

## Kreislaufwirtschaft im Gebäudebereich: Graue Energie in Bestandsgebäuden - Chancen und Herausforderungen bei der Sanierung

### Bestandsaufnahme in Gebäuden als Entscheidungshilfe

- Häufige Schadstoffe im Altbau
- Beprobungen und Schadstoffkataster
- Innenraum-Schadstoffe, Untersuchungsmethoden
- Fasern: Asbest, KMF/WHO,
- Chemische Substanzen: VOC, Holzschutzmittel
- Radioaktive Belastungen: Radon
- mikrobielle Belastungen: Schimmel

**Dipl. Biol. Pamela Jentner, Baubiologische Messtechnikerin IBN**

## Pamela Jentner

- Diplom Biologin (TU München)
- Geschäftsführerin OrangePEP GmbH, Freising
- Sachverständige und Fachplanerin für Baubiologie
- Baubiologische Messtechnikerin IBN, Radonfachperson
- **Staatlich anerkannte Stelle §155 StrSchV, Bundesamt für Strahlenschutz**
- Radon-Messstelle und Baubiologische Beratungsstelle IBN in Freising
- Vorstand Stiftung Baubiologie-Architektur-Umweltmedizin (Stiftung B.A.U.)
- Vorstand Verband Baubiologie (VB)
- Mitglied KORA e.V. (Kompetenzzentrum für radonsicheres Bauen)
- Fachberaterin und Referentin am Bauzentrum München, Referat für Klima- und Umweltschutz (RKU), Stadt München
- Ausbilderin und Referentin an verschiedenen Institutionen



Graue Energie: „**Alles**, was zur Erstellung des Gebäudes erforderlich war“



## Unterschiedliche Gebäude, Alter, Bauweisen, Zustand

Was ist zu erwarten? Jedes Gebäude kann anders sein.

**Untersuchungen, Analysen erforderlich !**

Viele der heute als **Gebäudeschadstoffe** bezeichneten Baumaterialien waren **damals ideale Materialien**.

Verwendung war korrekt und legal, entsprechend der damaligen rechtlichen und technischen Grundlagen.

Beispiele:

Asbest, KMF / WHO-Fasern,

Holzschutzmittel Lindan, DDT, Pentachlorphenol PCP

**Heute: gesundheitsschädlich,  
krebserregend**



- Eindrücke vor Ort – was ist zu tun?



- Eindrücke vor Ort – was ist zu tun?



## **Wesentliche Fragen**

- Abreißen und neu bauen?
- Sanieren, anbauen, umbauen?
- Frage von Kosten und Nutzen, was ist rentabel
- Emotionale Faktoren („Haus von Oma“)

## **Raumnutzung**

- Gesundes Wohn- Arbeitsumfeld angestrebt
- Wie wird das am sinnvollsten erreicht?
- Welche Maßnahmen?

## **Arbeitsschutz**

Maßnahmen zum Schutz der Handwerker

## **Entsorgung**

Was muss aus dem Bestandsgebäude entfernt werden?

Wie ist dies zu entsorgen? Gefahrstoffe, Kosten für „Sondermüll“?

## Schadstoffkataster: Wissen was los ist

### Bei Umbau- und Sanierungsarbeiten

- Für rechtssichere Planung und Ausschreibung von Baumaßnahmen,
- alles Notwendige berücksichtigen
- Grundlage für eine sichere und umweltgerechte Ausführung
- Bauherr kann Zeit und Kosten bei der Umsetzung sparen
- Wahrscheinlichkeit von Nachforderungen durch den Unternehmer verringern

### Bei Abbruch des Gebäudes

- Auskunftspflichtung über gesundheitsgefährdende Verunreinigungen gemäß der jeweils gültigen Bauvorlagenverordnung (BauVorIVO)

### Untersuchungen

- Umfang der stichprobenartigen Beprobungen vom Gebäude abhängig
- Unterschiedliche Beprobungen: Material-, Luft-, Hausstaubproben

