

Schimmel, Feuchte, Radon im Keller

- **Schimmel im Keller: Bewertung, Messmethoden und UBA-Leitfaden**
- **Radonbelastungen: Rechtliche Vorgaben (StrSchG, StrSchV), Messstrategien und Verantwortlichkeiten**

Dipl. Biol. Pamela Jentner

**Radonfachperson, Staatlich anerkannte Stelle für Radon-Messungen
§155 StrSchV, Bundesamt für Strahlenschutz**

Pamela Jentner

- Diplom Biologin (Technische Universität München TUM)
- 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 Verband Baubiologie VB
- Vorstand Stiftung Baubiologie-Architektur-Umweltmedizin (Stiftung BAU)
- 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



Bundesamt für Strahlenschutz
Staatlich anerkannte Stelle
§155 StrSchV

Dipl. Biol. Pamela Jentner
OrangePEP GmbH
BfS-AZ 51163/51

Verband Baubiologie e.V.

- Gemeinnütziger Verband
- Aktive Arbeitsgruppen Radon, Schadstoffe
- Fortbildungen
- **Fachtagung baubiologica – 22.05.2025 online**
- Programm + Anmeldung <https://www.verband-baubiologie.de/>



Stiftung Baubiologie.Architektur.Umweltmedizin

- Gemeinnützige Stiftung
- Bildung eines großen fachübergreifenden Netzwerks
- Nutzung von Synergien
- Forschung, Lehre, Projekte
- eine Stiftung zum Mitmachen 😊



Schimmel, Feuchtigkeit und Radon – Schadstoffe im Keller

Einige „Gemeinsamkeiten“ und zugleich deutliche Unterschiede

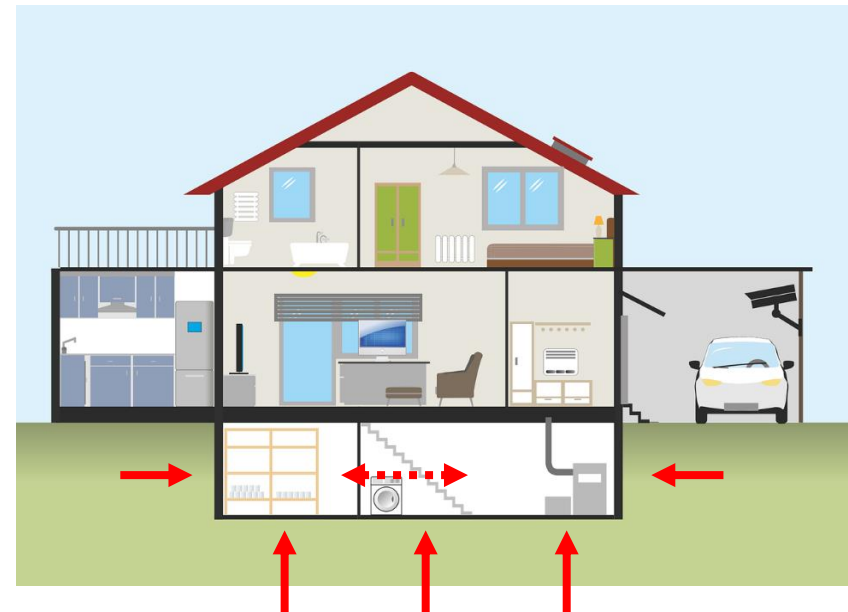
- **Gesundheitsrisiken, Wertverlust Gebäude**
- Bei Sanierungen, Umnutzungen beides betrachten, Mehrwerte
- Maßnahmen können mehrfach nutzen
- Gezielte Messungen erforderlich
- Durchdachte Planung, Umsetzung

Eintritt von außen

- Fehlerhafte Abdichtung zum Erdreich
- Undichtigkeiten an Durchdringungen
- Einfache Maßnahmen: Abdichten
- Fallweise komplexere Maßnahmen

Innenraumquellen

- Schimmel: Rohrleckagen, Nutzerverhalten
- Radon: Baumaterialien Wände, Boden



Schimmel, Feuchtigkeit und Radon im Keller

Ansprüche an Raumluftqualität durch Raumnutzung des Kellers

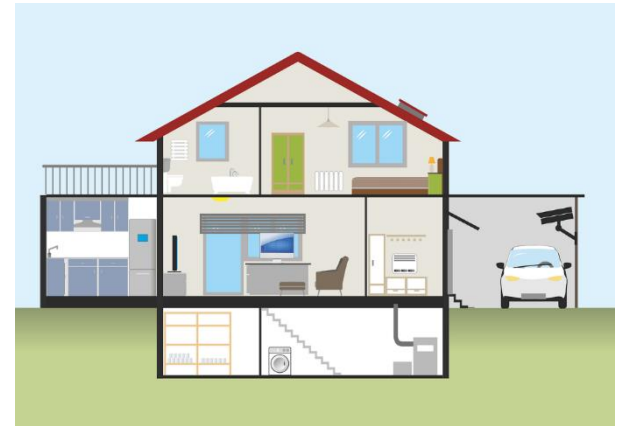
- Waschkeller, Wäsche trocknen
- Wohnraum, Arbeitsraum
- neue Kellerfenster, geringerer Luftwechsel
- Ungeeignete Materialwahl, z.B.
- Putze, Farben
- Schimmel: Gipskarton, Teppich, Tapete, Farben etc.
- Ungeeignete Innendämmung oder Abdichtung

Nutzerverhalten

- Unzureichendes oder falsches Lüften
- Schimmel: Feuchteproduktion

Grundrisse, offene Treppenhäuser

- Eintrag der Schadstoffe in Wohnbereiche in anderen Etagen



Verantwortlichkeit

Musterbauordnung MBO § 3 und § 13 : Schutz von Leben, Gesundheit und Umwelt

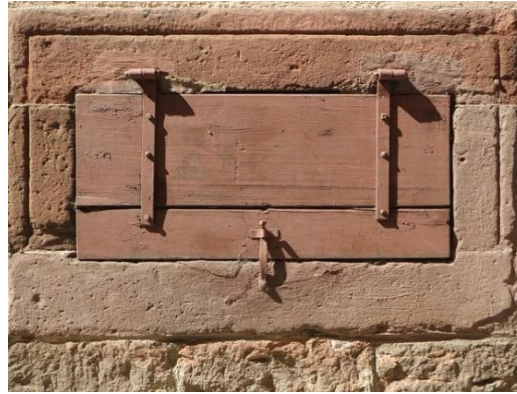
§ 3 Allgemeine Anforderungen

¹Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden; dabei sind die Grundanforderungen an Bauwerke gemäß Anhang I der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 zu berücksichtigen. ²Dies gilt auch für die Beseitigung von Anlagen und bei der Änderung ihrer Nutzung.

§ 13 Schutz gegen schädliche Einflüsse

¹Bauliche Anlagen müssen so angeordnet, beschaffen und gebrauchstauglich sein, dass durch Wasser, Feuchtigkeit, pflanzliche und tierische Schädlinge sowie andere chemische, physikalische oder biologische Einflüsse Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen. ²Baugrundstücke müssen für bauliche Anlagen geeignet sein.

