



# Bauzentrum München

**Asbest, KMF, PCB u.a.**

11.10.2022

**Hans-Dieter Bossemeyer**  
**WESSLING GmbH**

# Gebäudeschadstoffe Übersicht

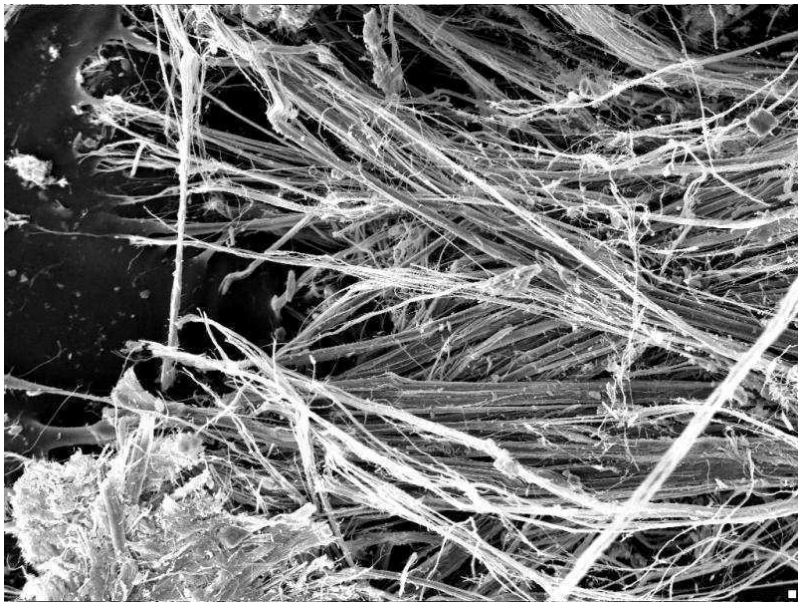
nach VDI 4300-1; 10/21



## Belastungsfaktoren

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

# Gebäudeschadstoffe - Auswahl



Asbest

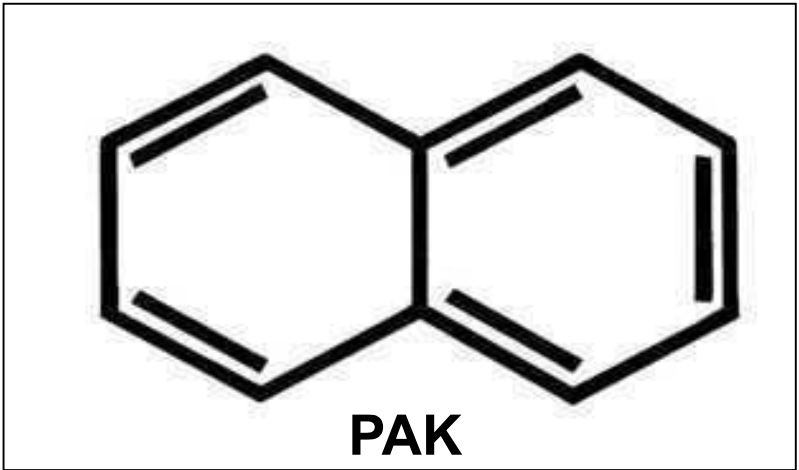


KMF



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)
<b>Asbest</b>	<b>Canc. 1A:</b> bekanntermaßen beim Menschen krebserzeugend	K1
<b>KMF</b>	<b>Canc. 1B:</b> krebserzeugend <b>oder</b> <b>Canc. K2:</b> Verdacht auf krebserzeugende Wirkung (je nach Zusammensetzung)	K2 <b>oder</b> K3
<b>PCB</b>	<b>Canc. K2:</b> Verdacht auf krebserzeugende Wirkung <b>und</b> <b>RD1B:</b> reproduktionstoxisch, entwicklungsschädigend (kann das Kind im Mutterleib schädigen) <b>und</b> <b>RF1B:</b> reproduktionstoxisch, fruchtbarkeitsschädigend (kann Fruchtbarkeit beeinträchtigen)	K3
<b>PAK</b>	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

> 100.000 Faser/m<sup>3</sup> (Toleranzkonzentration)

10.000 – 100.000 Faser/m<sup>3</sup>

< 10.000 Faser/m<sup>3</sup> (Akzeptanzkonzentration)

## Ampelsystem TRGS 910

Hohes Risiko

Mittleres Risiko

Niedriges Risiko

## BImSchV

< 10.000 Fasern/m<sup>3</sup>

EU-Vorgabe  
2018

## Baurecht, Schutz Dritter:

< 1.000 Fasern/m<sup>3</sup>

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

## Berufskrankheiten durch Asbest

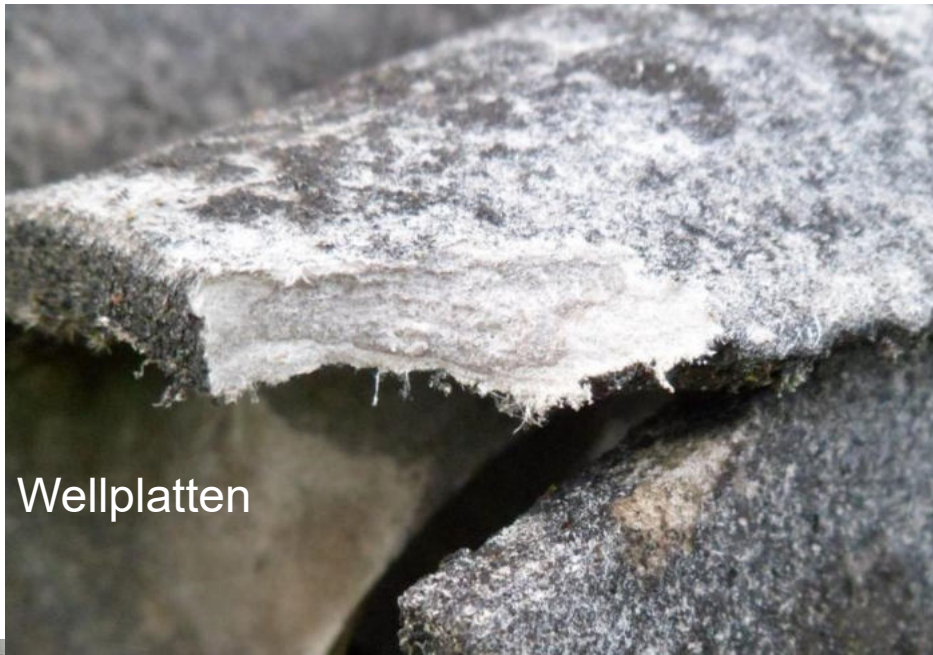
BK	Erkrankung	Anzeigen	anerkannt	Erstmals entschädigt	Tote
4103	Asbestose	3.478	1.649	437	189
4104	Lungen-, Kehlkopf-, Eierstockkrebs	5.032	629	680	566
4105	Mesotheliom	1.221	824	825	765
4105	Lungenkrebs, Synkanzerogenese Asbest und PAK	242	40	38	22
<b>SUMME</b>		<b>9.973</b>	<b>3.142</b>	<b>1.980</b>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