# Rechtliche Grundlagen

## **Grundgesetz:**

Grundrecht auf Leben und körperliche Unversehrtheit

## **Bauordnungsrecht:**

Bei der Anordnung, Errichtung, Änderung, Nutzungsänderung, Instandhaltung und Beseitigung von Gebäuden bzw. Gebäudeteilen dürfen keine Gefährdungen für Gesundheit und Umwelt entstehen

*Bauordnungen, Technische Baubestimmungen, technische Regelwerke, Asbest/PCB/PCP-Richtlinie, ATV DIN 18459, VDI 6210, VDI/GVSS 6202...*

## **Chemikalien- und Schadstoffrecht:**

Festlegung von Gefahrstoffen sowie der sichere Umgang zum Schutz von Mensch und Umwelt

*Chemikaliengesetz (ChemG), Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), Biostoffverordnung (BioStoffV), Technische Regeln Gefahrstoffe (TRGS) und Biostoffe (TRBA)*

## **Arbeitsschutz:**

Unternehmer muss die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten während der Ausführung der Arbeiten gewährleisten. Duales Arbeitsschutzsystem aus staatlicher Gesetzgebung und berufsgenossenschaftlichem Regelwerk.

*ArbSchG, Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV), Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR), Baustellenverordnung (BaustellV), Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen (RAB), Betriebsicherheitsverordnung (BetrSichV), Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), DGUV-Vorschriften/Regeln/Informationen/Grundsätze*

# Rechtliche Grundlagen

---

## **Umweltrecht:**

keine Gefahren, vermeidbare Nachteile oder Belästigungen für Umwelt (Staub, Lärm, Lagerung Abfälle)  
*BImSchG, BImSchV, Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschemissionen*

## **Abfallrecht:**

1. Vermeidung
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung (Ausbau Schadstoffe, getrennt Sammeln)
3. Recycling
4. Sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung
5. Beseitigung

*Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), Mantelverordnung inkl. ErsatzbaustoffV, BBodG, Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV), Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV), POP-Abfall-ÜberwV*

