

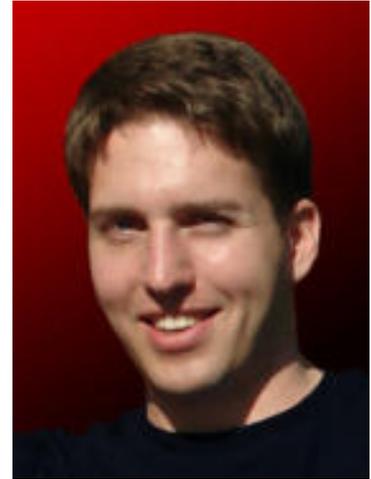
Nachhaltigkeit von Bauteilen und Konstruktionen

Felix Heisinger, Tobias Steiner

Green Building | 2016

DI Tobias Steiner

- Forschung, Entwicklung und Consulting am IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH Abteilung Bauphysik mit den Schwerpunkten Sanierung, Innendämmung, Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk, Schimmelpilzschäden sowie Energie-, Komfort- und Bauteil-Monitoring.
- Vereinstätigkeiten in der WTA, Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.; dem FVID, Fachverband Innendämmung e.V.; dem ACR, Austrian Cooperative Research e.V. und dem IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie e.V..
- Lehrbeauftragter an der Fachhochschule FH Campus Wien, der Donauuniversität Krems sowie Autor diverser Publikationen.



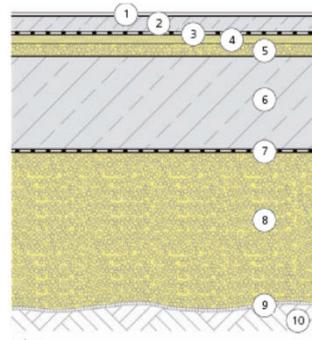
Tagesplan

Memory – Einheit 1

Gesunde Raumluf - Einführung

Gesunde Raumluf - Schadstoffe

Gesunde Raumluf - Maßnahmen



Modul 2

**Raumluftqualität / Emissionen aus
Baumaterialien / Auswahl
schadstoffarmer Baumaterialien**

20. Okt

19:15-21:30

3

2. Gesunde Raumluft

2.1 Einführung

2.2 Schadstoffe

2.3 Maßnahmen

Schadstoffquellen im Innenraum

- Rauchen
- Verbrennungsvorgänge
- Atmung (Kohlendioxid), menschliche Ausdünstungen
- Baustoffe und Innenausstattungen
- Einrichtungsgegenstände
- Reinigungsmittel
- Desinfektionsmittel
- Duftstoffe

Wirkung von Raumluft-Schadstoffen

- Leistungsfähigkeit
- Wohlbefinden
- Gesundheit

Außenluft – Innenluft



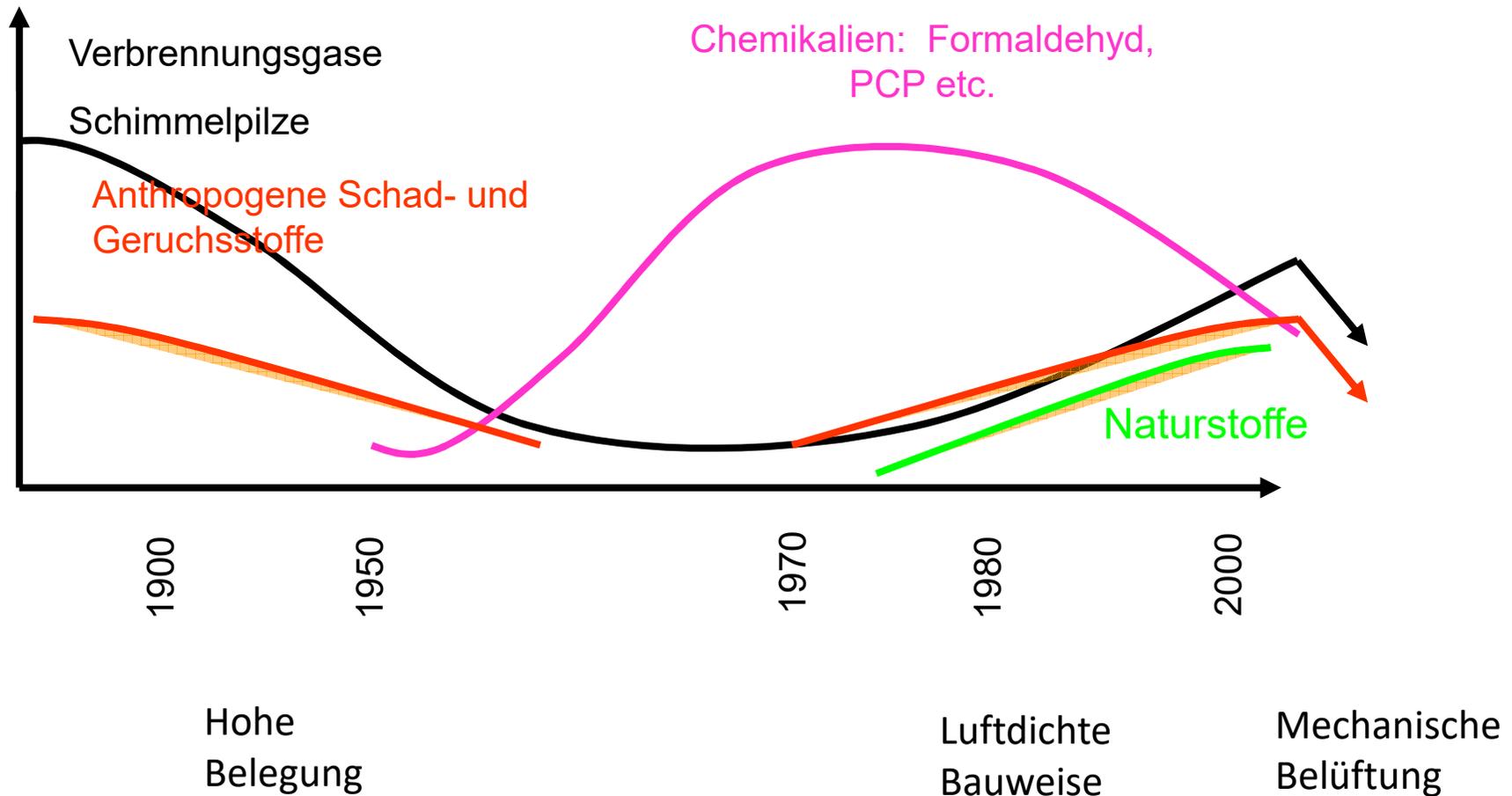
Raumluft kann höher mit
Dioxinen belastet sein als
Rauchgase einer
Müllverbrennungs-
anlage

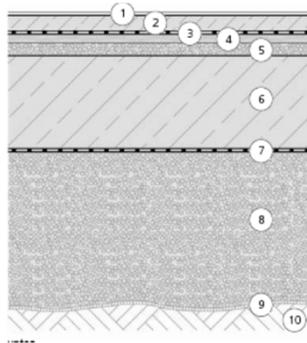
Aufenthaltszeiten der Städter in Europa

- 8 % Außenraum
- 92 % Innenraum (Wohnung, Arbeitsstätten, Schulen, Ämter, KFZ, Bahn, Flugzeug)

Quelle: Jantunen et al. EXPOLIS STUDY

Geschichte der Raumluft-Schadstoffe





2.2 Schadstoffe

2.2.1 Altlasten der 60er bis 80er Jahre

Asbest



Arbeiten mit Asbest
Informationen für Dachdecker

Sicherheitsinformationen
der Allgemeinen
Unfallversicherungsanstalt

Asbest

natürlich
vorkommende
mineralische
Faser

Asbest ist die faserige Form der mineralischen Silikate, die zu den gesteinsbildenden Mineralien der Serpentinegruppe und der Amphibol-Gruppe gehören.

griechisch "asbestos" = "unauslöschlich"



Gesundheitsgefährdungen

- keine akute Gefahr: nicht reizend, ätzend oder unmittelbar giftig
- Fasern mit entsprechenden Abmessungen können in Lunge vordringen; Immunabwehr kann Fasern nicht abbauen, werden längs gespalten → vermehren sich

Mögliche Folgen

- Lungenfibrose (Asbeststaublunge) bis zu
- Krebs in Kehlkopf, Lunge, Bauchfell

Verwendung von Asbest

Hart-Asbestprodukte

- Dach- und Fassadenbeläge,
- Lüftungskanäle,
- Rohrleitungen,
- Fensterbänke und Arbeitsplatten,
- Formstücke wie Blumentröge,
- Fußbodenbeläge,
- Bremsbeläge sowie
- Behälter für Chemikalien.

Asbesthaltige Produkte sind mit bloßem Auge nicht von asbestfreien zu unterscheiden.

Weich-Asbestprodukte

- Brandschutz-Ummantelungen von Bauteilen aus Stahl, Stahlbeton, Holz
- Brandschutzbeschichtungen von Decken, Dächern und Wänden,
- Brandschutz-Abschottungen von Öffnungen
- Brandschutzklappen
- Heizkörperverkleidungen,
- Auskleidungen von Nachtspeichergeräten
- Schallschutzverkleidungen
- Dichtungsschnüre etc.

Altlast Asbest



Foto: www.wien.gv.at

Uno-City: Asbest (va in Kabelisierungen)
2004-2010 alle Büroflächen block- und
etagenweise saniert
Kosten: 100-150 Mio Euro

2009-2013: Rundbau mit Konferenzsälen

- Verwendung von 1950 bis 1990
- Seit 1978 Verwendung von Spritzasbest in Gebäuden verboten
- Seit 1990 generell verboten
- Altlasten v.a. in Bürohäusern, Hallen, Garagen, Sporthallen, etc.

Gefährdungspotenzial von Tätigkeiten

Hohe Belastung

- Entfernen von Spritzasbest und ähnlich schwach gebundenem Asbest
- Abbruch von asbesthaltigen Materialien (z.B. Dacheindeckungen, Fliesen auf asbesthaltigen Spachtelmassen);
- Demontage von Bauteilen in Kontakt mit Spritzasbest.