Belüftung des Kellers



Keller als Wohnräume, Beispiel Schimmel, Feuchte



Quelle: Pamela Jentner

Keller als Arbeits- und Aufenthaltsraum

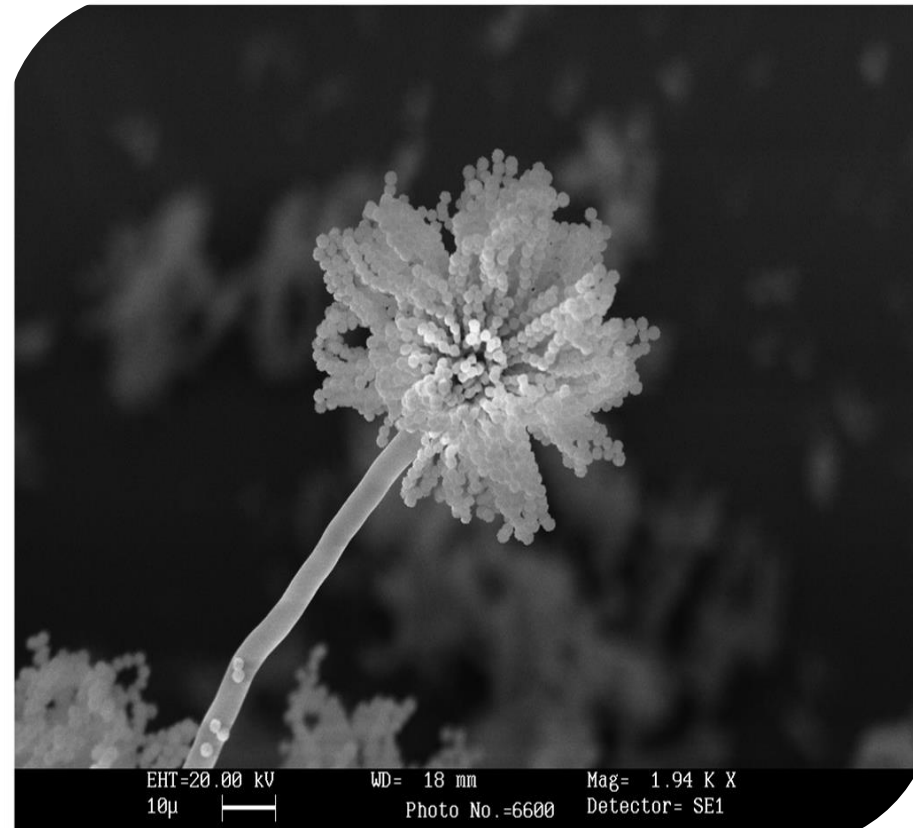


Schimmel im Keller

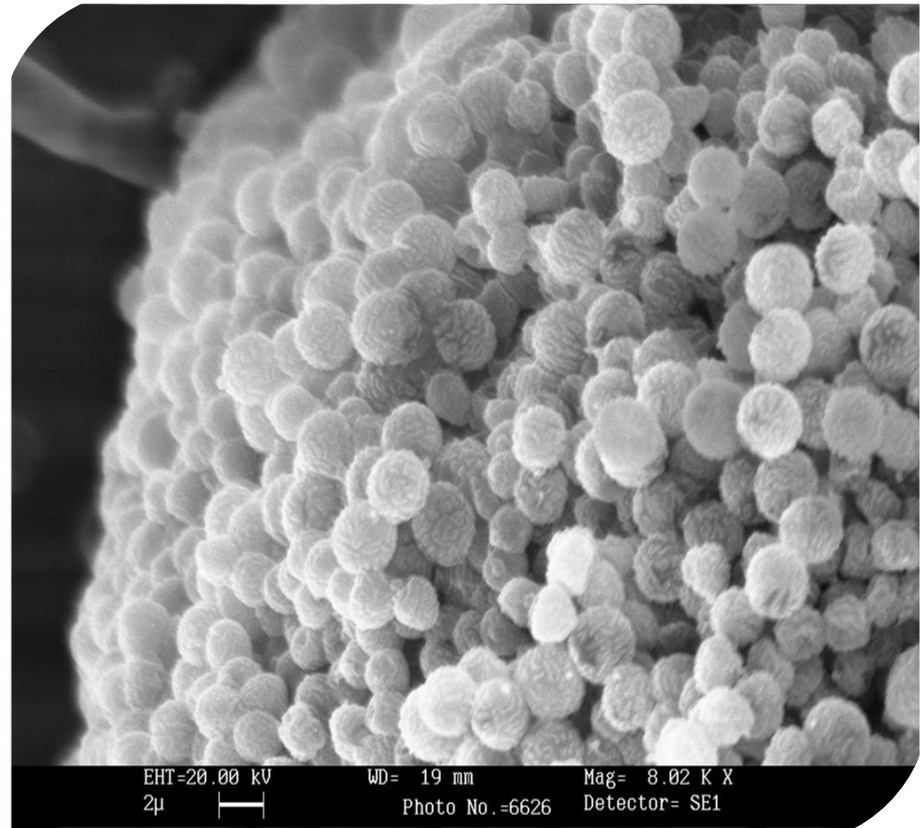
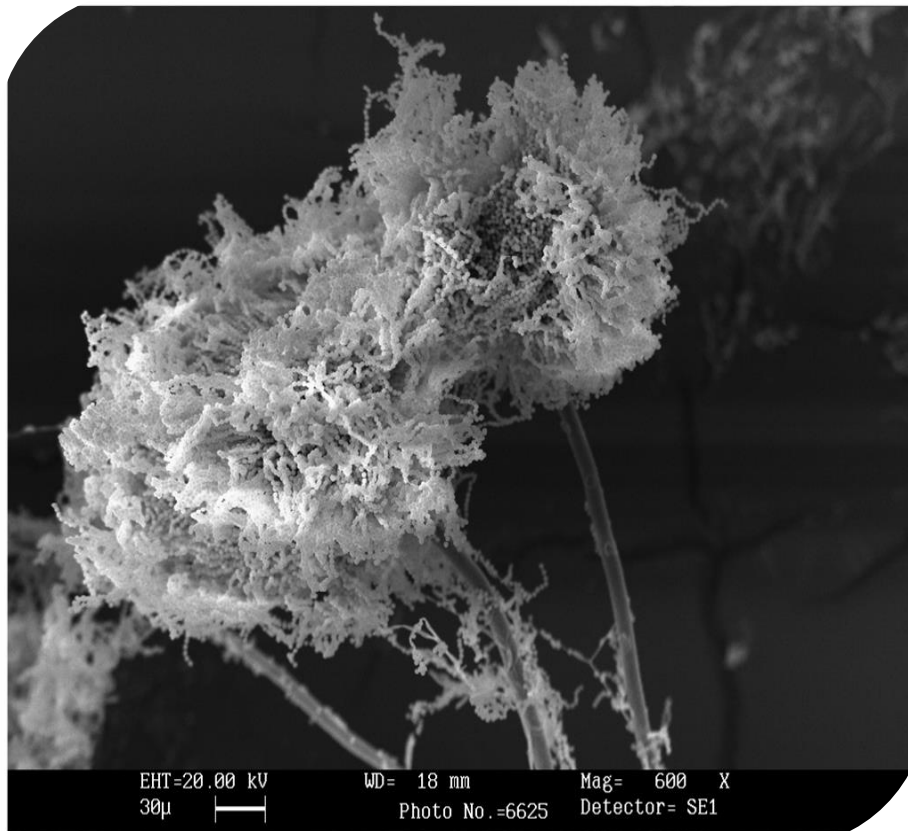
- Ursachen
- Bewertung
- Messmethoden
- UBA-Leitfaden

Aspergillus sp. in Reinkultur

im Rasterelektronenmikroskop REM



Lungengängige Schimmelsporen Aspergillus sp. im RasterElektronenMikroskop REM



Schimmel Wachstum

- Schimmel auf fast allen Materialien (großes Nährstoffangebot)
- Wachstum in weitem Temperaturbereich
- Feuchtigkeit ist von entscheidender Bedeutung
- pH-Wert des Substrates, alkalisch: schimmelhemmend (pH >11)
- Sinnvoller Einsatz auch im Keller, Kalk, Silikat, Putze, Farben

Sanierung

- Baubiologisch giffreie Methoden
- Mechanische Entfernung des befallenen Materials
- Desinfektion bzw. Feinreinigung der Räume samt Einrichtung, 70 % iger Alkohol, Schutzmaßnahmen für Personen
- Luftfilterung mit HEPA Filtersystemen (entfernt 99,99 % Feinststäube)
- Staubsauger mit HEPA Filter

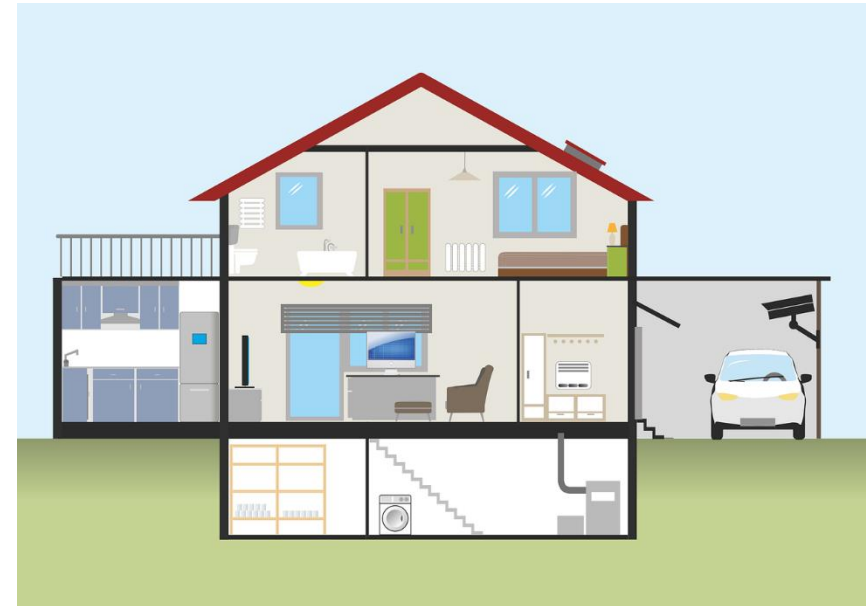
Prophylaxe gegen weiteren Befall

- Trockenheit der Räume, Bauteile und Einrichtungen
- Alkalische Putze und Anstriche z.B. auf Kalk-, Silikatbasis

Schimmel und Feuchtigkeit im Keller

Ursachen, z.B.

