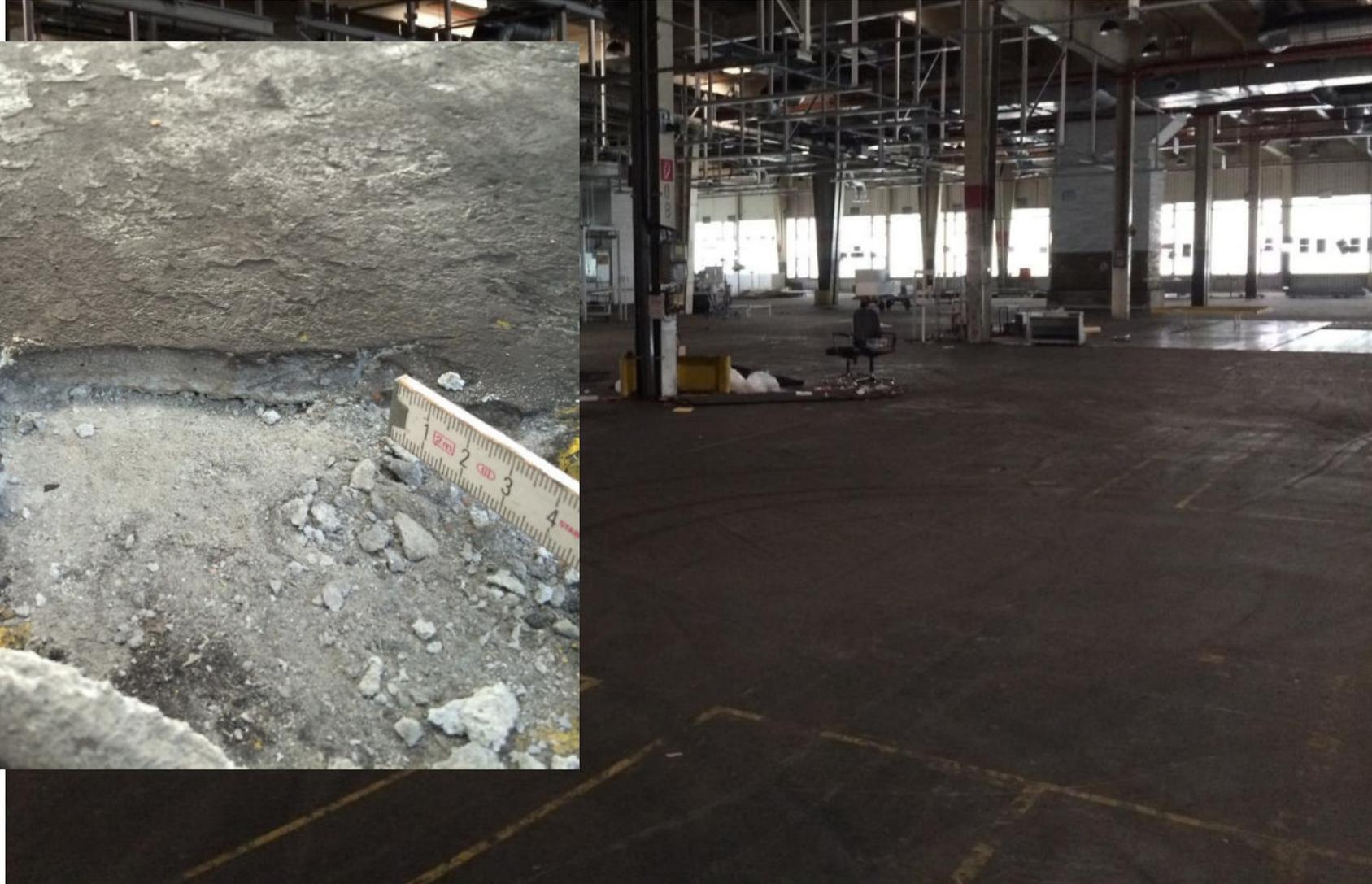
Guro-Kitt



Blechspachtel

Estriche / Mörtel

Magnesiaestrich, Steinholzestrich, Holzstampfestrich (mit Faserarmierung)



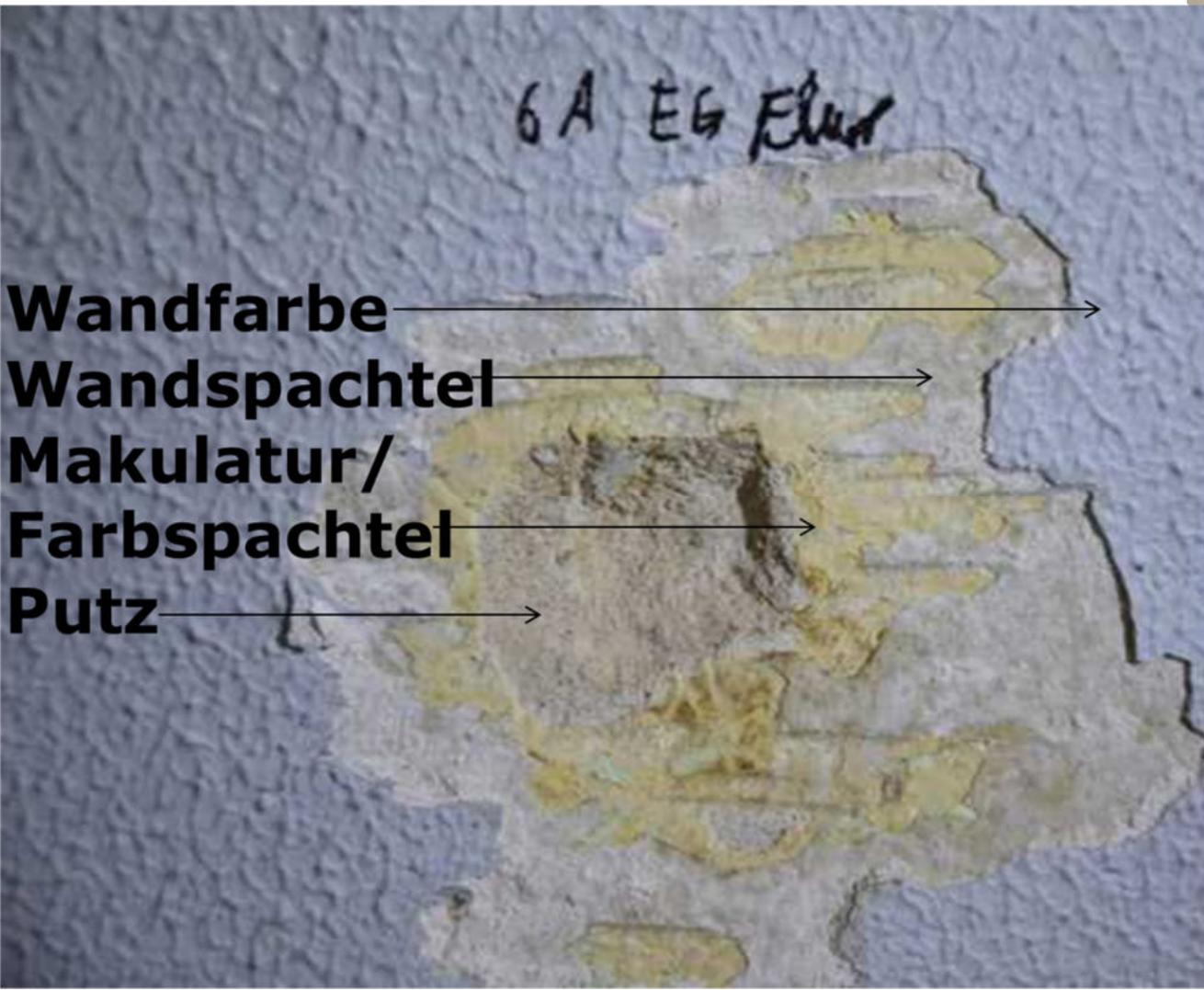
Zier- und Feinputze sowie Spachtelmassen



Buntsteinputz
Elektrikerspachtel

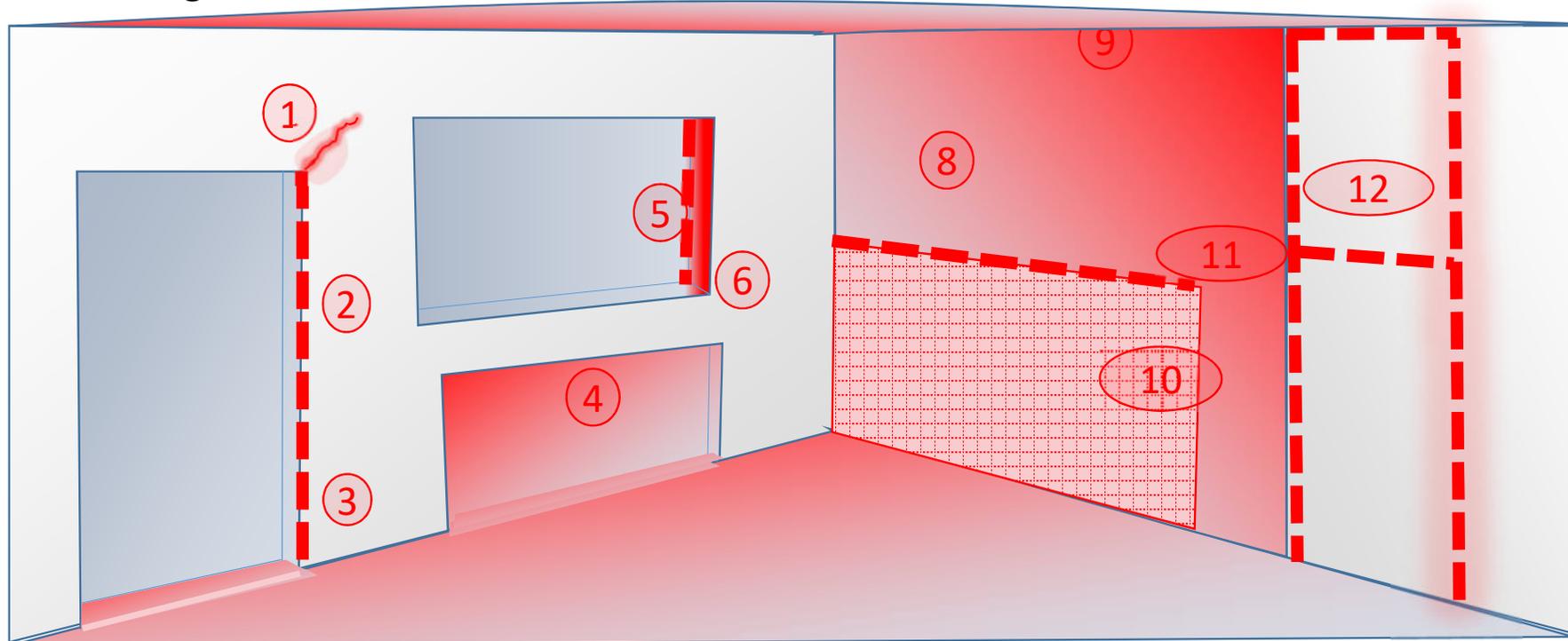
Asbestfreie Materialien	... aber dort mit Asbestverdacht
Metallbau, Stahl-, Aluminium-	Brandschutzcoating, -Bekleidungen
Stampfbeton	Stahlbeton - Abstandshalter, Schalstreifen, Coatings, Spezial-Faserbeton, Auflager, Betonkosmetik
Ziegel-, Kalk-Sandstein- Gipsdielen-, Porenbeton-, Glasbausteine	Dünnbettmörtel, Klebebatzen, Wandspachtel, Farben
Keramik, Rohre, Dachpfannen	Kitte, Leime, (Sturmfest-)Mörtel
Baujahr > 1993	Verschleppungen