# Verantwortlichkeiten

Eigentümer/Bauherr

Planer

Auftragnehmer/Arbeitgeber

Entsorger

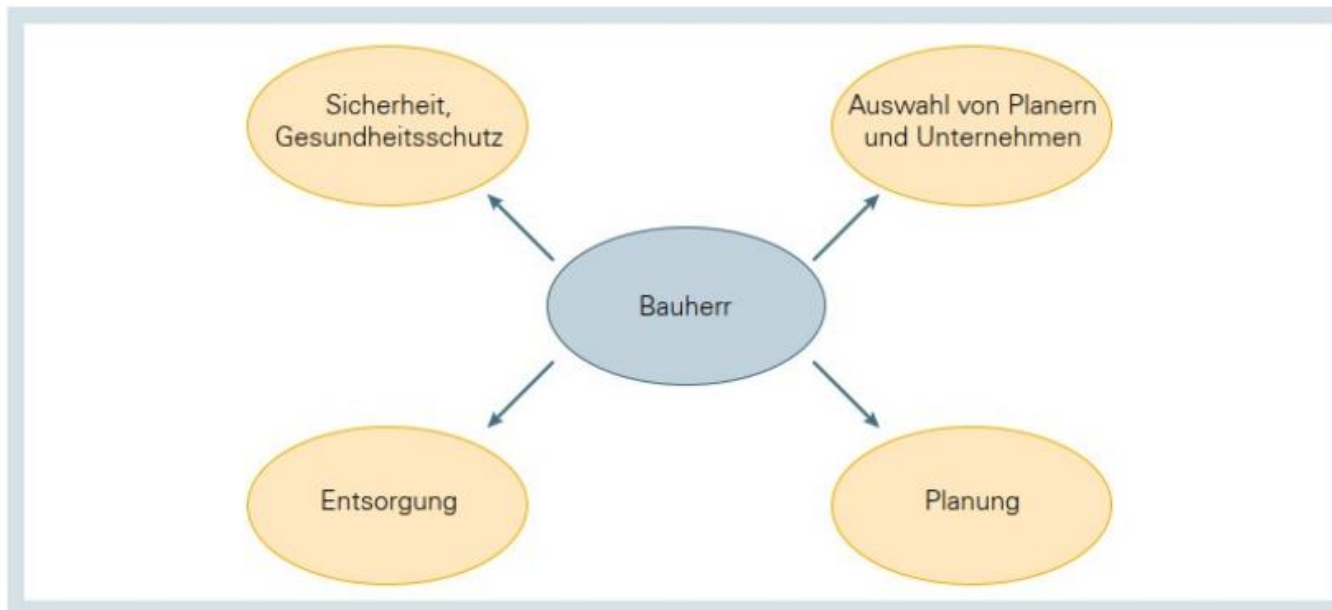
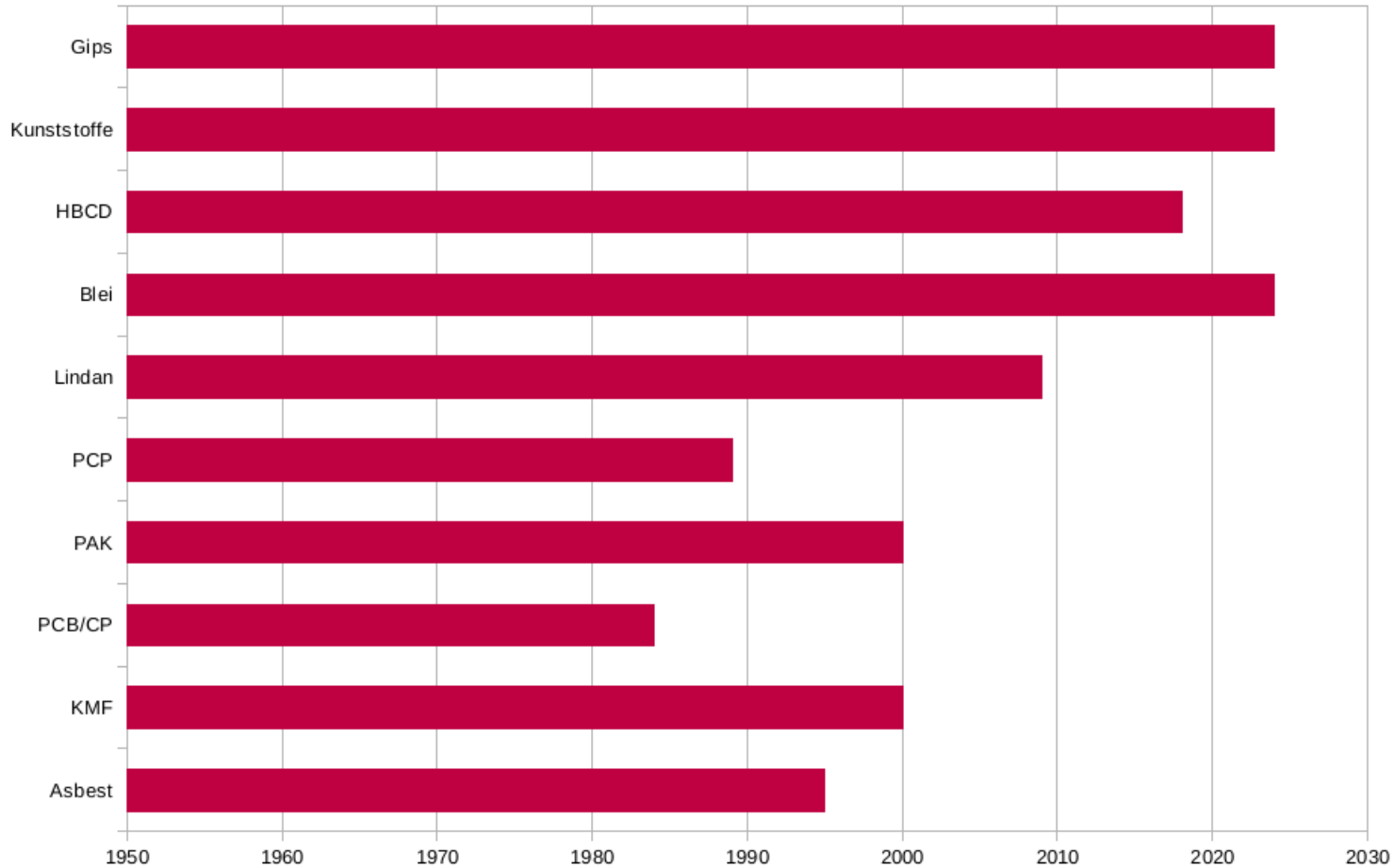