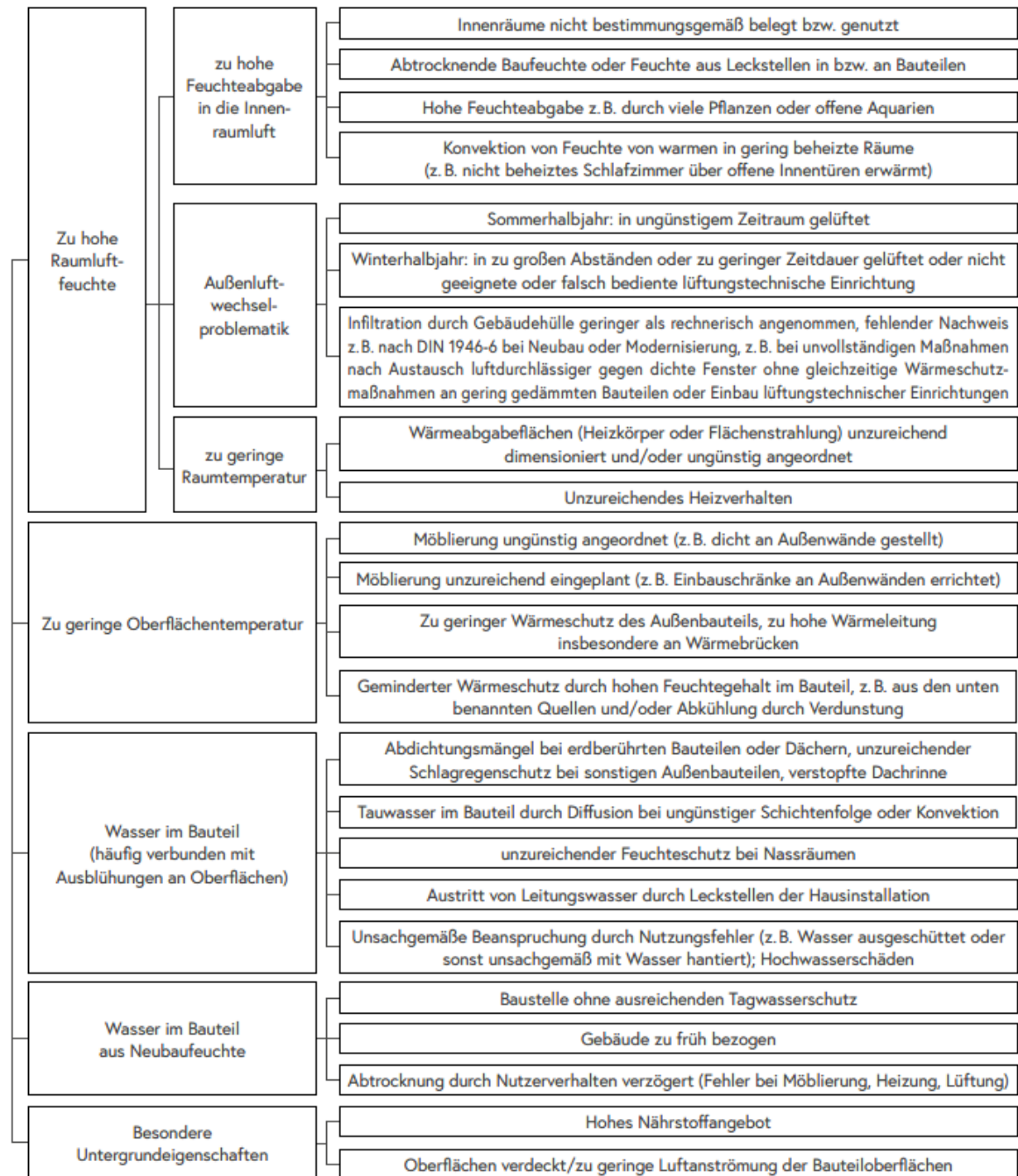
- Fehlerhafte Abdichtung zum Erdreich
- Undichtigkeiten an Rohren
- Falsches Lüften
- „Sommer-Kondensation“
- **Raumnutzung**
- Waschkeller, Wäsche trocknen
- Wohnraum – neue Kellerfenster
- Schränke dicht an Außenwänden
- Bad im Keller
- **Nahrung für Schimmel**
- Gipskarton / Trockenbau, Verkleidungen
- Teppiche, Tapeten, Kartons, Mobiliar



Schimmel und Feuchte Schema für Schimmel- befall auf Bauteilen

Besonderheiten bei Keller:
Keller-Lüftung im Sommer
„Sommer-Kondensation“

Heizung der Kellerräume



Feuchtigkeit der Raumluft und Behaglichkeit:

Empfehlung: 40 % bis 60 % relative Luftfeuchte

Auf Luftfeuchtigkeit achten, digitale Thermo-Hygrometer verwenden

Zu feuchte Raumluft, Oberflächenfeuchte → erhöhtes Schimmelrisiko

Zu trockene Raumluft (<30% rel. Luftfeuchte)

- Schleimhäute der Atemwege trocknen aus, anfälliger für Infektionen

Luftwechsel beeinflusst Luftfeuchtigkeit in Innenräumen

- Winter: Trockene Außenluft
- Sommer: Feuchte Außenluft
- → Vorsicht bei Keller-Lüftung im Sommer, schwül-warme Sommerluft außen !
- „Sommer-Kondensation“

Feuchtigkeit

- Unterschiedlicher Bedarf
- Anzeiger für Wasserschäden

Wasseraktivität (a_w -Wert)

Maß für verfügbares oder „aktives“ Wasser

Für das Wachstum unterschiedlicher Schimmelpilze erforderliche minimale Wasseraktivitätswerte (minimale a_w -Werte)

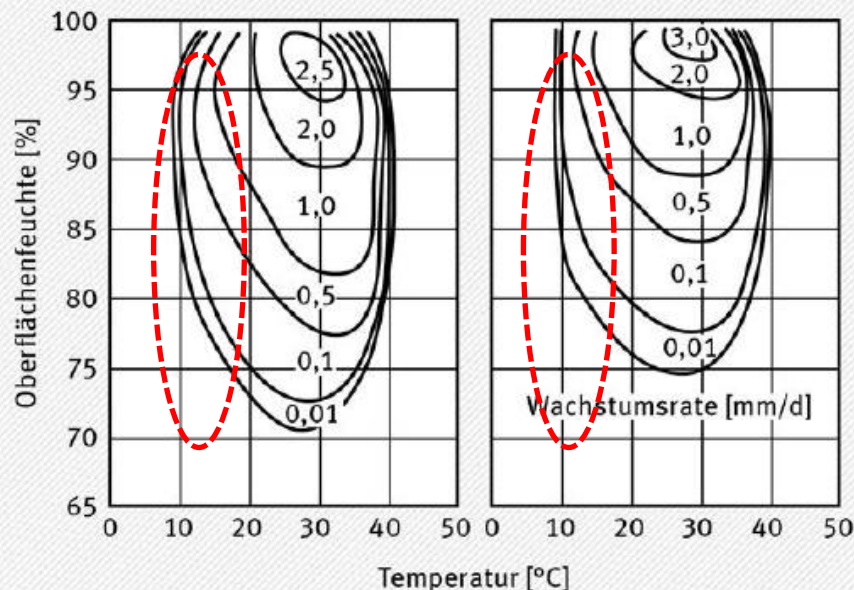
Schimmelpilzart	Minimale a_w -Werte
<i>Wallemia sebi</i>	0,69–0,75
<i>Aspergillus restrictus</i>	0,71–0,75
<i>Aspergillus versicolor</i>	0,78
<i>Penicillium chrysogenum</i>	0,78–0,81
<i>Aspergillus fumigatus</i>	0,85–0,94
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,86–0,88
<i>Fusarium solani</i>	0,87–0,90
<i>Rhizopus stolonifer</i>	0,93
<i>Stachybotrys chartarum</i>	0,94

Quelle: Northolt, Frisvad, Samson (1995): Occurrence of food-borne fungi and factors for growth. In: Samson et al. (ed.) Introduction to food-borne fungi., CBS, Baarn, NL

Wachstum : Zusammenspiel Feuchte und Temperatur

- Auch bei kühlen Kellertemperaturen ist kräftiges Schimmelwachstum möglich
- Beispiele: *Aspergillus restrictus* (links), *Aspergillus versicolor* (rechts)

Isoplethensysteme für Myzelwachstum der Schimmelpilze *Aspergillus restrictus* (links) und *Aspergillus versicolor* (rechts) in Abhängigkeit von relativer Oberflächenfeuchte und Temperatur nach Smith et al. (1982)



Die Zahlen an den Isoplethen kennzeichnen die Wachstumsraten in Millimeter pro Tag (mm/d)

Quelle: Sedlbauer, IBP

Nährstoffe

Vielzahl an Materialien verwertbar

In Innenräumen ausreichend Nährstoffe vorhanden

Materialien, auf denen Schimmelpilze wachsen können sind z. B.:

- ▶ Holz, Holzwerkstoffe (z. B. Hartfaser-, OSB- oder Spanplatten)
- ▶ Papier, Pappe, Karton (auch Gipskartonplatten)
- ▶ Tapeten, Tapetenkleister
- ▶ Gummi, Kunststoffe (z. B. Polystyrol, Silikon, Folien)
- ▶ Teppichböden, Kleber für Fußbodenbelag, Mineralwolle
- ▶ Farben, Lacke
- ▶ Leder, Textilien

Luftwechsel und Feuchtigkeit

Außenluft -> Innenraum

- Kalte Außenluft, warmer Innenraum
→ Trocknung der Räume möglich
- Warm feuchte Außenluft, kalter Innenraum (Keller)
→ Kondensation, höheres Schimmelrisiko

Theoretische relative Luftfeuchte im Innenraum bei unterschiedlichen Außenlufttemperaturen durch Erwärmen von 80 % feuchter Außenluft auf 20 °C Innenraumtemperatur bei jeweils gleichbleibender absoluter Feuchte (ohne Berücksichtigung der Feuchtepufferung)

Außenlufttemperatur [°C]	Relative Feuchte außen [%]	Absolute Feuchte [g/m³]	Theoretische relative Innenluftfeuchte bei 20 C [%]
-10	80	1,7	9
0		3,9	21
10		7,5	42
20		13,5	80

Beispiel: Verschlüssener Würfel,
bestimmte Menge Wasser enthalten
→ Absolute Luftfeuchtigkeit (g/m^3) bleibt



Relative Luftfeuchtigkeit

- sinkt mit zunehmender Temperatur
- steigt mit abnehmender Temperatur

Tabellen zur Umrechnung, z.B.