Wandbeschichtung



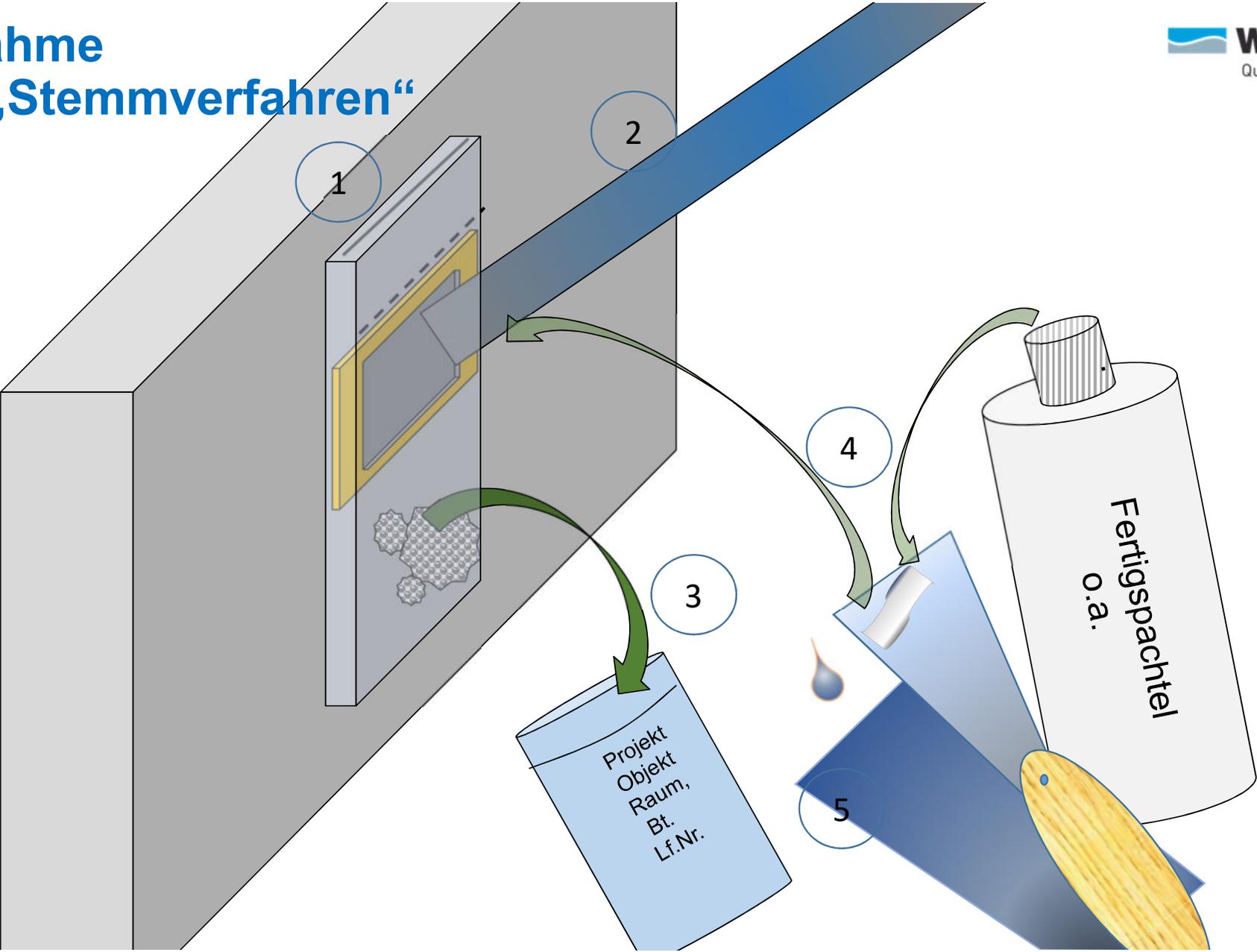
Gespachtelte Bauteile

- | | | |
|---------------------|-------------------|---------------------------------------|
| 1. Reparaturstellen | 5. Fenstermontage | 9. Deckenspachtel |
| 2. Türzargenmontage | 6. Fensterlaibung | 10. Fliesenkleber |
| 3. Wanddosen | 7. Bodenspachtel | 11. Sockelegalisierung |
| 4. Heizungsanlagen | 8. Wandspachtel | 12. Gipskarton Füll- u. Glättspachtel |

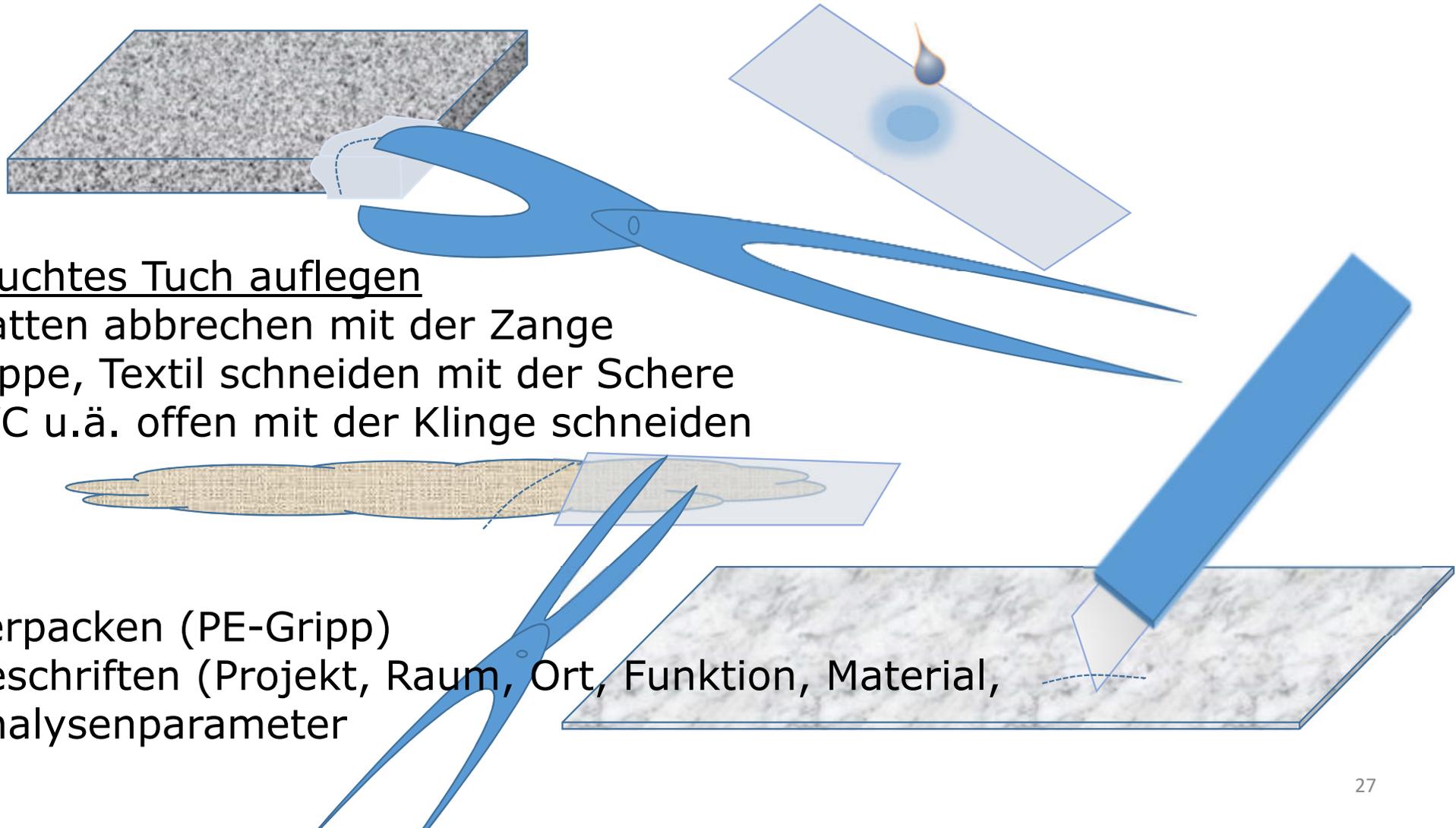


Gewerke: Maler, Tür- u. Fensterbauer, Elektriker, Trockenbauer, Fliesenleger

Probenahme BT32 – „Stemmverfahren“



PN-Technik für Pappen, Platten und Textil



- Feuchtes Tuch auflegen
- Platten abbrechen mit der Zange
- Pappe, Textil schneiden mit der Schere
- PVC u.ä. offen mit der Klinge schneiden

- Verpacken (PE-Gripp)
- Beschriften (Projekt, Raum, Ort, Funktion, Material, Analysenparameter)

VDI 6202 Blatt 3

Schadstoffbelastete bauliche und technischen Anlagen - Asbest - Erkundung und Bewertung

- **Detaillierte historische Erkundung**

- Baujahr (dito Bauteilen, Bauabschnitten), Baumaterialien, Planeinträge
- Altgutachten, Umbauten, Renovierungsarbeiten

- **Beauftragung**

- Motivationen wählen: 1-Nutzung, 2-Umbau oder 3-Abbruch, 4-Wertermittlung
- Probenmengen gem. VDI 6202-3 vorläufig ableiten
- Ortsbegehung entscheidet Gesamt-Probenumfang

- **Ortstermin vorbereiten**

- Zugänglichkeit, alle Räume, Hohlräume, außen, ggf. Rollgerüst
- Flachdächer: Dachdecker hinzuziehen
- ortskundige Führung organisieren

VDI 6202-3, Trefferwahrscheinlichkeit Bsp. Dachbahn

Material/Produkt / F-Treffer	Treffer w.	Erläuterung	[]	Ausdehnung	Proben Motiv. 2/3	Aussage-sicherh. %
Abdichtungsbahn	0,2	z.B. Bitumen-/Teerdichtung	m ²	bis 10 m ²	4	63
				10 bis 50	8	85
				50 bis 250	11	92
				250 bis 1.000	14	96
				≥ 1000 m ²	19	99



Dachbahnen Schichtenaufbau



Mehrlagenaufbau



Isolierung ≠ Dichtungsbahn

VDI 3866-1 und VDI 6202-3: Beispiele zur Probenplanung

Nr.	Verdachtsmoment (VM)	Angenommene Trefferwahrscheinlichkeit	Quantität	Aussagesicherheit	Anzahl Proben	Risiko
1	Spachtelmasse an Betonunterzügen	20 % -> 60	450 m ²	92 %	11 -> 3	7 m ²
2	Fugendichtstoff Glasanschlusskitt Holzfenster	60 %	20 m	94 %	3	1 m
3	Fugendichtstoff Glasanschlusskitt Metallfenster	20 %	85 m	92 %	11	1 m
						27 m ²

Änderung: angenommene Trefferwahrscheinlichkeit von 20 auf 60 % erhöht

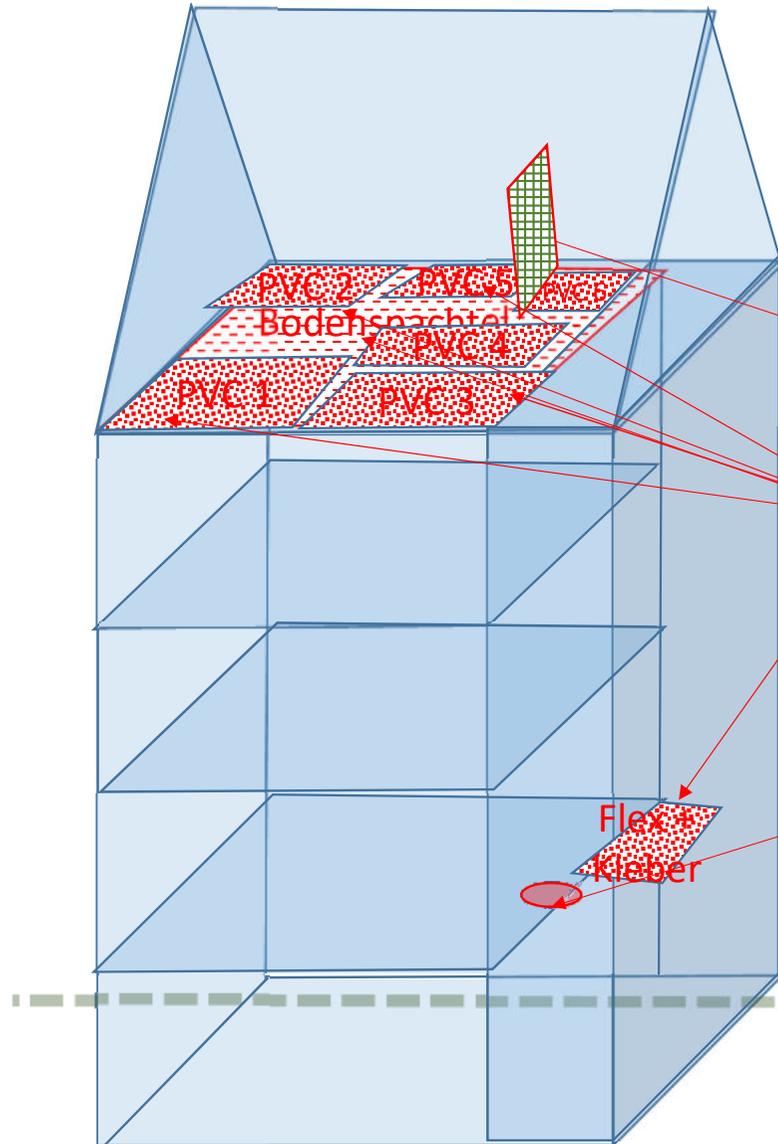
Begründung: Spachtelmasse wurde durch eine Kolonne angebracht (alles einheitlich)

VDI 6202 Blatt 3 Begehungen Motivation 4

- wirtschaftliche Motive...
- aber auch orientierende technische Erkundungen sind möglich
- z.B. können Haupt - Belastungsbilder durch Stichproben ermittelt werden
- mindestens 2 Proben für erste Validierung, insbes. ausgedehnte Verdachtsmomente
- Trefferwahrscheinlichkeit und Durchschlupfmenge immer nach VDI 6202-3 berechnen
- insbesondere bei negativen Befunden ergänzende Prüfungen empfehlen

Fallbeispiel

Baustillstand durch Asbest



1. **Reparaturspachtel** zum KG verursacht Staubfreisetzung
2. Mieter EG reicht Beschwerde ein
3. GAA will **Fliesenkleber** im Bad 4.OG geprüft haben
4. Begehung mit Baubiologen stellt Asbest an **weiteren 7 Baustoffen** fest

Anhaftungen mit Asbest

Dünnbettmörtel, Gips-Batzenkleber, mineralische und organische Kleber an Fliesen, Isolierungen, Glasbausteine und Gasbetonstein



Folgemaßnahmen bei Asbestbelastungen

Rückbau und Entsorgungskonzept LAGA M 23

- Abfallminimierung
- Abfallkonzept zur Entsorgung belasteter Abfälle
- Geordneten Rückbau planen und kontrollieren
- Abtrennung der Schadstoffe (Sanierungsplanung) mit
- Boden berücksichtigen

Entsorgungskontrolle VDI 3876 / PN 98, VDI 6202-10 (n.n.)

