

# **Sanierungsplanung ohne Überraschungen**

## **Wie Schadstoffe am Bau erkannt und bewertet werden können**

Dr. rer. nat. Constanze Messal

M I C O R Sachverständigenbüro Dr. Messal, Rostock

# **54. Frankfurter Bausachverständigentag**

## **AGENDA**

- **Innenraumschadstoffe? Muss das sein?**
- **Nicht gesucht und doch gefunden!**
- **Böse Überraschungen vermeiden!**

# Innenraumschadstoffe? Muss das sein?

Warum man sich mit Innenraumschadstoffen befassen muss?

1. Weil der Auftraggeber das so wünscht. Nicht Ihr Problem?
2. Weil der Gesetzgeber das so vorsieht! Oha, doch Ihr Problem!

# Gezielte Suche nach Innenraumschadstoffen



**Ein Fachmann für Innenraumschadstoffe wird in der Regel direkt eingeschaltet,**

- wenn Bewohner und Nutzer über gesundheitliche Probleme klagen,
- wenn geruchliche Auffälligkeiten bestehen,
- um präventiv z.B. beim Kauf eines Gebäudes den Status zu ermitteln.

# **Suche nach Innenraumschadstoffen, weil der Gesetzgeber das so vorsieht?**

**Bei jeder Sanierungsplanung ist der Gebäudestatus bezüglich Schadstoffvorkommen abzuchecken!**

Ein Recht auf Nichtwissen haben Sie an dieser Stelle nicht!

Denn Sie sind gesetzlich verpflichtet, Gefährdungen, die bei der Sanierung freigesetzt werden können, in Ihrer Gefährdungsbeurteilung zu bewerten.

# Suche nach Innenraumschadstoffen, weil der Gesetzgeber das so vorsieht?

Titel	Betrifft	Inhalt
<b>Gesetze und Verordnungen</b>		
Musterbauordnung <b>MBO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bauherren</li> <li>(Länder/Behörden)</li> </ul>	Öffentlich-rechtliche Vorgaben für das sichere Errichten und Instandsetzen von Bauwerken
Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen <b>BaustellV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bauherren</li> <li>ausführende Unternehmen</li> </ul>	Zusätzlich geltende Vorgaben zum Arbeits- und Gesundheitsschutz auf der Baustelle für alle am Bau Beteiligten
Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit <b>ArbSchG</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ausführendes Unternehmen</li> </ul>	Grundsätzliche, immer geltende Vorgaben zum Arbeits- und Gesundheitsschutz von Beschäftigten
Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit <b>ASiG</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betriebsärzte</li> <li>Sicherheitsingenieure</li> <li>Fachkraft für Arbeitssicherheit</li> </ul>	Regelt die Beratung, Unterstützung und Überwachung der sich ergebenden Schutzziele sowie arbeitsmedizinische Vorsorge durch geeignete Fachkräfte
Verordnung für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstung bei der Arbeit <b>PSA-BV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ausführendes Unternehmen</li> <li>Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure, Fachkraft für Arbeitssicherheit</li> </ul>	Zusätzlich geltende Regelungen für die Auswahl, Nutzung, Überwachung und Wartung von PSA und zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen <b>BioStoffV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ausführendes Unternehmen</li> <li>fachkundige Person nach BioStoffV</li> </ul>	Zusätzlich geltende Regelungen über notwendige Schutzmaßnahmen, wenn Tätigkeiten mit Biostoffen ausgeführt werden
Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen <b>GefStoffV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ausführendes Unternehmen</li> <li>Lieferanten</li> </ul>	Zusätzlich geltende Regelungen bei der Verwendung von Gefahrstoffen sowie deren Überwachung und notwendige Schutzmaßnahmen

# Suche nach Innenraumschadstoffen, weil der Gesetzgeber das so vorsieht?

## Untergesetzliches Regelwerk

Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen <b>RAB</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ausf. Unternehmen</li> <li>▪ SiGeKo</li> </ul>	Konkretisiert Anforderungen an den Arbeitsschutz auf Baustellen als anerkannte Regel der Technik
Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe <b>TRBA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ausführendes Unternehmen</li> <li>▪ fachkundige Person nach BioStoffV</li> </ul>	Konkretisiert teilweise verbindlich Mindestanforderungen an den Umgang mit Biostoffen und notwendigen Schutzmaßnahmen als anerkannte Regel der Technik
Technische Regeln für Gefahrstoffe <b>TRGS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ausführendes Unternehmen</li> <li>▪ Lieferanten</li> </ul>	Konkretisiert teilweise verbindlich den Umgang mit Gefahrstoffen, definiert Arbeitsplatzgrenzwerte und die notwendigen Schutzmaßnahmen als anerkannte Regel der Technik

## Autonomes Recht der gesetzlichen Unfallversicherungsträger (DGUV)

<b>DGUV Vorschriften</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unternehmer</li> <li>▪ Versicherte</li> </ul>	Verbindliche Pflichten bezüglich Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz
<b>DGUV Regeln</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unternehmer</li> </ul>	Regelt weitgehend verbindlich die Umsetzung staatlicher Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften sowie die Vermeidung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren
<b>DGUV Informationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unternehmer</li> <li>▪ Fachkundige Person</li> <li>▪ Arbeitsschutzbeauftragte</li> <li>▪ Sicherheitsfachkraft</li> </ul>	Hinweise und Empfehlungen, die die praktische Anwendung von Regelungen erleichtern sollen und konkrete praxisgeeignete Arbeitsschutzmaßnahmen vorstellen
<b>DGUV Grundsätze</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unternehmer</li> <li>▪ befähigte Person</li> </ul>	Verfahren und Prüfvorschriften hinsichtlich der Durchführung von Prüfungen, z. B. Absturzsicherung

# Suche nach Innenraumschadstoffen, weil der Gesetzgeber das so vorsieht?

Keine Angst, das betrifft Sie nicht allein.

Zumindest theoretisch...