Geringe Belastung

- Verlegen, Lagern und Transportieren von Hartasbestprodukten ohne anhaftenden Schneidstaub;
- Umgang mit nassen Bauteilen aus Asbestzement (z.B. bei Abbrucharbeiten);
- Umgang mit Dichtungen und Dichtungsmaterial, in denen Asbest in organischen Bindemitteln fest eingebunden ist

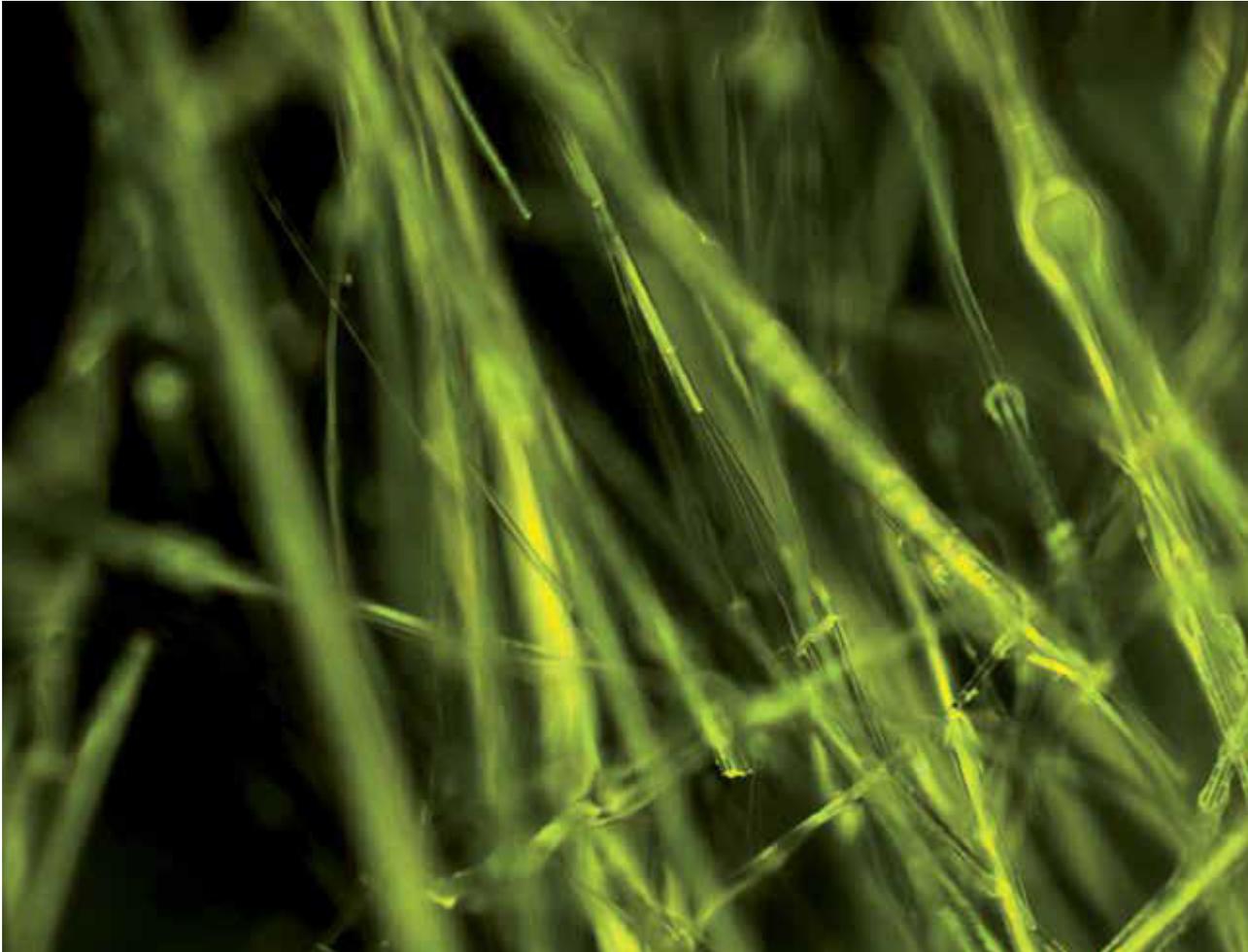
Schutzmaßnahmen

ÖNORM M 9406 „Umgang mit schwach gebundenen asbesthaltigen Materialien“

Bei wenig Staub

- Das Einatmen von Asbestfasern durch die Verwendung einer Feinstaubmaske FFP2 vermeiden;
- Den entstehenden Staub mit einem Staubsauger der Kategorie K1 abzusaugen;
- Verschmutzte Arbeitskleidung nicht "ausbeuteln", sondern absaugen;
- Der Staub kann auch durch Feuchtigkeit gebunden werden.

Mineralfasern



Lichtmikroskopische
Aufnahmen
künstlicher
Mineralfasern
(100-fache
Vergrößerung
am OLYMPUS
IX 51)

Zeitschriftenartikel aus der
Zeitschrift
"BAUSUBSTANZ"

Messal, Constanze
Innenräume mit
Vergangenheit. Jede Epoche
hat ihre Schadstoffe. Tl.1:
Wird fortgesetzt
Bd.5, Nr.2
(2014),Abb.,Lit.,Kt.,S.30-35

Mineralfasern

- Lichtmikroskopische Aufnahmen künstlicher Mineralfasern (100-fache Vergrößerung am OLYMPUS IX 51), hier glasige Fasern, erkennbar an den Schmelzetröpfchen.
- Unter UV-Anregung fluoreszieren die Fasern. Neben
- großen Fasern sind auch sehr kleine und dünne Fasern und deren Bruchstücke erkennbar, welche lungengängig sein und somit das Kriterium einer WHO-Faser erfüllen können.
- Um dies abschätzen zu können, werden Fasern mikroskopisch vermessen.

Mineralfasern

Allgemeine Informationen zum Thema Künstliche Mineralfasern

Mineralwollen mit Herstellungsdatum 1.6.2000 oder jünger

Alle Mineralfasern, die seit dem 1.6.2000 in Verkehr gebracht wurden haben nach EU-Recht oder deutschem Recht entsprechende Bioverträglichkeitstests durchlaufen, gelten als ‚**Neue Mineralwollen**‘ im Sinne der TRGS 521 und somit als **unbedenklich**.

Mineralwollen mit Herstellungsdatum 1996 bis 30.5.2000

Mineralfasern, die zwischen 1996 und Mitte 2000 in Verkehr gebracht wurden, können über Bioverträglichkeitstests oder als KI40-Fasern freigezeichnet worden sein (gelten als ‚**Neue Mineralwollen**‘ und erfüllen somit die Freizeichnungskriterien der Gefahrstoffverordnung) **oder** noch ‚**Alte Mineralwollen**‘ im Sinne der TRGS 521 darstellen.

Mineralwollen mit Herstellungsdatum 1995 oder älter

Alle Mineralwollen mit Herstellungsdatum 1995 oder älter stellen ‚**Alte Mineralwollen**‘ im Sinne der TRGS 521 dar und sind nach TRGS 905 als **krebserzeugend** zu bewerten.

Mineralfasern



Lichtmikroskopische
Aufnahmen
künstlicher
Mineralfasern
(100-fache
Vergrößerung
am OLYMPUS
IX 51)

Zeitschriftenartikel aus der
Zeitschrift
"BAUSUBSTANZ"

Messal, Constanze
Innenräume mit
Vergangenheit. Jede Epoche
hat ihre Schadstoffe. Tl.1:
Wird fortgesetzt
Bd.5, Nr.2
(2014),Abb.,Lit.,Kt.,S.30-35

Altlast Holzschutzmittel

Gesundheitsgefährdung

- Zum Schutz gegen Insekten- oder Pilzbefall wurden Holztragwerke, Dachkonstruktionen, Balkendecken und Fußböden – ebenso wie Einrichtungsgegenstände und Möbel – häufig mit Holzschutzmitteln behandelt.
- Die in den Holzschutzmitteln enthaltenen Biozide können nach heutigen Erkenntnissen eine ernstzunehmende Gesundheitsgefährdung darstellen.



Die Eichenpfähle der Gründung am Beobachtungsstand standen zum Untersuchungszeitraum im Wasser, in der Wasser-Luft-Zone befanden sich Fruchtkörper des Eichenwirrlings.

Zeitschriftenartikel aus der Zeitschrift
"BAUSUBSTANZ"

Laar, Claudia von; Dargert, Ramona
Hölzerne Aussichtstürme in Mecklenburg. Zustandserfassung
und Instandsetzungsmaßnahmen
Bd.3, Nr.3 (2012),Abb.,Tab.,Lit.,S.30-36



Braunfäule an einer
Keilzinkenverbindung.

Zeitschriftenartikel aus der Zeitschrift
"BAUSUBSTANZ"

Laar, Claudia von; Dargert, Ramona
Hölzerne Aussichtstürme in Mecklenburg. Zustandserfassung
und Instandsetzungsmaßnahmen
Bd.3, Nr.3 (2012),Abb.,Tab.,Lit.,S.30-36



Rostige Bolzenverbindungen und mit Algen bewachsene Holzteile.

Zeitschriftenartikel aus der Zeitschrift
"BAUSUBSTANZ"

Laar, Claudia von; Dargert, Ramona
Hölzerne Aussichtstürme in Mecklenburg. Zustandserfassung
und Instandsetzungsmaßnahmen
Bd.3, Nr.3 (2012),Abb.,Tab.,Lit.,S.30-36



Gallertränen haben die durchfeuchtete Knagge zerstört.

Die Gallertränen oder Tränenpilze (*Dacrymyces*, syn. *Arrhytidia*, *Dacryomyces* und *Septocolla*) sind eine Gattung aus der Familie der Gallertränenverwandten (*Dacrymycetaceae*) und umfassen Arten mit gelatinösen und überwiegend blass gelb bis leuchtend orange gefärbten Fruchtkörpern. Sie besiedeln Totholz und erzeugen im Substrat eine Weißfäule.

Zeitschriftenartikel aus der Zeitschrift
"BAUSUBSTANZ"

Laar, Claudia von; Dargert, Ramona
Hölzerne Aussichtstürme in Mecklenburg. Zustandserfassung
und Instandsetzungsmaßnahmen
Bd.3, Nr.3 (2012),Abb.,Tab.,Lit.,S.30-36



Ameisenschaden an einer Stütze.