- Begleitgutachten zur RCM
- Abbruchmengen Stichprobe gem. PN 98

Asbest / KMF VDI 3492

- akkreditierte Probenahme (Rechtssicherheit)
- akkreditierte Analytik (Standard)
- Ziel der Messung vorgeben
- Raumgröße (bei mehreren Räumen Grundriss) zur Festlegung der Anzahl der nach VDI 3492 erforderlichen Messungen
- rel. Luftfeuchte: < 70%

Zum Vergleich - VOC, PCB, PAK u.a.:

- wie vor und ...
- Raum am Vortag Stoßlüften und bis zur Probenahme ungenutzt und ungereinigt lassen
- Temperatur: 19 – 25 °C (möglichst über mind. 2 Tage)

Asbestsanierung Trägerbeflockung

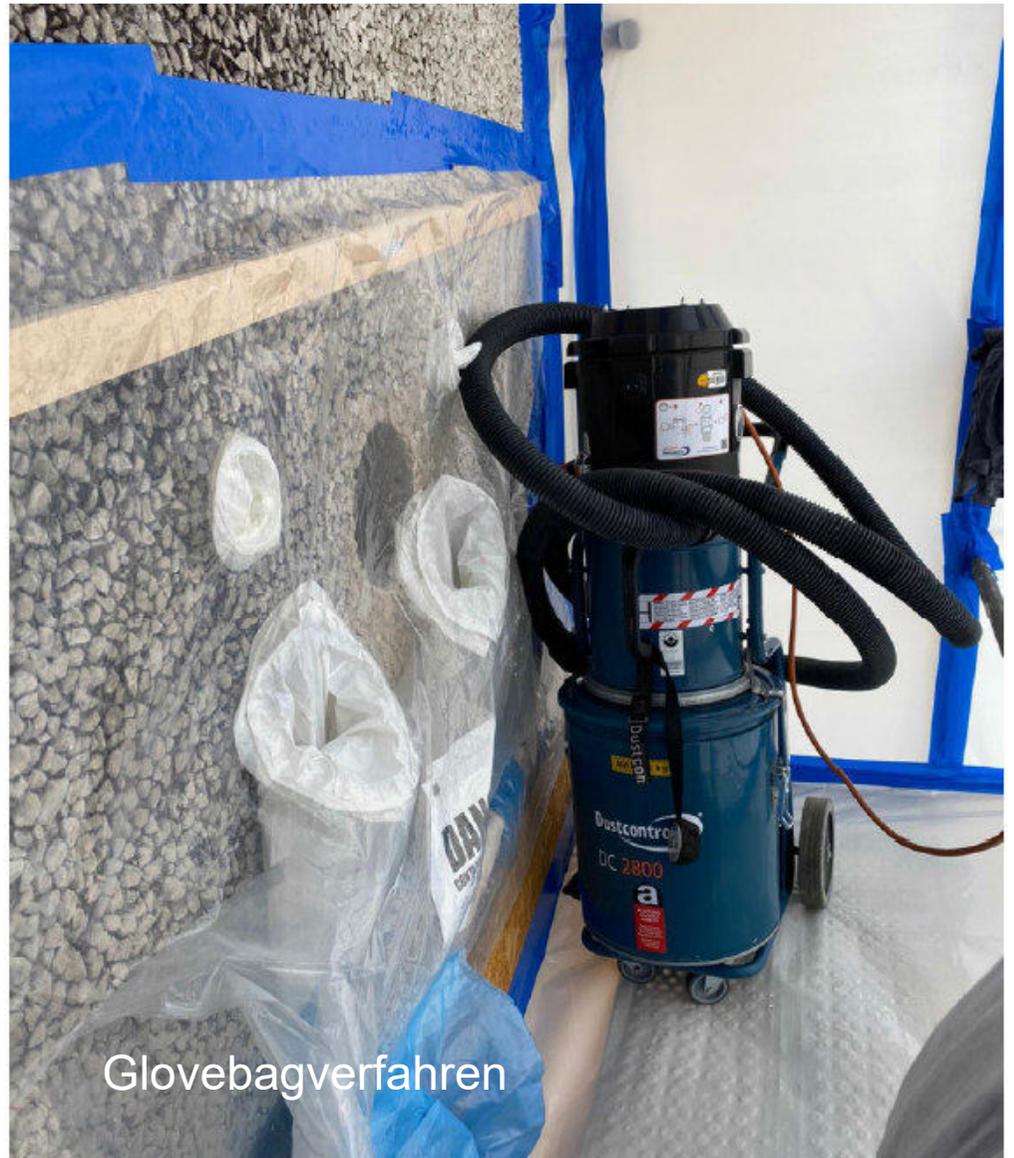
In eine Wand integrierte Stahlträger waren rückseitig mit Spritzasbest beflockt (Overspray)





Stahlträger mit Overspray

Asbestsanierung



Glovebagverfahren

Asbestsanierung



Asbestsanierung



ungereinigt | gereinigt

Asbestsanierung

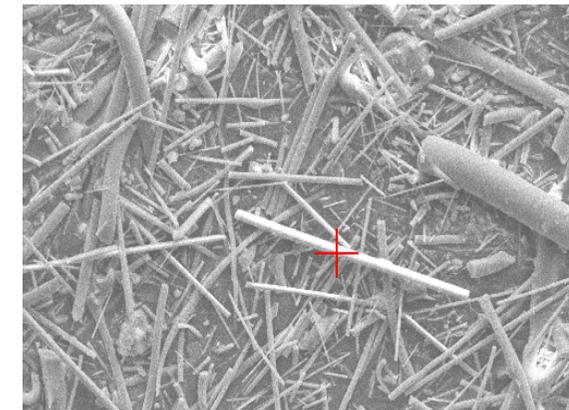


gereinigter Bereich

Künstliche Mineralfasern - KMF



- Mineralwolle-Dämmstoffe Zusammensetzung
 - mindestens 90% künstliche Mineralfasern (KMF) glasiger Struktur
 - bis zu 7% Kunstharz (Phenol, Harnstoff und Formaldehyd)
 - ca. 1% Öle und weitere Zusätze, z.B. wasserabweisende Stoffe
 - Enthalten Fasern mit mehreren cm Länge und teilweise $< 3 \mu\text{m}$ Durchmesser
 - die beim Bearbeiten in lungengängige Fasern brechen können
- WHO Faserdefinition kritischer Abmessungen
 - Länge $> 5 \mu\text{m}$
 - Durchmesser $< 3 \mu\text{m}$
 - $L : D \geq 3 : 1$



35 μm

KMF vs. Asbest

KMF



Brechen quer und werden immer kürzer und kleiner und sind schließlich mit Staub vergleichbar

Geringe Beständigkeit:

- Heutige Glas- und Steinwollefasern sind schon nach weniger als 40 Tagen zu mehr als der Hälfte abgebaut (Halbwertszeit)
- Alte Wolle mit Halbwertszeit von einigen 100 Tagen

Asbest



Teilen sich der Länge nach und werden immer dünner und gefährlicher

Hohe Beständigkeit:

- Halbwertszeit von Blauasbest mehr als 100 Jahre

Quelle: Handlungsanweisung KMF, BG Bau

TRGS 521 - Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle

Alte Wolle

Baujahr vor 1996

Individuell

1996 – 2000

Neue Wolle

nach 2000

- Feststellung per Dokumentenprüfung (Bauakten) ?
- RAL-Güteüberwachung mit Voll-Analyse und Bibliotheksabgleich ~
- Kanzerogenitätsindex Analyse zu oft ≤ 30 bzw. < 40 mit Verdacht auf karzinogene Wirkung nach GefStoffV x

Für KMF (biopersistente Fasern) werden in Abhängigkeit von der toxischen Wirkung zwei **Gefährdungskategorien** für biopersistente Fasern:

Kategorie 1B: für Stoffe, die wahrscheinlich beim Menschen karzinogen sind

(KI \leq 30 nach GefStoffV)

Kategorie 2: für Stoffe mit Verdacht auf karzinogene Wirkung beim Menschen

(KI zwischen 30 und 40 nach GefStoffV)

wenn KI \geq 40 dann keine Einstufung als krebserzeugend

KMF – Analysen nicht zielführend

- Fußnote in der TRGS 905
 - es ist bekannt, dass der KI zu einem anderen Ergebnis führen kann als die Einstufung nach CLP-Verordnung
 - Aber wenn keine Informationen/Dokumente über das Alter der Wolle vorliegen, bietet der KI eine schnelle und preiswerte Chance für eine Bewertung ?
- KI in der Baupraxis
 - häufig Diskrepanz der Einstufung der Hersteller und der Bewertung im Baugeschehen
 - Entscheidung nach Baujahr letztlich zielführender

TRGS 905 - Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe

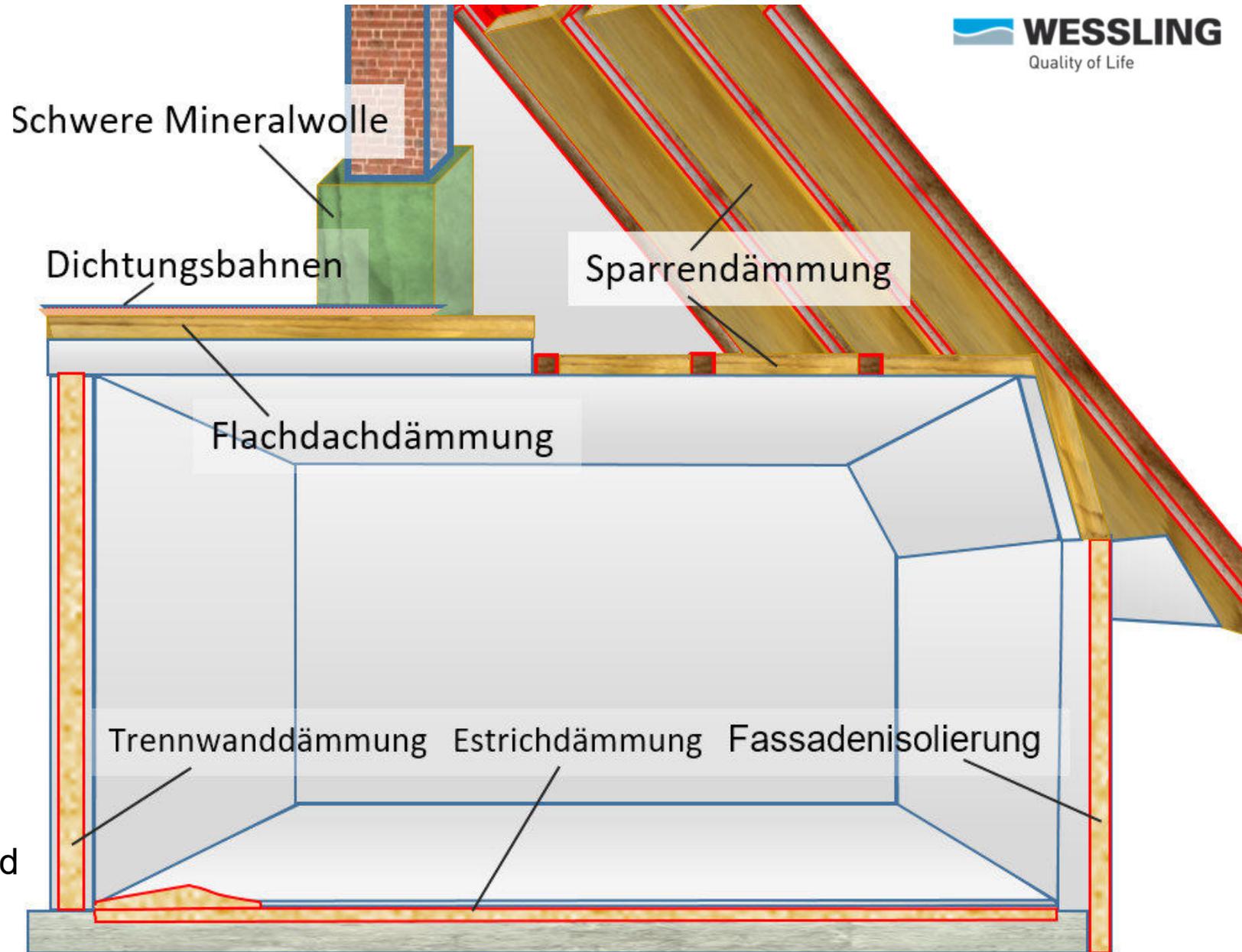
TRGS 521 - Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle (mit Tabelle für Tätigkeiten)