Bild: Bayerisches LfU

# Verwendung



## Asbest - Lungenkrebsrisiko

Zitat Umweltbundesamt:

„Asbest wurde wegen seiner vielen praktischen Eigenschaften über Jahrzehnte in sehr großen Mengen beim Bauen verwendet – bis in Deutschland wegen seiner nachweislich krebserzeugenden Wirkung im Oktober 1993 das Herstellen und die Verwendung verboten wurde.

Viele langlebige Asbestprodukte wie Bodenbeläge oder Dachplatten begegnen uns noch heute im Alltag. Auch Fliesenkleber, Spachtelmassen und Putze können Asbest enthalten.

Hier ist die Verwendung nicht sogleich erkennbar.

Wohnungsnutzer, besonders auch Heimwerker, sollten über Asbest Bescheid wissen, um sich und andere nicht beim Renovieren zu gefährden.“

**Untersuchung: Materialproben, Luftproben**

Umweltbundesamt: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/chemische-stoffe/asbest#undefined>



Bilderquelle: Pamela Jentner

## Künstliche Mineralfasern (KMF), „WHO-Fasern“ – potentiell kanzerogen

Untersuchung: Materialproben, Luftproben

Zitat Umweltbundesamt:

### **Differenzierung zwischen „alter“ und „neuer“ Wolle**

Das Alter der Mineralwolle ist für die Festlegung von erforderlichen Arbeits- und Umweltschutzmaßnahmen bei Rückbau und Transport sowie ggf. auch bei einem zukünftigen stofflichen Recycling der zurückgebauten Mineralwolle relevant.

In den 1990er Jahren wurde die damals produzierte Mineralwolle als potentiell kanzerogen eingestuft. Daher gilt seit dem 01.06.2000 in Deutschland ein Verbot des Herstellens, Inverkehrbringens und Verwendens von Mineralwolle-Dämmstoffen, die nicht die Freizeichnungskriterien gemäß Anhang II zu § 16 Absatz 2 der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) sowie der Anlage 1 zu § 3 der Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV) erfüllen. Die Hersteller haben bereits 1995/1996 damit begonnen, die Herstellung von Mineralwolle so umzustellen, dass die Produkte die entsprechenden Freizeichnungskriterien einhalten.

Je nach Herstellungs- bzw. Einbauzeitpunkt kann also unterschieden werden zwischen:

- ▶ „alter“ Wolle, die vor 1996 hergestellt wurde, und
- ▶ „neuer“ Wolle, die nach dem 01.06.2000 hergestellt wurde.



## Chemische Belastungen in Innenräumen

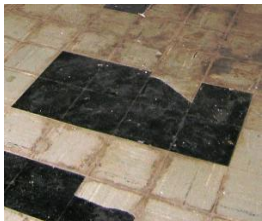
Quellen und Emittenten: Beispiele für typische geruchsaktive Substanzen



Teppich: 4-Phenylcyclohexen, trimeres Isobuten, Alkohole, Glykole, ...



Klebstoffe: Ethylhexanol, Phenole, Glykole, ...



Teerhaltige Klebemittel: Phenole, PAK ,...



Anstriche (Wandfarben, usw): Gykole, Glykolether, Weichmacher, früher: PCB, Blei,...

## Quellen und Emittenten: Beispiele für typische geruchsaktive Substanzen



Möbel: Ester, Aldehyde und Ketone, Alkohole, BTEX (aromatische Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol), Terpene (Alpha-Pinen, Limonen, Delta3Caren), ...