## Verantwortlichkeiten und Aufgaben auf der Schimmel-Baustelle des

### Bauherrn

- Gesamtverantwortung
- Einholen von Genehmigungen
- Vorgaben des Sanierungsziels
- Gefährdungsbeurteilung für eigene Beschäftigte/Nutzer
- Information der eigenen Beschäftigten und Dritter, z. B. der Mieter
- ggf. Koordination nach BaustellV
- Abnahme der Leistungen

### Sachverständigen

- Ermittlung Schadensursache und -ausmaß
- Sanierungskonzept
- Erstellen/Zuarbeit bei Ausschreibungsunterlagen
- Fachbauleitung der Sanierung
- Kontrolle des Sanierungsziels und Mitwirkung bei der Abnahme
- Fachbauleitung der Wiederherstellung

### Sanierers

- ggf. Ermittlung der Schadensursache und -ausmaß
- Sanierungskonzept prüfen
- Gefährdungsermittlung und Schutzmaßnahmen festlegen
- Vorbereiten, Organisieren
- ggf. Koordination nach DGUV Vorschrift 1
- Ausführung der Sanierung
- Abnahme



# Nicht gesucht und doch gefunden!


## Häufig folgende Problemlage:

- Nicht alle Schadstoffe liegen beim Besichtigungstermin offen und sind visuell erkennbar.
- Nicht alle Schadstoffe machen sich gleich durch Gerüche oder schnell auftretende Befindlichkeitsstörungen bemerkbar.
- Sind Bauteilöffnungen notwendig? Sind die vielleicht gleich das nächste Problem?



# Nicht gesucht und doch gefunden!

## Prüfbericht 20160610-1

Auftraggeber	Datum	Ort	Geräte	Ausführender
	10.06.16	Rostock	<ul style="list-style-type: none"> <li>Olympus IX 51</li> <li>Laborhilfsmittel</li> <li>Mikroskopierhilfsmittel</li> <li>Methylenblau</li> </ul>	 <small>LABOR FÜR MIKROBIELLE PROZESSE UND MATERIALKUNDE DIPL.-PHYSIKALIN CONSTANCE REISS</small>

Untersuchungsgegenstand
Objekt:
<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Partikelsammlungen:</li> <li>1 Klebefilm: ON 3 (nach</li> </ul>

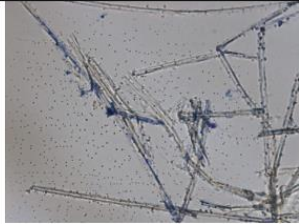
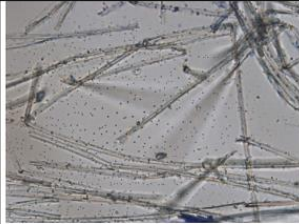
Zielstellung
Nachweis von Schimmelpilzen

### Zusammenfassung

#### Partikelsammlungen:

Die einzelnen Spuren wurden mit Methylenblau gefärbt am inversen Mikroskop bei 600facher Vergrößerung ausgezählt und anhand morphologischer Eigenschaften den Gattungen (s. zugeordnet.

Gattung/ Partikel	ON 1 - Spur 3 Innenraumluft pro m³	ON 2 - Spur 1 # pro m³
Acremonium spp.	144	160
Aspergillus spp./ Penicillium spp.	864	1344
Andere Gattungen	3680	7232
Alternaria spp./ Ulocladium spp.	-	64
Basidiosporen	466	864
Cladosporium spp.	576	1440
Cladophialophora spp.	672	-
Chaetomium spp.	-	32
Epicoccum spp.	16	-
Myzelbruch	16	128
Scopulariopsis spp.	16	-
Stachybotrys spp.	16	-
<b>Gesamt</b>	<b>6466</b>	<b>11264</b>
Auffälligkeiten	Asbestfasern? Foto	-

Nr.	Foto 600fach	Foto 600fach	Bewertung
1			Auffällige kristalline Fasern, Verdacht auf Asbest
	Faserbündel auf Partikelsammler ON1	Fasern auf Partikelsammler ON1	

Hallo Martin,

kann es sein, dass es dort auch ein Problem mit Asbest gibt? Ansonsten ist da ja schön was los, soviel Vielfalt ist selten zu finden;) Über die MCF stand schon mal was in der S+E...

Dann bis bald in Bonn  
Constanze

Liebe Constanze,

Du hattest Recht. Die REM Auswertung vom Fußbodenkleber (P ) zeigt einen geringen Anteil Chrysotil.

Danke.

LG

M

# Nicht gesucht und doch gefunden!



Gattung/ Partikel	Raum 206 (1 – Spur 1) pro m <sup>3</sup>	Raum 204 (1 – Spur 3) pro m <sup>3</sup>	Außen (2 – Spur 3) pro m <sup>3</sup>
Ascosporen	64	96	<b>2592</b>
Aspergillus spp./ Penicillium spp.	<b>256</b>	<b>96</b>	-
Andere Gattungen	5280	3136	<b>21600</b>
Alternaria spp./ Ulocladium spp.	-	-	<b>32</b>
Basidiosporen	32	32	<b>320</b>
Cladosporium spp.	1152	448	<b>6912</b>
Chaetomium spp.	-	-	-
Fusarium spp.	-	-	-
Myzelbruch	-	-	<b>192</b>
Stachybotrys spp.	-	-	-
<b>Gesamt</b>	<b>6.784</b>	<b>3.808</b>	<b>31.648</b>