21°C Raumtemperatur, 60 % relative Feuchte

→ 11 g/m^3 absolute Feuchte

11 g/m^3 absolute Feuchte bei

19°C Raumtemperatur → 67,5 % relative Feuchte

→ Erhöhtes Schimmelrisiko

Absolute Feuchte in Gramm pro Kubikmeter [g/m^3] Wasserdampf												
T [°C]	bei relativer Feuchte in % von:											
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	100
-10	0,71	0,82	0,94	1,06	1,18	1,29	1,41	1,53	1,65	1,76	1,88	2,35
-9	0,76	0,89	1,02	1,14	1,27	1,40	1,52	1,65	1,78	1,91	2,03	2,54
-8	0,82	0,96	1,09	1,23	1,37	1,50	1,64	1,77	1,91	2,05	2,18	2,73
-7	0,88	1,03	1,18	1,32	1,47	1,62	1,76	1,91	2,06	2,21	2,35	2,94
-6	0,95	1,11	1,26	1,42	1,58	1,74	1,90	2,05	2,21	2,37	2,53	3,16
-5	0,98	1,14	1,30	1,46	1,63	1,79	1,95	2,11	2,28	2,44	2,60	3,25
-4	1,06	1,24	1,41	1,59	1,77	1,94	2,12	2,29	2,47	2,65	2,82	3,53
-3	1,15	1,34	1,53	1,72	1,92	2,11	2,30	2,49	2,68	2,87	3,06	3,83
-2	1,24	1,45	1,66	1,86	2,07	2,28	2,48	2,69	2,90	3,11	3,31	4,14
-1	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25	2,47	2,69	2,92	3,14	3,37	3,59	4,49
0	1,46	1,70	1,94	2,18	2,43	2,67	2,91	3,15	3,40	3,64	3,88	4,85
1	1,56	1,82	2,08	2,34	2,60	2,86	3,12	3,38	3,64	3,90	4,16	5,20
2	1,67	1,95	2,23	2,51	2,79	3,06	3,34	3,62	3,90	4,18	4,46	5,57
3	1,79	2,08	2,38	2,68	2,98	3,27	3,57	3,87	4,17	4,46	4,76	5,95
4	1,91	2,23	2,55	2,87	3,19	3,50	3,82	4,14	4,46	4,78	5,10	6,37
5	2,04	2,38	2,72	3,06	3,40	3,74	4,08	4,42	4,76	5,10	5,44	6,80
6	2,18	2,54	2,91	3,27	3,64	4,00	4,36	4,73	5,09	5,45	5,82	7,27
7	2,34	2,73	3,12	3,51	3,90	4,28	4,67	5,06	5,45	5,84	6,23	7,79
8	2,48	2,90	3,31	3,73	4,14	4,55	4,97	5,38	5,80	6,21	6,62	8,28
9	2,65	3,09	3,53	3,97	4,42	4,86	5,30	5,74	6,18	6,62	7,06	8,83
10	2,82	3,29	3,76	4,23	4,71	5,18	5,65	6,12	6,59	7,06	7,53	9,41
11	3,01	3,51	4,01	4,51	5,01	5,51	6,01	6,51	7,01	7,52	8,02	10,02
12	3,20	3,73	4,27	4,80	5,34	5,87	6,40	6,94	7,47	8,00	8,54	10,67
13	3,41	3,98	4,54	5,11	5,68	6,25	6,82	7,38	7,95	8,52	9,09	11,36
14	3,62	4,23	4,83	5,44	6,04	6,64	7,25	7,85	8,46	9,06	9,66	12,08
15	3,85	4,49	5,14	5,78	6,42	7,06	7,70	8,35	8,99	9,63	10,27	12,84
16	4,10	4,78	5,46	6,14	6,83	7,51	8,19	8,87	9,56	10,24	10,92	13,65
17	4,35	5,08	5,80	6,53	7,25	7,98	8,70	9,43	10,15	10,88	11,60	14,50
18	4,62	5,39	6,16	6,93	7,70	8,46	9,23	10,00	10,77	11,54	12,31	15,39
19	4,90	5,71	6,53	7,34	8,16	8,98	9,79	10,61	11,42	12,24	13,06	16,32
20	5,20	6,06	6,93	7,79	8,66	9,53	10,39	11,26	12,12	12,99	13,86	17,32
21	5,51	6,42	7,34	8,26	9,18	10,09	11,01	11,93	12,85	13,76	14,68	18,35
22	5,83	6,80	7,78	8,75	9,72	10,69	11,66	12,64	13,61	14,58	15,55	19,44
23	6,13	7,15	8,18	9,20	10,22	11,24	12,26	13,29	14,31	15,33	16,35	20,44
24	6,54	7,63	8,72	9,81	10,91	12,00	13,09	14,18	15,27	16,36	17,45	21,81
25	6,92	8,07	9,23	10,38	11,54	12,69	13,84	15,00	16,15	17,30	18,46	23,07
26	7,32	8,54	9,76	10,98	12,20	13,42	14,64	15,86	17,08	18,30	19,52	24,40

Verschiedene Untersuchungsmethoden, z.B.

Materialproben: direktes Material oder Klebefilmproben, Abklatschproben

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

Staubproben

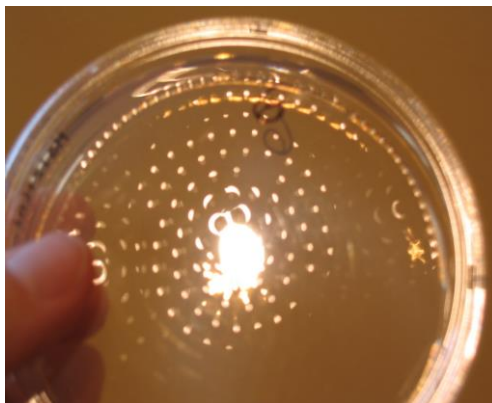


Luftprobennahme:

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

• Gesundheitliche Relevanz

Stärke der Zusammenhänge zwischen einem Feuchte/Schimmelbefall in Innenräumen und gesundheitlichen Beschwerden, die in epidemiologischen Studien beobachtet wurden

Stärke des Zusammenhangs	Symptome
ausreichende Hinweise für einen ursächlichen (kausalen) Zusammenhang	<ul style="list-style-type: none"> · Verschlimmerung und Verstärkung der Symptome einer bestehenden Asthmaerkrankung bei Kindern
ausreichende Hinweise für einen Zusammenhang <i>(Daten lassen Zusammenhang als wahrscheinlich erscheinen)</i>	<ul style="list-style-type: none"> · Verschlimmerung und Verstärkung der Symptome einer bestehenden Asthmaerkrankung · Symptome der oberen Atemwege · Husten · Keuchende Atemgeräusche · Entwicklung einer Asthmaerkrankung · Atemnot · Aktuell bestehendes Asthma · Atemwegsinfektionen
begrenzte Hinweise für einen Zusammenhang <i>(Daten lassen Zusammenhang als möglich, aber nicht gesichert erscheinen)</i>	<ul style="list-style-type: none"> · Vorkommen von Bronchitis · Vorliegen von Symptomen des allergischem Schnupfens (Heuschnupfens)
unzureichende Hinweise für einen Zusammenhang <i>(Daten wurden geprüft, sind aber nicht ausreichend, um einen Zusammenhang zu belegen)</i>	<ul style="list-style-type: none"> · veränderte Lungenfunktion · Auftreten einer Allergie oder Atopie · Auftreten von Asthma jemals im gesamten Leben (muss nicht aktuell vorliegen und Symptome verursachen)



Quelle: nach WHO-Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould, 2009, ergänzt durch Kanchnongkittiphon et al., 2015: Indoor Environmental Exposures and Exacerbation of Asthma: An Update to the 2000 Review by the Institute of Medicine, Env. Health Perspectives 123: 6–20.