Kunststoff-Bodenbeläge: Weichmacher, Styrol, Benzylalkohol, ...



Kosmetika - Parfum: „Duftstoffe“, Alkohole, Terpene, Phenole, ...



Schimmelgeruch: „MVOC“, Stoffwechselprodukte des Pilzes, z.B. Geosmin, 3-Methylfuran, 1-Octen-3-ol, 2-Pentylfuran, usw.

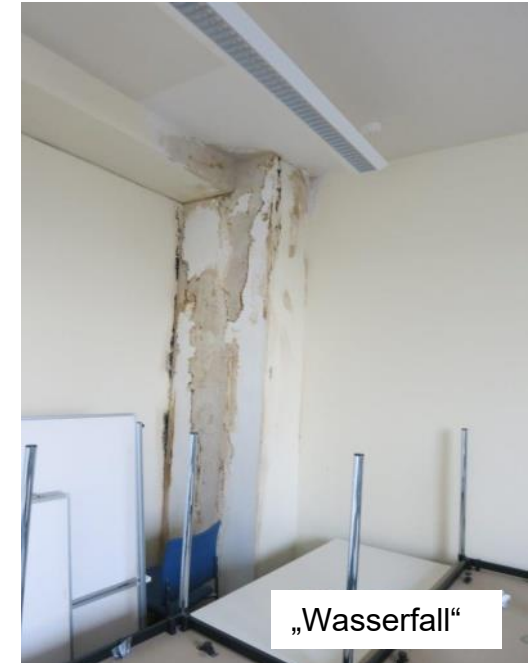
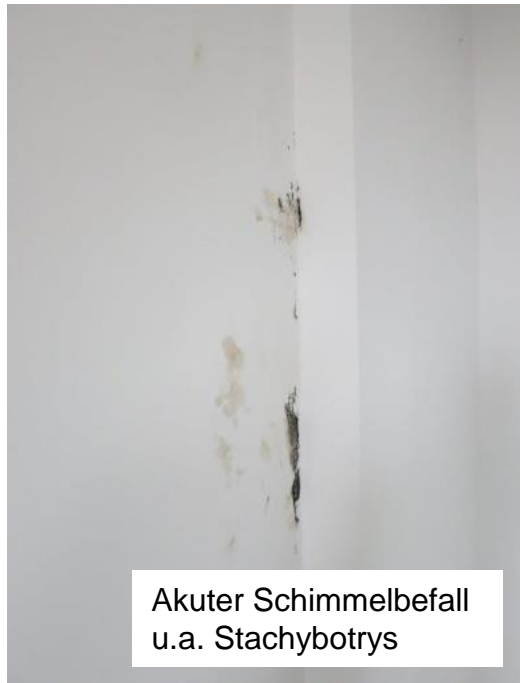
- Raumluft: Baubiologische Messtechnik und Laboranalytik
- Qualitätssicherheit durch Freimessungen, z.B. von Neubauten
- Probennahmen auf verschiedenen Medien
- Tenax Röhren (DIN ISO 16000-6)
- DNPH-Kartusche (EN ISO 16000-3)
- Aktivkohle (VDI 2100 Bl. 2)



Luftprobensammler BiVOC2V2 (Holbach Messtechnik) mit Medien. Links: Tenax-Röhren, rechts: DNPH-Kartusche

## Mikrobielle Belastungen – Schimmel

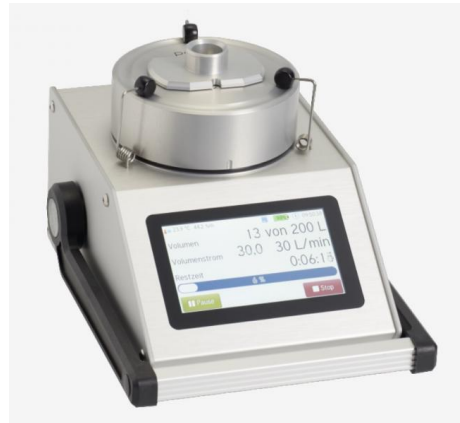
Fallbeispiele durch Wasserschäden, Undichtigkeiten am Flachdach



Verschiedene Untersuchungsmethoden, z.B.