Zeitschriftenartikel aus der Zeitschrift
"BAUSUBSTANZ"

Laar, Claudia von; Dargert, Ramona
Hölzerne Aussichtstürme in Mecklenburg. Zustandserfassung
und Instandsetzungsmaßnahmen
Bd.3, Nr.3 (2012),Abb.,Tab.,Lit.,S.30-36

Altlast Holzschutzmittel

Holzschutzmittel

- In den 1950er bis 1980er Jahren sind in erster Linie lösemittelhaltige Holzschutzmittel zur Nachbehandlung von Holzbauteilen im Bestand bzw. im Rahmen von Bekämpfungs-/Sanierungsmaßnahmen eingesetzt worden.
- Diese Produkte enthalten als Wirkstoffe in den meisten Fällen die zu den Organchlor-Verbindungen zählenden Substanzen Chloraphthaline, DDT, Lindan und PCP. In Einzelfällen konnten diese zusätzlich PCB's und/oder PCT's enthalten.

Altlast Holzschutzmittel

Holzschutzmittel

- Die Mehrzahl der genannten Wirkstoffe wurde nahezu über den ganzen Zeitraum eingesetzt, so dass diese primär für Belastungen oder Schadstoffsanierungen verantwortlich zu machen sind.
- Daneben wurden über kürzere Zeiträume hinweg auch lösemittelhaltige Holzschutzmittel auf Basis der Wirkstoffe HCH, Parathion, Endosulfan, Chlorthalonil, Furmecycloxy sowie zinnorganischer Verbindungen eingesetzt. Ziel dieser Behandlungen war in den überwiegenden Fällen die Bekämpfung holzerstörender Insekten.
- In erster Linie Belastungen durch Insektizide zu erwarten, die häufig mit einem Fungizid - in den meisten Fällen mit PCP - kombiniert waren.

Altlast Holzschutzmittel

Mehrfachbehandlung

- Infolge einer Mehrfachbehandlung durch gleiche oder verschiedene Produkte weisen Holzbauteile häufig hohe Belastungen auf. Dies gilt insbesondere für öffentliche Gebäude. Hierbei muss auch mit zusätzlichen Belastungen durch Holz- und Flammschutzsalze gerechnet werden.

Altlast Holzschutzmittel

Holzschutzmittel			
	Wirkung	Wirkstoffe	Verwendungszeitraum
organische Wirkstoffe	Insektizid	DDT	1950er bis 1990
		HCH (Isomergemisch)	1950er bis 1960er
		Lindan (γ -HCH)	1950er bis 1990er
		Endosulfan	1960er bis 1980er
		Aldrin/Dieldrin	1950er
		Prathion	1950er bis 1970er
	Fungizid	PCP	1950er bis 1980er
		Chlorthlonil	1970er bis 1980er
		Cumecyclox	1970er bis 1980er
		Tributylzinnverbindungen	1960er bis 1980er
Insektizid/Fungizid	Chlornaphtaline (Mono-, Di-, Tri-, Tetra-chlornaphtaline sowie chlorierte Binaphtaline)	1920er bis 1970er	
	Steinkohlenteeröl ("leichtflüchtige Komponenten z.B. Naphtalin, Phenol und Kresole" und "schwerflüchtige Verbindungen z.B. Benzo(a)pyren")	20 Jh.	
anorganische Wirkstoffe	Insektizid/Fungizid	Flourverbindungen (Fluoride, Hydrogenfluoride, Silicofluoride)	20. Jh.
		Borverbindungen (Borsäure, Borate)	ab 1950er

Altlast Holzschutzmittel

Vorgehensweise bei Verdacht auf Schadstoffbelastung

- Die Vorgehensweise bei Verdacht auf gesundheitsgefährdende Belastungen durch Holzschutzmittel beginnt bei der Pflicht der Prüfung auf Einsatz von Holzschutzmitteln durch Eigentümer bezüglich Gesundheits- und Arbeitsschutz entsprechend der Prüfungs- und Informationspflicht.
- Daraus können Grundsatzentscheidungen abgeleitet werden.
- Bei Innenraumnutzung - Sanierungsmaßnahmen wie z.B. Abdichtung behandelter Holzbauteile, Dekontamination, Teilabriss, Lüftungsmaßnahmen mit Erfolgskontrolle und Nachkontrolle ggf. Überwachung.
- Bei Verzicht auf Innenraumnutzung - Sanierungsmaßnahmen, wie z.B. Schadstoffreduktion, ggf. wiederholen, Lüftungsmaßnahmen, Abschottung und Kennzeichnung der belasteten Bereiche.

Altlast Holzschutzmittel

Planung von Arbeiten

- Bei der Planung der Arbeiten ist die Exposition abzuschätzen und durch Vergleich mit Grenzwerten festzulegen, ob ein gesundheitliches Risiko zu erwarten ist. Gegebenenfalls resultieren aus dieser Bewertung Maßnahmen zur Expositions- oder Risikominimierung.
- Bezüglich der Bewertung der Gefährdungssituation für Nutzer der Holzschutzmittel belasteten Bereiche sowie eine Bewertung der Sanierungsnotwendigkeit ist u.a. die „Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorphenol (PCP)-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCP-Richtlinie)“ und weiter der Leitfaden für „Innenraumhygiene in Schulgebäuden (UBA)“ zu nennen.



Zeitschriftenartikel aus der Zeitschrift
"BAUSUBSTANZ"

Meurer, Gerd
Restaurierung und energetische Optimierung eines
Baudenkmals (erbaut 1679)
Bd.2, Nr.4 (2011),Abb.,Lit.,Grundr.,Horizontalschn.,S.36-39

Altlast Holzschutzmittel

Luft- und bautechnische Maßnahmen

- Im Rahmen der Zustandserfassung sind die vorhandenen baulichen Gegebenheiten hinsichtlich Lüftungsmöglichkeiten zu beurteilen. Die Hinzuziehung eines Architekten, Holzschutzsachverständigen und/oder Bauphysikers wird empfohlen.
- Luft- und bautechnische Maßnahmen sind u.a.:
 - Lüftung kontaminierter Raumbereiche durch natürliche Lüftung (freie Lüftung). Reicht diese nicht aus oder sind raumklimatische Vorgaben einzuhalten können Lüftungsgeräte/-anlagen eingesetzt werden.
 - Abschottungsmaßnahmen zu nicht kontaminierten Raumbereichen. Zu beachten ist, dass Abschottungen zur Beeinträchtigung der freien Lüftung führen können.
 - Beseitigung der Schadstoffquelle

Altlast Holzschutzmittel

„Dekontamination von Holzschutzmittel belastetem Holz“

- Das WTA-Merkblatt-Merkblatt richtet sich u.a. an Eigentümer, Gebäudenutzer, Planer, Handwerker, und Restauratoren.
- Teil 1 gibt eine Übersicht verwendeter Holzschutzmittel, Nachweise der Schadstoffe, Gefährdungsbeurteilung und Planung von Maßnahmen.
- Teil 2 zeigt Möglichkeiten und Verfahren auf, die Belastung mit Holzschutzmitteln zu beseitigen bzw. zu reduzieren. Neben Hinweisen zu Ansprechpartnern, Institutionen und Literatur enthält das Merkblatt weitere wertvolle Hilfestellungen beim Umgang mit kontaminierten Gebäuden und Objekten gegeben.

Altlast Holzschutzmittel

Gesundheitliche Risikobewertung für den Menschen 1/2

- Zum Schutz der Gesundheit des Menschen werden meist aus Beobachtungen am Menschen sowie Ergebnissen von umfangreichen Tier- und In-vitro-Versuchen tolerierbare Aufnahmemengen von Schadstoffen abgeleitet.
- Damit sind Aufnahmemengen gemeint, die der Mensch täglich ohne erkennbaren Schaden für die Gesundheit aufnehmen kann, d.h. wenn auch bei lebenslanger Aufnahme der angegebenen Tagesdosis eine gesundheitliche Beeinträchtigung nicht zu erwarten ist, sofern es sich um einen Grenzwert für eine chronische Exposition handelt.
- Diese Werte sind keine unveränderlichen Größen, sondern bedürfen einer laufenden Überprüfung nach dem neuesten Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse.

Altlast Holzschutzmittel

Gesundheitliche Risikobewertung für den Menschen 2/2

- Die Festsetzung tolerierbarer Mengen beruht auf Abschätzungen hinsichtlich der Übertragbarkeit von Erkenntnissen aus Tierversuchen auf den Menschen, um Beeinträchtigungen der Gesundheit auch unter ungünstigen Bedingungen (hinsichtlich Alter, Verzehrgewohnheiten, Rückstandsbelastungen etc.) mit hoher Sicherheit auszuschließen.
- Unbenommen davon bleibt eine allgemeine Gefährdung z.B. für allergische reagierende Menschen. Sie reagieren bereits bei kleinsten Schadstoffdosen, die sonst allgemein unbedenklich sind.
- Zudem ist zu berücksichtigen, dass einzelne Schadstoffgrenzwerte in Wechselwirkung mit anderen Umweltgiften gesehen werden müssen, da ein schwer fassbarer Schadstoff-Cocktail entstehen kann, der u.U. eine weitergehende Sanierung bedingt.



Zeitschriftenartikel aus der Zeitschrift
"BAUSUBSTANZ"

Meurer, Gerd
Restaurierung und energetische Optimierung eines
Baudenkmals (erbaut 1679)
Bd.2, Nr.4 (2011),Abb.,Lit.,Grundr.,Horizontalschn.,S.36-39

Altlast Holzschutzmittel

Risikobewertung

- Für Handwerker, Nutzer und Bewohner müssen im Umgang mit belastetem Material getrennte gesundheitliche Risikobewertungen durchgeführt werden. Dies ergibt sich u.a. aus der Tatsache, dass diese Gruppen in unterschiedlicher Art und Weise den Schadstoffen ausgesetzt sind.
- Der Bewohner eines belasteten Raums ist dem Schadstoff dauerhaft ausgesetzt. Ähnliches gilt für Arbeitnehmer, die sich beruflich in kontaminierten Gebäuden aufhalten.
- Abweichend davon sind Personen zu beurteilen, die sich nur temporär in entsprechenden Räumlichkeiten aufhalten (z.B. Besucher) oder Bereiche, die nur zeitweise genutzt werden. Auch sind die Belastungen von Arbeitnehmern, welche bei der Dekontamination oder bei der Herstellung, dem Einsatz und der Beseitigung von Schadstoffen berufsbedingt tätig und einer ständig erhöhten Schadstoffbelastung ausgesetzt sind, gesondert zu bewerten.

