

Fit für die Zukunft: Mehrfamilienhäuser - nachhaltig und effizient

Gesundes und behagliches Raumklima in Kellerräumen

Feuchteregulierung – Innendämmung – Umnutzung zu Wohnräumen – Putze und Farben

- Bauweisen, Anforderungen und Risiken bei der Umnutzung
- Schimmel, Feuchte und Radon

- 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 Stiftung Baubiologie-Architektur-Umweltmedizin (Stiftung BAU)
- 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

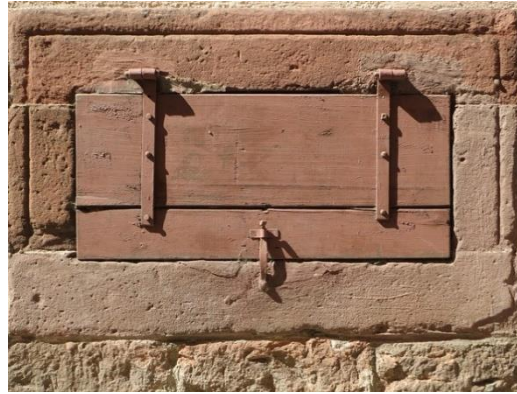


Keller als Wohnräume, Beispiel Schimmel, Feuchte



Quelle: Pamela Jentner

Belüftung des Kellers



Schimmel, Feuchtigkeit und Radon – Schadstoffe im Keller

Einige „Gemeinsamkeiten“ und zugleich deutliche Unterschiede

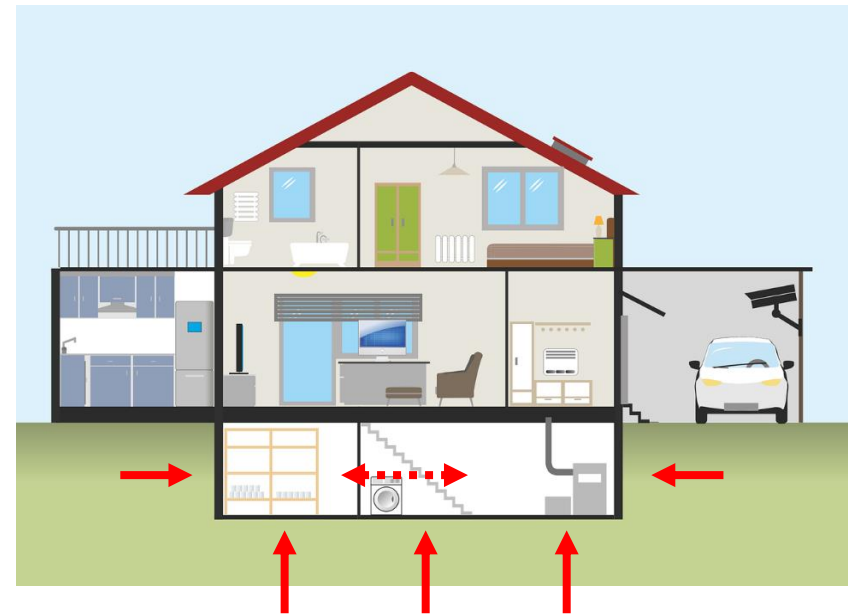
- **Gesundheitsrisiken, Wertverlust Gebäude**
- Bei Sanierungen, Umnutzungen beides betrachten, Mehrwerte
- Maßnahmen können mehrfach nutzen
- Gezielte Messungen erforderlich
- Durchdachte Planung, Umsetzung