Materialproben: direktes Material oder Klebefilmproben, Abklatschproben, Staubproben

Luftproben: Luftkeimsammlung oder Partikelsammlung, UBA: Vergleich mit Außenluft (Referenzprobe)

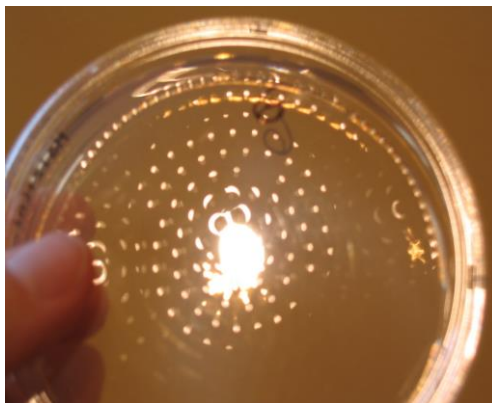


Luftprobennahme:

MBASS30 Holbach mit verschiedenen Köpfen

Links: Luftkeimsammlung (LKS30 oder LKS 100)

Nährmedien-Platte (Agar),  
Bebrütung im Labor,  
Laboranalysen



Rechts: Partikelsammlung (PS30)  
Beschichteter Objektträger,  
3 Spuren zur Beprobung,  
Laboranalysen lichtmikroskopisch,  
teilweise auch mit  
Rasterelektronen-Mikroskop, ohne  
Bebrütung

# Umweltbundesamt - Schimmelleitfaden 2017

## Nutzungsklassen in Gebäuden

### Nutzungsklassen in Gebäuden

Nutzungs-klasse	Anforderungen an die Innen-raumhygiene	Beispiel	Anmerkungen
I	Spezielle, sehr hohe Anforderungen wegen individueller Disposition	Räume für Patienten mit Immunsuppression	Nicht in diesem Leitfaden behandelt; die Anforderungen bedürfen gesonderter Vereinbarung
II	Normale Anforderungen	Innenräume zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen: Wohn- oder Büroräume, Schulen, Kitas usw. einschließlich dazu gehörender Nebenräume	Es gelten die gleichen Anforderungen für alle genutzten Räume (d. h. bei Wohnungen alle Räume einschließlich in der Wohnung liegender Nebenräume)
III	Reduzierte Anforderungen	Nicht dauerhaft genutzte Räume <b>außerhalb</b> von Wohnungen, Büros, Schulen usw., z. B. Keller-räume und Abstellräume (ohne direkten Zugang zur Wohnung), nicht ausgebaute Dachgeschosse sowie Garagen oder Treppenhäuser	Verringertes Anforderungsniveau für Sanierung und Instandsetzung; geringere Dringlichkeit der Sanierung



## Radon – auf einen Blick:

- **Lungenkrebs:** Radon ist zweithäufigste Ursache
- 1.900 Todesfälle pro Jahr in Deutschland durch Radon
- Radon: radioaktives Edelgas, aus tiefen Gesteinsschichten
- Geruchlos, unsichtbar, für unsere Sinne nicht wahrnehmbar
- **Messtechnik erforderlich !**
- Radon kommt an die Oberfläche
- Kann sich in Gebäuden anreichern