Bewertung nach Umweltbundesamt UBA Schimmelleitfaden

- Vorgaben für Beprobungen, z.B. Materialproben, Luftproben
- Luftprobe der Außenluft (Referenz)
- Luftproben der Innenräume
- Vergleich Menge und Artenzusammensetzung
- Auffälligkeiten, Innenraumquellen
- Beachtung der Nutzungsklasse, unterschiedliche Bewertungen



Bewertung bei sichtbarem Schimmel

Auszüge aus dem Schimmel-Leitfaden 2017 (Umweltbundesamt):

„In der Regel sind Schimmelpilzbelastungen der Raumluft auf befallene oder kontaminierte Materialien zurückzuführen.

Die Bewertung, ob ein Schimmelbefall in Innenräumen als gering und damit hinnehmbar oder als eine erhebliche und damit nicht mehr hinnehmbare negative Beeinträchtigung eingestuft wird, erfolgt über den **Schadensumfang und die Nutzungsklasse**.

Es wird davon ausgegangen, dass ein kleinerer Befall weniger biogene Schadstoffe produziert als ein in der Fläche und Tiefe größerer Befall.“

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 außerhalb 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

Umweltbundesamt – Schimmelleitfaden 2017

- 3 Kategorien zur Einstufung einer Belastung von Materialien mit Schimmelpilzen aufgeführt.

Auszug aus Schimmelpilz-Leitfaden 2017, Umweltbundesamt:

Bewertung von Materialien mit an Oberflächen feststellbarem, meist sichtbarem Schimmelbefall. Die Flächenangaben sollen nicht als Absolutwerte herangezogen werden, sondern dienen der Orientierung. Bei einer Beurteilung sind immer der Einzelfall sowie die ggf. besonderen Umstände zu prüfen.

Schadensausmaß	Kategorie 1 Normalzustand bzw. geringfügiger Schimmelbefall	Kategorie 2 Geringer bis mittlerer Schimmelbefall	Kategorie 3 Großer Schimmelbefall
Ausdehnung in der Fläche und in der Tiefe	geringe Oberflächenschäden <20 cm ²	oberflächliche Ausdehnung <0,5 m ² tiefere Schichten sind nur lokal begrenzt betroffen	Große flächige Ausdehnung >0,5m ² Auch tiefere Schichten können betroffen sein
Daraus resultierende mikrobielle Biomasse	Keine bzw. sehr geringe mikrobielle Biomasse	Mittlere mikrobielle Biomasse	Große mikrobielle Biomasse

Tab. 4: Bewertung von Materialien mit Schimmelpilzbefall in 3 Kategorien

Umweltbundesamt Broschüre „Schimmel im Haus“

- https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/ratgeber_schimmel_im_haus_0.pdf
- Entstehung von Feuchtigkeit
- Abtransport überschüssiger Feuchte
- Richtiges Lüften, Stoßlüften, Querlüften



Radonbelastungen in Gebäuden

- **Rechtliche Vorgaben (StrSchG, StrSchV)**
- **Messstrategien als Grundlage für Sanierungsmaßnahmen**
- **Verantwortlichkeiten**

Radon im Keller

- Wohnraum im Keller
- Radon-Sniffing – Leckagen orten
- Sanierungsmaßnahmen basierend auf detaillierte Radon-Messungen
- Gebäudeanalysen, Bauweisen, Grundrisse, Historie



Radon im Keller

- Homeoffice im Keller
- Radon-Sniffing – Leckagen und Ausbreitungswege



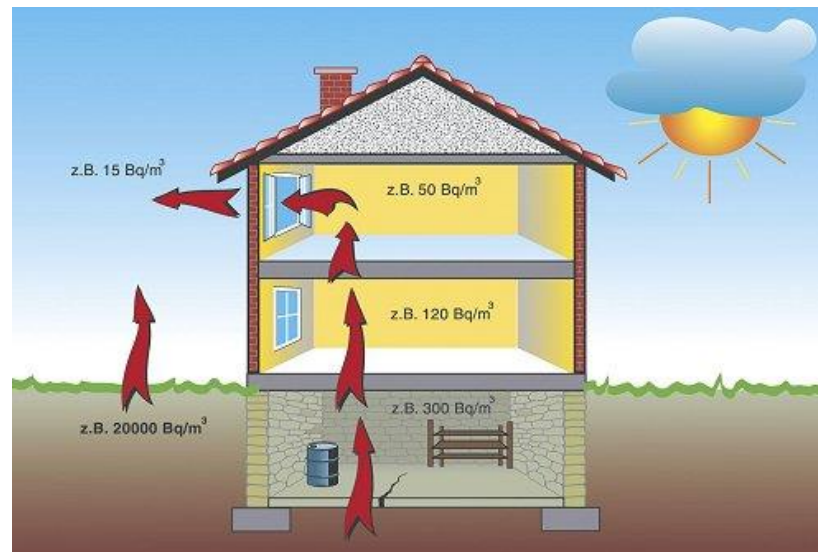
Radon

- Radioaktives Edelgas
 - Zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs
 - Ca. 2.800 Todesfälle pro Jahr in Deutschland
 - unsichtbar, geruchlos und geschmacklos
 - Mensch hat keinen Sinn um Radon festzustellen
 - **Messtechnik erforderlich**
-
- Radongas entsteht in tiefen Bodenschichten durch radioaktiven Zerfall von Uran.
 - Je nach Art und Umfang der unterirdischen Gesteinsschichten entsteht mehr oder weniger Radon. Weltweit.
 - Viel: Granit, Schiefer
 - Wenig: Sandige Böden



Radon

- Radon dringt von tiefen Bodenschichten an die Oberfläche.
- Radon kann sich in Gebäuden anreichern.
- Faktoren:
 - Bausubstanz - kann Radon durch Ritzen und Fugen eindringen?
 - Luftwechselrate - Vermischung mit Frischluft?



Grundlagen zum Radonschutz:

- EURATOM-Richtlinie 2013/59 vom 05.12.2013, europaweit
- 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

- Radonmaßnahmenplan, März 2019
- Ausweisung von Radonvorsorgegebieten,
- DIN/TS 18117 „Bauliche und Lüftungstechnische Maßnahmen zum Radonschutz“. Ein neues Instrument zur Unterstützung der Planung und Baupraxis. Teil 1 + Teil 2

Weitere Informationen: Bundesamt für Strahlenschutz BfS

Verantwortlichkeit

Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG)

§ 123 Maßnahmen an Gebäuden; Verordnungsermächtigung

- (1) Wer ein Gebäude mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen errichtet, hat geeignete Maßnahmen zu treffen, um den Zutritt von Radon aus dem Baugrund zu verhindern oder erheblich zu erschweren. (...)

- (4) Wer im Rahmen der baulichen Veränderung eines Gebäudes mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen Maßnahmen durchführt, die zu einer erheblichen Verminderung der Luftwechselrate führen, soll die Durchführung von Maßnahmen zum Schutz vor Radon in Betracht ziehen, soweit diese Maßnahmen erforderlich und zumutbar sind.

Grundlagen zum Radonschutz:

- Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) vom 27.06.2017, §§ 121 -132
- Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) vom 29.11.2018, §§ 153 -158

- Referenzwert für **Aufenthaltsräume**: **300 Bq/m³ im Jahresmittel**
- Referenzwert für **Arbeitsplätze**: **300 Bq/m³ im Jahresmittel**

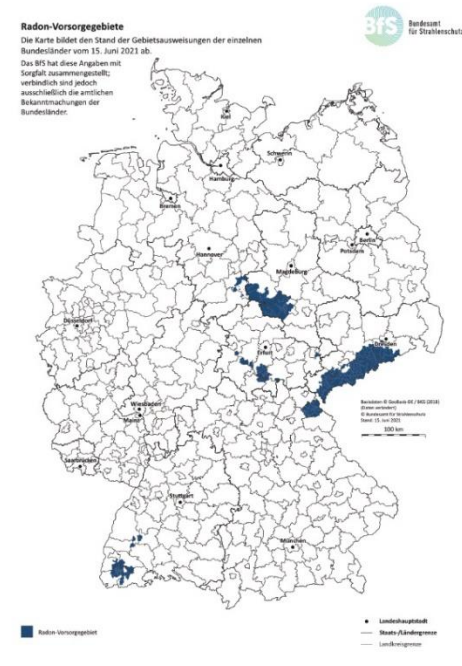
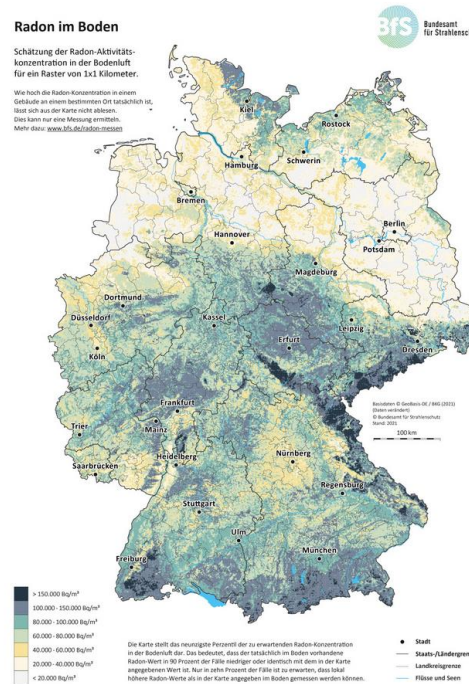
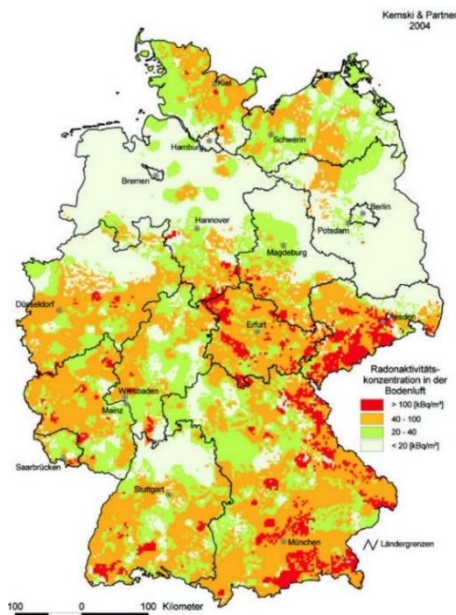
- Der Jahresmittelwert 300 Bq/m³ soll in Aufenthaltsräumen sowie an Arbeitsplätzen nicht überschritten werden
- **Recht auf gute Raumlufthqualität !**
- Zielwert: Jahresmittelwert 100 Bq/m³ und darunter
- Jede Reduktion ist anzustreben.
- **Es gibt keinen Wert unter dem Radon unbedenklich wäre !**
- Erhöhung des relativen Lungenkrebsrisikos um 16% pro 100 Bq/m³