Eintritt von außen

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

Innenraumquellen

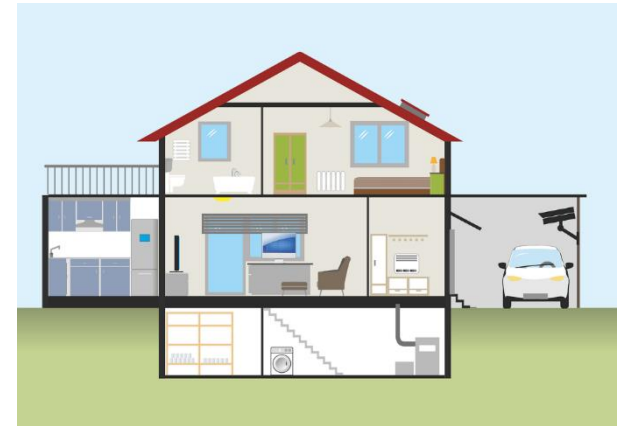
- Schimmel: Rohrleckagen, Nutzerverhalten
- Radon: Baumaterialien Wände, Boden



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 → Lüftungsanlagen ggf. hilfreich
- Schimmel: Feuchteproduktion

Grundrisse, offene Treppenhäuser

- Eintrag der Schadstoffe in Wohnbereiche in anderen Etagen

Keller als Arbeits- und Aufenthaltsraum



Kellerentwicklung über die Jahrhunderte



1. Kellerräume

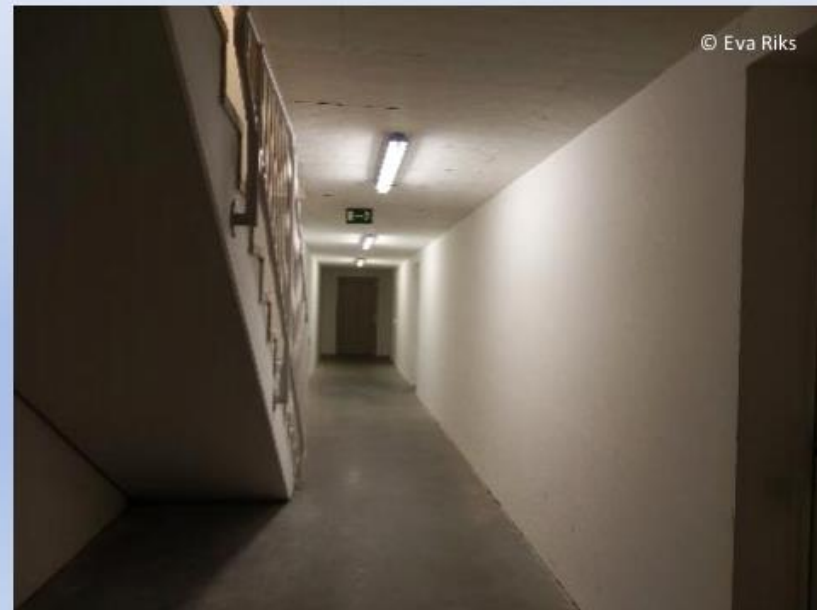
Keller oder Untergeschosse bestehen aus einer Fundamentplatte bzw. der Grundplatte und den Kellerwänden. Bei Gebäuden ab 20. Jahrhundert besteht die Grundplatte gewöhnlich aus Stahlbeton, die Kellerwände bestehen aus Mauerwerk oder Beton.

Eine grobe Einteilung der Keller ohne die Gewölbekeller gliedert sich in

- Hauskeller
- Hochkeller
- Kriechkeller

Meistens wurde oder wird den Kellern eine Nutzung zugeordnet und die Bauart darauf ausgerichtet.

Keller modernes
Mehrfamilienhaus



Kellerentwicklung über die Jahrhunderte



Gemauerte bzw. traditionelle Hauskeller

Besonders im städtischen Bereich: Mehr Lagerzwecke für Lebensmittel, Dauervorräte, Heizmaterial, Gerätschaften (Garten + Spiel)...
In vielen Fällen auch weiterer Ausbau zu Luftschutzkellern im 2. WK.