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

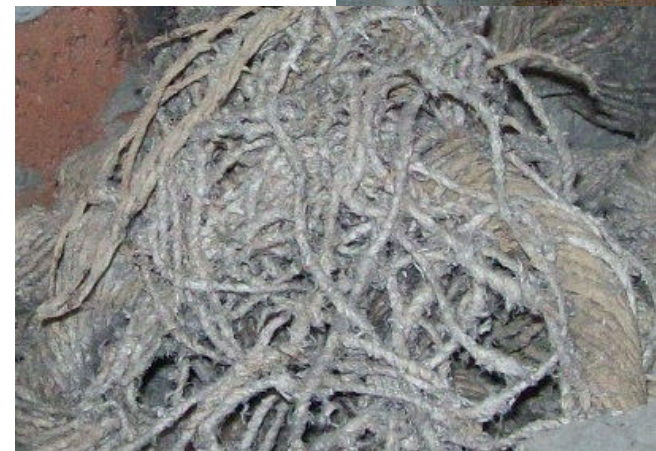


# technische Textilien

Gewebe,  
Schnüre,  
Wollen



BS-Einlage für Durchbrüche





# Spritzasbest





# Leichte Bauplatten

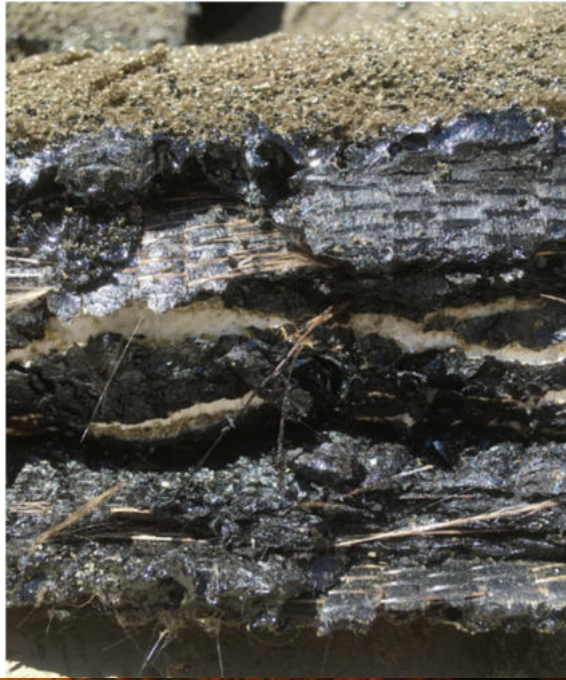
Leichtbauplatten - Pappen und Papiere



Unterdeckenplatte

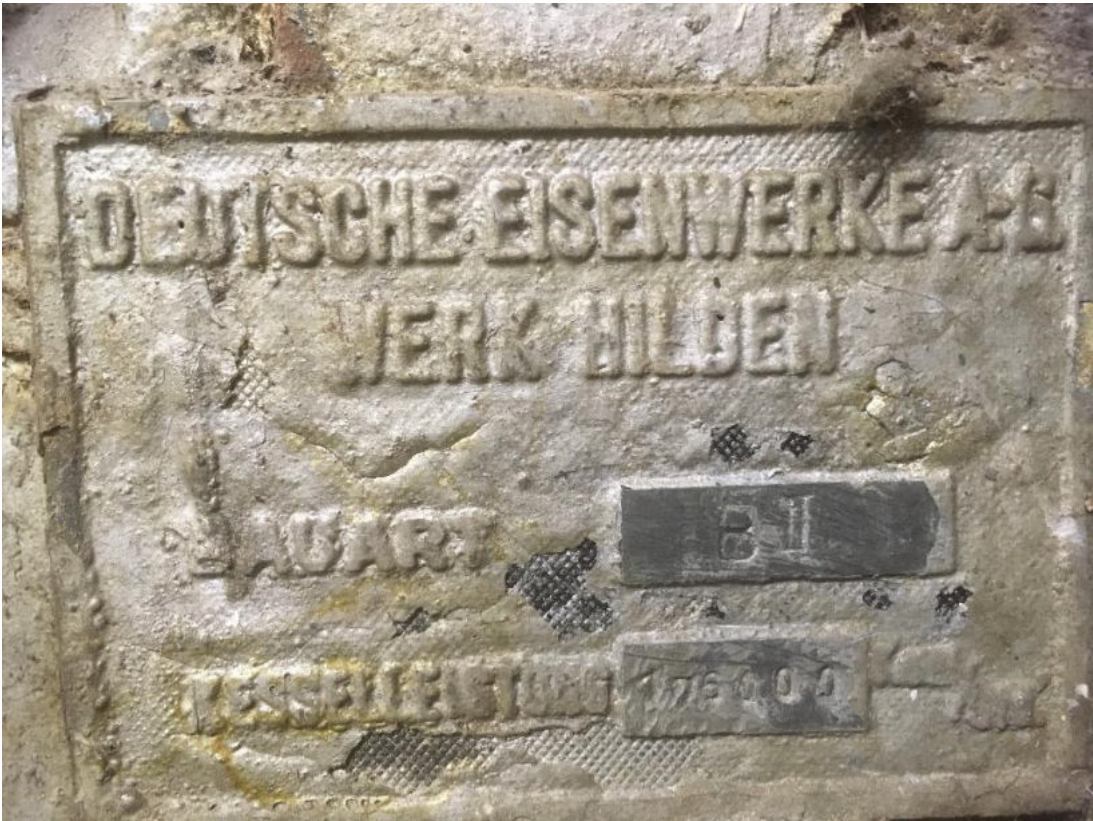


**Beläge** Flexplatten, PVC-Bahnen und Fliesen, Linoleum, Stampfliesen, Dichtungsbahnen mit Belagsklebern, Gießharze





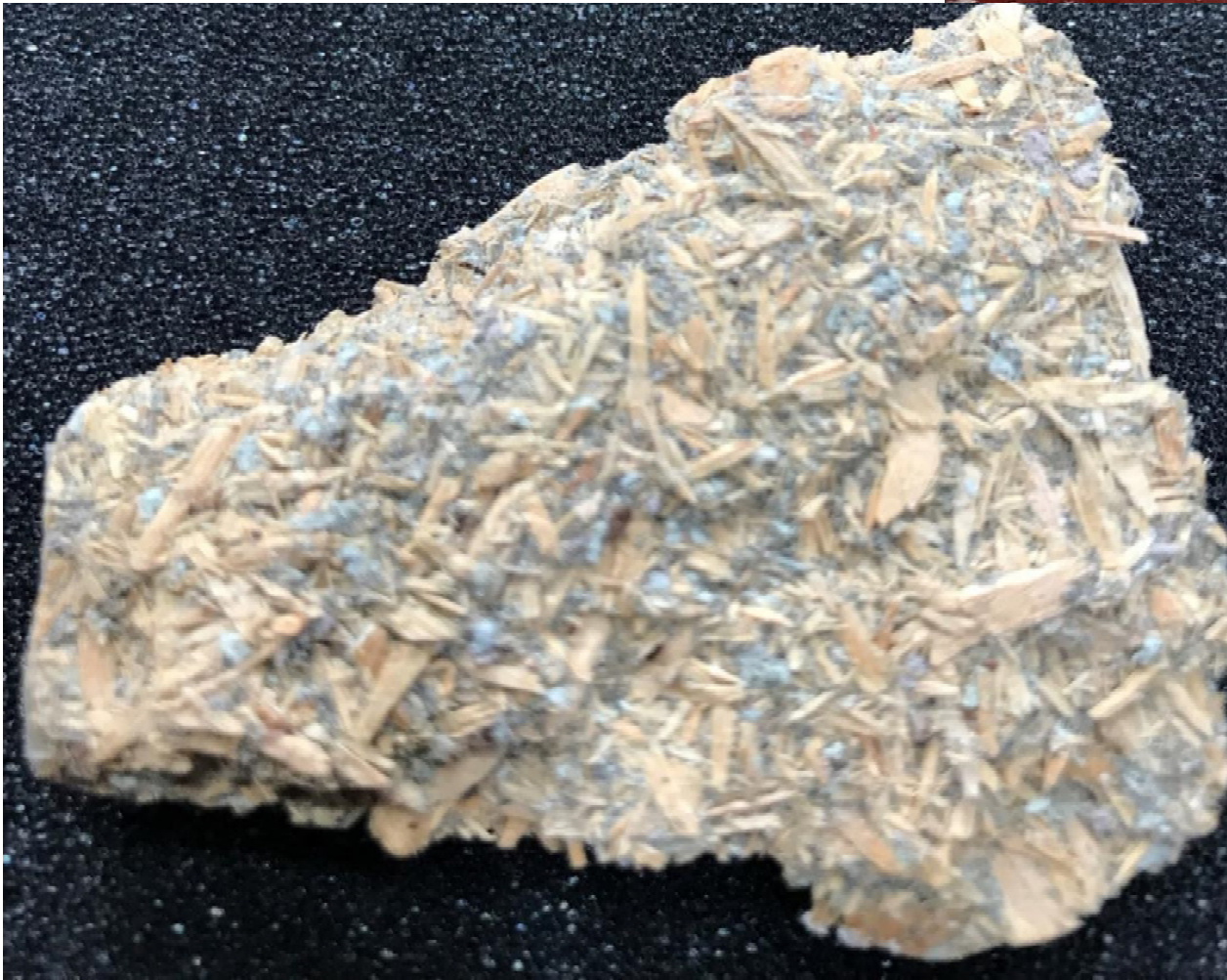
# Beschichtungsstoffe - Farben, Coatings, Isolieranstrich





# Bekleidungen

Gipsstuckplatten, Holzfaserplatten





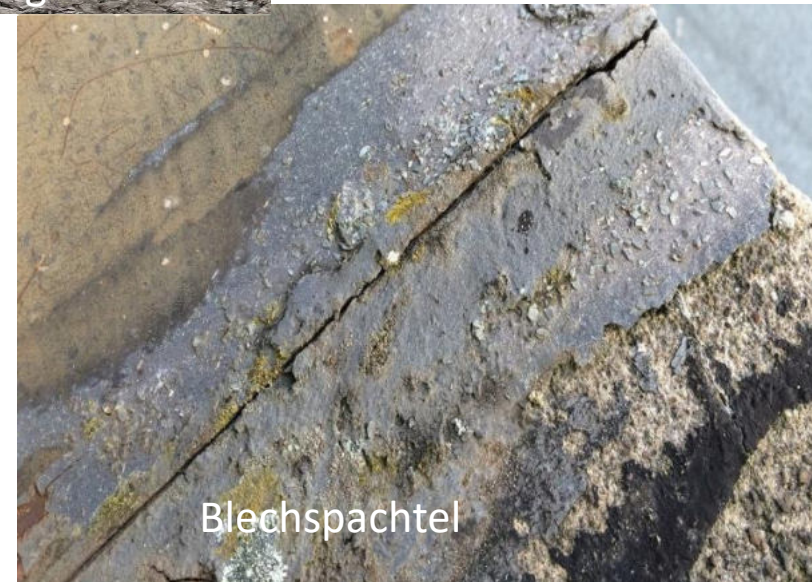
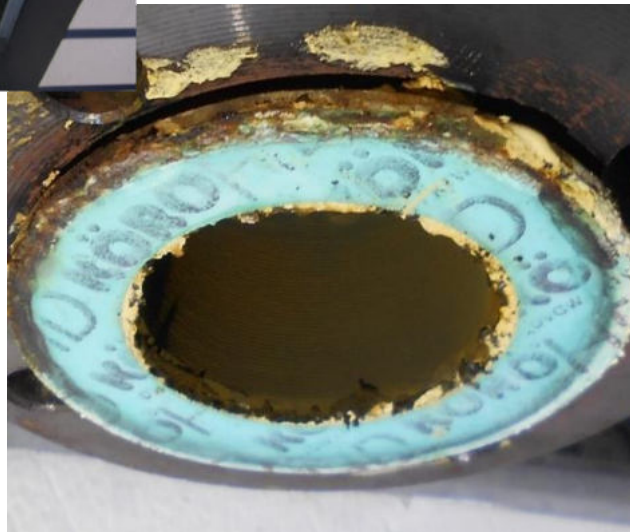
# Dichtungsmaterialien Dichtstoffe, Dickbeschichtungen, gefüllte Profile, Kitte, Schaumstoffe, Flachdichtungen



Wandfußabdichtung



Guro-Kitt



Blechspachtel



## Estriche / Mörtel

Magnesiaestrich, Steinholzestrich, Holzstampfestrich (mit Faserarmierung)



## Zier- und Feinputze sowie Spachtelmassen



Buntsteinputz  
Elektrikerspachtel



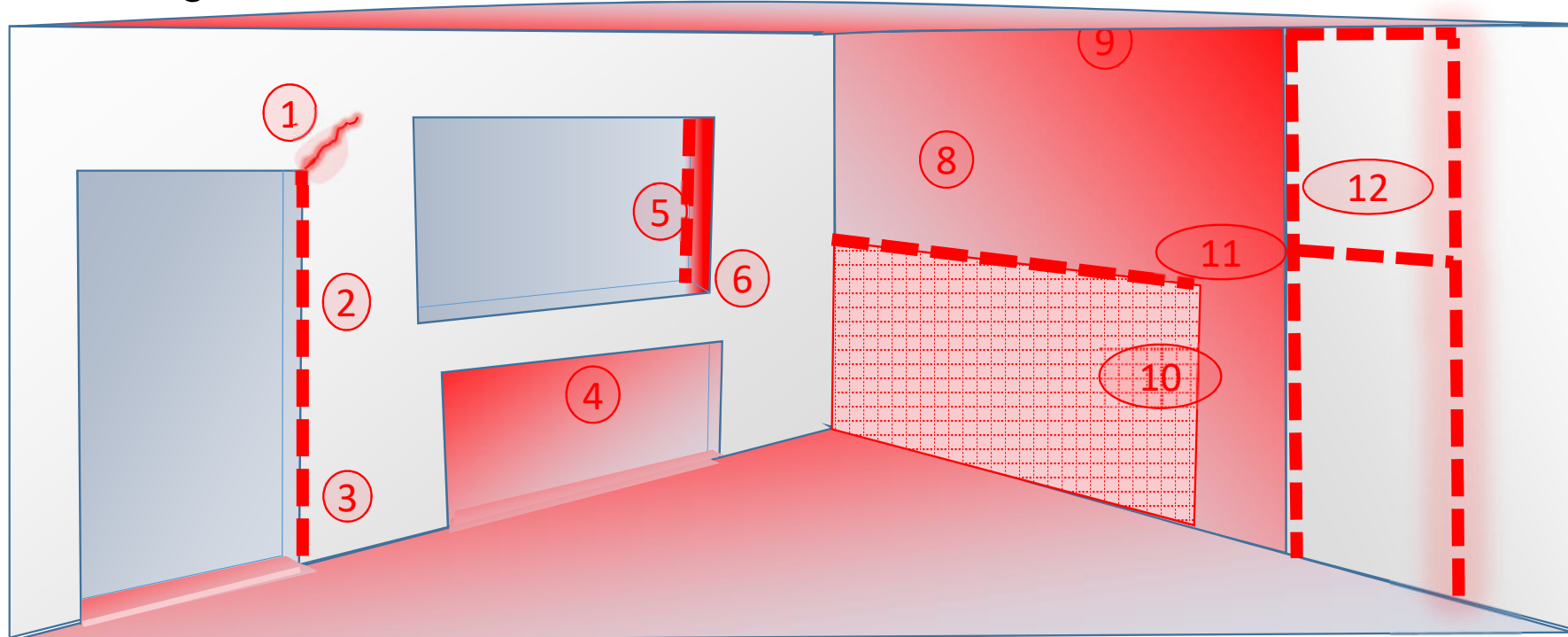
<b>Asbestfreie Materialien</b>	<b>... aber dort mit Asbestverdacht</b>
Metallbau, Stahl-, Aluminium-	Brandschutzcoating, -Bekleidungen
Stampfbeton	Stahlbeton - Abstandshalter, Schalstreifen, Coatings, Spezial-Faserbeton, Auflager, Betonkosmetik
Ziegel-, Kalk-Sandstein- Gipsdielen-, Porenbeton-, Glasbausteine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