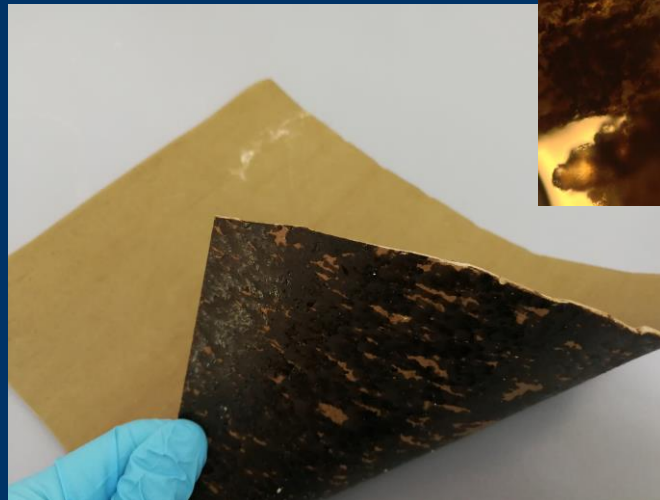
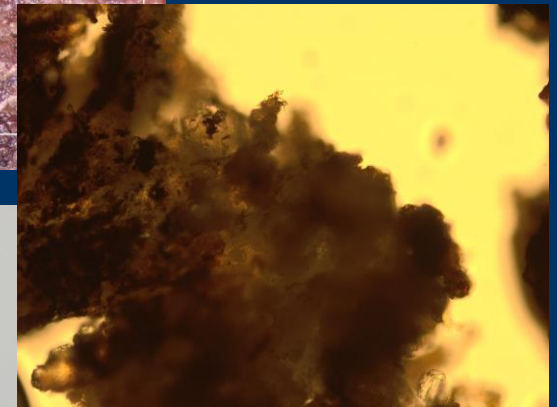
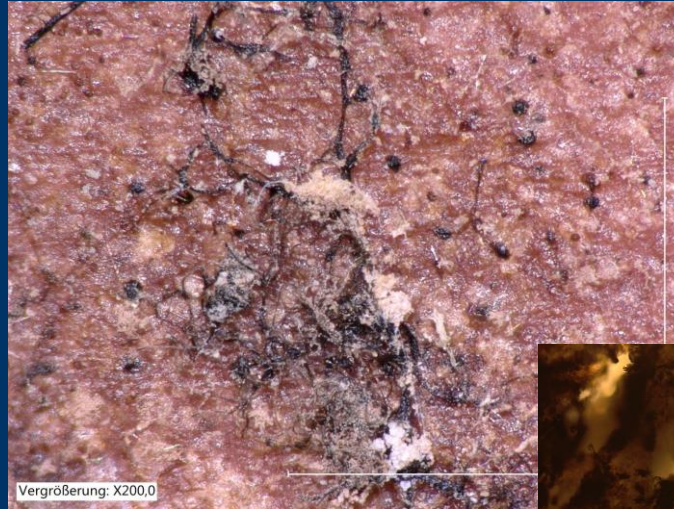


MVOC			
Dimethyldisulfid (HI)	µg/m <sup>3</sup>	<b>0,11</b>	0,05
2-Methylfuran	µg/m <sup>3</sup>	<b>0,13</b>	0,05
3-Methylfuran (HI)	µg/m <sup>3</sup>	<b>&lt; 0,05*</b>	0,05
2-Methyl-1-propanol	µg/m <sup>3</sup>	< 0,05	0,05
2-Methyl-1-butanol	µg/m <sup>3</sup>	< 0,05	0,05
3-Methyl-1-butanol (HI)	µg/m <sup>3</sup>	< 0,05	0,05
2-Pentanol	µg/m <sup>3</sup>	< 0,05	0,05
3-Octanol			
1-Octen-3-ol (HI)			

Alkane / Cycloalkane					
Hexan	< 1	1,8	8,0	8,0	1
2-Heptanon	< 1	1,0	7,0	7,0	1
3-Methylpentan	< 1	1,0	4,0	4,0	1
Heptan	< 1	2,0	9,0	9,0	1
Oktan	<b>2</b>	1,0	5,0	5,0	1
Nonan	<b>1</b>	< 1	5,0	5,0	1
Dekan	<b>2</b>	1,0	11,0	11	1
Undekan	<b>7</b>	2,0	14,0	14	1
Dodekan	<b>59</b>	1,0	9,0	9,0	1
Tridekan	<b>12</b>	1,0	5,0	5	1
Tetradekan	<b>10</b>	1,0	4,0	4,0	1
Pentadekan	<b>3</b>	1,0	3,0	3,0	1
Hexadekan	<b>2</b>	1,0	3,0	3	1
Heptadekan	< 1	1,0	2,0	2	1
3-Methylhexan	< 1	1,0	6,3	6,3	1
Cyclohexan	< 1	1,0	9,0	9,0	1
Methylcyclopentan	< 1	< 1	3,0	3,0	1
Methylcyclohexan	< 1	< 1	4,0	4,0	1
<b>Summe Alkane</b>	<b>98</b>				



# Nicht gesucht und doch gefunden!



# **Böse Überraschungen vermeiden!**

**Es hilft nichts – Innenraumschadstoffe sind bei jeder Sanierungsplanung zu berücksichtigen!**

**Auch bei Bauteiltrocknungen!**

Und wenn der Bauherr nicht mit einem Schadstoffkataster aufwarten kann, dann:

- Fragen stellen
- Indizien suchen
- Genau hinschauen
- Historische und geopolitische Daten abfragen – Lebensgeschichte des Hauses in Erfahrung bringen!

# **Böse Überraschungen vermeiden!**

Zwei wesentliche Faktoren beeinflussen eine potentielle Schadstoffbelastung maßgeblich:

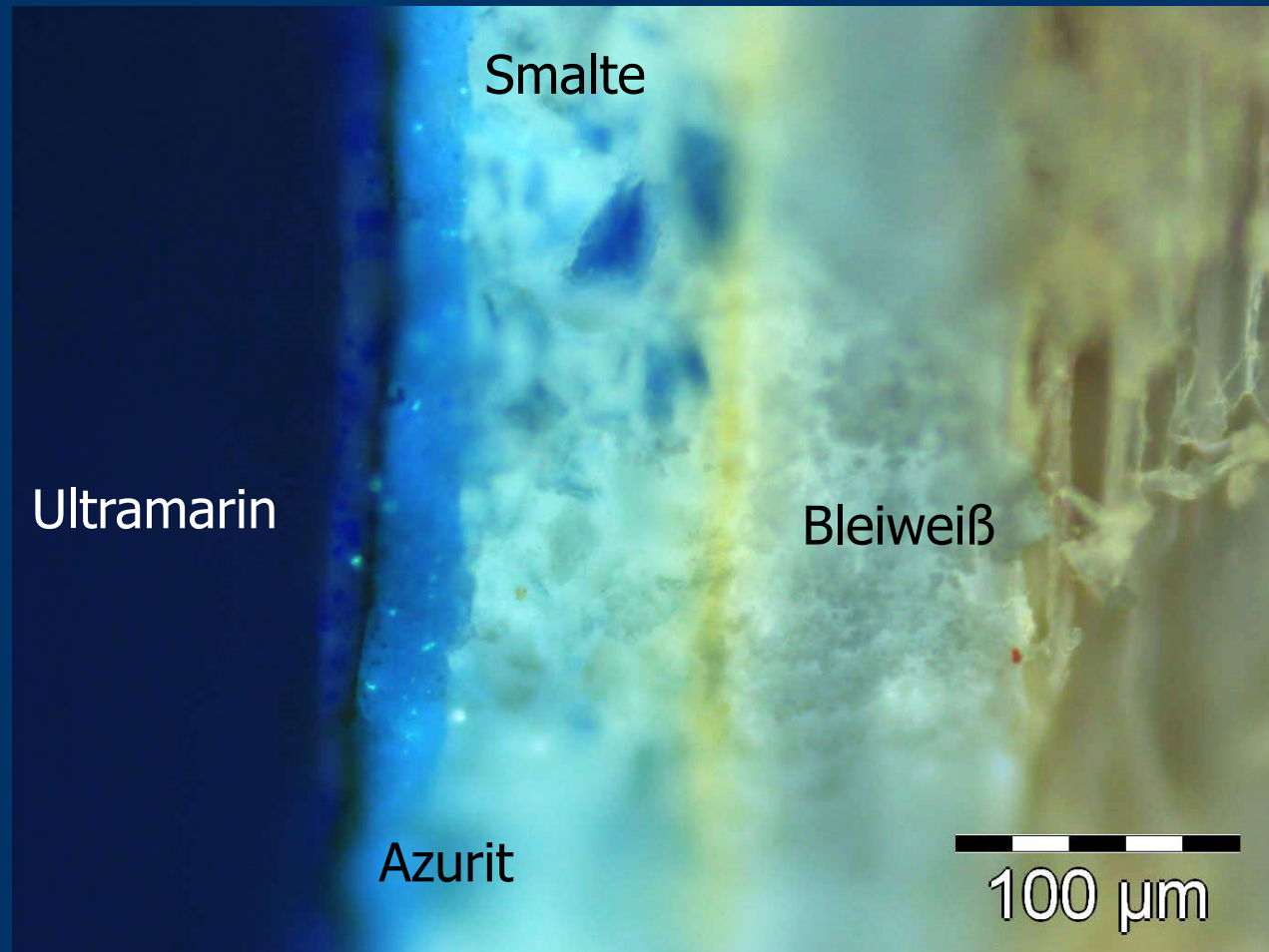
**Alter**

**Standort**

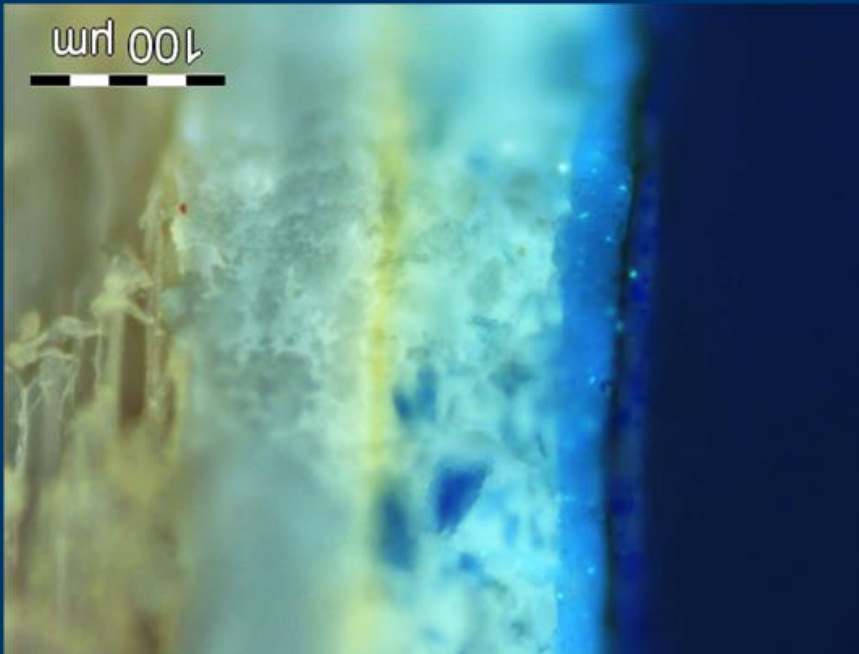
# Das Alter:

- welche Bauepochen wurden durchlaufen?
- typische Baustoffe und Konstruktionsweisen dieser Zeit
- Sanierungen, bauliche Veränderungen, Überarbeitungen, Renovierungen, neue Fenster etc....
- Nutzung des Gebäudes als Wohn- oder Gewerbeobjekt
- mögliche Schäden durch Havarien, Lecks, Hochwasser?
- Verbot bestimmter Baustoffe und Substanzen

Daraus ergibt sich eine Abfolge möglicher Innenraumschadstoffe!







15. Jhd.

16. Jhd.

17. Jhd.

18. Jhd.

19. Jhd.

Smalte

Azurit tech.

Ultramarin tech.