Regional sehr unterschiedlich: Naturstein, Ziegel
Klima von kalt und feucht bis mäßig warm und trocken

Vertikale und horizontale Abdichtung der Kellerwände wurden oft eingesetzt.
Materialien: Teerpappen (Achtung PAK!) und Bitumenanstriche, in Nord- und Osteuropa auch Birkenrinde
Haltbarkeit je nach Situation: 30 bis 50 Jahre

Schwächen: Je nach regionaler Situation können die Keller unter hohem Grundwasserspiegel, Schichtenwässern und Sickerwässern leiden.
Abfallender Putz und Versalzungen in traditionellen Kellern sind i.d.R. keine statische Gefahr oder ein Baumangel, stören aber einen Ausbau.

Kellerentwicklung über die Jahrhunderte

Gewölbekeller begehbar oder als halbhoher Keller mit Gewölbetonne oder Kreuzgratgewölbe

Regional unterschiedliche Materialien wie Naturstein oder Ziegel

19. und erster Teil 20. Jahrhundert:
Typische gemauerte Hauskeller, meist Ziegel aber auch aus regional anliegenden Natursteinen

Für herrschaftliche Schlösser oder Gutshöfe wurden über alle Jahrhunderte oft hohe Sockelgeschosse errichtet

Vor allem bei Gebäuden der Gründerzeit wurden oft Hochkeller bzw. Souterrains gebaut



Gewölbekeller

- „Normale“ Hauskeller als Gebäudefundament,
- aber auch historische Tiefkeller über mehrere Etagen
- zur Bierlagerung, als Weinkeller, als Burgkeller / Verließe, zur Wasserableitung



Gewölbe dienen, zur Lagerung und Kühlung, daher: meist hohe Luftfeuchte, kühl

Achtung! Bevor an einem Gewölbekeller etwas verändert wird, ist eine gründliche Nachforschung des historischen Kelleraufbaus und des zusätzlichen Sinnes bezüglich Wasserregulation erforderlich.

Diffusionsfähigkeit und Luftzirkulation sind wichtig!
Stampflehm-Fußböden nach Möglichkeit belassen!



Restaurant Gewölbekeller Meißen
Quelle: Restaurantwerbung

Sockelgeschosse, Souterrains, Hochkeller

Sockelgeschosse herrschaftlichen Gebäuden „heben“ die Repräsentation des Gebäudes. Sie dienten gleichzeitig als Wirtschafts- und Personalräume.

Souterrains erweitern die Nutzungsfähigkeit eines Gebäudes. Auch sie wurden als Wirtschafts- und Personalräume geplant, werden z.T. heute noch so genutzt.

Hochkeller erweitern ebenfalls das Raumkonzept eines Gebäudes und sind heute weiter üblich. Häufig sind Hochkeller in Hanglagen sinnvoll.



Regional sehr unterschiedlich: traditionell Naturstein oder Ziegel
Heute meist monolithisch aus Stahlbeton oder als Fertigg Keller
(Stahlbetonfertigteile)

Moderne Keller meist aus Beton / Stahlbeton

Zur Vermeidung von Kellerfeuchte (Folgeschäden) werden moderne Keller gegen die Umgebungsfeuchte abgedichtet

- Eine sogenannte „**Schwarze Wanne**“ bedeutet die Abdichtung von nicht wasserdichten Bodenplatten und Kellerwänden von außen:
 - Bitumenbahnen, kunststoffmodifizierten Dickbeschichtungen auf Bitumenbasis
 - fest verklebte und verschweißte Kunststoffbahnen aus Polyethylen oder PVC.
 - Zusätzliche Drainagen und Perimeterdämmplatten zum Schutz der Abdichtung

- Eine sogenannte „**Weißer Wanne**“ (WU-Wanne) ist eine wasserundurchlässige Stahlbetonkonstruktion
 - Notwendig, wenn Bodenplatte und Kellerwände dem Grundwasser, Sickerwasser oder Schichtenwasser im Erdreich ausgesetzt sind
 - Weitere Abdichtungen sind bei dieser Konstruktion nicht notwendig.
 - **Aber:** Kosten! Bekannte Probleme in Hochwassereinzugsbereichen

Anforderungen an Sanierung und Umnutzung

Was ist zu tun bei gewünschter erweiterter Nutzung eines traditionellen Kellers, z.B. Waschkeller, Hobbyraum, Sport?