Altlast Holzschutzmittel

Übersicht und Eignung von Verfahren zur Dekontamination

Verfahren		Tragende Bauteile			Nicht tragende Bauteile	
		Dachstuhl	Fachwerk	Balkendecke	Bekleidung	Bauelement
Beispiele						
Luft- und bautechnische Maßnahmen	Lüftung	✓●	✓●	✓●	✓●	✓●
	Abschottung	✓●	✓●	✓●	✓●	✓●
Oberflächenreinigungs-Verfahren	Entstaubung	✓●	✓●	✓●	✓●	✓●
	Unterdurckwaschverfahren	✓●	✓●	✓●	✓●	✓●
Abrasive Reinigungs-Verfahren	Strahlverfahren	✓○	✓○	✓○	✓○	✓○
	Wirbelstrahlverfahren	✓●	✓●	✓●	✓●	✓○
	CO2-Pellet-Verfahren (Trockeneisverfahren)	✓●	✓●	✓●	✓○	✗○
	CO2-Schneestrah-Verfahren	✓●	✓●	✓●	✓●	✓●
Additive Verfahren	Maskierung	✓●	✓●	✓●	✓○	✓○
	Absperrverfahren	✓●	✓●	✓●	✓●	✓●
Extraktionsverfahren	Lösemittlextraktion	✗○	✗○	✗○	✗○	✗○
	Unterdurck-/Vakuum - Desorptionsverfahren	✗●	✗●	✗●	✗●	✓●
Thermische Verfahren	Fechtegeregeltes Warmluftverfahren	✗○	✗○	✗○	✗○	✓●
	Mikrowellenverfahren	✓●	✓●	✓●	✓●	✓●
	Laserstrahlverfahren	✓●	✓●	✓●	✓●	✓●
Ablösende Verfahren	Abbeizverfahren	✗○	✗○	✓○	✓○	✗○

Dekontaminationserfolg
 grün – i.d.R. gut geeignet
 rot – i.d.R. nicht geeignet

Materialbeeinträchtigung
 Kreis voll – i.d.R. gering
 Kreis leer – i.d.R. hoch

Altlast Holzschutzmittel

Möglichkeiten und Grenzen

- Bei schadstoffbelasteten Gebäuden oder Kulturgut sind der Abreicherung technologisch Grenzen gesetzt.
- Diese führen dazu, dass auch nach einer Sanierung, selbst nach Einsatz aller nach dem Stand der Technik sinnvollen Maßnahmen, ein Risiko verbleiben kann.
- Das bedeutet, dass die Nutzung eines Gebäudes von den technischen Möglichkeiten der Sanierung und dem daraus resultierenden Risiko bestimmt wird.
- Technologien zur vollständigen Dekontamination von Objekten befinden sich im Stadium der Entwicklung. Grundsätzlich ist ein angemessener Gesundheits- und Arbeitsschutz zu beachten.
- In Museen, Kirchen, Denkmälern und Wohngebäuden ist der Schutz von Besuchern und Nutzern sicherzustellen.

Altlast Holzschutzmittel

Weitere Merkblätter der WTA zum Holzschutz

- Neben den vorgestellten Merkblättern zur Ermittlung der Gefährdungsbeurteilung und Abreicherung von Holzschutzmittel belastetem Holz geben folgende Merkblätter umfassende Hilfestellung für das Arbeiten mit Holz im Bestand.
 - Heißluftverfahren zur Bekämpfung tierischer Holzzerstörer (MB 1-1-08)
 - Der echte Hausschwamm (MB 1-2-05)
 - Baulicher Holzschutz an historischen Bauwerken, Teil 2: Dachwerke (MB 1-4-00)
 - Probenahme am Holz – Untersuchungen hinsichtlich Pilze, Insekten, Holzschutzmitteln, Holzalter und Holzarten (MB 1-7-12)
 - Holzergänzung (MB 1-7-12)
 - Sonderverfahren im Holzschutz, Teil 1: Bekämpfungsmaßnahmen (MB 1-10-15)

Beispiel

Schloss Cecilienhof - nachhaltige und denkmalgerechte Sanierung des hölzernen Dachtragsystems



Zeitschriftenartikel aus der Zeitschrift
"BAUSUBSTANZ"

Saphörster, Olaf; Kühn, Martin; Kühl, Bert

Schloss Cecilienhof - nachhaltige und denkmalgerechte Sanierung des hölzernen
Dachtragsystems

Jg.7, Nr.3 (2016),Abb., Lit.,S.66-72

Beispiel

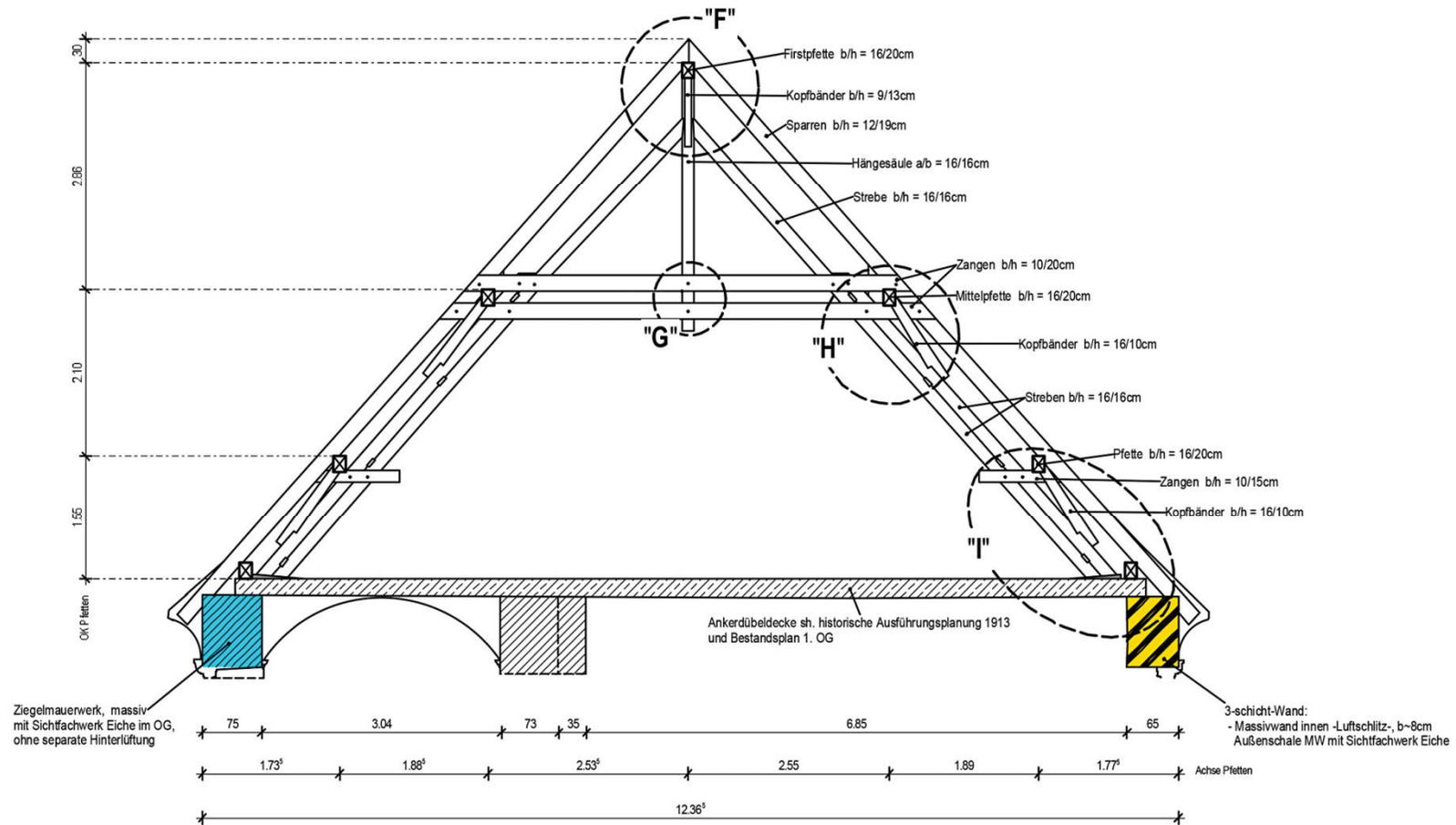
Querschnitt der Dachkonstruktion

Schnitt 2 - 2

Dachkonstruktion über dem Kronenprinzenflügel - Achsen I-K / 2-3

Konstruktionssystem 1

M 1:50



Beispiel

Mazeration am Dachtragwerk



Beispiel

Mazeration an Dachlatten



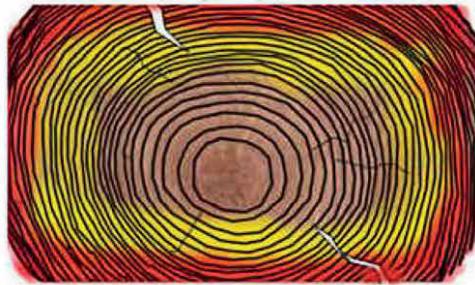
Beispiel

Schneeflugeintrag



Beispiel

Tragzone von Dachlatten



b

h

historisch

h = 3cm
b = 5cm

Dachlatten:



- Mazerationsschicht (5 mm)
(statisch nicht ansetzbar)



- Salzbelastete Zone (7,5 mm)
(statisch nur nach Beprobung
und Absprache mit Prüfenieur
rechnerisch ansetzbar)



- Statisch zu 100% rechnerisch
ansetzbar

M 1:1

Beispiel

Trockeneistralen in der Musterachse



Beispiel

Probebeschichtung sowie gestrahltes und gereinigtes Dachtragwerk



Beispiel

Gemischte Eindeckung 70 % Alt- und 30 % Neuziegel



Altlast Formaldehyd

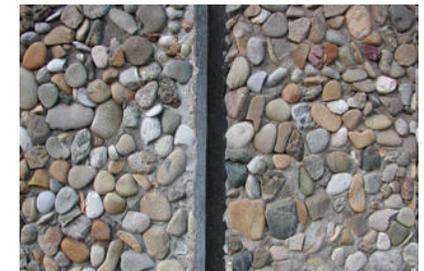


Formaldehyd aus
Spanplatten

Ältere Spanplatten sind ein Risikofaktor!