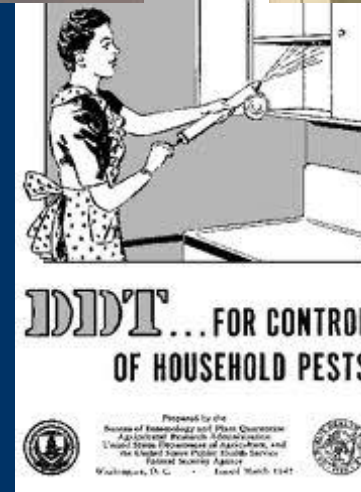
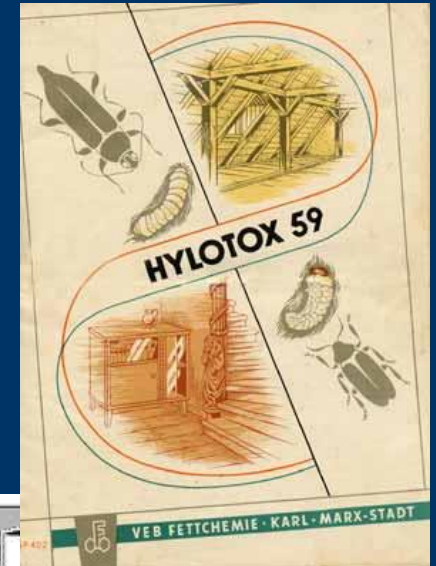
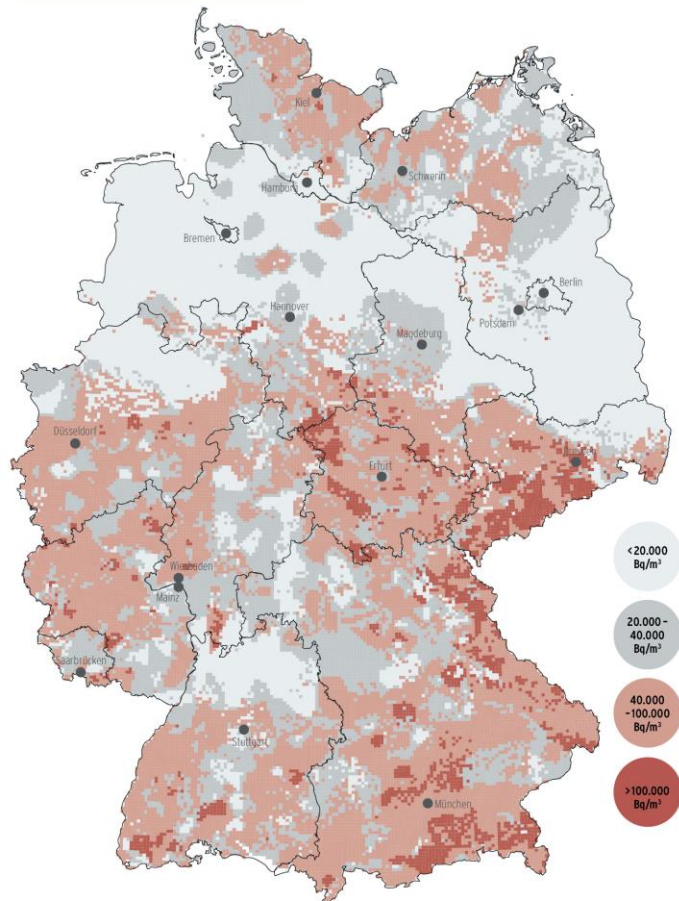
# Der Standort:

- geopolitische Aspekte: Ost oder West?
- natürlich vorkommende Belastungen: Radioaktivität, Radon
- Nähe zu bestimmten Firmen und lokale Verbreitung von Baustoffen (hat auch wieder etwas mit dem Alter zu tun)
- lokale Bauweisen
- klimatische Einflüsse

Auch hieraus ergibt sich eine Abfolge möglicher Innenraumschadstoffe!

# Der Standort:

Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft



# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

1750

1800

1850

1900

1950

2000

Wasserrohre aus Blei

Schweinfurter Grün

Asbest, WHO-Fasern

PCP, Lindan, DDT

Radon

Schimmelpilze und  
Bakterien

# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

## Blei



- Löslichkeit trotz Passivierung: Blei migriert ins Trinkwasser
- Berichtet wird über 0,2 mg/l bis 3 mg/l. Der Grenzwert für Blei im Leitungswasser liegt seit dem 1. Dezember 2013 bei 0,01 mg/l.



# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

## Blei

- Kumulative Wirkung, bereits in geringen Dosen chronisches Gift.
- Anreicherung in Knochen, Zähnen und im Gehirn, beeinträchtigt die Funktionsfähigkeit des Nervensystems.
- Besondere Gefährdung von Kindern: Intelligenz-, Lern- und Konzentrationsstörungen.
- Erhöhte Infektanfälligkeit durch Schädigung des Immunsystems
- Nicht nur im Trinkwasser, zahlreiche Maler starben an Bleivergiftung, Beethoven soll an blei-gepanschten Wein gestorben sein...

# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

## Blei



- Bis 1973 wurden in Deutschland Bleirohre als Wasserleitung im Haus verbaut. Häuser jünger 1974 sind nicht betroffen.
- Bereits umfangreich saniert, aber Schätzungen zufolge sind noch 10-15% der Haushalte mit veralteten Bleiinstallationen ausgerüstet.
- Regionaler Einfluss: kaum Bleirohre in der Trinkwasserinstallation im Süden, dafür im Osten überdurchschnittlich hoher Anteil.
- Bleirohre an typischer Verarbeitung leicht erkennbar.



# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

## Schwermetallhaltige Pigmente

i-teria



### „Schweinfurter Grün“ oder Schillers Killertapete

Was steckt hinter dieser martialisch anmutenden Headline? Was hat Friedrich Schillers Tod mit einer Tapete zu tun? Waren hier ein früher James Bond und der MI6 am Werk?

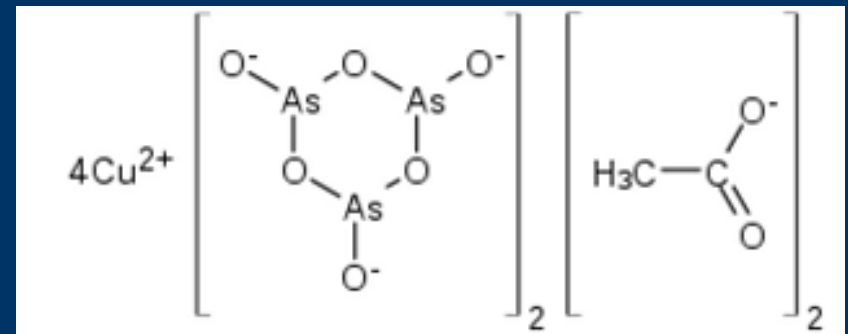
Textile Art & Design – Oct 51, 2012



# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

## Schweinfurter Grün

- Kupfer-II-Arsenitacetat  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3 \text{ Cu}(\text{AsO}_2)_2$
- Erstmals synthetisiert 1805 von Ignaz Edler von Mitis - (Mitisgrün)
- Technische Herstellung begann um 1805 in Kirchberg am Wechsel - Kirchberger Grün
- Industrielle Fertigung durch den Industriellen Wilhelm Sattler im unterfränkischen Schweinfurt - Schweinfurter Grün



# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

## Schweinfurter Grün

- Markteinführung 1816, ab 1822 Tapeten
- Zeichnete sich durch ein besonders sattes, lichtehtes, beständiges Grün aus
- Tapeten, Farben, Gardinen, Textilien, sogar Süßigkeiten wurden damit eingefärbt
- Bereits früh kamen gesundheitliche Bedenken auf
- 1837 Gesetz zum Verbot von giftigen Farbpigmenten, wurde aber wieder zurückgenommen
- 1844 veröffentlichte Carl von Basedow, dass *Penicillium brevicaule* (*Scopulariopsis brevicaulis*) aus leimgebundenem Schweinfurter Grün organische Arsenverbindungen freisetzt, die über die Atemluft zu Vergiftungen führen.

# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

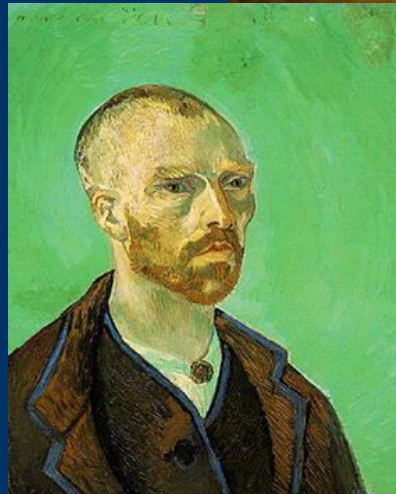
## Schweinfurter Grün

- 1855 Gegenschrift von Carl Sattler, der den Behörden Panikmache vorwarf
- Zahlreiche Versuche, die Giftigkeit nachzuweisen, was aber erst 1933 Wissenschaftlern der Universität Leeds mit dem Nachweis von Trimethylarsin  $[\text{As}(\text{CH}_3)_3]$ , ein Derivat des tödlich giftigen Arsins  $[\text{AsH}_3]$ , gelang!
- Verbot des Schweinfurter 1879 – 1882 als Farbe
- Bis 1942 jedoch als Pflanzenschutzmittel im Weinanbau genutzt
- Berühmteste Opfer sollen Friedrich Schiller und Napoleon Bonaparte gewesen sein (widerlegt 2008)

# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

## Andere giftige Farbpigmente

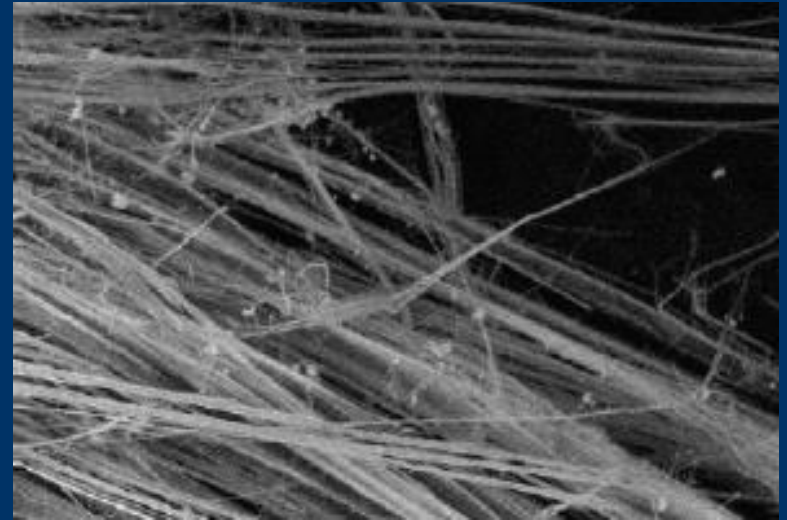
- Lithodur/ Elkadur
- Zinkgrün
- Chromgelb
- Chromgrün
- Chromorange, Chromrot
- Bleiweiß
- Bleimennige
- Molybdatrot
- Antimonweiß



# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

## Asbest

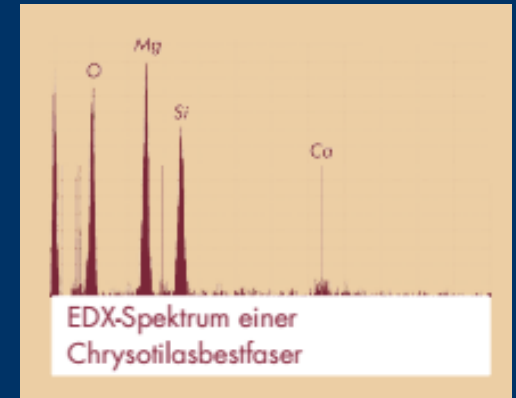
- Natürliche faserige Silikate
- Blauasbest und Weißasbest
- Seit der Antike bekannt
- Hitzebeständig, chemikalienresistent
- Technische Nutzung ab 1820 in feuerfester Kleidung
- 1900 Patent für Eternit
- Einsatz als Faser/-Spritzzement, Dachplatten, Dämmstoffe, Speicheröfen, **Putze, Kleber, Farben, Spachtelmassen...**



IGHMS Rostock

# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

## Asbest



IGHMS Rostock

- 1900 Asbestose als Krankheit entdeckt.
- 1943 Lungenkrebs als Folge von Asbestbelastungen als Berufskrankheit anerkannt
- seit 1970 wird die Asbestfaser offiziell als krebserzeugend bewertet
- 1979 Verbot von Spritzasbest in der BRD
- 1993 generelles Verbot der Herstellung und Verwendung von Asbest in Deutschland
- 2005 EU-weites Verbot zum Einsatz von Asbest

# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

## Asbest



- Freisetzung von Asbestfasern durch Bearbeitung, Abrieb und Verwitterung
- Bei Faserlänge  $< 5 \mu\text{m}$  und Durchmesser von max.  $3 \mu\text{m}$  Einwanderung in die Alveolen der Lunge möglich, schon bei geringer Belastung Asbestose
- Die kritische Fasergeometrie ist der Grund für die gesundheitsgefährdende Wirkung (auch bei künstlichen Mineralfasern, WHO-Fasern). Das Risiko, an Lungenkrebs zu erkranken, ist erhöht.



# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

## Asbest

- Besondere Gefährdung – leicht zugängliche Asbestfasern im Spritzbeton
- Geringere Gefährdung - Faserzement, so lange dieser unbeschädigt bleibt.