- **Expositionskategorie 1: bis 50.000 Fasern/m³**
keine oder nur sehr geringe Faserstaub-Exposition
- **Expositionskategorie 2: 50.000 bis 250.000 Fasern/m³**
geringe bis mittlere Faserstaub-Exposition
- **Expositionskategorie 3: über 250.000 Fasern/m³**
Für alle Tätigkeiten, die nicht in den Tabellen 1a und 1b im Anhang der TRGS 521 aufgeführt sind oder für Tätigkeiten, bei denen die Einschränkungen für die Expositionskategorie E2 nicht eingehalten sind, gilt immer die Expositionskategorie E3

Nutzung:

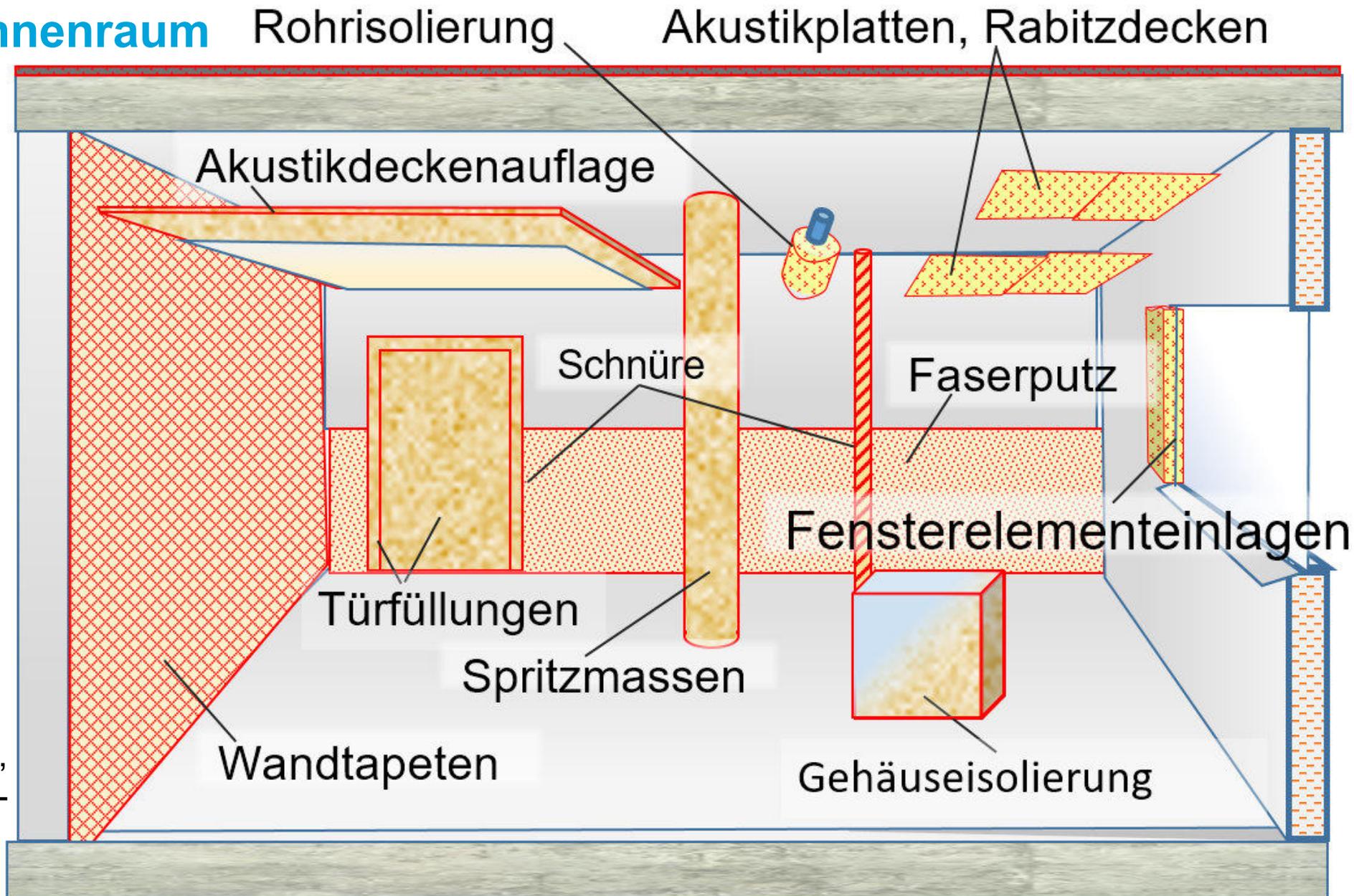
Es gibt keinen Prüfwert zur Bewertung der Raumluft für Nutzer
KMF sollen nach Stand der Technik verdeckt eingebaut sein

KMF in Bauteilen



Quelle:
R.Müller Verlag,
Gebäudeschadstoffe im Bild

KMF im Innenraum



Quelle:
R.Müller Verlag,
Gebäudeschad-
stoffe im Bild

Akustikdecke

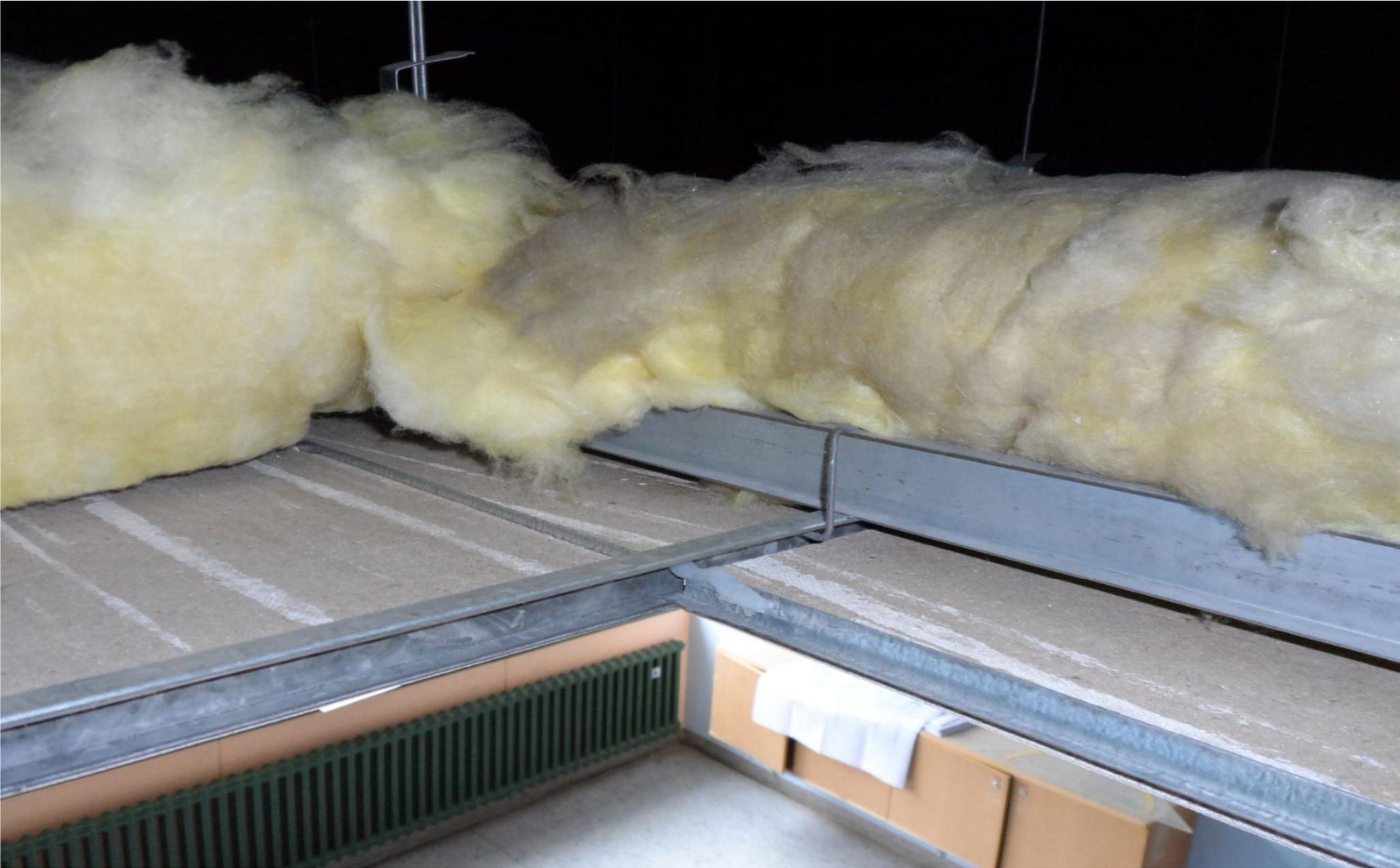
KMF





KMF

KMF



KMF





Deckenauflage + Rohrisolierung aus KMF



Asbestzement Fragment



KMF-Dachbodendämmung

KMF- Rohriso- lierung



Asbest

alte Mineralwolle

KMF-Einbau

Lüftungskanalisolierung
KMF-Spritzmasse

19/03/2014



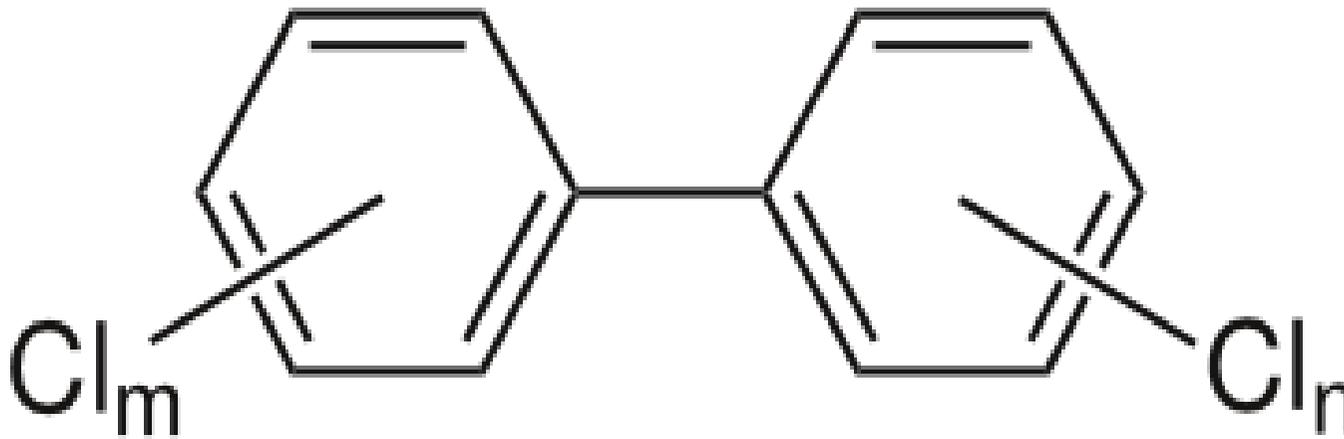
KMF-Fassadendämmung



KMF- Untersuchungsstrategie

- Prüfung Baujahr < 2000
- Visuelle Feststellung von Mineralwollen
- ggf. unzugängliche als Verdacht (Estrich, Fassade etc.)
- vollständig mit Kernbohrungen ca. 10 Stück gesamt
- Feststellung der Überdeckung aller KMF
- KI wird nicht analysiert
- Bauaktenrecherche und Baubuchpflege (neue KMF) wird empfohlen