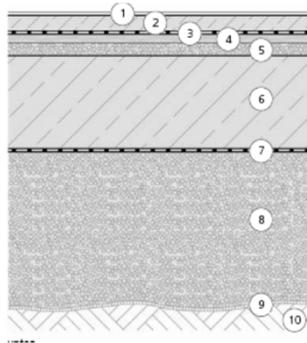
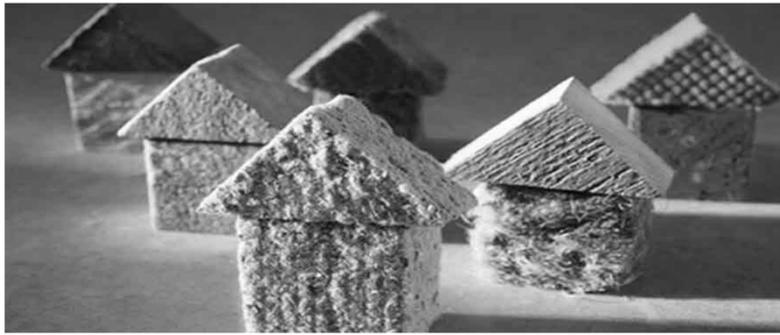
Polychlorierte Biphenyle (PCB)

- Schule in Hessen (inzwischen abgerissen):
- Schulleiter nierenkrank und Hodenkrebs, 5 Todesfälle von Kollegen, die zwischen 38 und 45 Jahren alt waren, 10 Krebsfälle in einer Lehrerschaft von 20 Personen
- Ursache: **PCB (Polychlorierten Biphenyle)**, die vor allem bei Fertigbetonbauweise in Fugendichtungen als Weichmacher verwendet wurden. Sind als krebserregend eingestuft und inzwischen verboten.
- Krankheit des Schulleiters als Dienstunfall anerkannt.
- Quelle: Gift im Klassenzimmer – Schulen machen krank / ZDF - Frontal 21, Sendung vom 4. September 2007



PCB-hältige Fuge

Trennmittel
Kondensatoren
(Leuchtstoffröhre)



2.2 Schadstoffe

2.2.2 Heutige Situation

Schadstoffe sind auch in
neu errichteten Gebäuden
ein potenzielles Problem

Schule in Graz – Neubau



Symptome in Schule

- Erkrankungen der oberen Atemwege nahmen zu, Asthmatiker berichteten über verstärkte Symptome
- Vom Schularzt diagnostiziert,
1.Vermutung: Aversion gegen neues Schulgebäude
- Messung
Formaldehyd und flüchtige organische Verbindungen (VOC) stark erhöht

Formaldehydquelle: Deckenpaneele



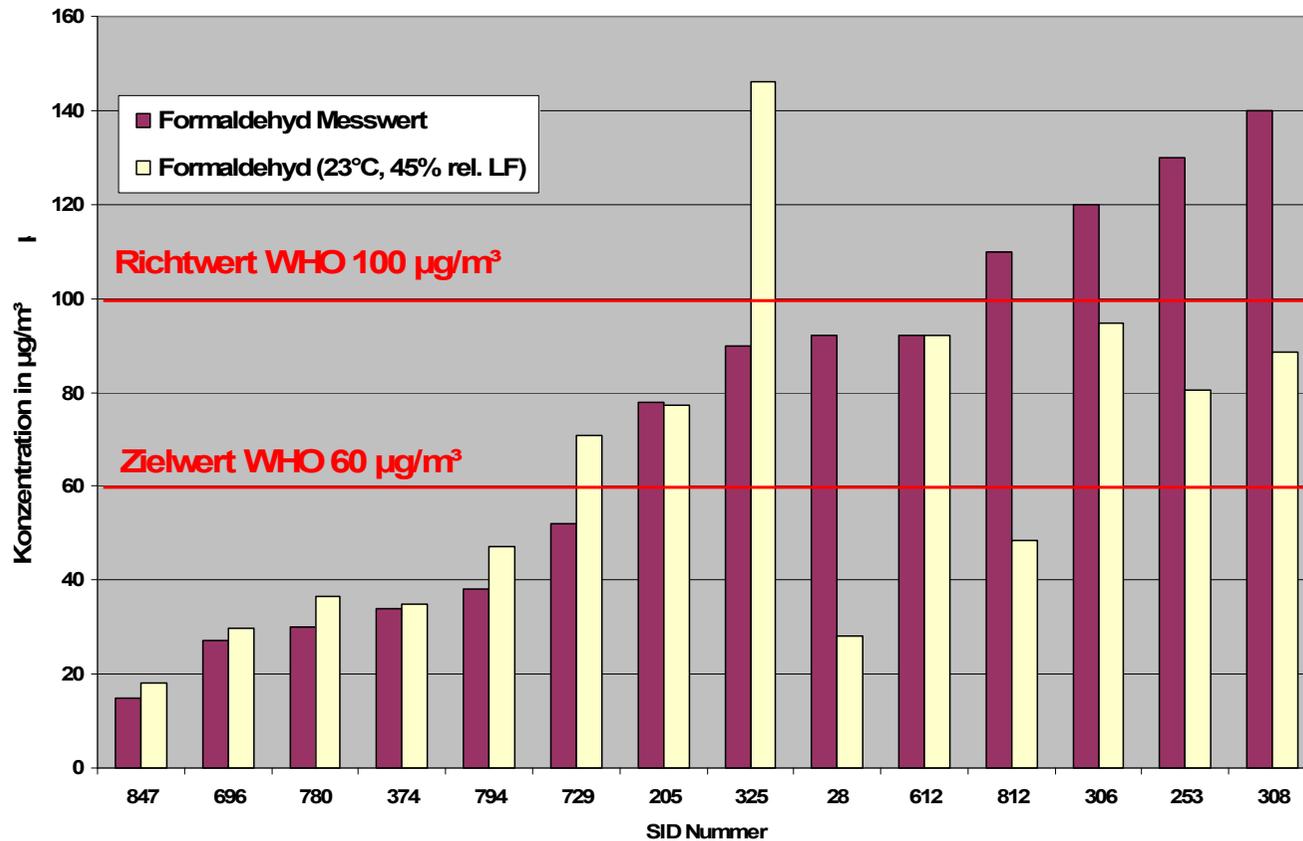
Sanierung: Entfernen der Quelle, Lüftung

Schulzentrum in Nideggen (2000 errichtet.)

- MCS-Erkrankung bei Schülerin diagnostiziert
toxische Nervenentzündung, Schwindel, Kopfschmerzen und
Hautausschläge, Immunschwäche
- → hohe Mengen an Schadstoffen gemessen
Ursache: Lösungsmittel im Fußbodenkleber,
- trotzdem keine Sanierung

Quelle: Gift im Klassenzimmer – Schulen machen krank, ZDF,
Frontal 21 - Sendung vom 4. September 2007

Formaldehyd in oberösterreichischen Schulen



Nach Amt der OÖ Landesregierung 2003

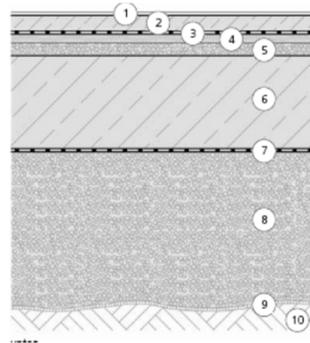
100 µg/m³ ≈ 0,083 ppm, 60 µg/m³ ≈ 0,05 ppm

Dauer der Belastung

- Untersuchungen belegen, dass noch Wochen und Monate nach der Anwendung lösemittelhaltiger Lacke oder Kleber die Schadstoffe in der Raumluft in erhöhten Konzentrationen vorhanden sind.
- Formaldehyd ist noch Jahrzehnte nach der Errichtung des Gebäudes in der Raumluft messbar

Schadstoffe in Innenräumen

- Anthropogene Emissionen (Indikator CO₂)
- Tabakrauch
- Formaldehyd
- Flüchtige organische Verbindungen (VOC)
- Biozide, Weichmacher, Flammschutzmittel
- Radon
- Biogene Luftverunreinigungen (Pilzsporen, Allergene, Bakterien, Endotoxine)
- Faserstoffe
- Altlasten: Asbest, Polychlorierte Biphenyle (PCB), Pentachlorphenol (PCP)



2.2 Schadstoffe

2.2.3 Formaldehyd

Vorkommen von Formaldehyd

- **Holzwerkstoffe**
- **säurehärtende Lacke**
- **Dispersionsfarben (Konservierungsmittel)**
- Dämmstoffe (Mineralwolle, Schäume)
- Desinfektionsmittel
- offene Gasflammen
- Tabakrauch

Formaldehyd - Gesundheitsgefährdungen

Formaldehyd ist ein flüchtiger Stoff, der u.a. Schleim- und Bindehautreizungen bzw. Kopfschmerzen verursacht.

Luftkonzentrationen in ppm	Wirkung
0,01-1,6	Schwelle für Augenreizungen
0,05-1,0	Geruchsschwelle
0,05	neurophysiologische Effekte: Kopfschmerzen, Sehstörungen, Schwindelgefühle
0,08-1,6	Augen und Nase gereizt
0,1	Reizung der oberen Atemwege, darüber Stechen und Brennen in den Augen, Husten Atemnot
10-20	nach wenigen Minuten starker Tränenfluss
30	Lebensgefahr, toxisches Lungenödem, Pneumonie

Formaldehyd – Gesundheitsgefährdungen II

Verordnung (EU) Nr. 605/2014 vom 5. Juni 2014:

Carc. 1B (krebserzeugend)

Muta. 2 (Verdacht auf erbgutschädigende W.)