## Komplexe Einflussfaktoren:

### 1. Untergrund

Lage des Bauplatzes bzw. Gebäudes

### 2. Bauweise / Bausubstanz

Undichtigkeiten, Ritzen und Fugen

### 3. Nutzungsbedingungen, Nutzerverhalten

Luftwechselrate, Raumnutzung

### 4. Wetterlage, Jahreszeiten

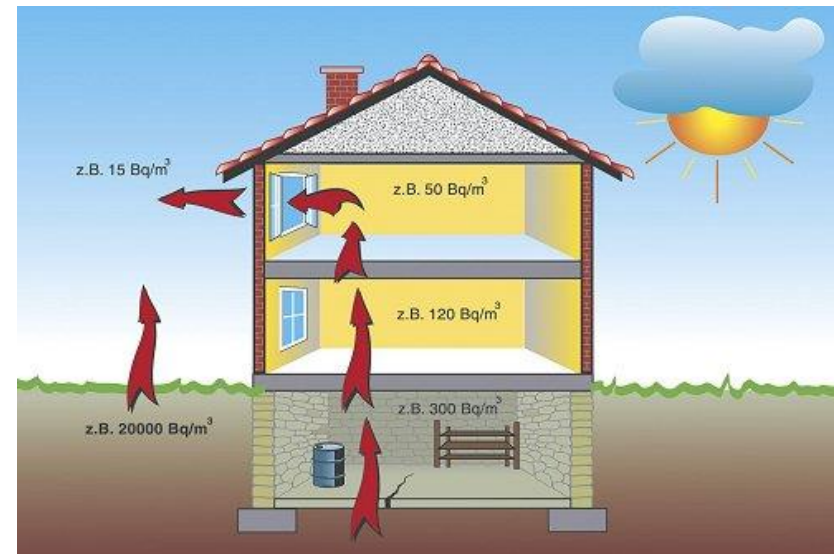


Bild-Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt LfU

## Rechtliche Grundlagen zum Radonschutz:

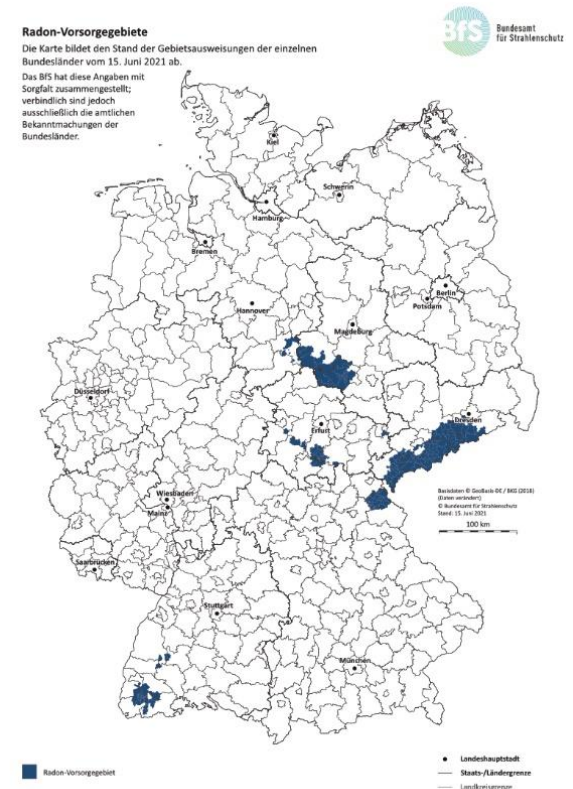
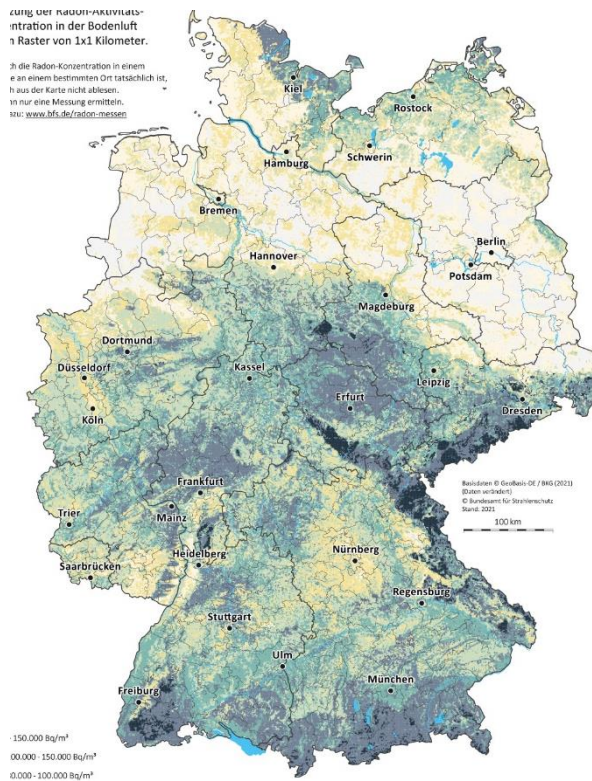
- Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) vom 27.06.2017, §§ 121 -132
- Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) vom 29.11.2018, §§ 153 -158
- Inkrafttreten: 31. Dezember 2018
- Radonsicheres / radongeschütztes Bauen ist gesetzliche Pflicht
- Referenzwert für **Aufenthaltsräume**: **300 Bq/m<sup>3</sup> im Jahresmittel**
- Referenzwert für **Arbeitsplätze**: **300 Bq/m<sup>3</sup> im Jahresmittel**
- Der Jahresmittelwert 300 Bq/m<sup>3</sup> soll in Aufenthaltsräumen sowie an Arbeitsplätzen nicht überschritten werden
- Zielwert: Jahresmittelwert < 100 Bq/m<sup>3</sup>. Jede Reduktion ist anzustreben
- **Recht auf gute Raumlufqualität !**
- **Es gibt keinen Wert unter dem Radon unbedenklich wäre !**