PCB – Polychlorierte Biphenyle



- synthetisch hergestellte organische (fettlösliche) Verbindungen
- Biphenyl-Grundgerüst mit ein bis zehn Chloratomen

ausgasender
eindringender
beharrlicher

Chlorierungsgrad 2 – 10 Chloratome

giftiger
persistenter
besser entfernbar



PCB – Polychlorierte Biphenyle

209 Einzelverbindungen (Kongenere)

PCB Nr. 28

leichter flüchtig

PCB Nr. 52

PCB Nr. 101

Aufnahme aus der Luft, werden in 1 - 5 Jahren abgebaut

PCB Nr. 138

PCB Nr. 153

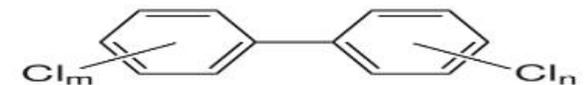
PCB Nr. 180

sehr schwerflüchtig

Vereinbarung

die 6 Kongenere werden untersucht, Summe $6 \times 5 =$ PCB gesamt

PCB 118 (Leitkongener für 32 Coplanare) wird zusätzlich betrachtet wg Toxizität (Dioxinähnlichkeit, planar und zellgängig) 10 ng/m^3



PCB - Vorschriften

Arbeitsrecht

Gefahrstoffverordnung
50 mg / kg

TRGS 900
Arbeitsplatzgrenzwerte
3.000 ng/mm³

Baurecht

PCB-Richtlinie
RW I 300 mg/m³
3.000 ng/mm³

Vermerk des Ministers für Bauen und Wohnen

MVV-TB

Entsorgung

LAGA-Merkblätter

PCB – Richtlinie der Bundesländer

	Maßnahmen
300 - 3000 ng/m ³	<ul style="list-style-type: none">- Zielsetzung 300 ng/m³ kontrolliertes Lüften, intensive Reinigung / Entstaubung- organisatorische Maßnahmen, messtechnische Kontrollen,- mittelfristiger Sanierungsbedarf
> 3000 ng/m ³	<p>Akute Gesundheitsgefahr nicht auszuschließen</p> <ul style="list-style-type: none">- Kontrollmessungen- vorl. Maßnahmen wie oben- Teilsanierungen- Nutzungsänderung, Fristsetzung

Arbeitsplatzgrenzwert:
3000 ng/m³

PCB Anwendungen

Geschlossene Systeme

- Kühl- und Isolierflüssigkeiten
- Dielektrikum Kondensatoren, Transformatoren
- Hydraulischen Anlagen Öle



Offene Systeme

- Dichtmassen und Kitte
- Beschichtungen und Imprägnierungen
- Klebstoffe
- Schmierstoffe
- Schalöle

Funktion

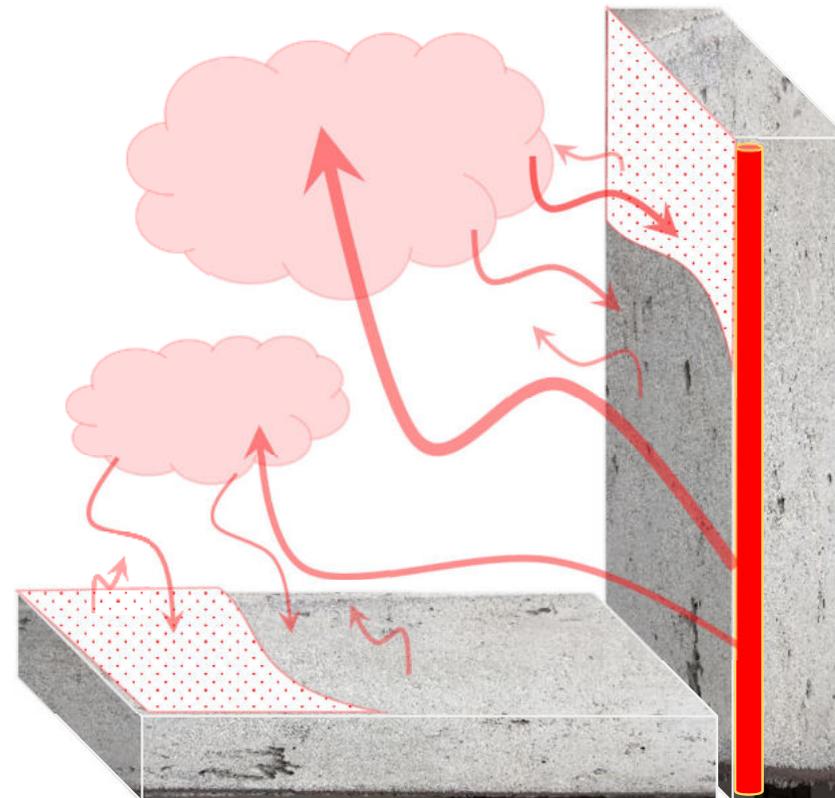
- Weichmacher
- Brandschutz
- Dielektrikum



Raumluftbelastung durch PCB

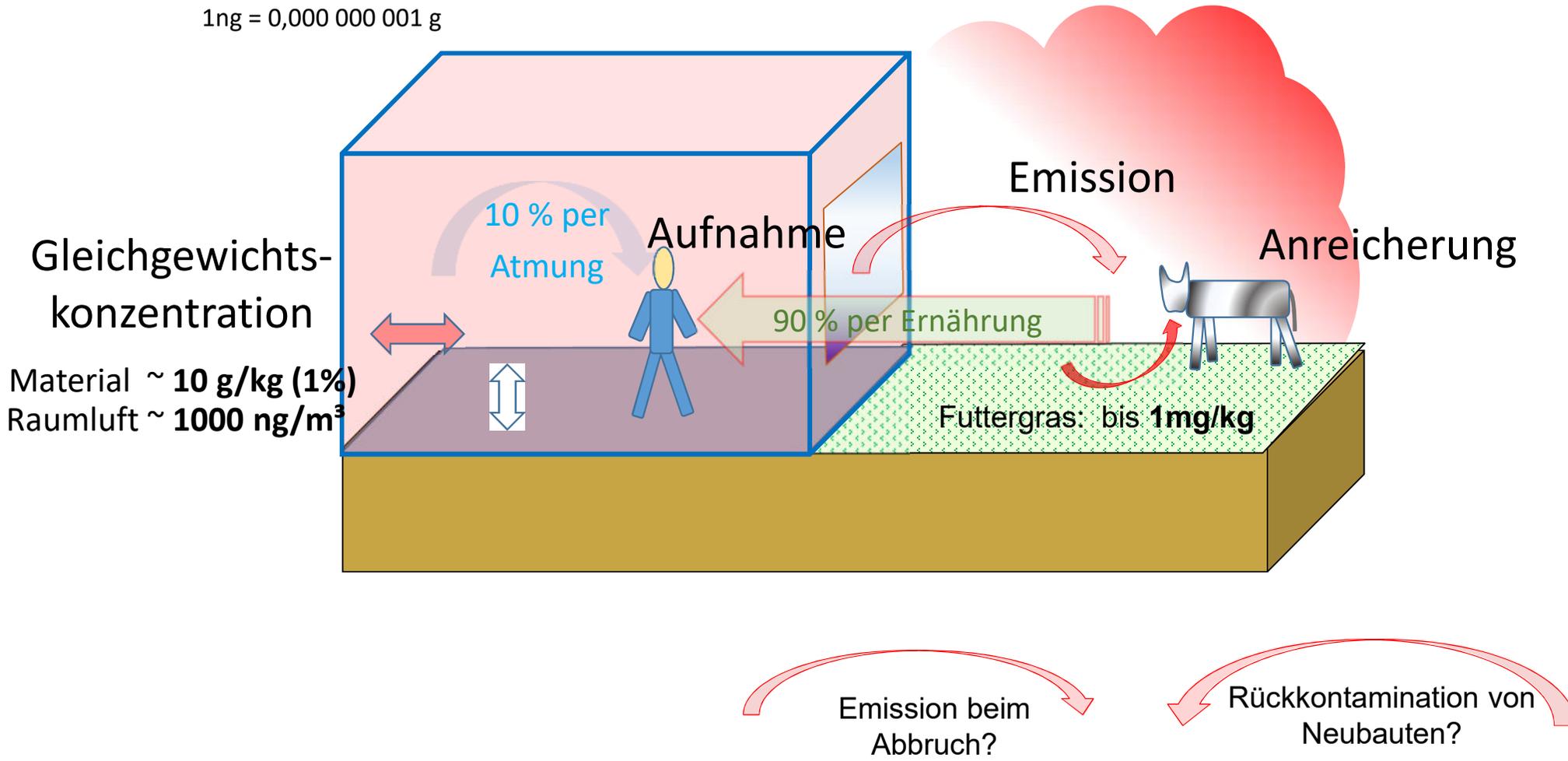
Höhere Freisetzungen durch

- Raum- u. Materialtemperatur
- Luftfeuchtigkeit
- geringerer Chlorgehalt
- jahrelange Migration



PCB - typisches Verteilungsbild schwerflüchtiger und lipophiler Stoffe

1ng = 0,000 000 001 g

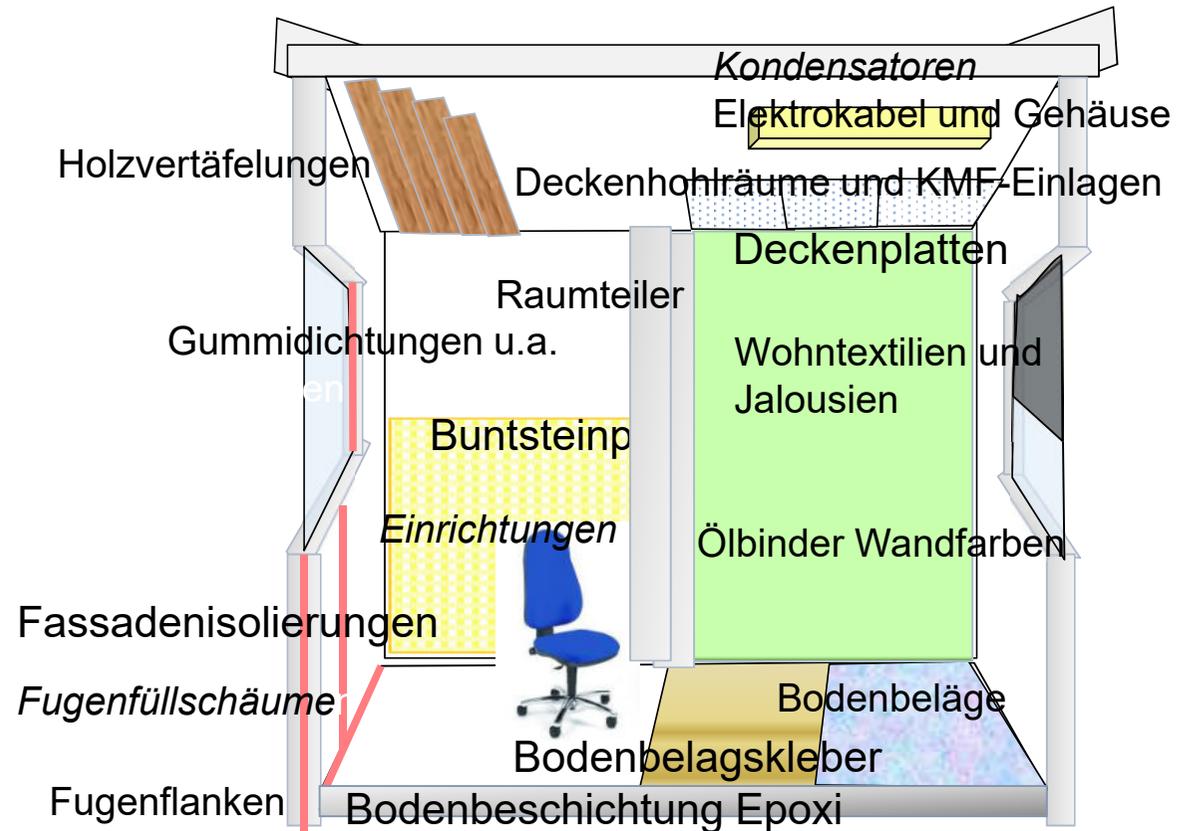


PCB primäre und sekundäre Belastungen

Sekundäre Belastungen haben überwiegend gleiche Verdachtsmomente wie die primären Belastungen