# Wandbeschichtung



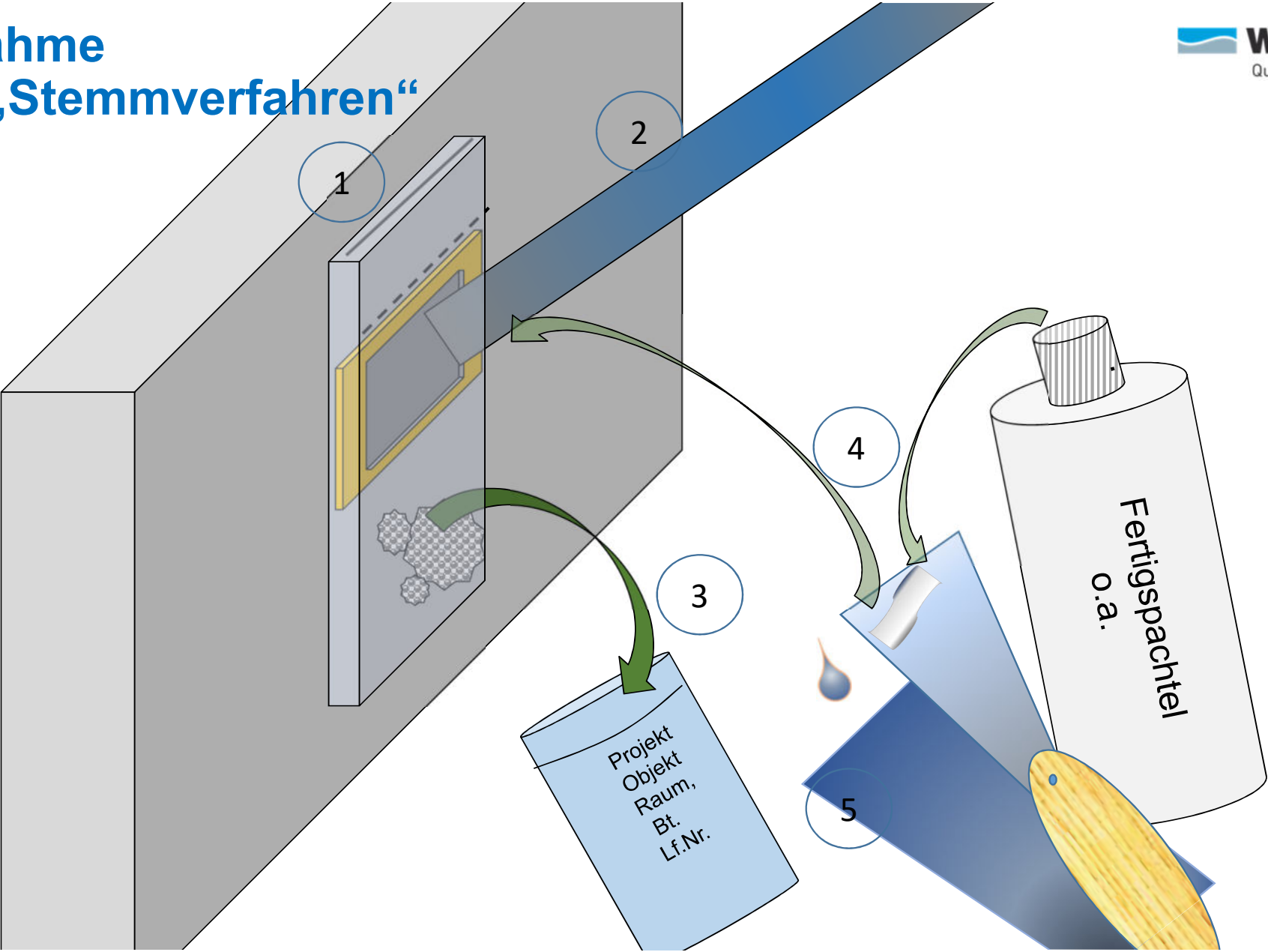
# Gespachtelte Bauteile

- |                     |                   |                                       |
|---------------------|-------------------|---------------------------------------|
| 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 |

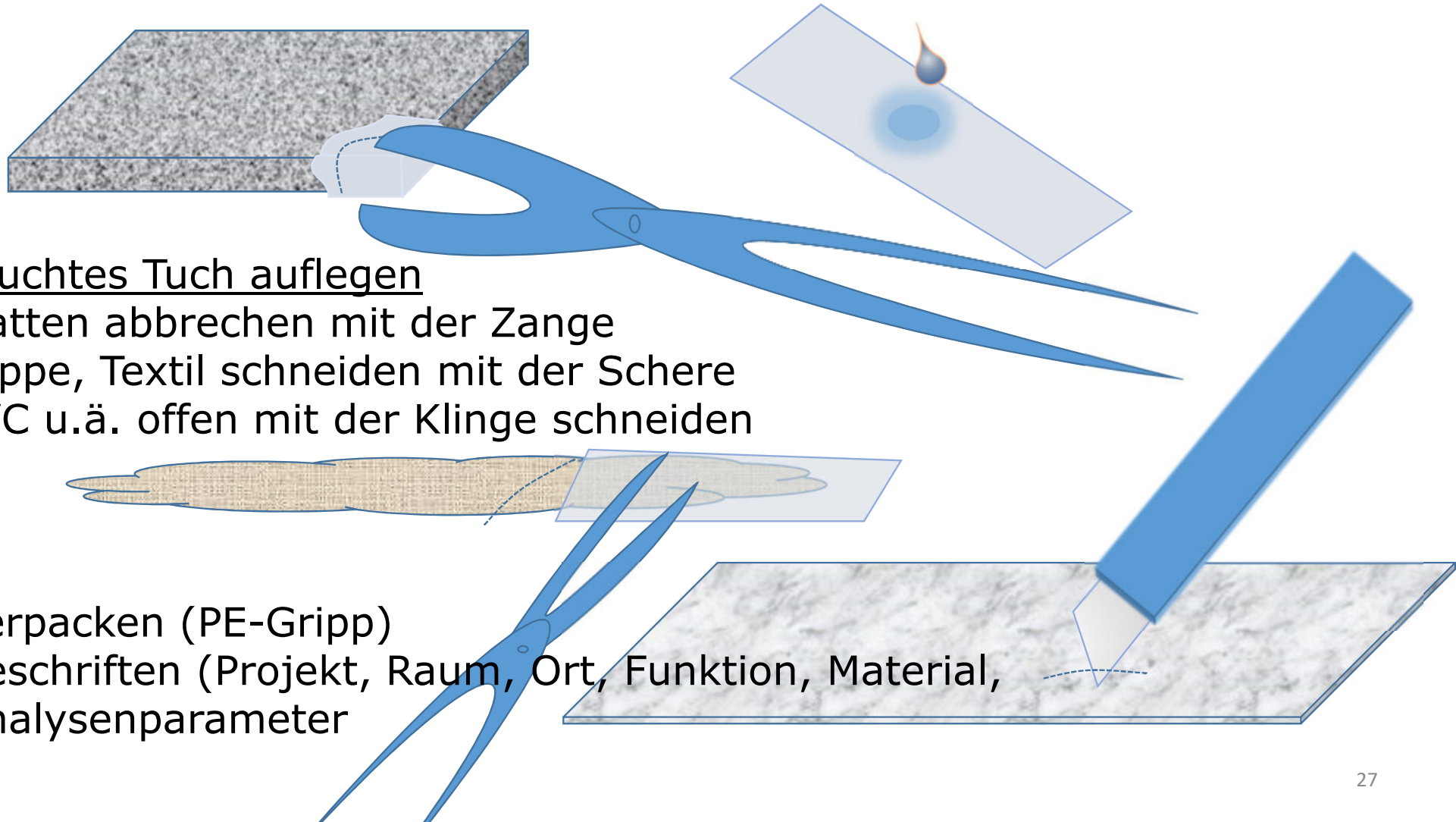


Gewerke: Maler, Tür- u. Fensterbauer, Elektriker, Trockenbauer, Fliesenleger

# 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 <sup>2</sup>	bis 10 m <sup>2</sup>	4	63
				10 bis 50	8	85
				50 bis 250	11	92
				250 bis 1.000	14	96
				≥ 1000 m <sup>2</sup>	19	99





# Dachbahnen Schichtenaufbau





## 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 <sup>2</sup>	92 %	11 -> 3	7 m <sup>2</sup>
2	Fugendichtstoff Glasanschlusskitt Holzfenster	60 %	20 m	94 %	3	1 m
3	Fugendichtstoff Glasanschlusskitt Metallfenster	20 %	85 m	92 %	11	1 m
						27 m <sup>2</sup>

Änderung: angenommene Trefferwahrscheinlichkeit von 20 auf 60 % erhöht

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

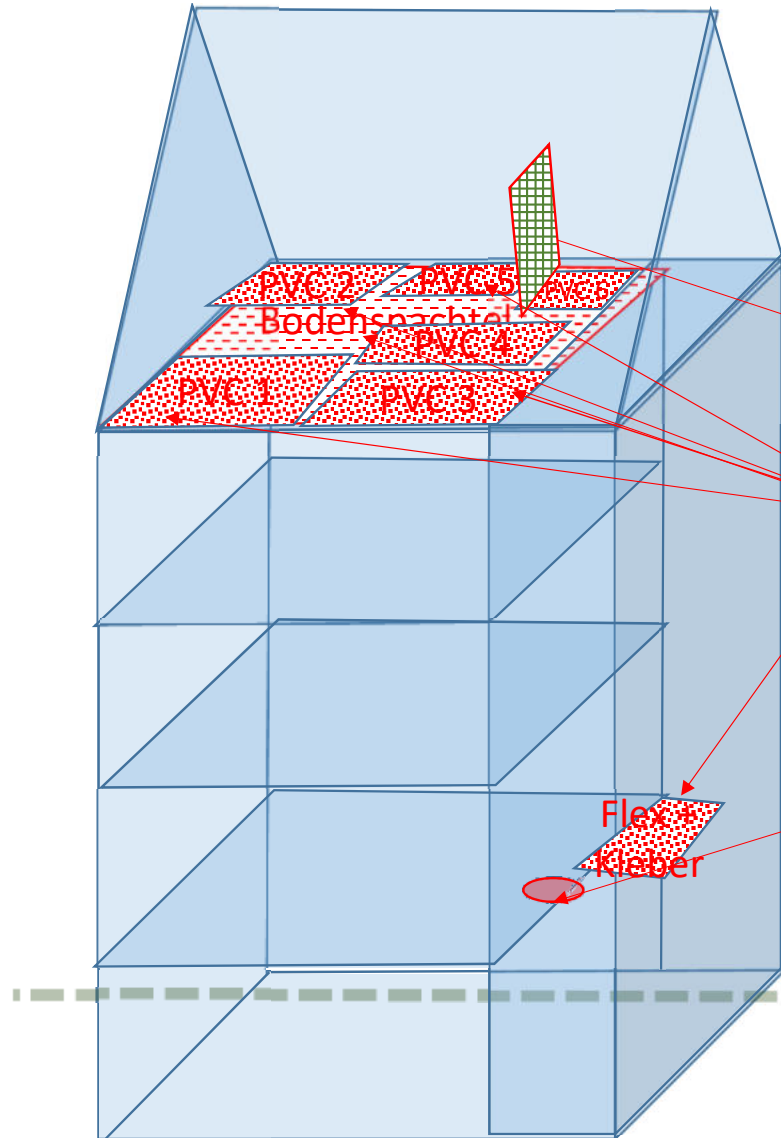
## VDI 6202 Blatt 3 Begehungen Motivation 4

- 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

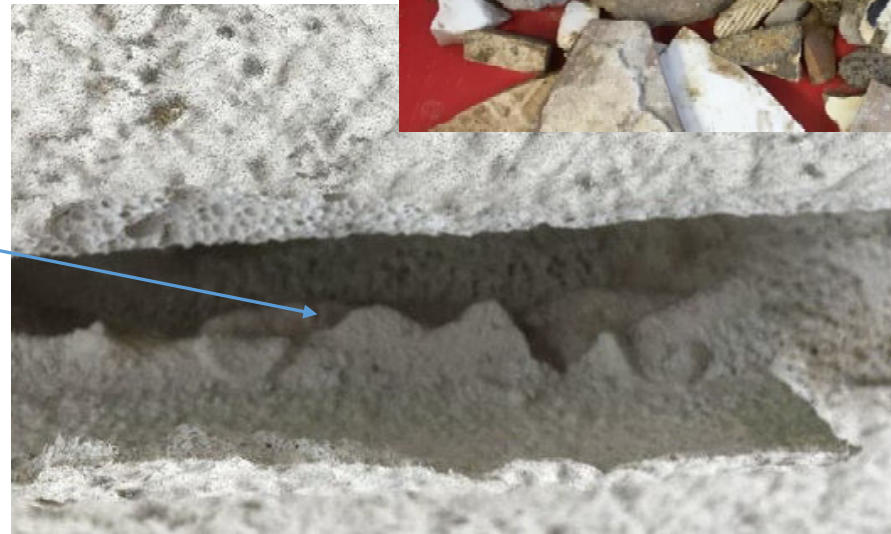
### Baustillstand durch Asbest



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)