Bisher:

Verordnung 2008/1272/EG:

„nur“ in Carc 2 „Verdacht auf karzinogene Wirkung beim Menschen“

Wissenschaft:

IARC (WHO) bereits seit 2004: „krebserregend für den Menschen“

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR): Schwellenwert 0,1 ppm

ppm ... parts per million

Formaldehydverordnung

Abgabe in Holzwerkstoffen beschränkt mit 0,1 ppm
Ausgleichskonzentration in Prüfkammer („E1-Qualität“)

Einhaltung kann Problem bei „**Altlasten**“ und unter spezifischen Anwendungen bzw. Bedingungen sein

Prüfkammerbedingungen:

- **Raumbeladung 1 m²/m³**
z.B.: Prüfkammergröße = 1 m³ → 1 m² Emissionsfläche
- **Luftwechsel = 1**
- **23 °C, 50 % rel. Luftfeuchte**

Raumbeladung

Raumbeladung Prüfkammer = $1\text{m}^2/\text{m}^3$



Raumbeladung Holzbau = 1 bis 2 m^2/m^3

Grenzwerte für Formaldehyd

E1-Grenzwert:	0,1 ppm
WHO-Richtwert:	0,083 ppm
WHO-Zielwert:	0,05 ppm
Umweltzeichen:	0,05 ppm und strenger

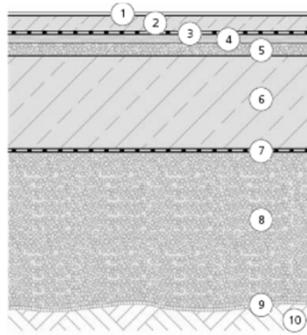
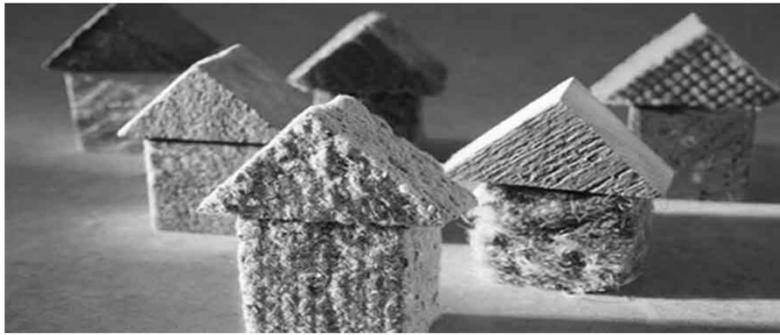
Neue Regelungen auf Basis von Verordnung (EU) Nr. 605/2014 vom 5. Juni 2014 **stehen noch immer aus.**

Bindemittel in Holzwerkstoffen

- **Harnstoff-Formaldehydharz** (UF= Urea Formaldehydharz): vor allem für Hwst im Innenausbau; weder feuchte- noch witterungsbeständig.
- **Melamin-Formaldehydharz** (MF): fester und temperaturbeständiger als Harnstoffharze
- **Phenol-Formaldehydharz** (PF): häufig in Hwst für das Bauwesen; starke chemisch Verbindung, geringe Formaldehyd-Emissionen
- **MUPF-Leime**: Gemische aus Melamin (M), Harnstoff (U), Phenol (P) und Formaldehyd (F), häufig in Hwst für das Bauwesen
- **Resorcin-Leime** (PRF): v.a. im Holzleimbau; dunkelbraune bis schwarze Leimfuge; feuchtebeständig; geringe Emissionen
- **PMDI-Klebstoffe**: praktisch formaldehydfrei

Weitere Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen

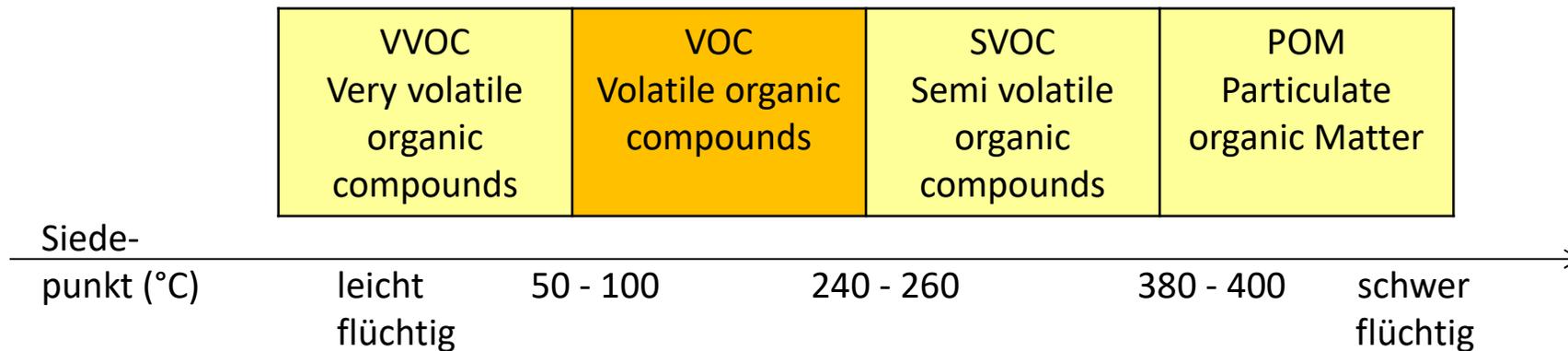
- **Terpene** aus Holz (alpha- und beta-Pinen, D-Limonen und delta-3-Caren)
- **Aldehyde** aus Holzwerkstoffen durch Oxidations-vorgänge bei der Trocknung von Spänen, Strands und Fasern aus Bestandteilen des Holzes (Hexanal, Pentanal, Benzaldehyd, Heptanal und Furfural), höher z.B. bei Kiefernholz, niedriger bei Laubholz
- **Essigsäure und Ameisensäure (Geruch)** aus PF-Harzen



2.2 Schadstoffe

2.2.4 Flüchtige organische Verbindungen

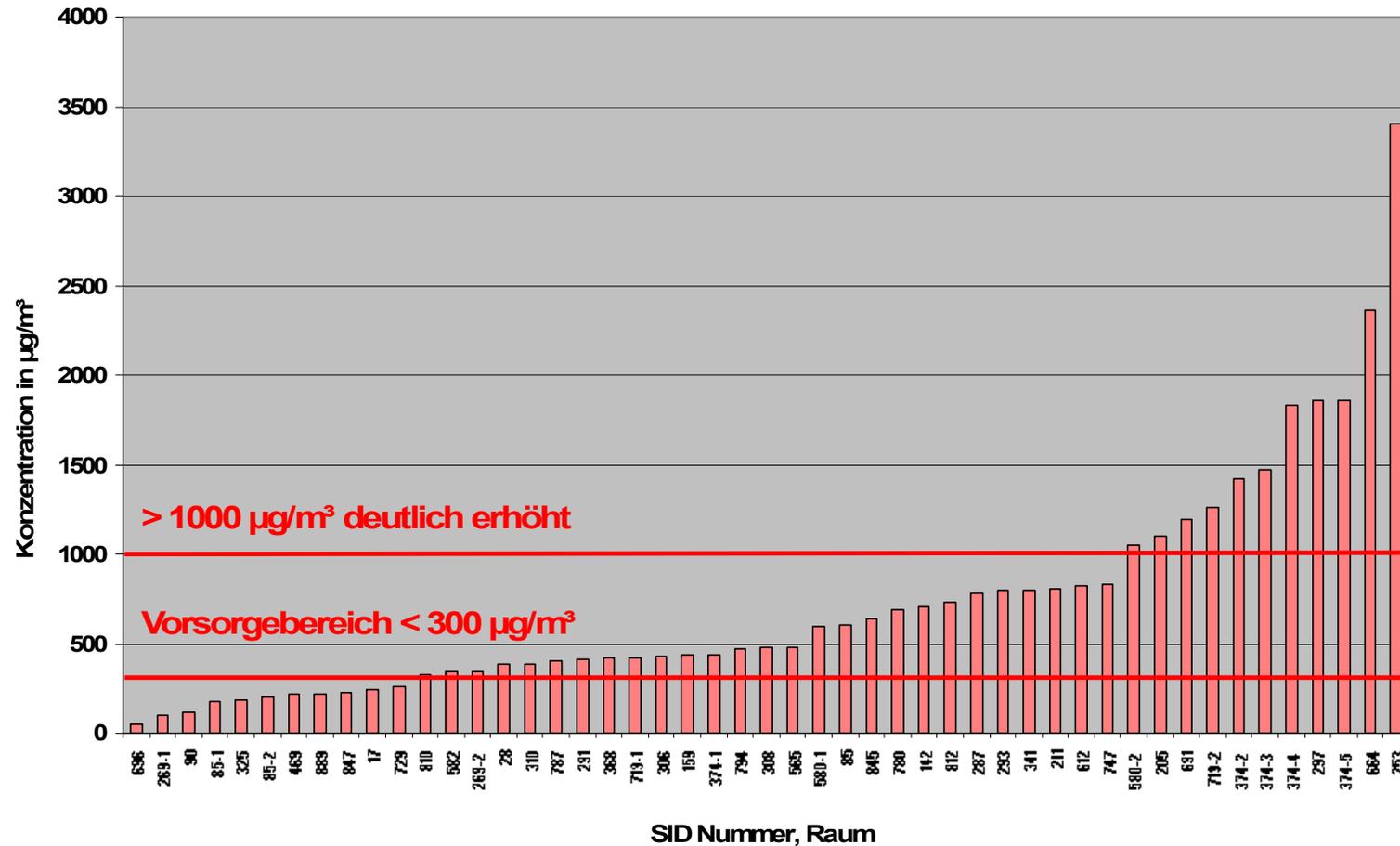
Flüchtige organische Verbindungen (VOC)



Deutsche Begriffe

- VOC flüchtige organische Verbindungen
- VVOC leichtflüchtige organische Verbindungen
- SVOC schwerflüchtige organische Verbindungen

VOC-Konzentrationen in Schulen



Lösungsmittel

- Allgemeinen Giftwirkungen von Lösungsmitteldämpfen
Kopfschmerzen, Schleimhautreizungen, Benommenheit
oder das Auftreten von Allergien
- Im Extremfall
Bewusstlosigkeit, selbst Todesfälle, dauerhafte Schäden
am zentralen Nervensystem und an inneren Organen
- „Malerkrankheit“
Hirnschädigungen, die in Dänemark bis 1983 bei mehr als
700 Frauen und Männern als - durch Lösemittel
verursachte - Berufskrankheit anerkannt wurden. [AGÖF]
- Aufnahme über Atmung, Magen/Darm oder Haut
- Auf keinen Fall sollte man sich Lack- oder Kleberreste mit
Lösemitteln von der Haut abwaschen!