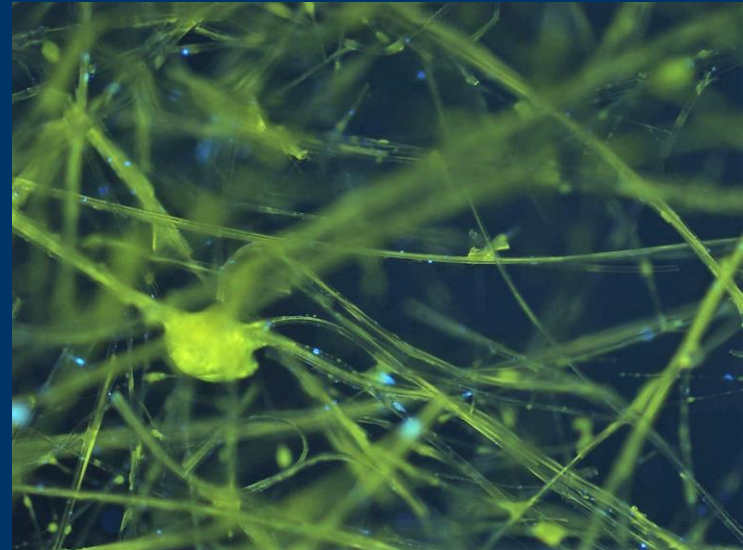


Achtung! Sachkunde erforderlich!



# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

## Künstliche Mineralfasern KMF



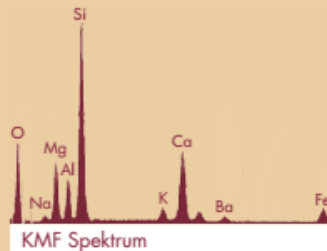
- Glaswolle, Steinwolle
- Geometrie und Zusammensetzung der Oxide entscheidend
- Kanzerogenitätsindex
- Ab 1996 nur noch „unschädliche“ Fasern verbaut

# Ausgewählte Innenraumschadstoffe und ihre Epochen

## Künstliche Mineralfasern – KI muss bestimmt werden!



Künstliche Mineralfaser (KMF)



### Die WHO definiert Fasern als gefährlich, wenn sie:

- länger als 5  $\mu\text{m}$
- dünner als 3  $\mu\text{m}$
- das Verhältnis Länge zu Durchmesser mindestens 3:1 beträgt.

Der KI-Wert ergibt sich aus der Differenz der Massegehalte der Oxide der Elemente Na, K, B, Ca, Mg, Ba und dem 2fachen des Al-Oxidgehaltes.

**Die Bewertung einer Faserprobe (ca. 1g) erfolgt nach der Aufnahme eines Spektrums mit dem Ziel der Zuordnung der Fasern in die folgenden Kategorien:**

### Kategorie 2:

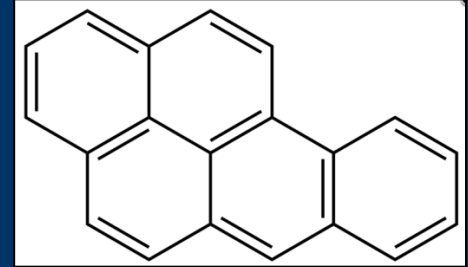
- KI-Wert <30
- Stoffe, die als krebserzeugend beim Menschen angesehen werden sollten.

### Kategorie 3:

- KI-Wert :  $30 < \text{KI} < 40$
- Stoffe, die wegen möglicher krebserregender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben. Über sie liegen jedoch nicht genügend Informationen vor, so dass gegenwärtig keine befriedigende Beurteilung möglich ist.

**Glasige Fasern mit einem KI-Wert >40 werden als nicht krebserzeugend eingestuft.**

# Weitere Innenraumschadstoffe, die bei einer Sanierung freigesetzt bzw. relevant sein können

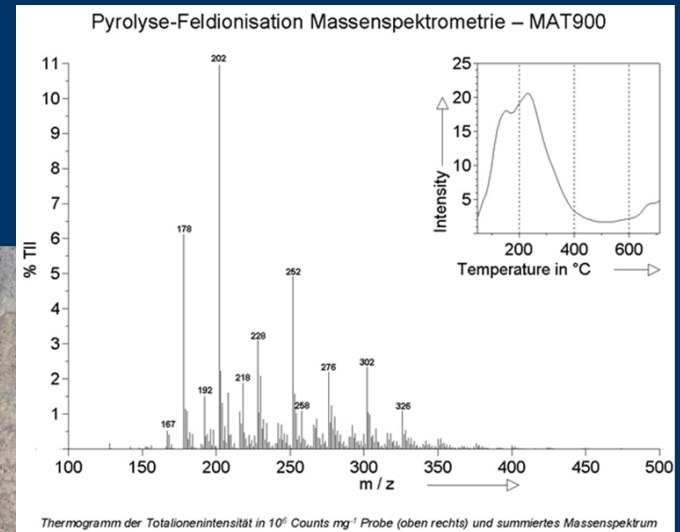
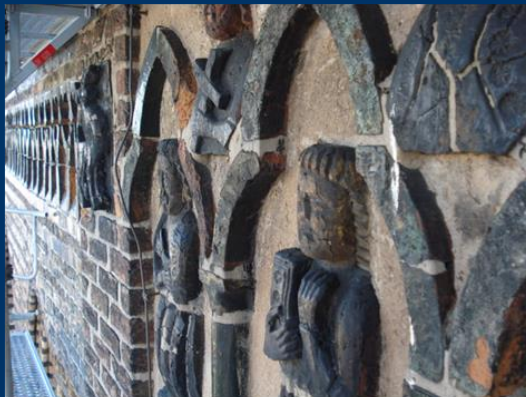


## **PAK** (Fotos debus, wikipedia)

- Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
- PAK sind überwiegend neutrale, unpolare Feststoffe. Viele zeigen Fluoreszenz.
- PAK sind nur sehr gering wasserlöslich; mit zunehmender Anzahl kondensierter Ringe nehmen Flüchtigkeit und Löslichkeit (auch in organischen Lösungsmitteln) ab.
- Zahlreiche PAK sind nachweislich karzinogen (krebserregend).
- Vorkommen: Erdöl, Kohle, teerhaltige Produkte, Gummi.
- Teerhaltige Produkte wurden 1970 verboten.