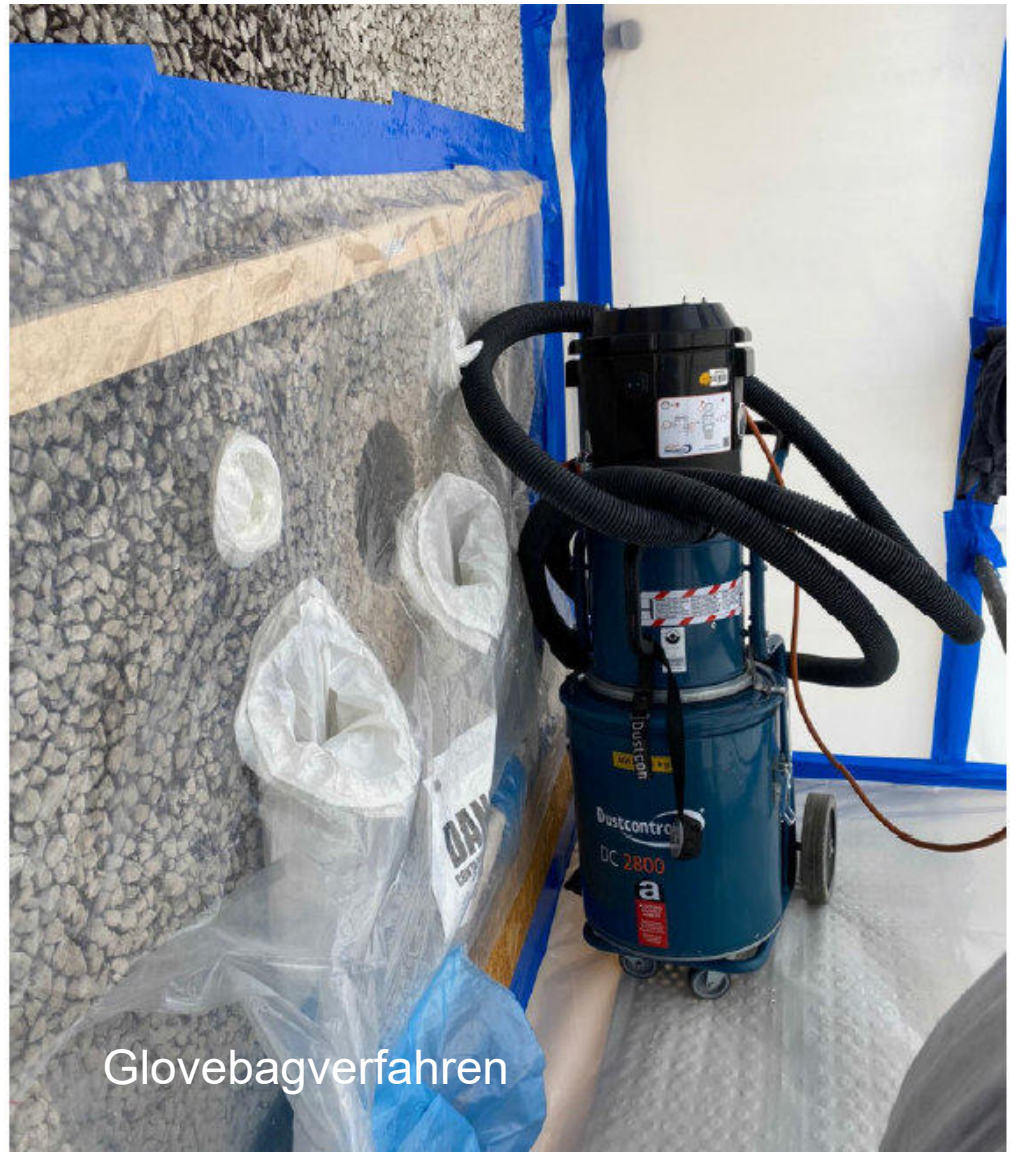






Stahlträger mit Overspray

## Asbestsanierung



Glovebagverfahren



## Asbestsanierung





# Asbestsanierung



# Asbestsanierung



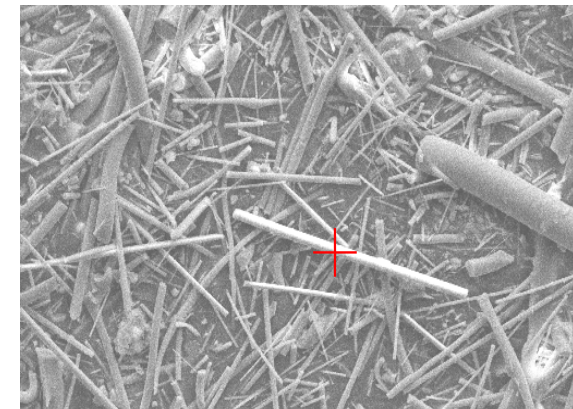
gereinigter Bereich



# 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 $\mu\text{m}$

# KMF vs. Asbest

## KMF



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

Geringe Beständigkeit:

- Heutige Glas- und Steinwollesfasern 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  $\leq 30$  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

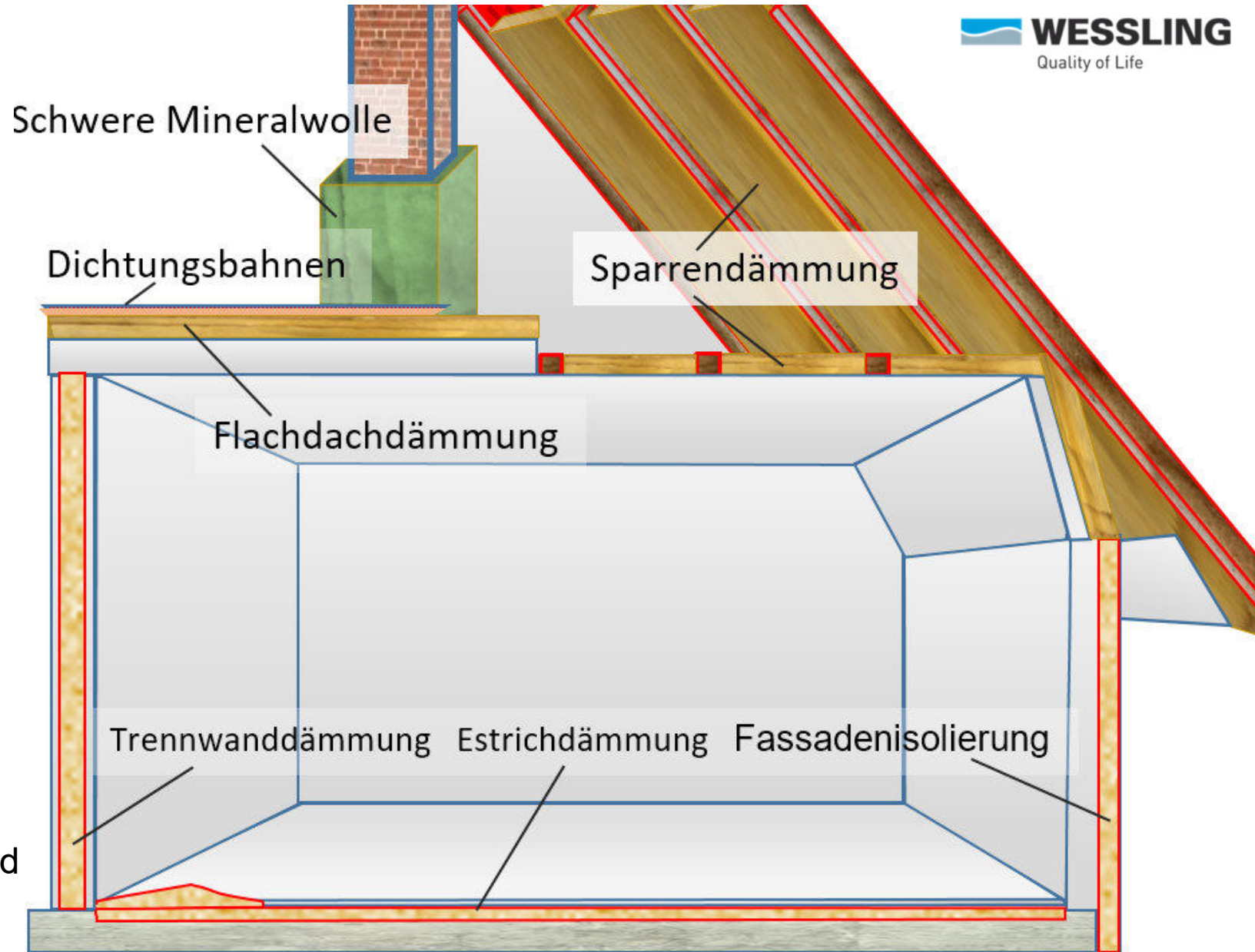
# TRGS 521 - Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle (mit Tabelle für Tätigkeiten)

- **Expositionskategorie 1: bis 50.000 Fasern/m<sup>3</sup>**  
keine oder nur sehr geringe Faserstaub-Exposition
- **Expositionskategorie 2: 50.000 bis 250.000 Fasern/m<sup>3</sup>**  
geringe bis mittlere Faserstaub-Exposition
- **Expositionskategorie 3: über 250.000 Fasern/m<sup>3</sup>**  
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