Lösungsmittel-Verordnung

Lösungsmittel-Verordnung 1995:

Maximaler Lösungsmittelgehalt < 10% (Masse)

d.h. nur wasserlösliche Produkte anwendbar

Lösungsmittel-Verordnung 2005 (gültig seit 1.1.2007):

Maximaler Lösungsmittelgehalt für Bodenlacke:

140 g/l bei Wasserlacken

550 bzw. 600 g/l bei LM-hältigen Lacken (1-K bzw. 2-K)

Abdichtung als Ursache einer Lösemittelbelastung

- Dachbodenausbau in einem Gemeindebau, Beschwerden wie Kopfschmerzen, Gefühl der schlechten Luft, Husten in Wohnung darunter
- Messung: Flüchtige organische Verbindungen (Aromaten) stark erhöht
- Quellennachweis, Sanierung



Maßnahmen gegen Lösemittelbelastungen

- Überlegen, ob lösemittelhaltige Materialien wirklich unumgänglich sind.
- Möglichst im Freien streichen! Wenn das nicht möglich ist, muss unbedingt für gute Durchlüftung gesorgt werden.
- Malerarbeiten während der warmen Jahreszeit durchführen (dann lüftet sich`s leichter), im Notfall Atemschutz tragen, frischgestrichene Räume mindestens eine Woche, besser vier Wochen "ausstinken" lassen.
- Nicht anstelle der Lösemittel andere umwelt- und gesundheitsschädlichen Substanzen verwenden.

(AGÖF – Arbeitsgemeinschaft ökologische Forschungsinstitute)

Ursachen für VOC-Vorkommen in Baumaterialien

Manche VOC sind

- Produkten absichtlich zugesetzt
 - z.B. *Lösemittel*
- andere kommen von Natur aus in den Rohstoffen vor
 - z.B. *Terpene im Holz*
- andere spalten sich aus chemischen Verbindungen ab
 - z.B. *krebserzeugendes Oxim aus Dichtmassen*
- andere befinden sich als technische Verunreinigungen in chemischen Produkten
 - z.B. *(früher) PCP in Holzschutzmittel*

VOC - Vertreter

Sehr viele Substanzen und Substanzgruppen, z.B.

- **Aromaten** *viele gesundheitsgefährdende, meist Geruch, z.B. Benzol, Styrol*
- **Chlorierte** Kohlenwasserstoffe *umwelt- und gesundheitsschädlich, heute vermehrt als Treibmittel in Dämmstoffen, Montageschäumen*
- **Aliphate** *„Testbenzin“, „Isoaliphate“ in Naturfarben, in geringer Konzentration vergleichsweise harmlos, Verunreinigungen!*
- **Terpene** *natürlichen Ursprungs, z.B. Terpentin (Baumharz), Limonen (Zitrusfrucht), meist Geruch*

SVOC

Semi volatile organic compounds

- Schwer flüchtige organische Verbindungen
 - gasen häufig nur wenig, aber über längere Zeit aus
 - Sekundärkontamination
(lagern sich gerne in anderen Materialien an) →
- SVOC werden vor allem über Hautkontakt, über kontaminierte Nahrungsmittel oder den Hausstaub aufgenommen.
- Vielzahl von Beschwerden und Krankheiten, Wirkung auf ... bestimmte Organe, das Immunsystem, den Hormonhaushalt, die Haut und die Schleimhäute

SVOC – Vertreter

- Weichmacher – *Phthalate (v.a. in PVC eingesetzt)*
- Flammschutzmittel – *z.B. HBCD (z.B. in Polystyrol)*
- Holzschutz-, Teppich-, Lederschutzmittel
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) – *z.B. aus Teerprodukten (heute verboten, Ersatz: Bitumen)*

Epoxidharze

Einsatzgebiete

- Industriefußbodenbeschichtung
- Kunstharz-, Schnellestriche
- Fliesenkleber, Fugenmörtel
- Grundierungen, Abdichtungen
- Klebstoffe
- Betoninstandsetzungsprodukte

Ein einmaliger Kontakt kann bereits eine Allergie, unter Umständen eine lebenslange Berufsunfähigkeit verursachen.

Epoxidharze, Härter und Reaktivverdünner



Schädigung durch Epoxy-Systeme

- Haut: allergisches Ekzem meist an Händen, Unterarmen und Beinen, manchmal auch im Gesicht
- Atmung: Allergie mit Asthma ähnlichen Symptomen



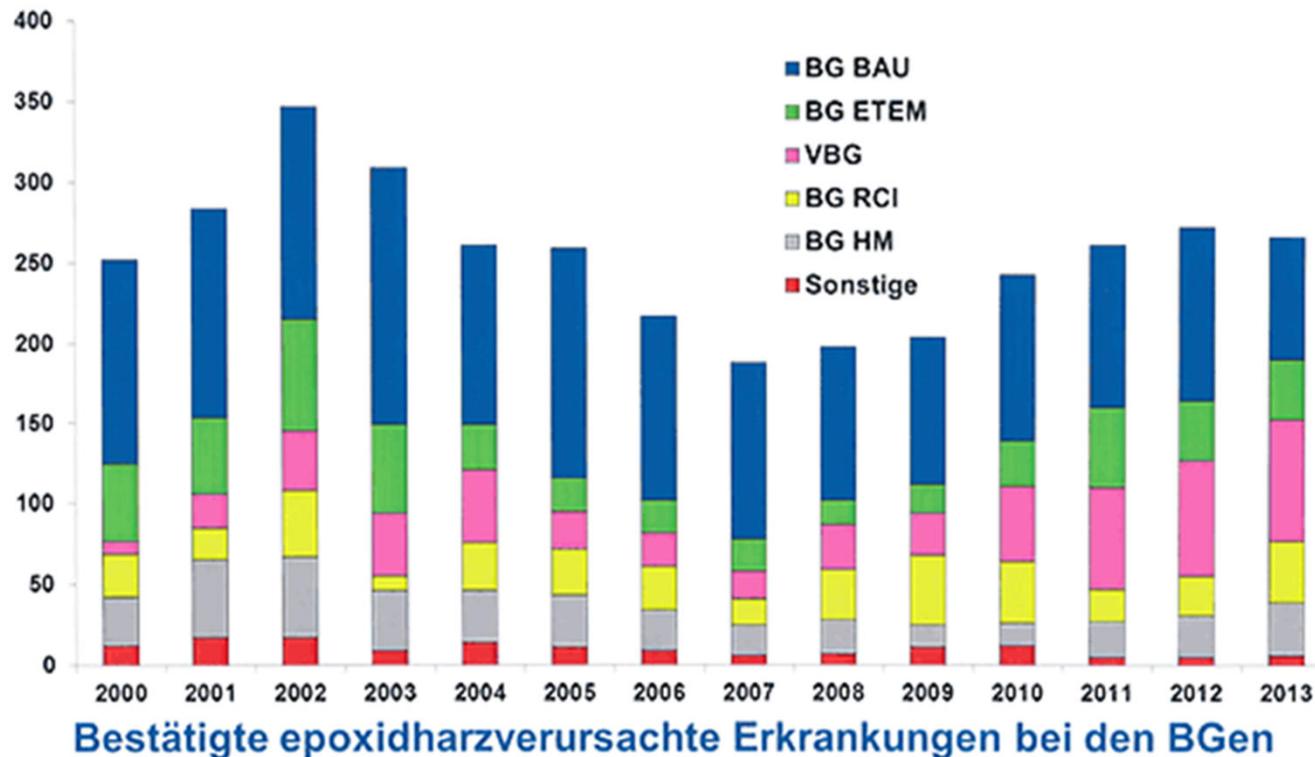
Handekzem durch Epoxidharze

BG Bau: Praxisleitfaden ... Epoxidharzen



Hautreizung/Verätzung am Unterschenkel durch mit Härter verschmutzte Arbeitshose

Bestätigte durch Epoxidharz verursachte Erkrankungen



Der Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK) schließt aus den vorliegenden Untersuchungswerten, dass in Deutschland etwa 200.000 Menschen gegen Epoxidharz sensibilisiert sind (<http://www.baulinks.de/bodenbelag/bodenbeschichtungen.htm>, Nov 2015)

Risikofaktoren bei Naturstoffen

- Wenig definierte Substanzgemische
- Unzureichende Daten, wenig Wissen über Wirkungen, hohe anerkannte Wirkschwellen
- Niedrige Geruchsschwellenwerte
- Sekundär entstehende Substanzen
- Verunreinigungen