Vergleich vorliegender Informationen

Radonkarten: Radonkonzentrationen in der **Bodenluft**
Sehr grobes Raster der stichprobenartigen Messungen

Keine Aussage möglich bezüglich bestimmter Gebäude !!!

Ausweisung der Vorsorgegebiete bisher viel zu spärlich – Nachbesserungsbedarf.



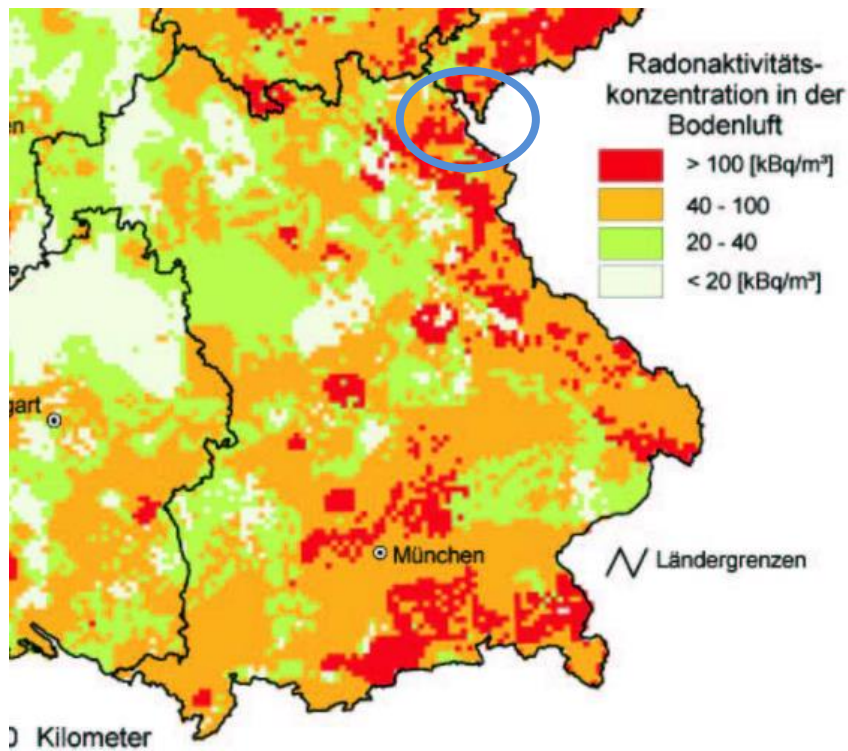
Quelle: Kemski & Partner

Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz BfS (2022) 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>

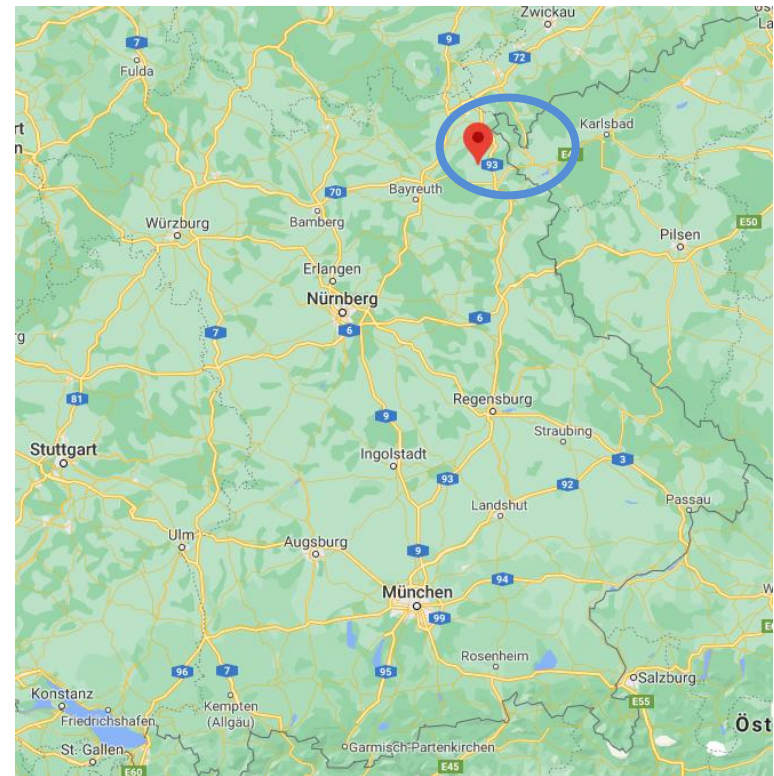
Radon-Bodenluftmessungen

Angegeben in kBq/m³ → Faktor 1000
Kilobecquerel pro Kubikmeter Luft



Quelle: Kemski & Partner

Lage **Landkreis Wunsiedel**
Ist nur hier ein Radon-Vorsorgegebiet auszuweisen?



Quelle: google maps

Referenzwert 300 Bq/m³ im Jahresmittel

Aufenthaltsräume und Arbeitsplätze

Normale Gebiete

- Mess-Empfehlung
- Präventive Maßnahmen
Neubau
- Sanierungen Bestand

Radon-Vorsorgegebiete

- Mess-Pflicht-Regelung
- Erweiterte präventive
Maßnahmen Neubau
- Sanierungen Bestand

Stark vereinfachte Übersichten, nach momentanem Kenntnisstand

**Jedes Gebäude ist anders, benötigt individuell angepasste Lösungen.
Systematische Vorgehensweisen, prozesssicher, wirksam, kundenfreundlich.**

Voraussetzungen:

- Detaillierte umfangreiche Messungen,
- Gründliche Gebäudeanalysen,
- Beachtung der Historie, Nutzungsänderungen, Anbauten etc.
und

→ **Richtige Schlussfolgerungen** für Sanierungskonzepte und Umsetzungen !

→ **„Versuch und Irrtum“** gehört der Vergangenheit an!



Schema

Stufe 1: grundlegende Messungen

- Auswertung und Bewertung – Radonproblem vorhanden?
- Entscheidung: Maßnahmen erforderlich, welche?

Sanierungskonzept

- Maßgeschneidertes Sanierungskonzept erstellen
- Individuell passend zum Gebäude
- **Kostensparend und wirksam**

Grundlagen schaffen für Sanierungskonzept:

Stufe 2: Gebäudeanalyse und zielführende Messungen

- **Radon-Sniffing** – in betroffenen Räumen, ggf. auch angrenzende Räume

Stufe 3: Umsetzung der Sanierung

Stufe 4: Erfolgskontrolle während Umsetzung

Stufe 5: Abschluss- Kontrollmessungen

Radon-Detektor

Radon-Kernspurexposimeter, passive Methode

- Messdauer: Langzeitmessungen, möglichst 1 Jahr, ggf. kürzer
- Auswertung im Labor
- Ergebnis: Mittelwert im Messzeitraum



Radon-Detektoren unterschiedlicher Hersteller im Größenvergleich mit einer Münze



Geöffneter Radon-Detektor, Detektorfläche, Auswertung im Labor

Radon-Messgeräte

Mein aktueller Bestand: 63 elektronische Messgeräte

Vorteile von parallelen Messungen im Gebäude:

- Beste Vergleichbarkeit in verschiedenen Räumen, gleiche Wetterlagen,
- Radonwerte im Zeitverlauf aufgezeichnet
- Minima, Maxima, Mittelwert, zusätzlich Klimadaten
- Orientierende Messungen
- Kürzere Messdauer, rasche Ergebnisse, Zeitersparnis
- Direktablesung oder Auswertung über Software