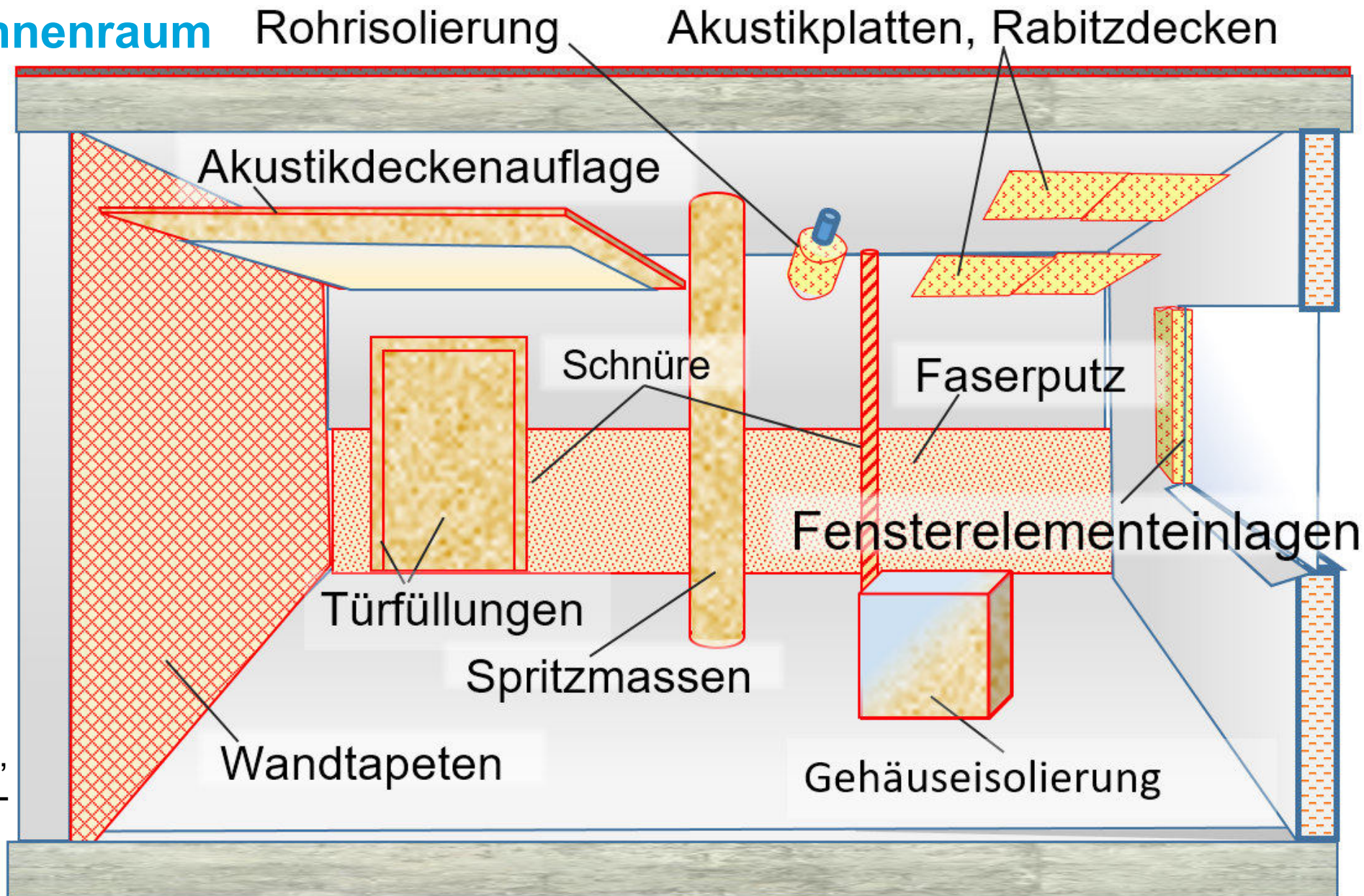
# KMF in Bauteilen



Quelle:  
R.Müller Verlag,  
Gebäudeschadstoffe im Bild



# KMF im Innenraum



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



Akustikdecke

KMF

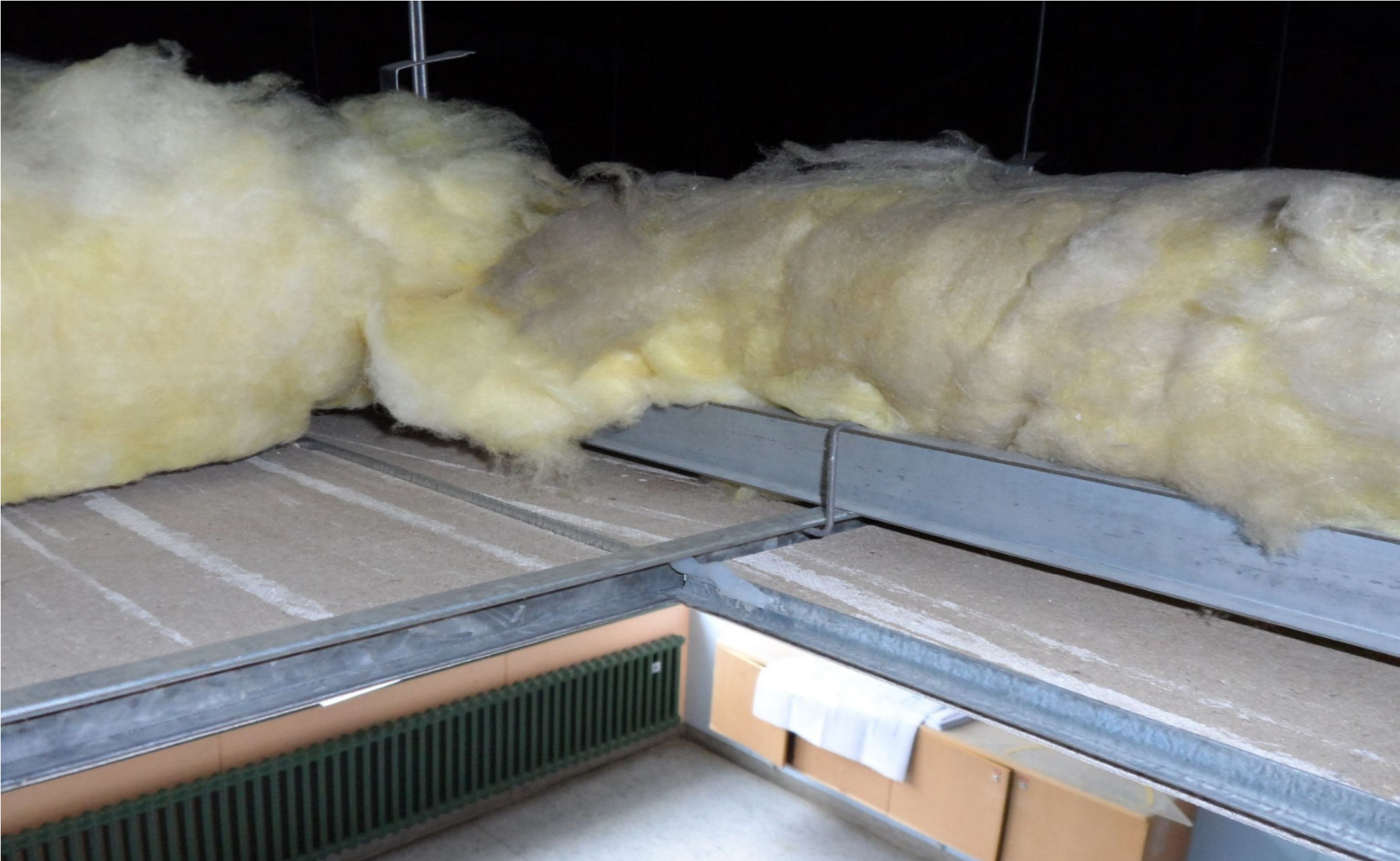




KMF



KMF





KMF







**Deckenauflage + Rohrisolierung aus KMF**



A photograph showing a close-up of a roof's insulation layer. The insulation is a yellowish, fibrous material. A red arrow points to a small, light-colored, irregular fragment of material embedded in the insulation. The text 'Asbestzement Fragment' is written in white above the arrow. The text 'KMF-Dachbodendämmung' is written in blue in the bottom right corner.