Gerüche durch Oxidation von Leinöl

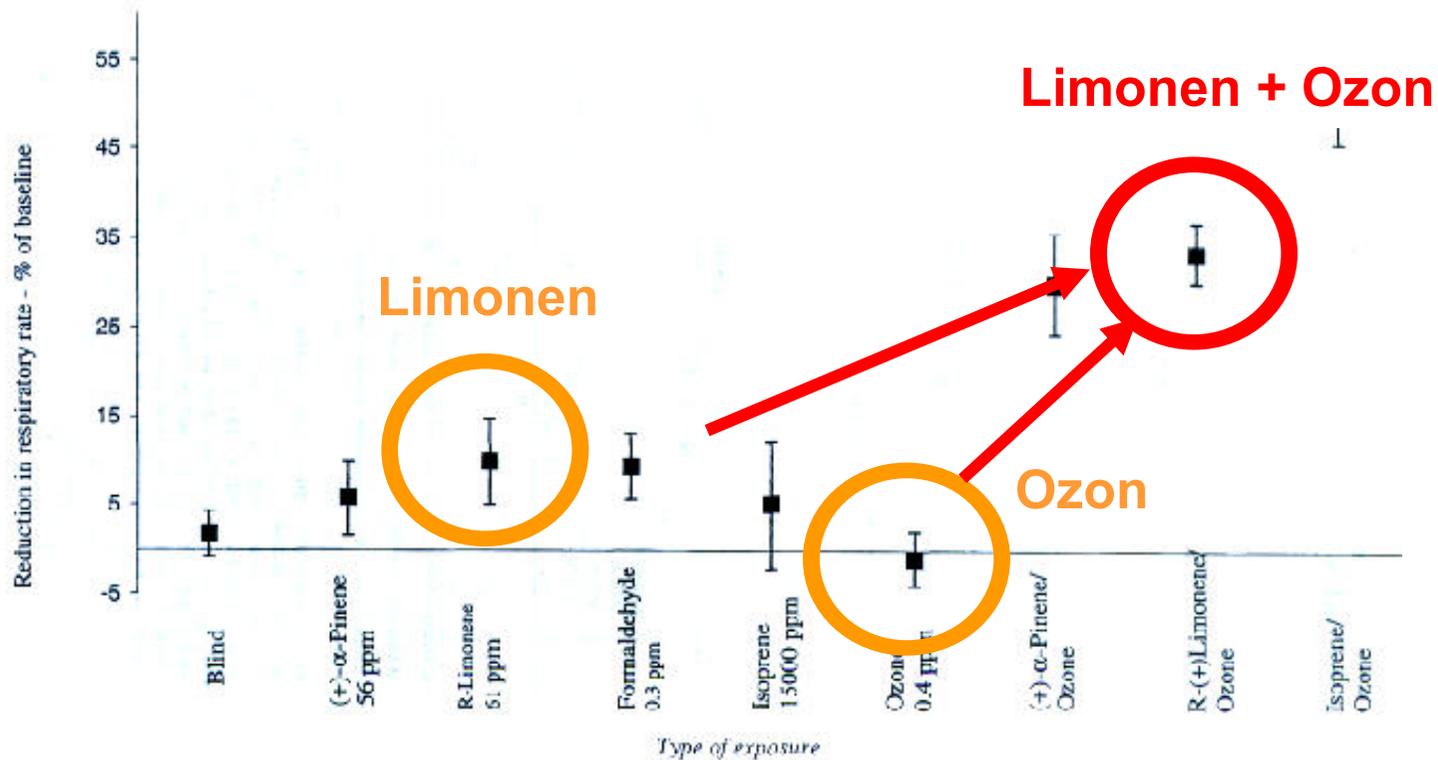
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
- Linolensäure
- $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
- Linolsäure

Zerfall

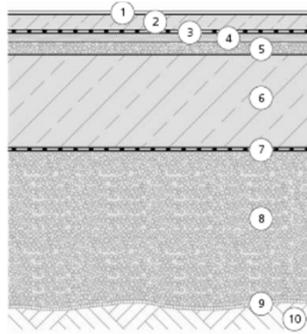
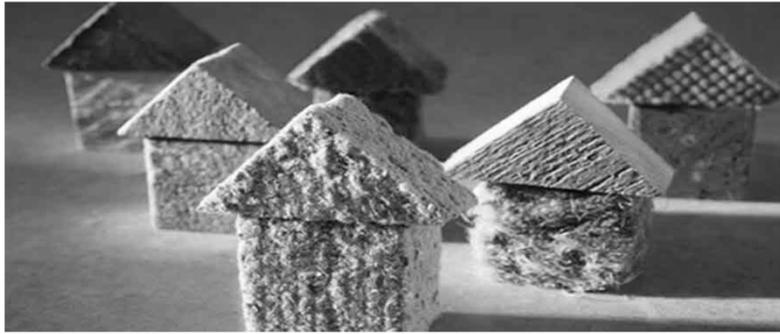
		Geruchsschwelle
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COH}$	Hexanal	0,056 mg/m ³
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	n-Caprinsäure	
$\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COH}$	Nonanal	0,013 mg/m ³

Luftchemie in Innenräumen

Synergistische Wirkung von Limonen/Ozon und α -Pinen/Ozon- Gemischen auf den Atemtrakt



Quelle Wolkoff et al. 1999



2.2 Schadstoffe

2.2.5 Radon

Radon

- Radioaktives Edelgas
 - Radioaktiver Zerfall des Uran
 - im Freien verdünnt, im Gebäude es kann sich anreichern
- unsichtbar, geruchslos
- Radonkur: Verbesserung z.B. bei rheumatischen Erkrankungen
- Lungenkrebsrisiko
 - eingeatmet → zerfällt in der Lunge → Alphastrahlung
 - keine unmittelbare Warnsymptome

Eindringen von Radon ins Gebäude

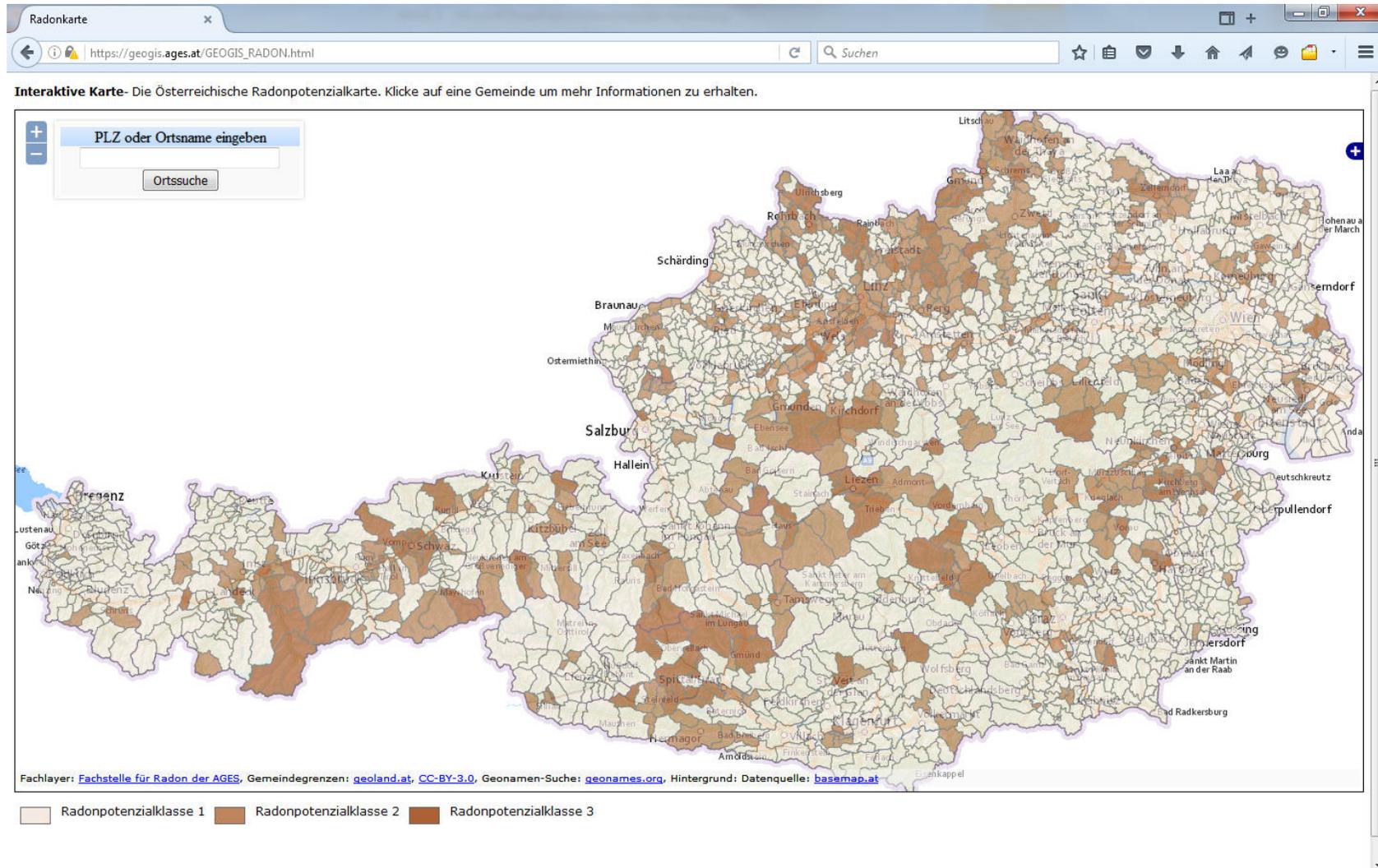
- Undichte Stellen in Fundament und Kellerwänden
- Über Kamineffekt ins Gebäude gezogen

Bauliche Gegenmaßnahmen
bei erhöhten Radonwerten

- Abdichten von Fugen, etc.
- Kellerboden aus Beton
- keinen Erdwärmetauscher
- Einblasen von frischer Luft in Keller (Überdruck)
- Absaugen und Abführen des Radons

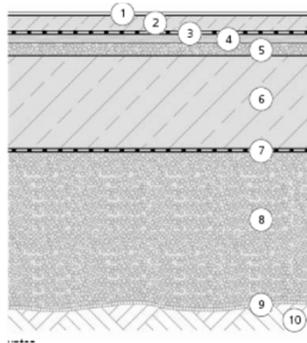
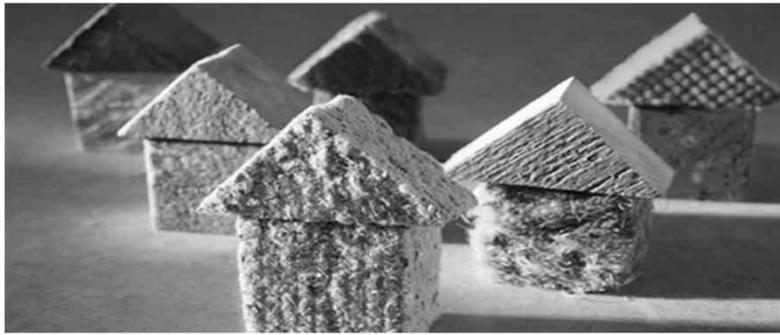


Radon-Karte



Radioaktive Strahlung aus Baustoffen

- Gesteine und Erden, welche zu Bauzwecken verwendet werden, können ebenfalls Radionukleide enthalten und Radon freisetzen.
- Untersuchungen zeigen, dass die in großen Mengen traditionell verwendeten Baustoffe Beton, Ziegel, Porenbeton, etc. im Allgemeinen nicht die Ursache für Überschreitungen der empfohlenen Jahresmittelwertes der Radon-Konzentration in Aufenthaltsbereichen sind, sondern Radon aus dem Erdreich.
- Baumaterialien, die höhere Konzentrationen im Raum verursachen können, sind entweder verboten (Kohleschlacke, Phosphorsäuregipse) oder i.d.R. in geringen Mengen eingesetzt (z.B. bestimmte Natursteine).



2.3 Maßnahmen

Maßnahmen gegen Schadstoffe in der Raumluft

- Emissionen aus Materialien senken
- Belüftung verbessern