Radon Scout Home,
optional mit Luftdruck-
messung, Innenräume



RadonEye, FTLab
Innenräume,
Vergleichs-werte bei
Sniffing



Radon Scout Plus,
Innenräume



RTM 1688-2, Innenräume,
Radon Sniffing,
Bodenluft



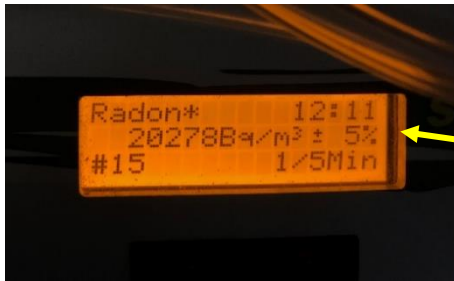
Sniffer,
Innenräume,
Radon Sniffing

Radon Sniffing

Messgerät RTM-1688-2, Sarad

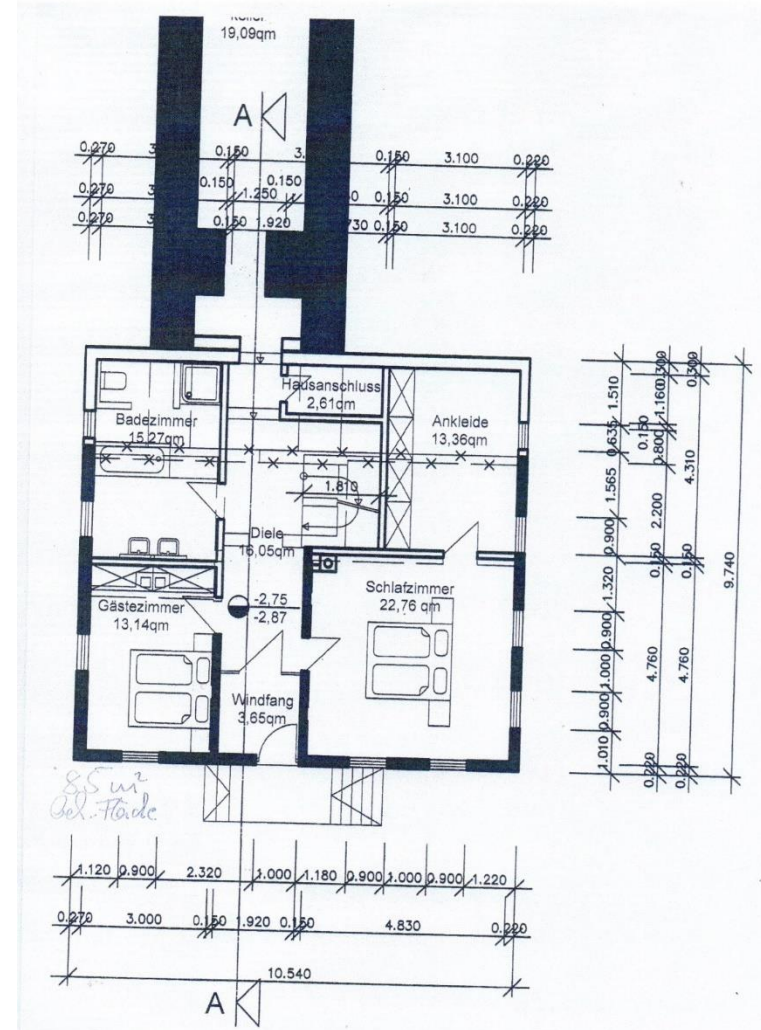
Anzeige Display: 20.278 Bq/m³

Fehlerquote: +/-5%

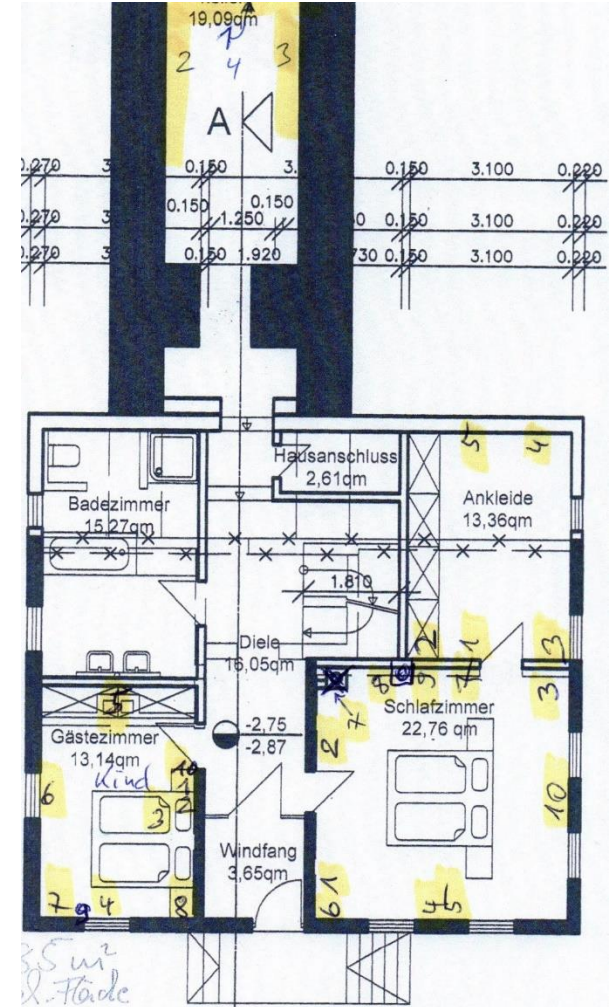
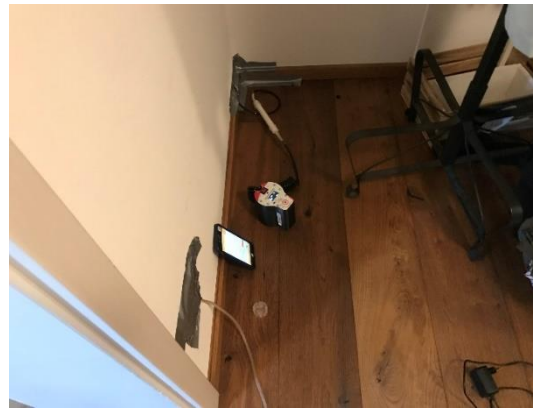
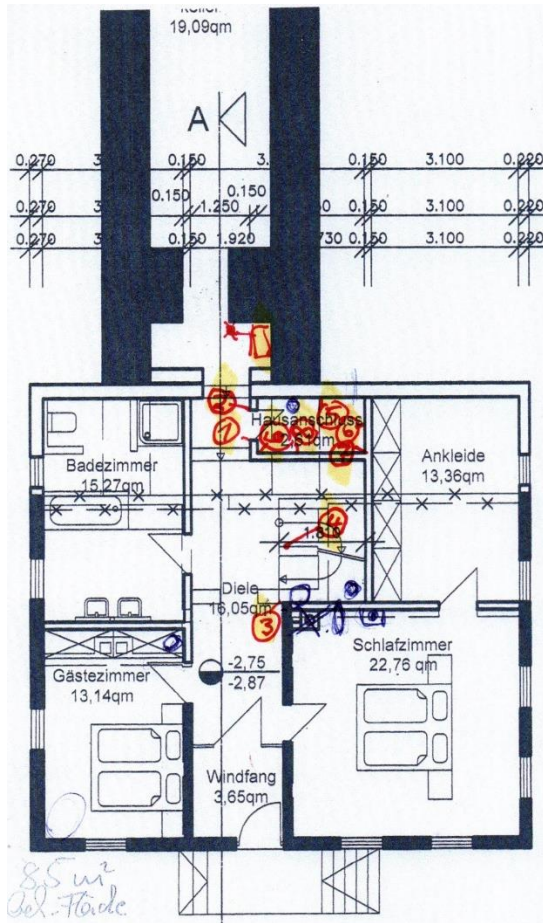


Fallbeispiel: Wohnhaus mit Hanglage Und Gewölbekeller

Eigene Messungen der Bewohner mit
einfachen Radonmessgeräten:
einige Räume >300 Bq/m³ Radon