Asbestzement Fragment

**KMF-Dachbodendämmung**

# KMF- Rohriso- lierung



Asbest

alte Mineralwolle



**KMF-Einbau**

Lüftungskanalisolierung  
KMF-Spritzmasse

19/03/2014



# KMF-Fassadendämmung

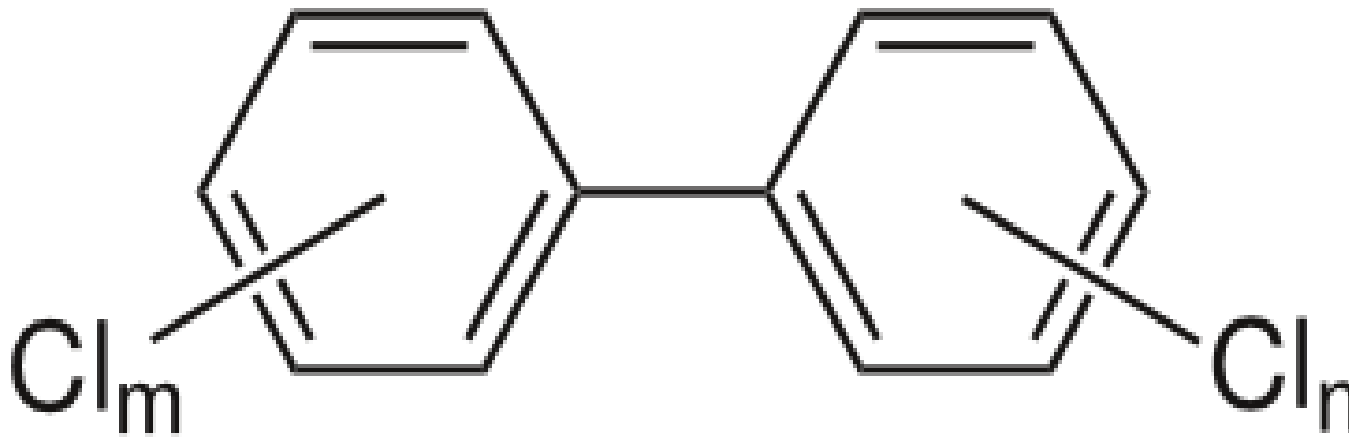




# KMF- Untersuchungsstrategie

- 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**

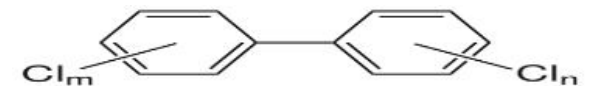
**PCB Nr. 180**

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)  $10 \text{ ng/m}^3$



# PCB - Vorschriften

## Arbeitsrecht

Gefahrstoffverordnung  
50 mg / kg

TRGS 900  
Arbeitsplatzgrenzwerte  
3.000 ng/mm<sup>3</sup>

## Baurecht

PCB-Richtlinie  
RW I 300 mg/m<sup>3</sup>  
3.000 ng/mm<sup>3</sup>

Vermerk des Ministers für Bauen und Wohnen

MVV-TB

## Entsorgung

LAGA-Merkblätter



# PCB – Richtlinie der Bundesländer

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

Arbeitsplatzgrenzwert:  
3000 ng/m<sup>3</sup>

# 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

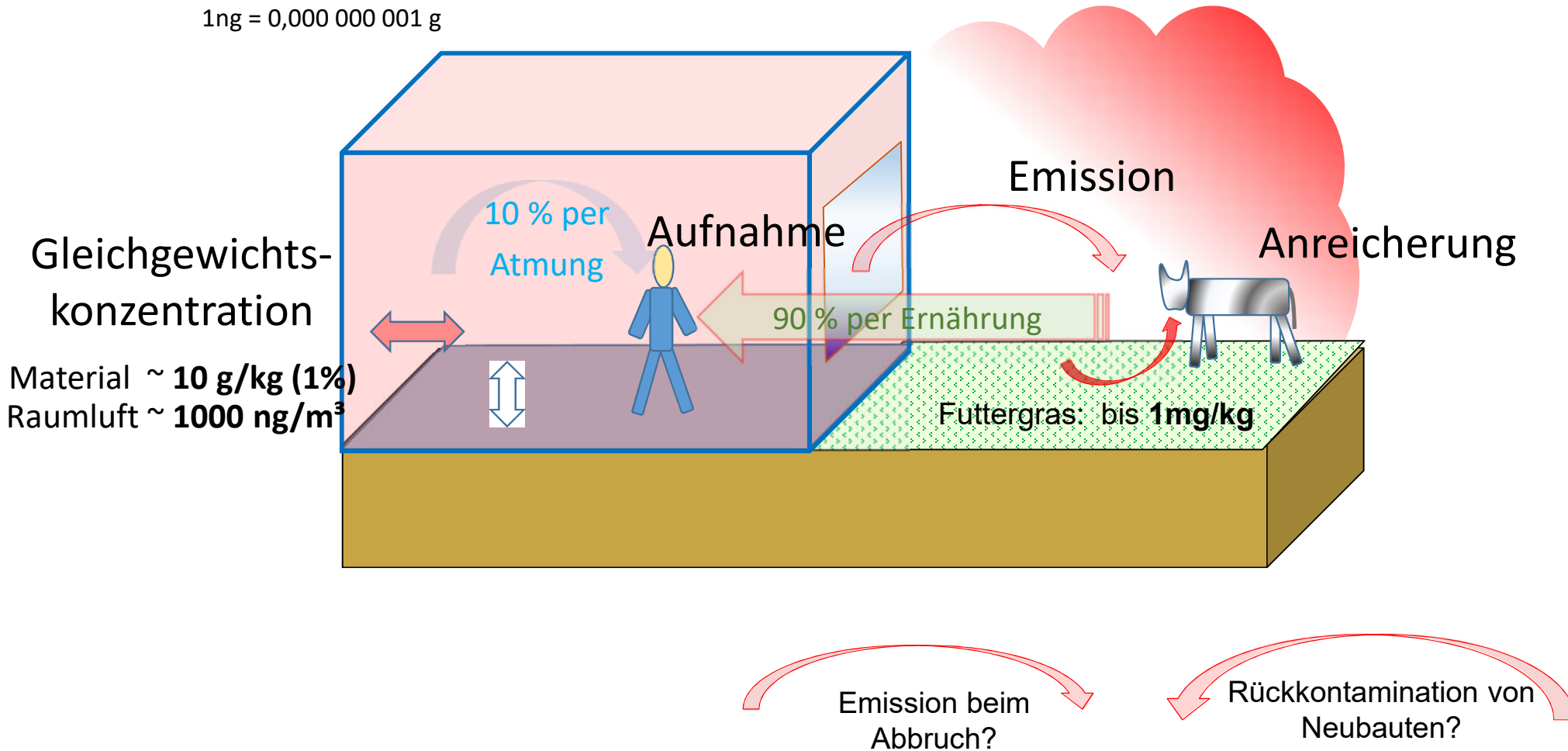






# PCB - typisches Verteilungsbild schwerflüchtiger und lipophiler Stoffe

1ng = 0,000 000 001 g

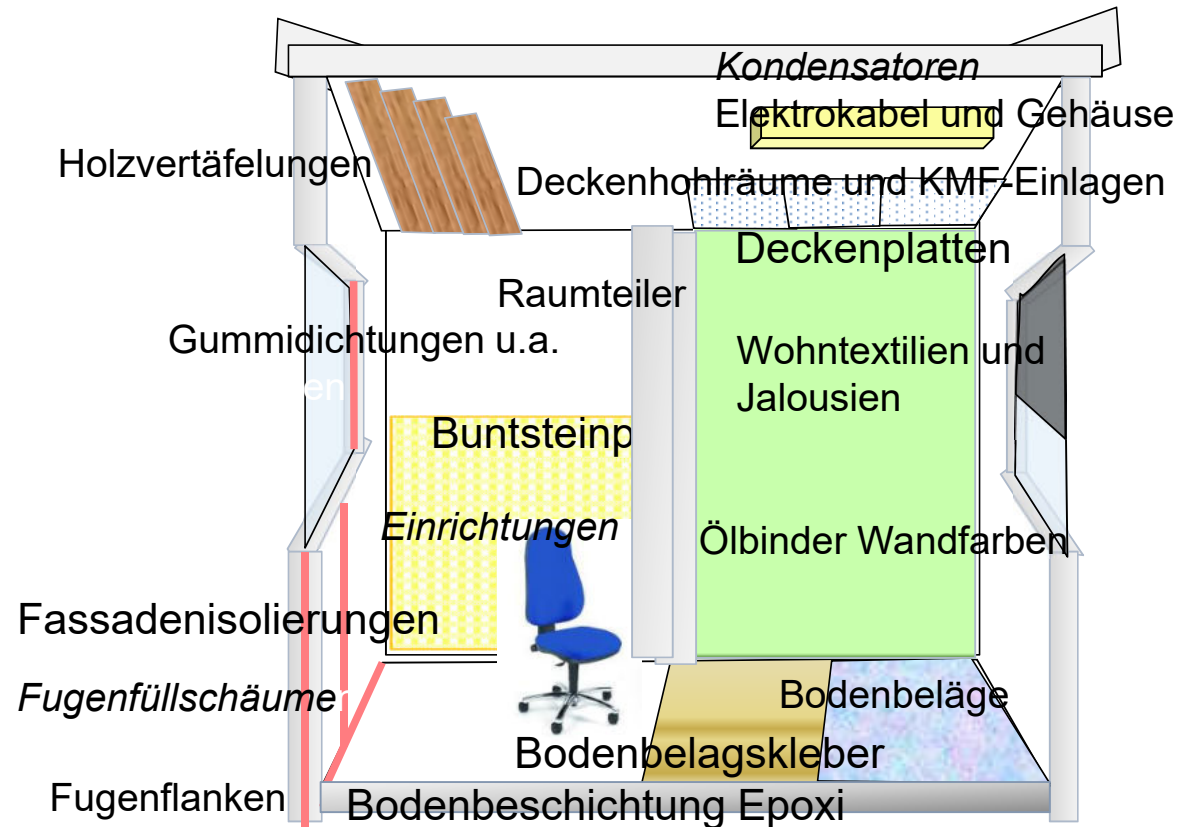


## PCB primäre und sekundäre Belastungen

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

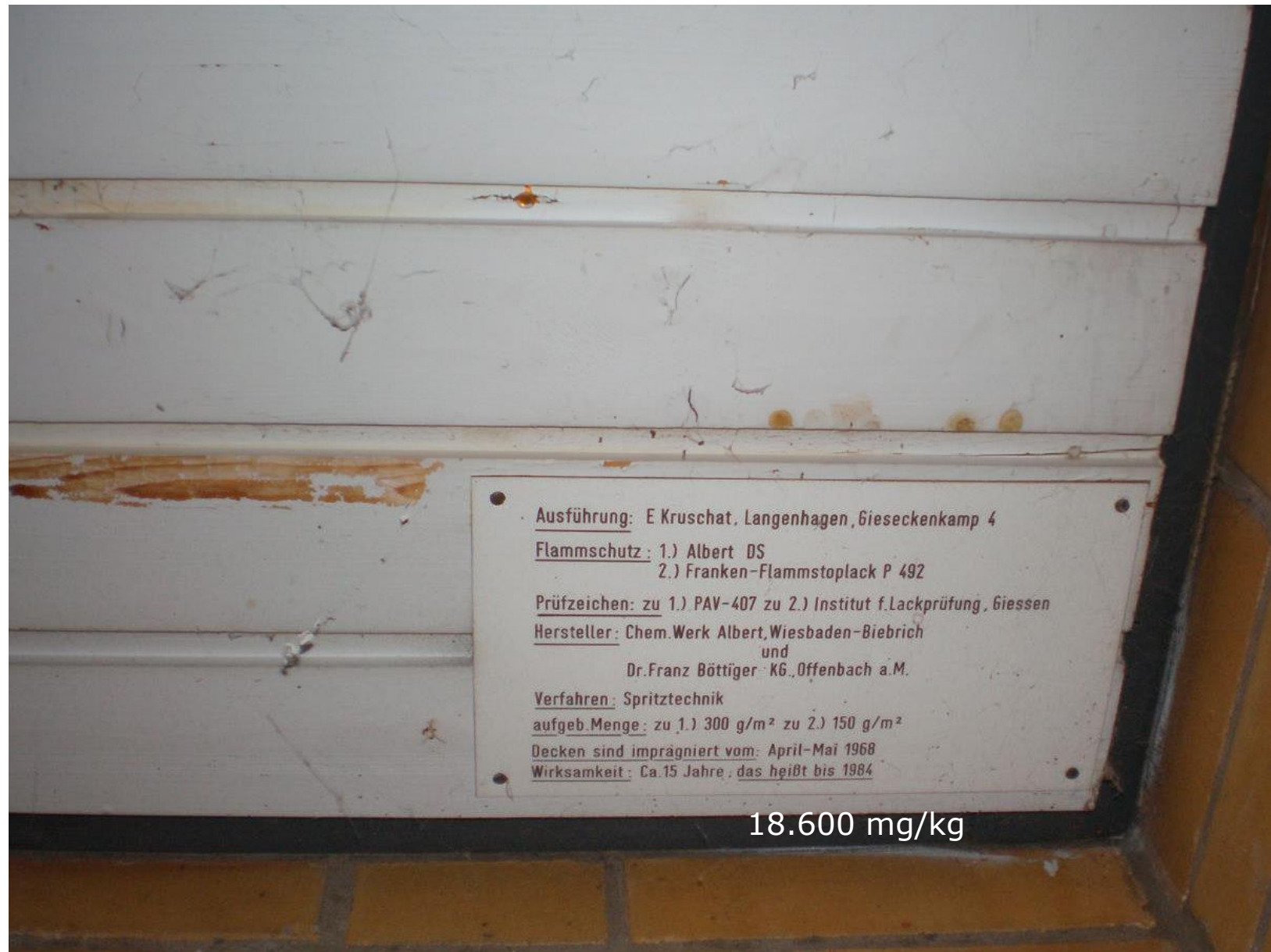




# Fugenmasse innen



# Holzpaneeldecke



18.600 mg/kg



## Fensterfarbe



## Buntsteinputz





# Bodenfarbe

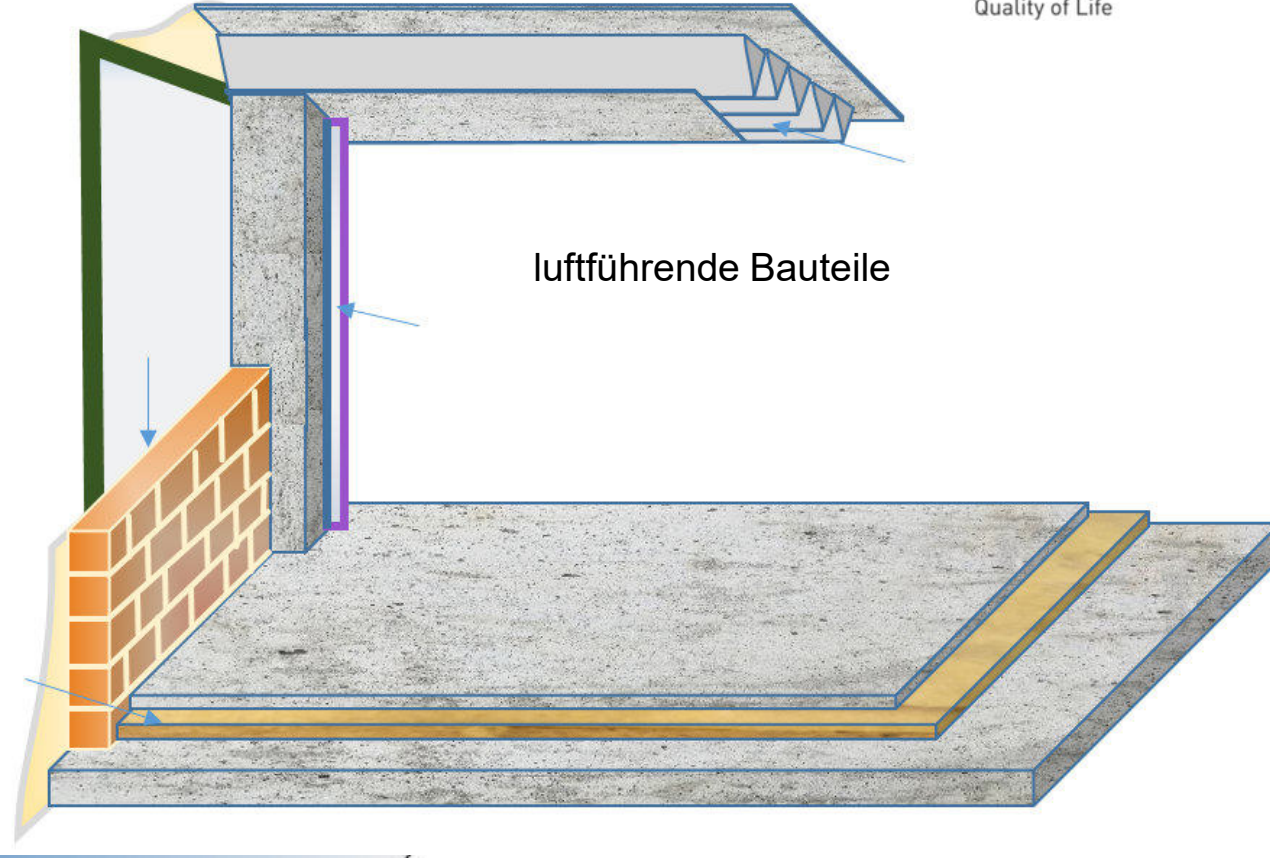
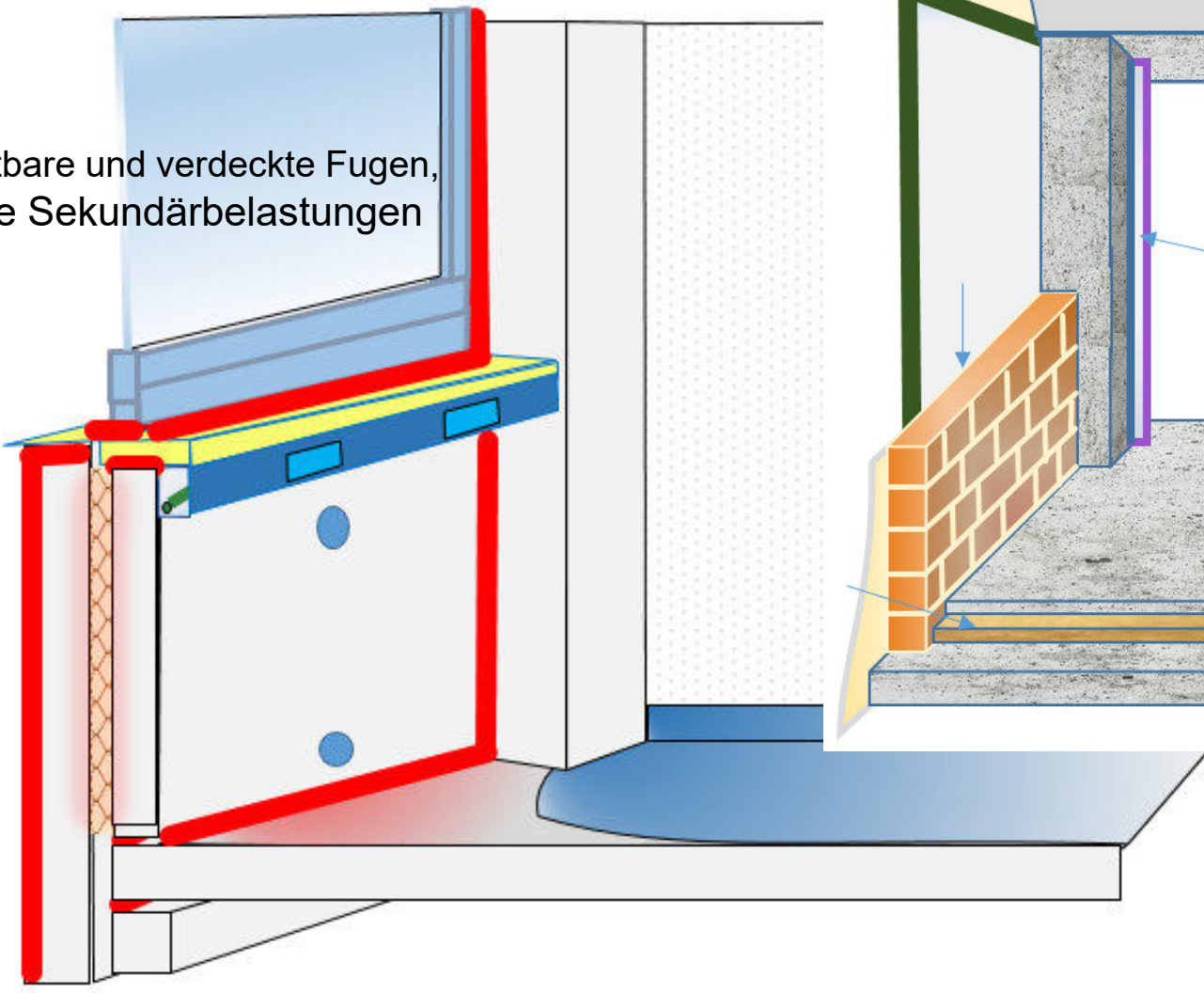