Radon kann überall ein Problem sein, nicht nur in Radonvorsorgegebieten !

Karten des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS)

Radonkarten: Radon in der Bodenluft

Karte Radonvorsorgegebiete



Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz BfS (2022) [https://www.bfs.de/SharedDocs/Bilder/BfS/DE/ion/umwelt/radon-karte-boden.jpg?\\_\\_blob=poster&v=21](https://www.bfs.de/SharedDocs/Bilder/BfS/DE/ion/umwelt/radon-karte-boden.jpg?__blob=poster&v=21)

Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz BfS (2022) <https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/karten/vorsorgegebiete.html>

- Messungen der Radon-Aktivitätskonzentration in der Bodenluft
- Radon-Werte können jahreszeitlich und örtlich stark schwanken
- Orientierende Kurzzeit-Messungen, schnelle Ergebnisse, vor Ort
- Vor dem Baubeginn, Entscheidungshilfe für vorsorgliche Maßnahmen
- Keine Relevanz vor Gericht, keine gesetzlichen Richtwerte



Messgerät RTM 1688-2 mit Bodenluftsonde und Wassereintrittsschutzflasche



Im speziellen Messkoffer, verbesserter Schutz für das hochwertige Messgerät

## Radon-Detektor (Dosimeter, Exposimeter)

- Radon-Kernspurexposimeter, passive Methode
- Messdauer: 1 Jahr, jedoch mind. 3 Monate während der Heizperiode
- Auswertung im Labor
- Ergebnis: Mittelwert während der Messdauer



Radon-Detektor im Größenvergleich  
(verschiedene Hersteller)

## Elektronische Radon-Messgeräte

- Radonwerte im Zeitverlauf aufgezeichnet
- Minima, Maxima, Mittelwert
- Orientierende Messungen
- Kürzere Messdauer
- Direktablesung oder Auswertung über Software



Radon Scout  
Home, optional  
mit Luftdruck, -  
CO<sub>2</sub>-Messung

Bildquelle: Pamela Jentner



Radon Scout Plus



RTM 1688-2

## Radon-Sniffing

- Detaillierte Suche nach Eintrittspfaden und Ausbreitungswegen
- Wichtige Grundlage für wirksame, kostengünstige Sanierungen



Bildquelle: Pamela Jentner

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit 😊



  
  
Bundesamt für Strahlenschutz  
**Staatlich anerkannte Stelle**  
§155 StrSchV  
  
Dipl. Biol. Pamela Jentner  
OrangePEP GmbH  
BfS-AZ 51163/51

Dipl. Biol. Pamela Jentner  
OrangePep GmbH  
D-85354 Freising  
Fon +49 (0)8168.998399  
[www.orangepep.de](http://www.orangepep.de)  
[www.radon-protect.com](http://www.radon-protect.com)