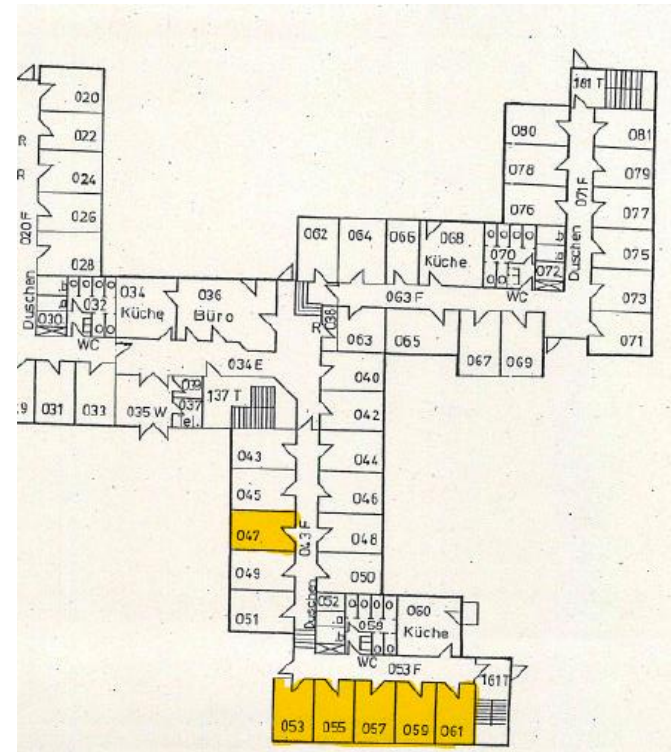
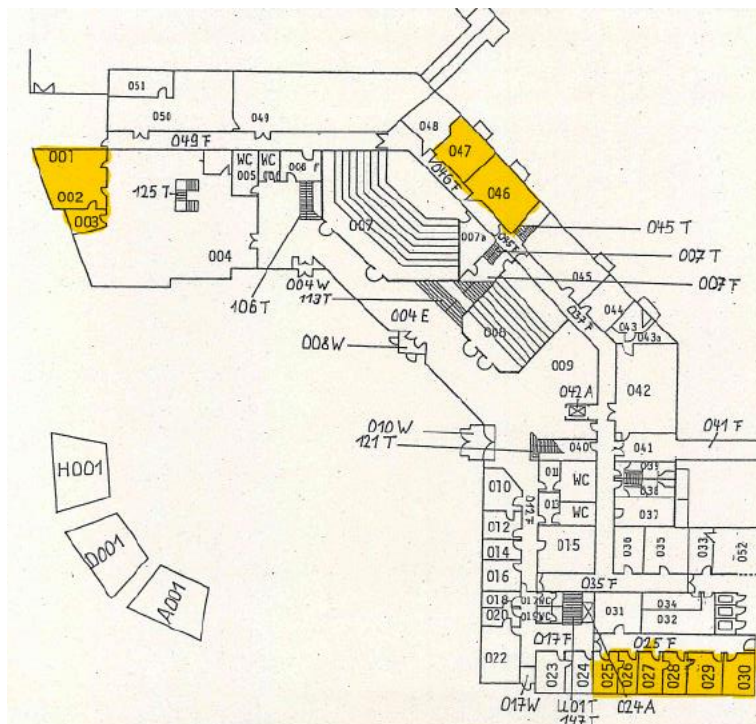


Fallbeispiel: Wohnhaus mit Hanglage Radon Sniffing

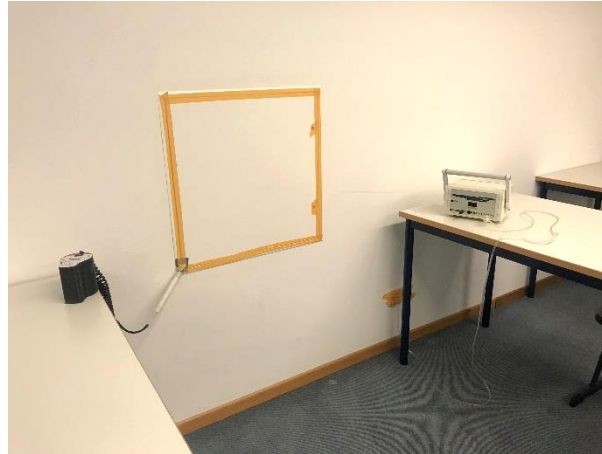


Fallbeispiel: Hochschule in Bayern

- Mehrere Gebäude, teils mit oder ohne Unterkellerung
- Langzeitmessungen mit Exposimetern:
- einige Räume >300 Bq/m³ Radon im Jahresmittel (gelbe Markierungen)



- Fallbeispiel: Radon-Sniffing als Grundlage für eine kostensparende Sanierungsplanung



- Fallbeispiel: Radon-Sniffing als Grundlage für eine kostensparende Sanierungsplanung



Radon-Sniffing als Grundlage für eine kostensparende Sanierungsplanung

Fallbeispiel: **Bürogebäude und Produktionshallen in Sachsen**



Verschiedene Sanierungsverfahren bei Bestandsgebäuden

- Abdichten von Leckagen
- Unterbinden der Radon-Ausbreitung durch Konvektion (Luftbewegung)
- Lüftungsmaßnahmen
- Absaugung der radonhaltigen Bodenluft unter oder neben dem Gebäude
- Andere Nutzung der Räume (kein Aufenthaltsraum oder Arbeitsplatz)

Technische Anlage zur dauerhaften Absaugung radonhaltiger Bodenluft unter dem Gebäude

- Dauerhafte Absaugung der Bodenluft unter Gebäude durch „Radonsauger“ und gasdichte Spezialrohrleitungen
- Kernbohrungen an gezielten Stellen in das Erdreich unter dem Gebäude
- Radonhaltige Bodenluft wird unter dem Gebäude entfernt (Unterdruck)
- Radon kann nicht in Gebäude eindringen, trotz bestehender Undichtigkeiten.
- Abluft an passender Stelle ins Freie leiten. Unschädliche Vermischung mit der frischen Außenluft.



Radonschutzfolien, z.B. RadonProtect Folie: www.radon-protect.com

- gasdichter Schutz vor Radon und anderen Gasen
- Dampfsperre
- Neubau: unter die Bodenplatte
- Bestand: auf (undichte) Bodenplatte,
unter Estrich
Mit Heißluft gasdicht verschweißen





Umodan® RadonProtect Folie auf
Wikaflor Schutzvlies ausgelegt



Folienbahnen mit Heißluft radondicht
verschweißen

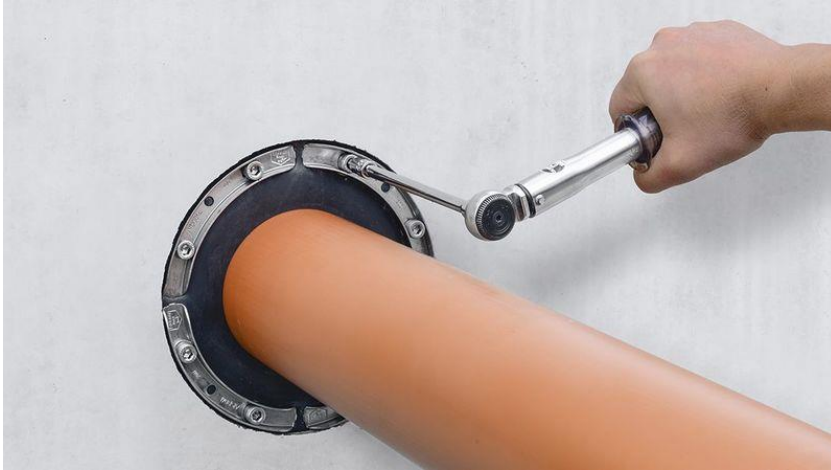


Gasdichter Anschluss an eine Durchdringung, Abdeckung der RadonProtect Folie mit Wikaflor Schutzvlies



Gasdichter Anschluss an Betonteile

Gasdichte Durchführungen von Rohren, Leitungen und Kabeln

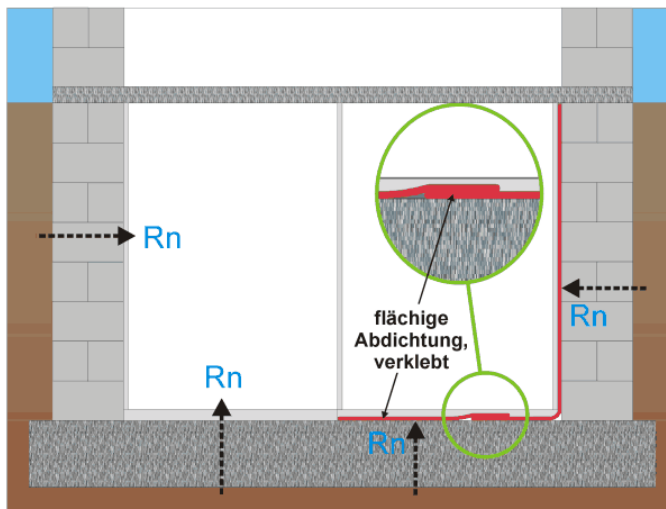


Weitere Maßnahmen für Neubau und Sanierung

Drainage

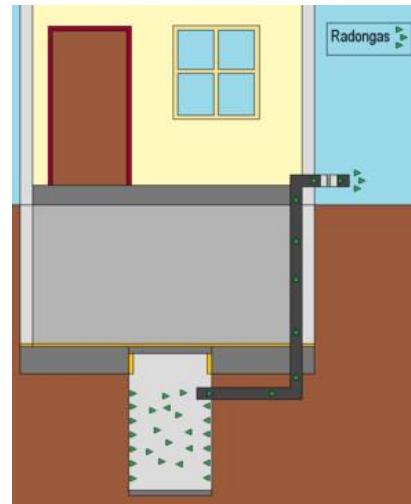


Abdichtung



Quelle: www.radon-info.de

Radonbrunnen



Quelle: www.bau-welt.de

Bodenluftabsaugung



Quelle: www.radea.de

Radonsauger Lüftungsmaßnahmen



Quelle: www.corroventa.de

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit 😊



Dipl. Biol. Pamela Jentner
OrangePep GmbH
D-85354 Freising
Fon +49 (0)8168.998399
www.orangepep.de