# Türlack



# 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



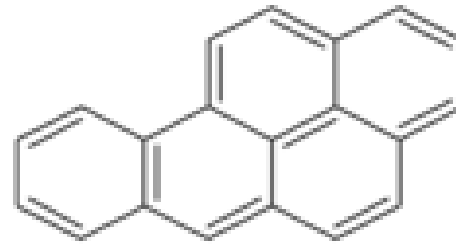
## PCB - Erhebungen

- 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/m<sup>3</sup>) als Interventionswert und Richtwert I (RWI = 0,01 mg/m<sup>3</sup>) 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, Fluoranthren, Pyren, Benzo(a)anthracen, Chrysen, Benzo(a)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, **Benzo(a)pyren**, Dibenzo(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

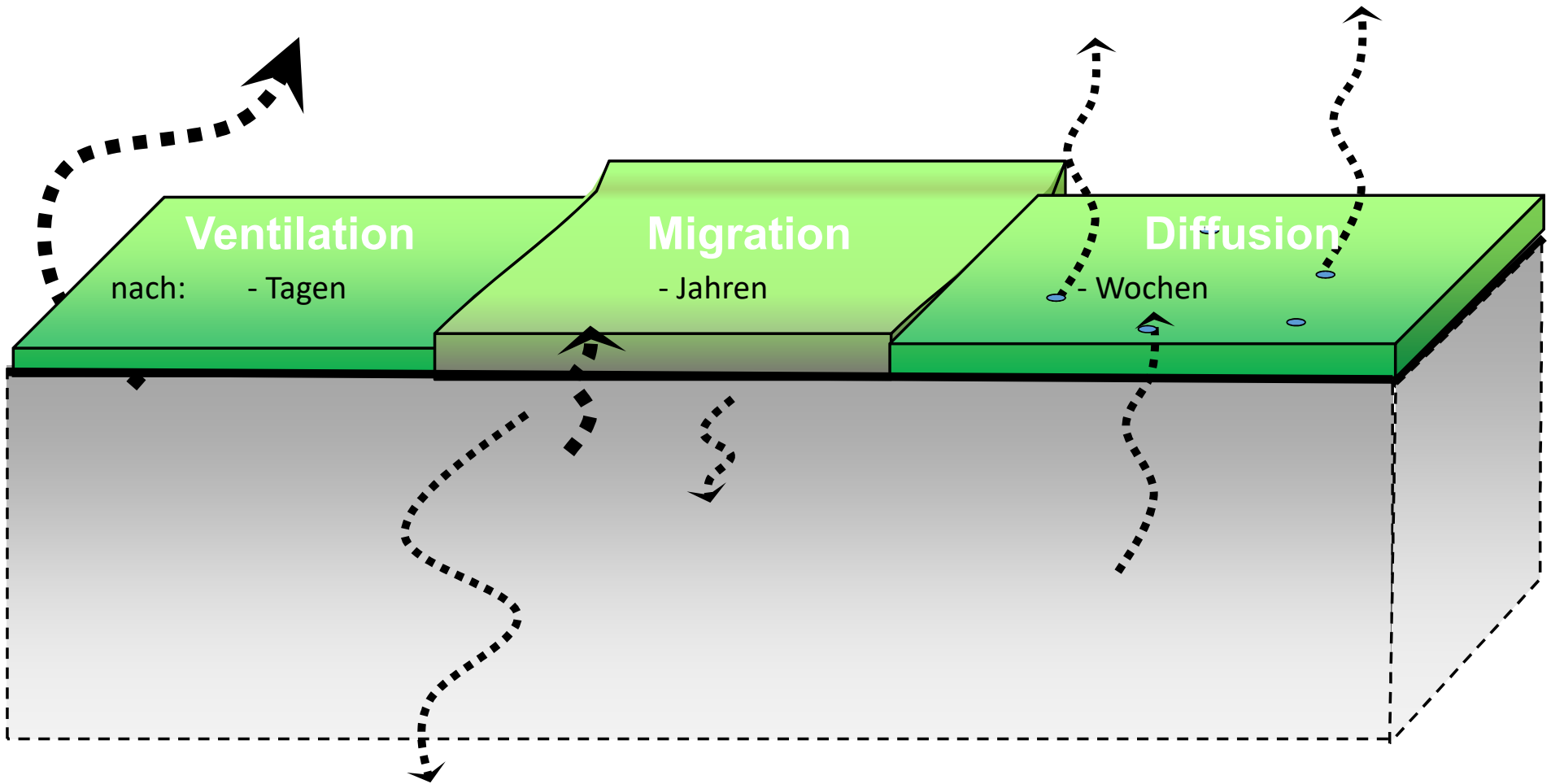
- Abdichtung gegen Feuchte (Bauteile, Korrosionsschutz)
- Holzschutzmittel
- Kleber
- Brandbelastung
- Chemiewerkstoffe