# Weitere Innenraumschadstoffe, die bei einer Sanierung freigesetzt bzw. relevant sein können

## PAK

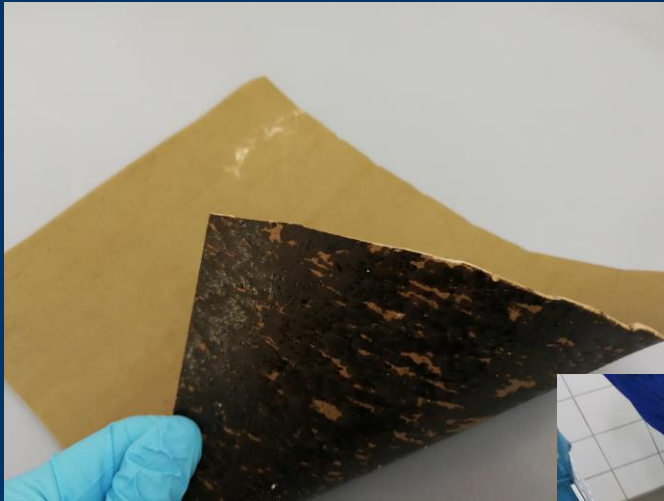


178 Anthracen  
202 Fluoranthren  
228 Chrysen  
252 Benzopyren  
302 Dibenzopyren



# Weitere Innenraumschadstoffe, die bei einer Sanierung freigesetzt bzw. relevant sein können

## PAK



# Weitere Innenraumschadstoffe, die bei einer Sanierung freigesetzt bzw. relevant sein können

## SVOCs

- Semi-flüchtige Kohlenwasserstoffe (schwerflüchtig), die aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften temperaturabhängig als Gas oder Partikel auftreten können
- Geringer Dampfdruck, Adsorption an Staubpartikeln, Möbeln, Textilien
- Vielzahl möglicher Verbindungen: Dioxin, Furane aber auch zahlreiche Holzschutzmittel, Pestizide und Herbizide, Flammschutzmittel, Weichmacher
- Toxische Wirkung, insbesondere der lungengängigen Partikel als Sick Building Syndrome
- Vorkommen ubiquitär, keine Eingrenzung möglich!

# Weitere Innenraumschadstoffe, die bei einer Sanierung freigesetzt bzw. relevant sein können

## SVOCs



### VOC / MVOC / SVOC

**PAK** (Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe): PAK sind überwiegend neutrale, unpolare Feststoffe mit geringer Wasserlöslichkeit. Viele zeigen Fluoreszenz. Zahlreiche PAK sind nachweislich krebserregend. (Vorkommen: Erdöl, Kohle, teerhaltige Produkte, Gummi)

**VOC** (Volatile Organic Compounds): leicht flüchtige organische Stoffe, deren Siedepunkt in einem Bereich von ca. 50 bis 260°C liegt (Beispiele: Aldehyde, Alkane, Aromaten, Siloxane)

**MVOC** (Microbially Volatile Organic Compounds): leicht flüchtige Stoffe, die durch mikrobielle Aktivität entstehen und somit auch im Zusammenhang mit der Stoffwechselaktivität von Schimmelpilzen gesehen werden (Beispiele: Dimetyldisulfid, Isobutanol, 1-Octen-3-ol, 3-Methyl-1-Butanol, 3-Methylfuran, 3-Octanon)

**SVOC** (Semi Volatile Organic Compounds): schwer flüchtige Verbindungen, deren Siedepunkt zwischen 240 und 400°C liegt (Beispiele: Weichmacher, Holzschutzmittel wie DDT, PCP, Pyrethroide, PCB, PAK und Flammschutzmittel)

## **Zusammenfassung**

Innenraumschadstoffe sind Bestandteil von Bestandsgebäuden. Gerade bei einer Sanierung können sie freigesetzt werden. Daher ist bei jeder Sanierung eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen.

Eine Abschätzung kann anhand des Alters und des Standorts vorgenommen werden. Das hilft, ggfs. eine Probennahme zu planen oder auch zu entscheiden, dass die eigenen Fähigkeiten (Sachkundeanforderungen) nicht ausreichen. Dann den Auftrag abgeben oder einen Fachmann dazu holen!



# Zusammenfassung

15. Jhd.

16. Jhd.

17. Jhd.

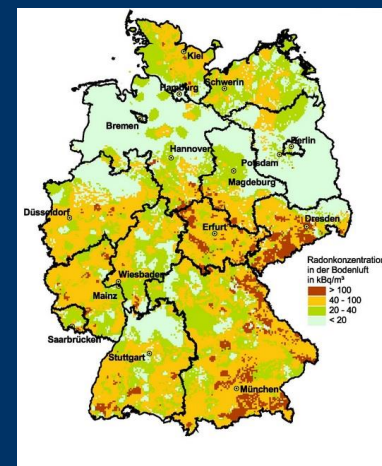
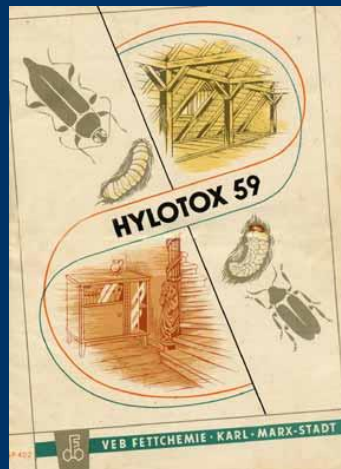
18. Jhd.

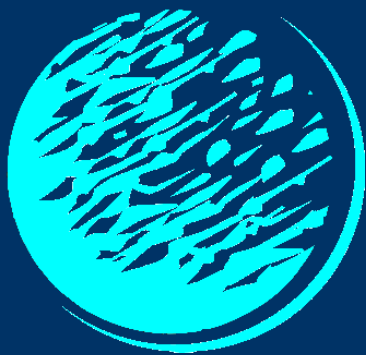
19. Jhd.

Smalte

Azurit tech.

Ultramarin tech.





**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**