Materialuntersuchungen können dadurch in einem Zuge beide Belastungen erfassen

Lipophile Stoffe und raue Oberflächen begünstigen die Aufnahme der PCB



Kursiv: nur Quelle bzw. nur sekundär belastet

Fugenmasse außen



Fugenmasse innen



Holzpaneeldecke



18.600 mg/kg

Fensterfarbe



Buntsteinputz



Bodenfarbe

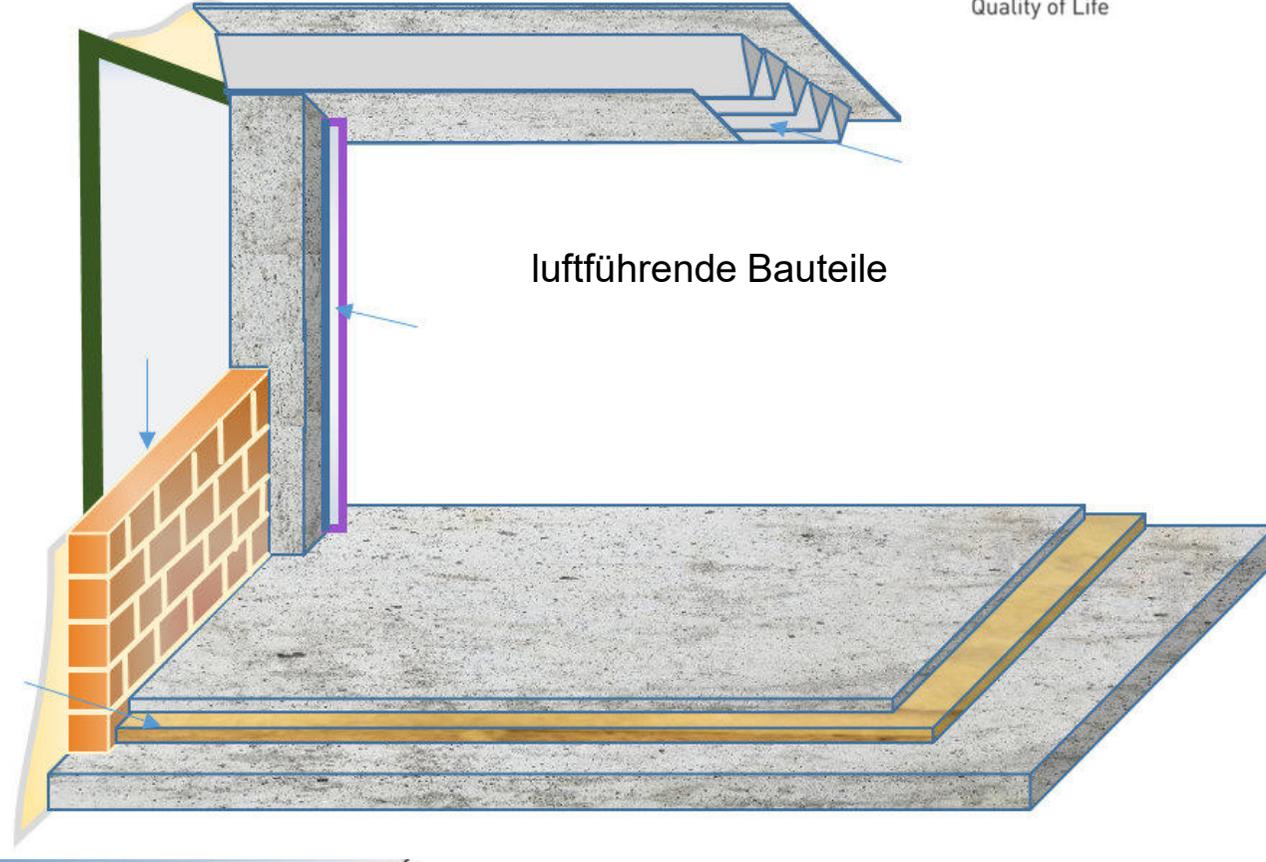
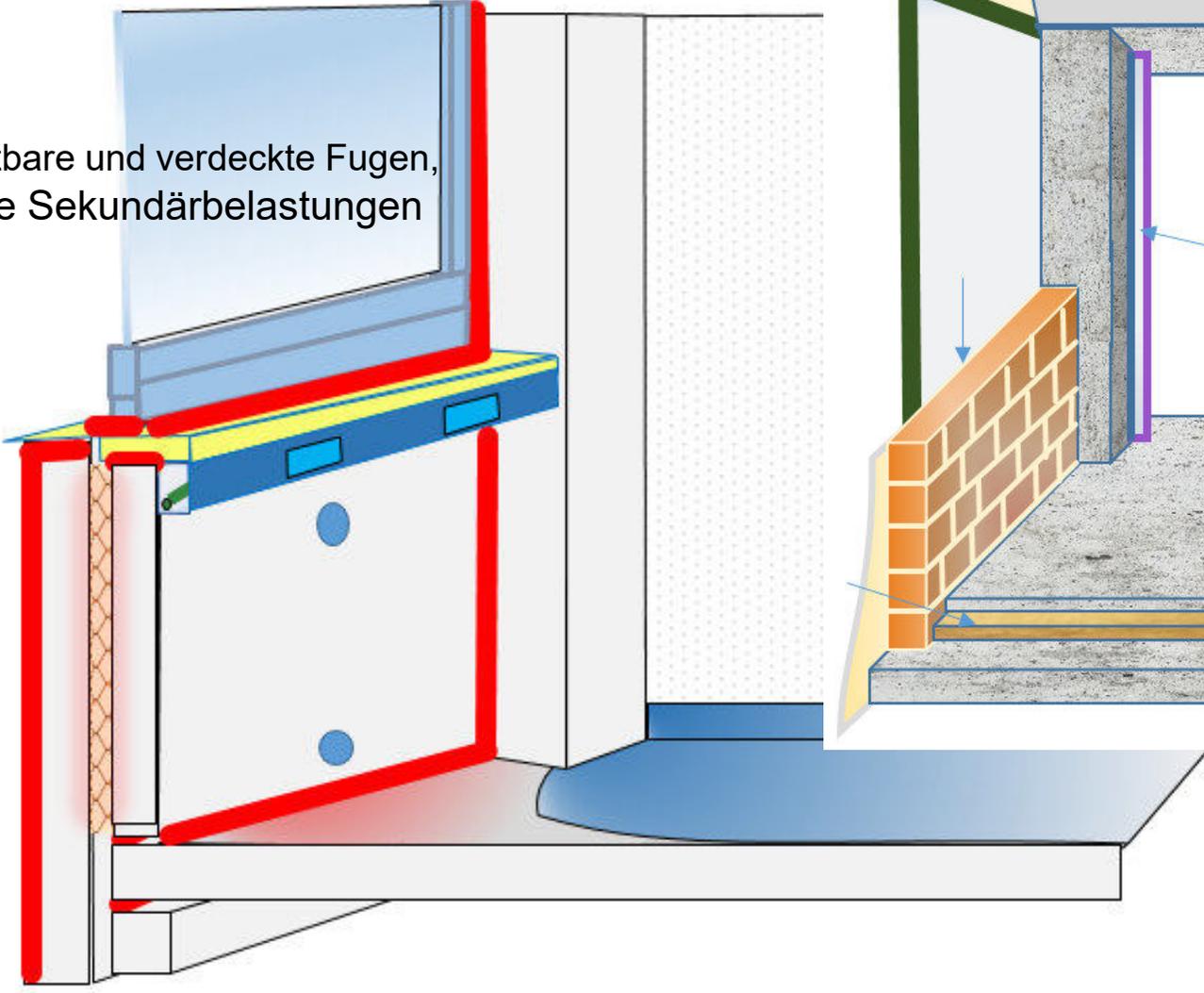


Türlack



PCB offene und verdeckte Quellen

sichtbare und verdeckte Fugen, hohe Sekundärbelastungen



luftführende Bauteile

PCB - Sofortmaßnahmen

Zur Minderung von PCB-Konzentrationen im Innenraum, können vorab der eigentlichen Sanierung, Sofortmaßnahmen ergriffen werden:

- Reinigung, Entfernen von Altstäuben, feuchtes Wischen der Oberflächen mit Seife
 - Reinigungsintervalle verkürzen
- Lüften der Räume über ganz aufgestellte Fenster und Türen
 - Stoßlüftung, Lüftungspläne
- Quellen PCB-dicht beschichten
 - Alu-Klebeband über Fugen, Aktivkohletapete, andere Beschichtungsstoffe
 - Dauerhaftigkeit prüfen
- Luftreiniger z.B. mit Aktivkohlefilter einsetzen
 - Reduzierung langsam verbessernd - prüfen
 - Untergrundgeräusch, Dauerbetrieb notwendig

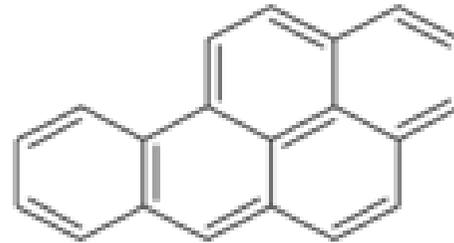
PCB - Erhebungen

- Materialproben primärer Quellen -> übereinstimmende Prüfziele
- Materialproben sekundärer Quellen
- Bis 5 Stichproben einer Materialart = 1 Mischprobe (X)
- auf ca. jeden 3 Raum eine Teilprobe (Konvention)
- + 4 x Proben außen

⇒ **Faustformel: Anzahl Räume / 15 + 4 = Anzahl Misch- Proben**

- Verdachtsgrenze 5 – 10 mg/kg (je nach Affinität, NWG reicht dafür)
- Anpassung: weniger Fugenmassen mehr Bodenflächen etc.

PAK – Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe



- KW, die aus mehreren miteinander verbundenen Benzolringen bestehen (>100 Einzelverbindungen bisher bekannt, aber nur **16 repräsentative PAK** werden untersucht)
- In Asphalt, Bitumen, Gussasphalt, Pech und Teer vorkommend
- Sie entstehen bei der unvollständigen Verbrennung oder bei der Pyrolyse (thermische Spaltung ohne Sauerstoff)
- Besitzen nur z.T. einen charakteristischen Geruch
- Auch visuell nicht sicher von teerfreien Materialien zu unterscheiden

Hintergrund/Historie

- 1775 wurden bereits die ersten medizinischen Befunde datiert
- Hier wurden gesundheitsschädigende Wirkungen festgestellt
→ erhöhtes Auftreten von Krebserkrankungen bei Schornsteinfegern oder Arbeitern der Teerindustrie
- 1915 zeigt die experimentelle Krebsforschung an Tieren Tumore auf der Haut durch PAK
- Seit den 1970er Jahren in Asphalt und Dachpappen bereits verboten → die Produkte wurden durch Bitumen-Produkte abgelöst

PAK – Rechtliche Hintergründe

- GefahrstoffVO (50 mg/kg Benzo[a]pyren)
- Chemikalien-Verbots-VO
- TRGS 905 (Verz. krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe):
50 mg **Benzo(a)pyren/kg Kategorie 1B**
- **Naphthalin** krebserzeugende Wirkung (Kategorie 2): Richtwert II (RWII = 0,03 mg/m³) als Interventionswert und Richtwert I (RWI = 0,01 mg/m³) keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten
- TRGS 551: Teer und andere Pyrolyse-Produkte aus org. Material
- TRGS 524 „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen“
- DGUV Regel 101-004 (ehem. BGR 128) „Arbeiten in kontaminierten Bereichen“
- „Umgang mit teerhaltigen Materialien im Hochbau“ LAGetSi Berlin (2008)

EPA - PAK

- „Priority Pollutants“:
- Liste der 16 Substanzen, die am häufigsten bei umweltrelevanten Beprobungen festgestellt werden →EPA-PAK
- Dazu gehören: **Naphthalin**, Acenaphthylen, Acenaphthen, Fluoren, Phenanthren, Anthracen, Fluoranthen, Pyren, Benzo(a)anthracen, Chrysen, Benzo(a)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, **Benzo(a)pyren**, Dibenz(a,h)anthracen, Indeno(1,2,3-cd)pyren und Benzo(g,h,i)perylen
- In den 1980er Jahren durch amerikanische Bundesumweltbehörde (US Environmental Protection Agency / USEPA) festgelegt

Gesundheitliche Bedeutung

Aufnahme von PAK

- Atemluft/inhalativ (Dämpfe, Stäube, Aerosole)
- Nahrung/oral (Stäube und Flüssigkeiten)
- Hautkontakt/dermal (Stäube und Flüssigkeiten)
 - → Hauptaufnahmewege: Atem- und Verdauungstrakt

Folgen

- Lungenkrebsrisiko bei Inhalation (z.B. beim Rauchen)
- Hautkrebsrisiko durch permanenten Umgang mit Stäuben