**PAK-  
Parkettkleber**

# PAK – Durchbruchverhalten





## PAK - Vorkommen



Bohrkern mit PAK-haltiger Sperrschicht



Stampfasphaltplatten



Asphaltestrich



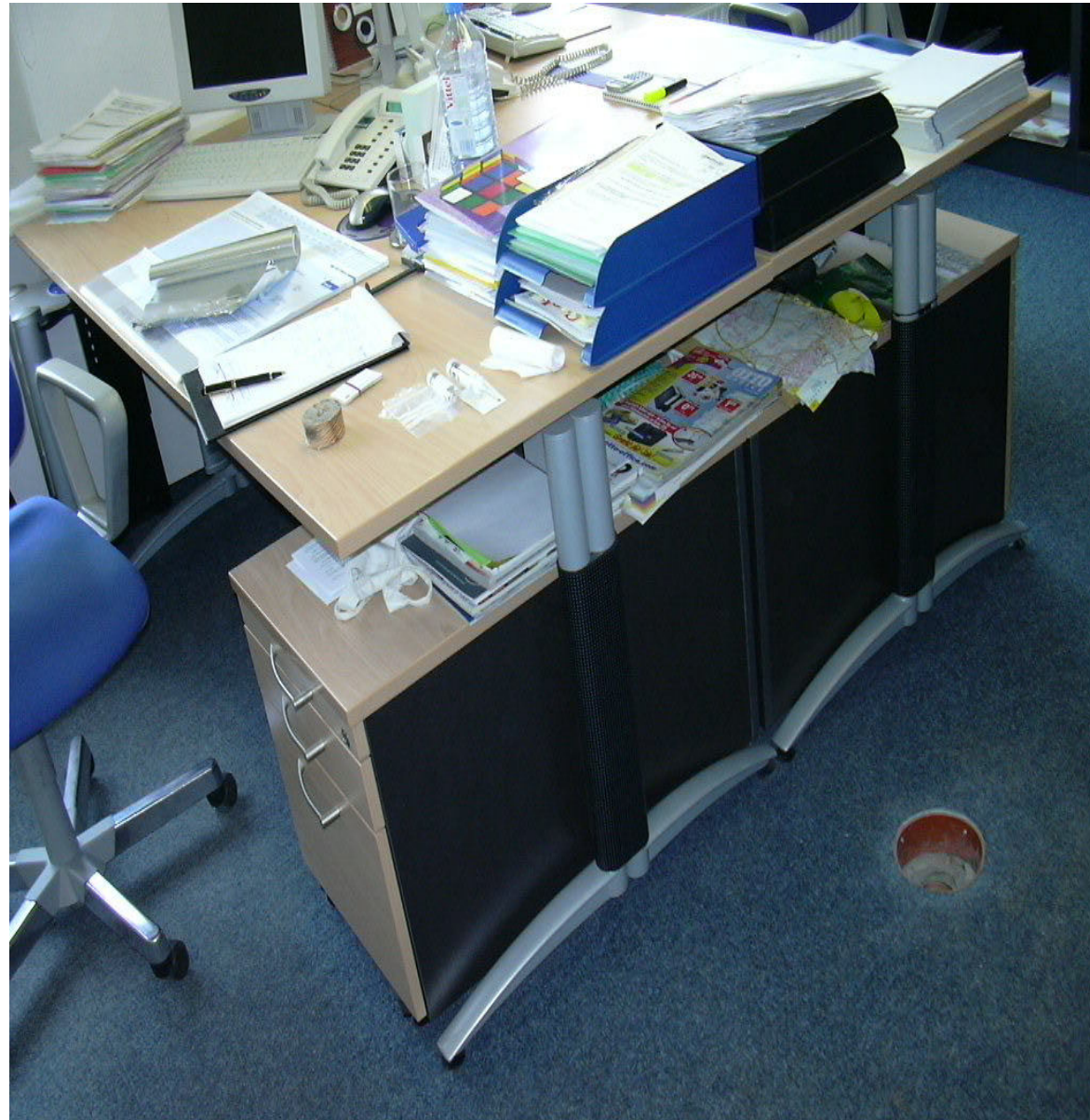


Havarie

**PAK –  
Dachbahnen**



# PAK Fallbeispiel

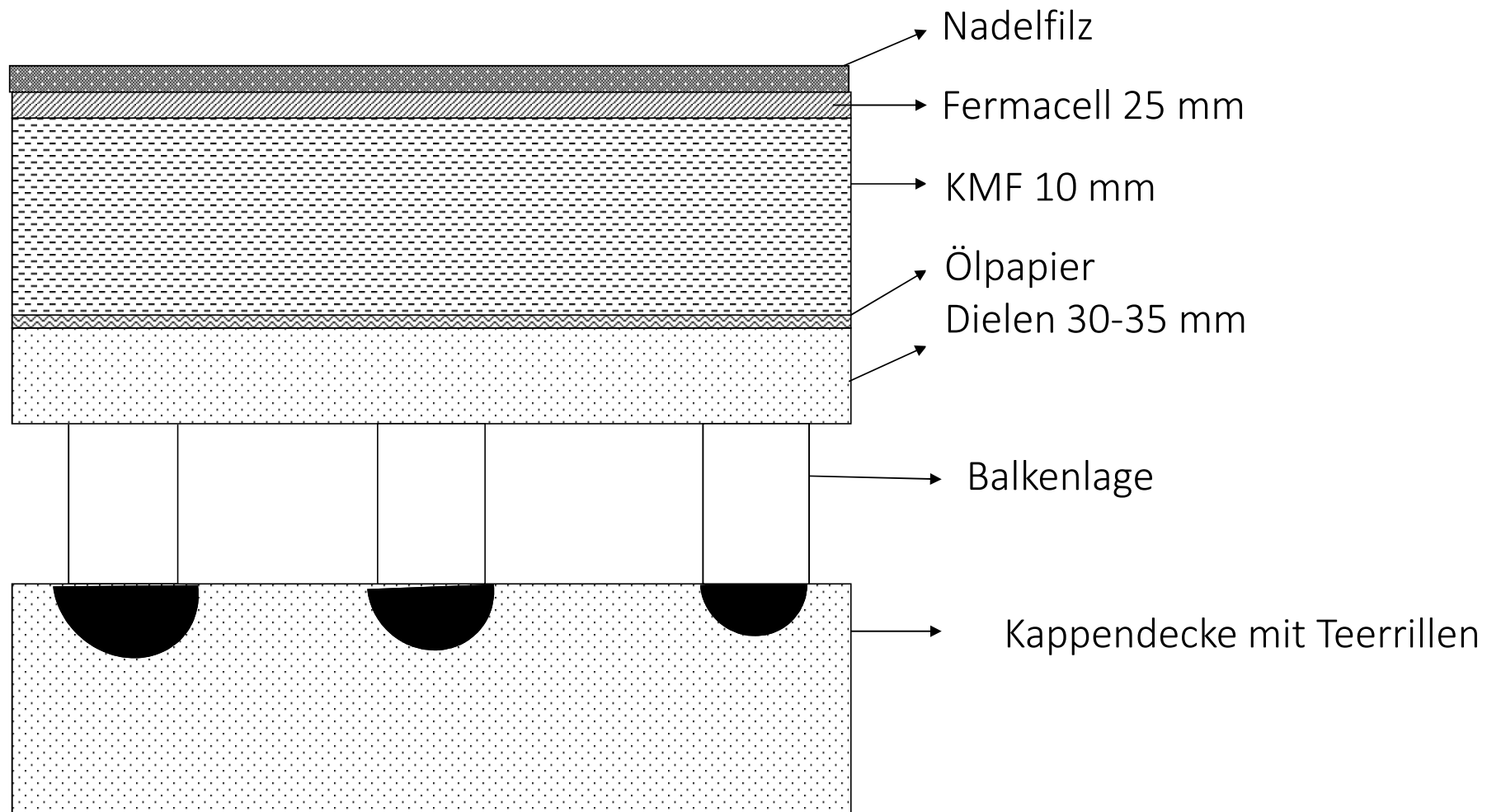




## PAK Sanierung



# 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/m<sup>3</sup>) als Interventionswert mit unverzüglichem Handlungsbedarf und dem Richtwert I (RWI = 0,01 mg/m<sup>3</sup>) als Vorsorgewert betrachtet
- **Benzo(a)pyren** Leitwert für die Raumluftbewertung (0,8 ng/m<sup>3</sup> = 0,0000008 mg/m<sup>3</sup>)



# 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

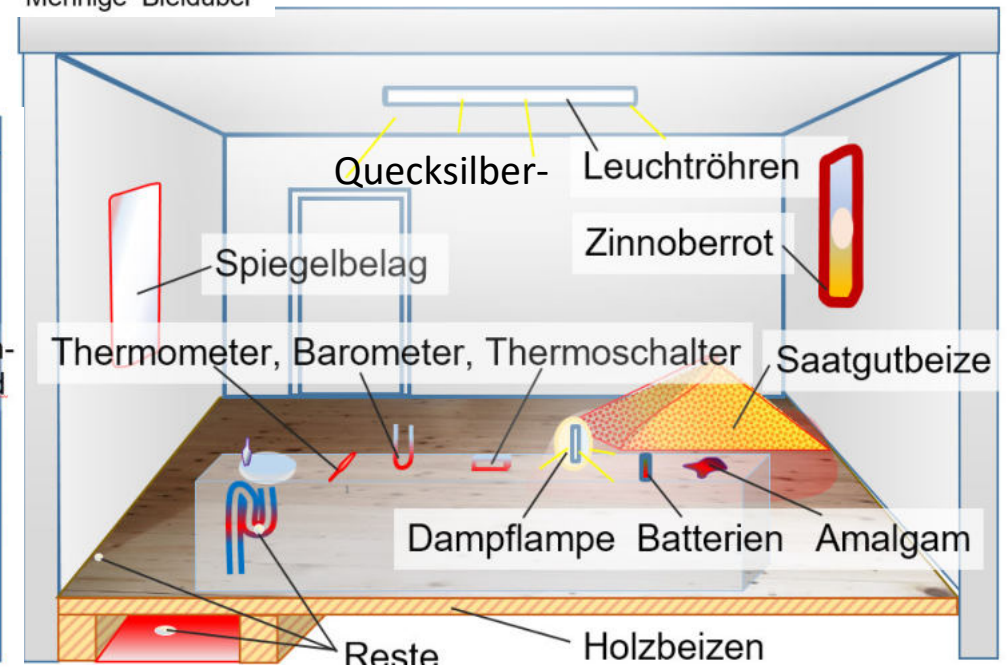
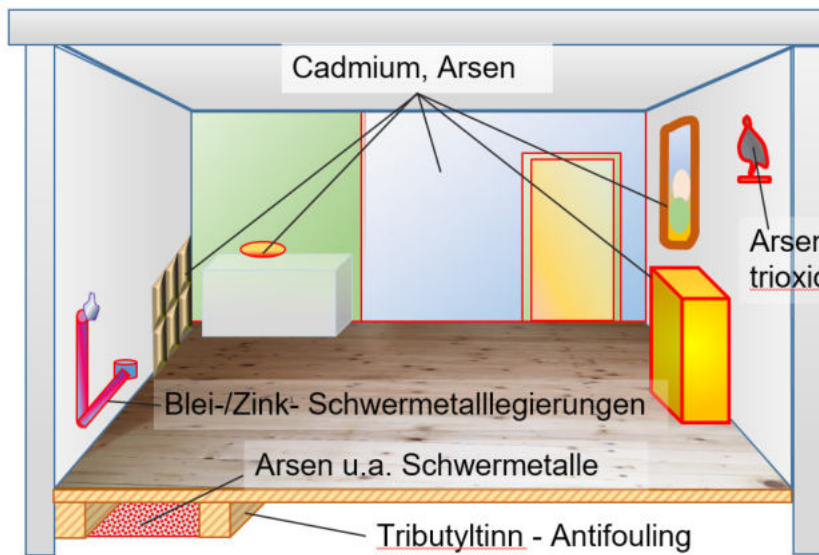
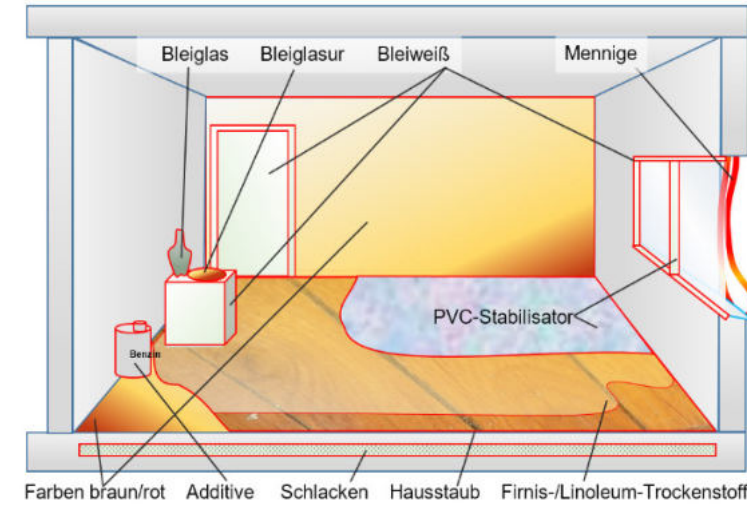
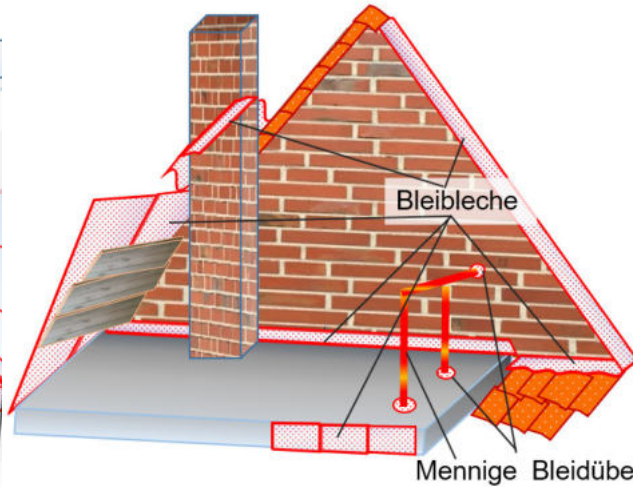
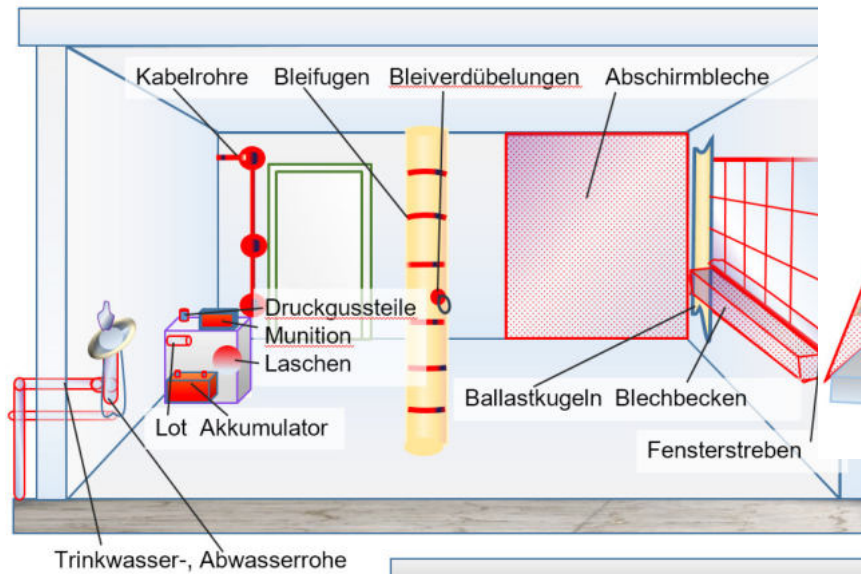


# Schwermetalle Übersicht nach VDI 4300-1; 10/21

## 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 <sup>3</sup> , 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



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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$