PAK Quellen

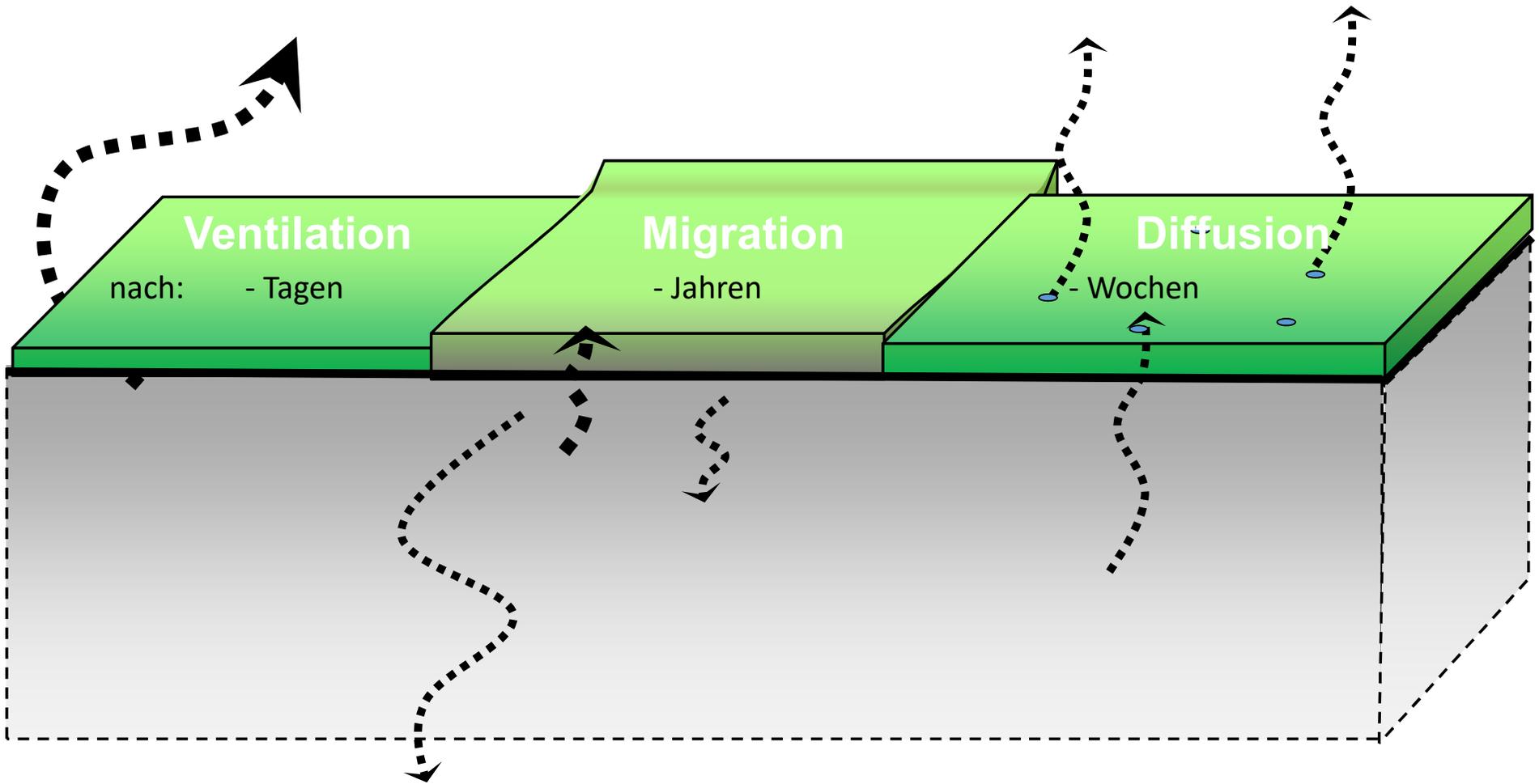
- Abdichtung gegen Feuchte (Bauteile, Korrosionsschutz)
- Holzschutzmittel
- Kleber
- Brandbelastung
- Chemiewerkstoffe





**PAK-
Parkettkleber**

PAK – Durchbruchverhalten



PAK - Vorkommen



Bohrkern mit PAK-haltiger Sperrschicht



Stampfasphaltplatten



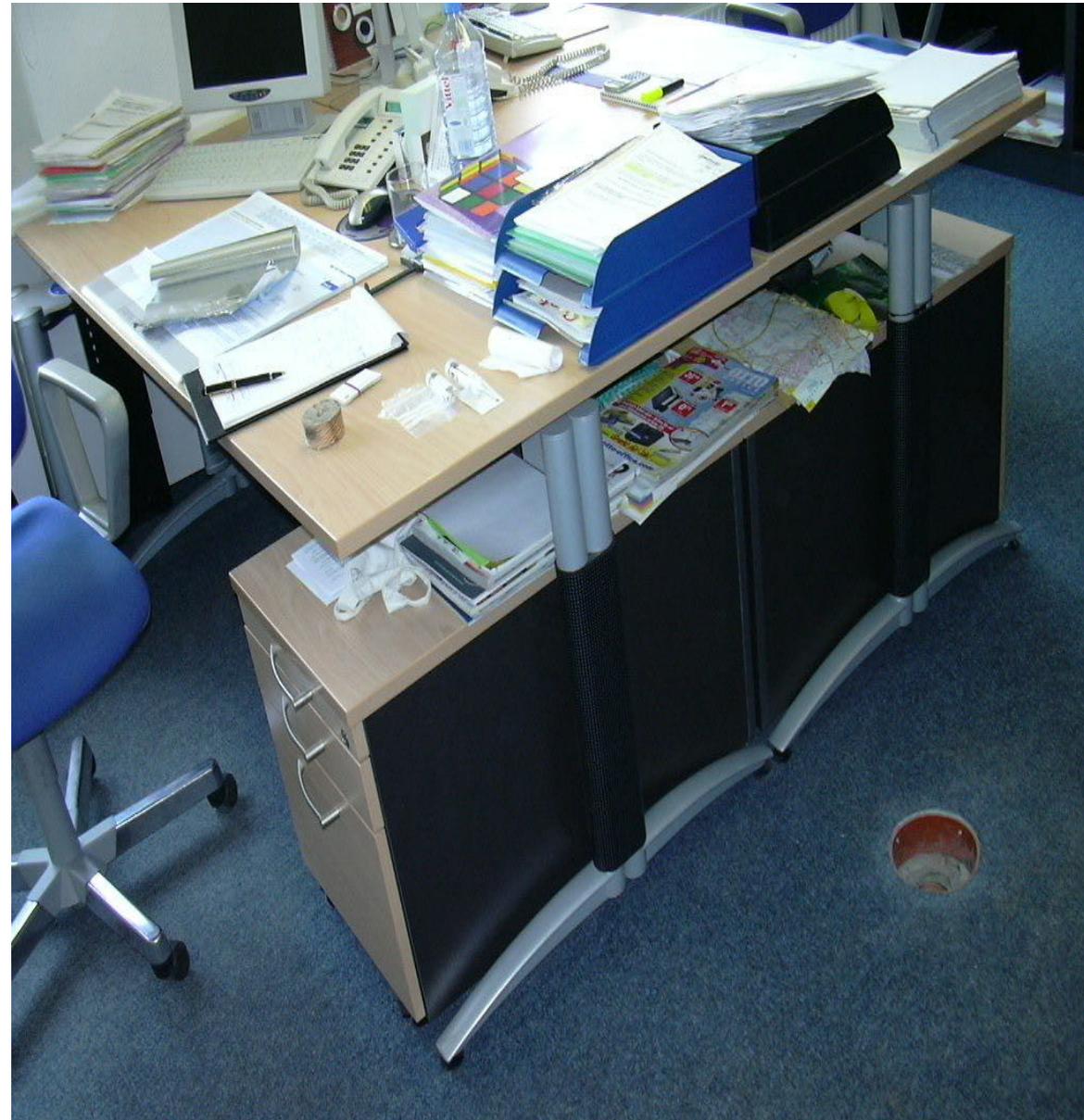
Asphaltestrich



Havarie

**PAK –
Dachbahnen**

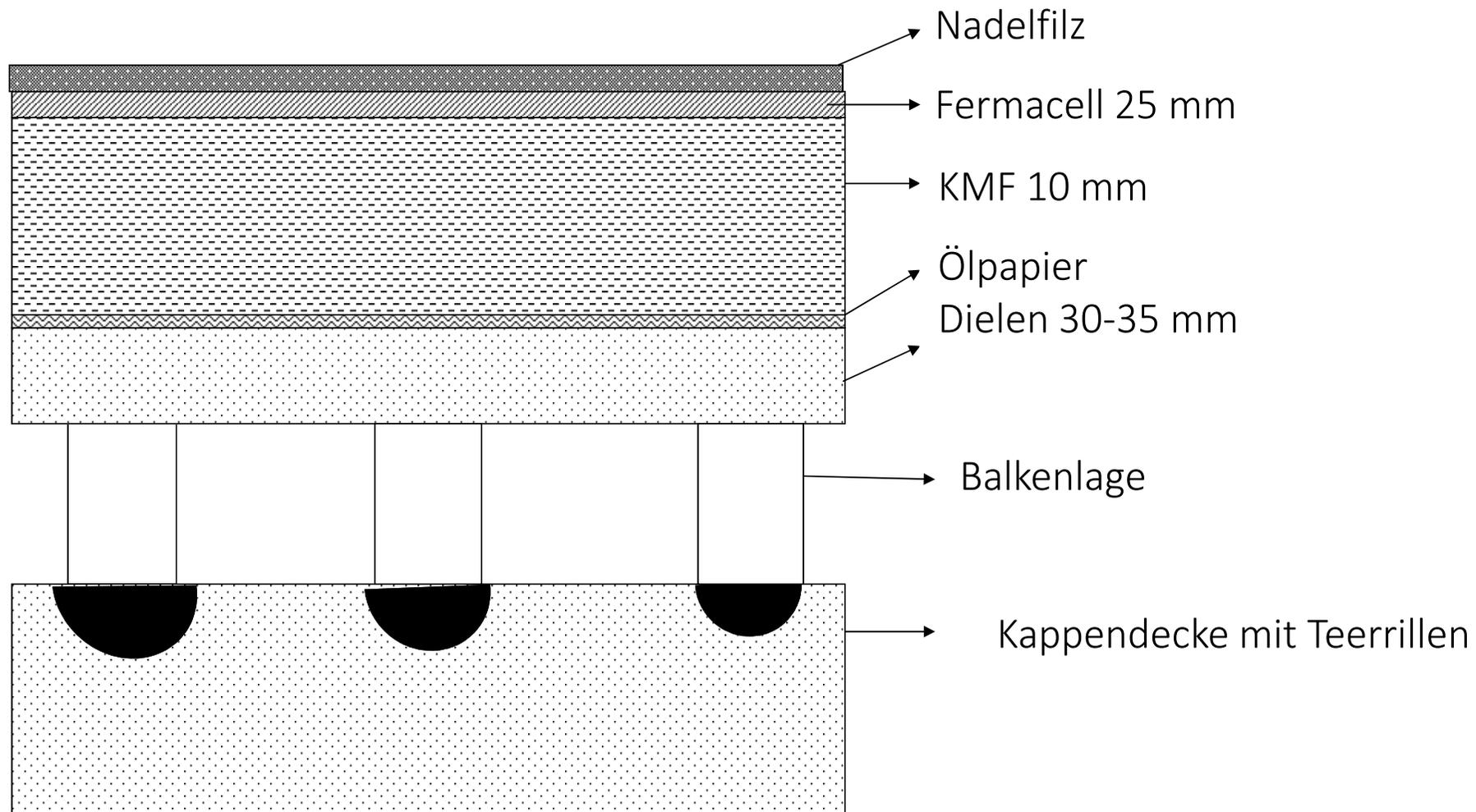
PAK Fallbeispiel



PAK Sanierung



PAK Fallbeispiel



Nachweis der PAK

- **Untersuchungen von Materialproben oder Hausstaub:**

- Teerhaltige Materialien 100 mg PAK/kg
- Gefahrstoff **Benzo(a)pyren** 50 mg/kg

- **Wischproben:**

- nach Brandschäden
- nach Sanierungen als Kontrolle des Reinigungszustandes

- **Raumluftkontrollmessungen:**

- **Naphthalin** (in VOC) Richtwert II (RWII = 0,03 mg/m³) als Interventionswert mit unverzüglichem Handlungsbedarf und dem Richtwert I (RWI = 0,01 mg/m³) als Vorsorgewert betrachtet
- **Benzo(a)pyren** Leitwert für die Raumluftbewertung (0,8 ng/m³ = 0,0000008 mg/m³)

PAK Expositionsminderung und Sanierung

Expositionsminderung:

- Vermehrtes Lüften
- Feuchtes Reinigen
- Ersetzt nicht die Sanierung!

Sanierung:

- Räumliche Trennung der kontaminierten Materialien, z.B. durch Beschichten (entspricht nur einer zeitlichen Verschiebung der eigentlichen Sanierung)
- Entfernen der PAK-belasteten Materialien

PAK - Entsorgung

- Gemäß LAGetSi (Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit) sind bei Materialien ab 100 mg EPA-PAK/kg Sicherheitsvorkehrungen zu treffen (Handlungsanleitung)
- Von der NGS (Niedersächsische Gesellschaft zur Endablagerung von Sonderabfällen) werden Materialien ab:
 - 25 mg/kg PAK (Straßenaufbruch)
 - 30 mg/kg PAK (Böden/Aushub)
 - 100 mg/kg PAK (Dachbahnen, Kleber, Bodenbeläge etc.)als teerhaltige Materialien eingestuft, die als gefährlicher Abfall entsorgt werden müssen
- Gemäß LAGA (Länder Arbeitsgemeinschaft Abfall) werden für Bauschutt folgende Werte für die Zuordnungs-/Wiedereinbauklassen vorgegeben:
 - Z 0 → 1 mg/kg
 - Z 1.1 → 5 mg/kg
 - Z 1.2 → 15 mg/kg
 - Z 2 → 75 mg/kg

Schwermetalle

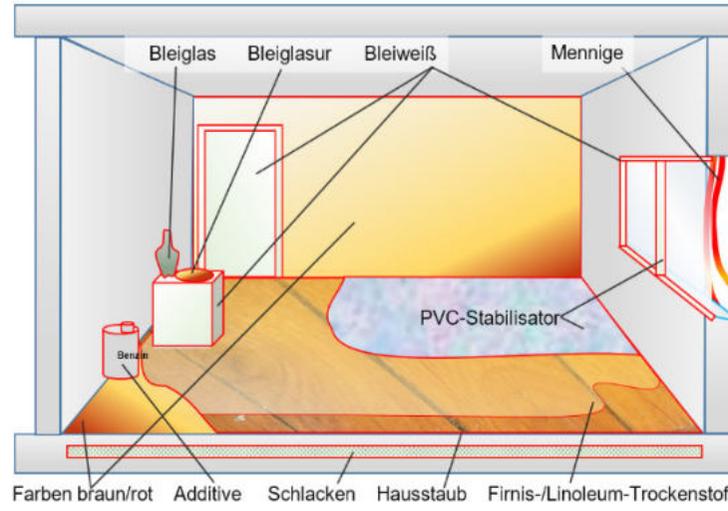
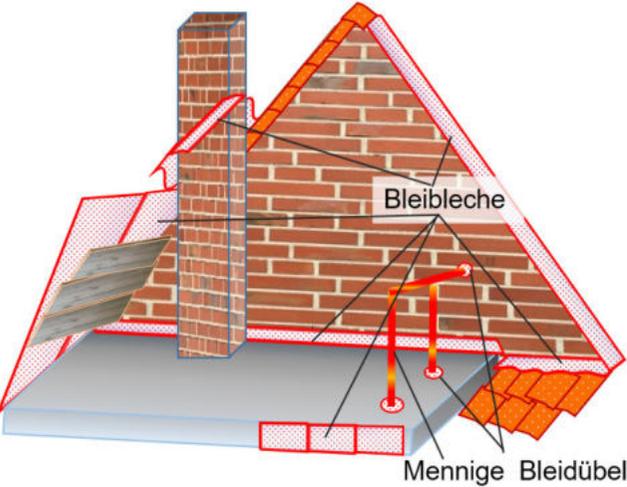
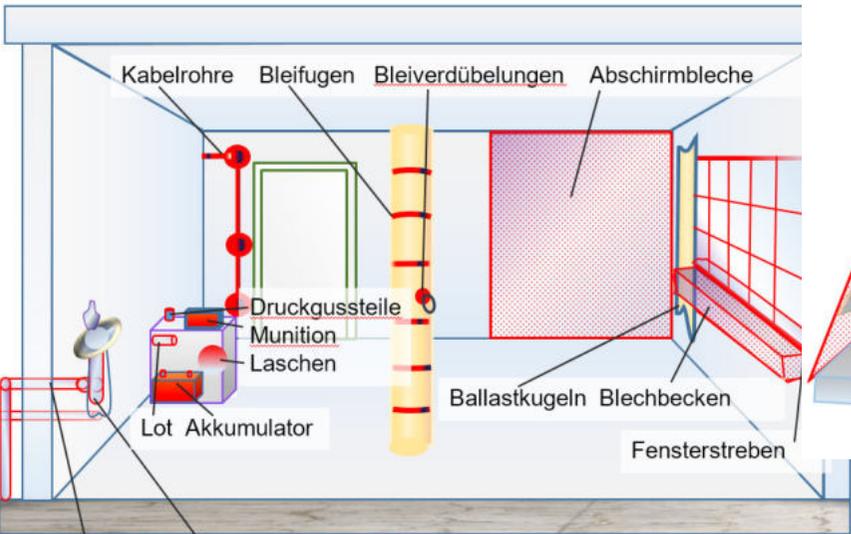
1. Definition: Elemente mit einer Dichte über $4,5 \text{ g/cm}^3$,
2. Gebäudeschadstoffrelevant: **Blei, Quecksilber, Cadmium, Chrom VI, Kupfer, Nickel Zinn, Zink** (Empfehlung)
3. biozide Eigenschaften, akkumulierend (Leber, Niere, Knochen, Fettgewebe)
4. Teilweise schwere Vergiftungen des Nervensystems (Seh- u. Gedächtnisstörungen, Intelligenz), Schwäche, Blutbild- und Knochenveränderungen, Schädigungen der inneren Organe
5. Innenraumbelastungen durch Anstriche, Beläge, Installationen und Einbauten, Gegenstände, Pestizide, Betriebsmittel und Einträge von außen
6. Nutzungs-, Arbeitsschutz und Abfallrelevant

Schwermetalle Übersicht nach VDI 4300-1; 10/21

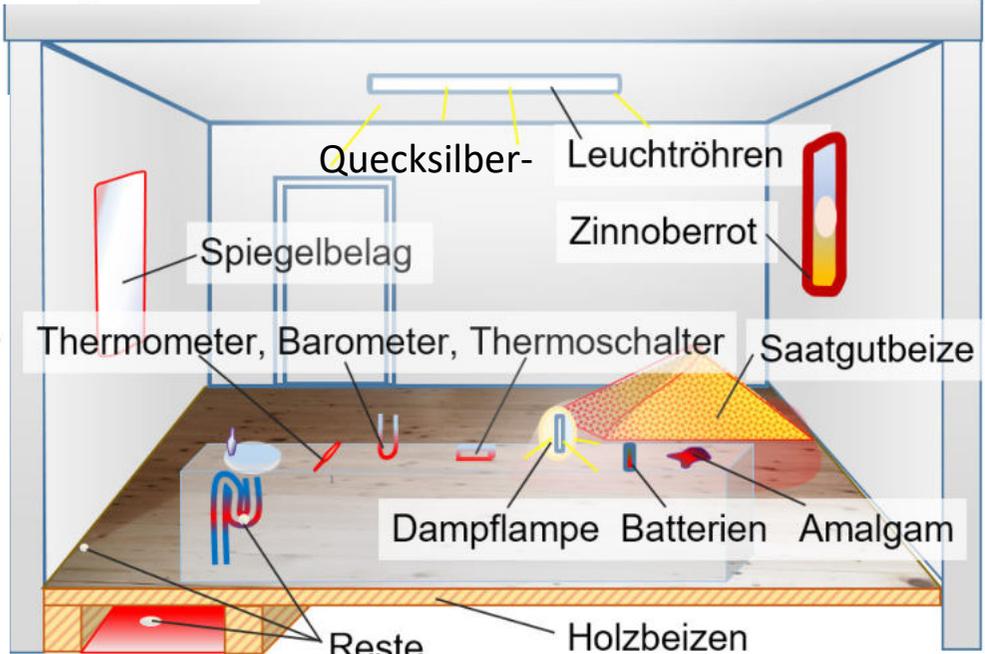
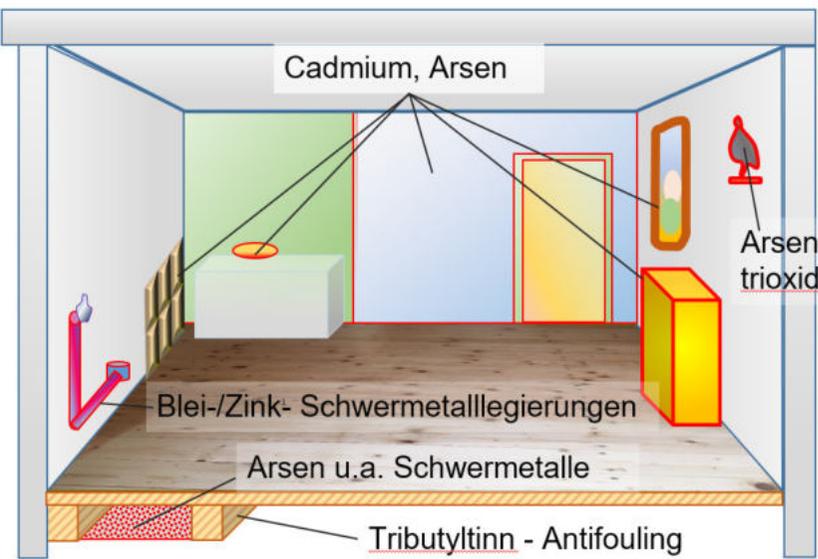
Relevante Schwermetalle

Blei	Quecksilber	(Arsen)	Cadmium	Kupfer, Nickel, Zink	Chrom VI,
%-Gehalte in Farben, Anstriche u. Firnisse, Batterien, TW-Rohre (Hauseingang!) u.a. Bauklempnerei, Benzin (vor Kat), Hausstaub OW III: 25 µg	Metall (fl/g) in Instrumenten u. Geräten, Amalgam, Beizen, Dachbahn, Nahrungsmittel, RWI 0.035, RW II 0,35 µg/m ³ , auffäll. Hausstaub 0,1 - 1 mg/kg	Arsen(III)oxid in Tierpräparaten,	(Lack-)Farben, Korrosionsschutz, PVC, Batterien	Metalle, Trinkwasserrohre (nicht SF)	Zement
insb. Früh-Hirnschäden (Intelligenzleistungen) /g Hausstaub	akute und chronische Vergiftungen	giftig, Krebsgift Kat I	Krebserzeugend Kat II, erbgut u. fruchtschädigend	Selten, Säuglinge	

Schwermetalle Verdachtsmomente



Trinkwasser-, Abwasserrohe



Quelle:
R.Müller Verlag,
Gebäudeschad-
stoffe im Bild

Erkundungen auf Blei

1. Hausstaub, ggf vorab Punkt 2, aber immer mit 3
2. Beläge und Beschichtungen beproben und analysieren
3. Inspektion aller Installationen (Klempnerei, TW-Rohre)
4. Kombination mit den übrigen Schwermetallen
5. Kombination mit den wesentlichen Gebäudebelastungen ohne akute Symptomatik (Asbest, KMF, PCB, PAK, HSM)
6. Beschränkung auf alte Gebäude (Hauptverwendungen vor 1990, bzw. vor 1945), aber Bleimennige bis heute (und nicht nur orange Korrosionsschutzfarben)

Arbeitsschutzmaßnahmen bei Blei – TRGS 505

1. direkt abgesaugte Maschinen
2. nahe Arbeitsplatzabsaugung
3. ggf. Raumluftabsaugung
4. jedenfalls Raumlüftung
5. Ggf. Atemschutz
6. Schutz Dritter: geschlossener Bereich, Reinigung, 5-facher Luftwechsel
abschließend
7. Beschäftigte: Vorsorgeuntersuchungen
8. A+S-Plan BGR 128, Schulungen, ggf. SiGeKo n. BaustellenVO

Erkundungen auf Quecksilber

1. Hausstaub: Hintergrund 0,15 mg Hg/kg Normal 0,5 mg Hg/kg Auffälligkeit 1 mg Hg/kg Staub (AGÖF)
2. Syphons und Bodenritzen etc. beproben und analysieren
3. Inspektion aller Geräte, Instrumente
4. Kombination mit den übrigen Schwermetallen
5. Altersbeschränkung der Gebäude gering (Verbot von Thermometern erst 2009)
6. Raumluftanalysen RW II 0,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$