Als Erstes Wunsch und Realität überdenken!

- ✓ Absperrende Schichten nur von außen im Terrain, Absperrungen innen „treiben“ die Feuchtigkeit vertikal nach oben
- ✓ Holzfußböden im Keller nur bei abgesicherter Trockenheit, z.B. auf Fußbodenheizung
- ✓ Holzbalkendecken können/sollten erhalten bleiben, wenn Trockenheit vorhanden, d.h. wenn Feuchte in den Wänden nicht über Terrain reicht
- ✓ Dämmschichten am Fußboden am besten mit Glasschaum (Platte, oder Schotter) auch unter Beton- oder Fliesenfußboden
- ✓ Korrosion der Stahlträger: Standfestigkeit prüfen, dann Korrosionsschutz und Putzen mit zementhaltigem Mörtel auf Putzträgern aus Drahtgewebe.
- ✓ Brandschutz: Stahlträger sind im Brandfall empfindlich bei Temperaturen über 500 °C.
- ✓ Lüftung sicher stellen / automatisieren

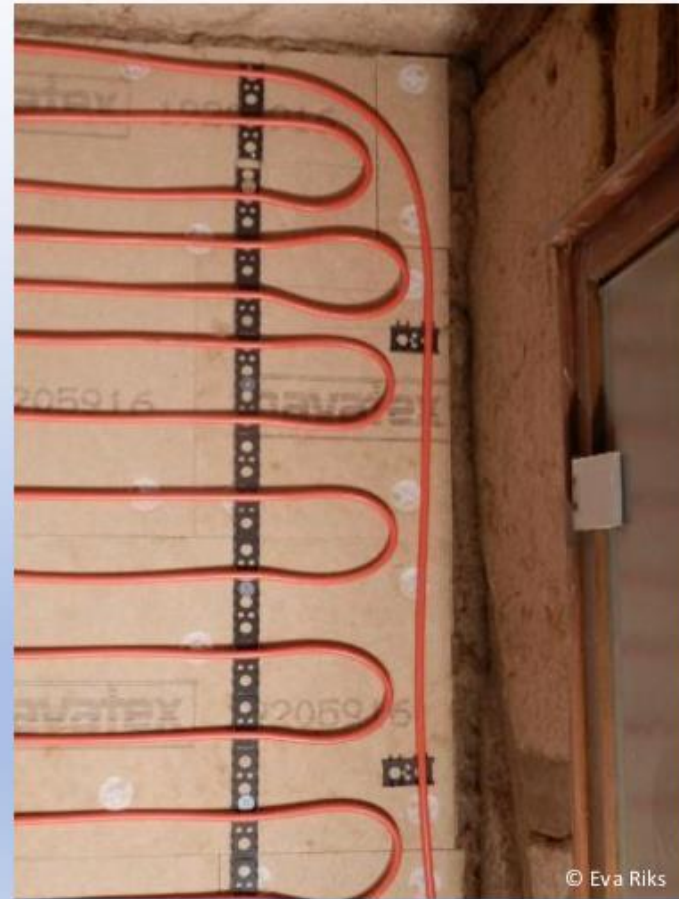
Anforderungen an Sanierung und Umnutzung

Ausbau zum Büro

Es gelten die Anforderungen der jeweiligen LBO!

Es gilt zu bedenken:

- Ausreichende Raumhöhe
- Belichtung mit Tageslicht
- Flucht- und Rettungsweg nicht durch das Haus
- Heizsystem (Fußbodenheizung?)
- Rückstauklappen und Abwasserhebeanlage erforderlich?
- Lüftung automatisieren?
- Diffusionsoffene Innendämmung sinnvoll



© Eva Riks

Innendämmung als Lösung

Wann ist Innendämmung sinnvoll?

- Bei unzureichender oder fehlender Außendämmung.
- Wenn eine außenseitige Abdichtung nicht möglich ist.
- Für eine verbesserte Raumtemperatur und reduzierte Feuchtebelastung.

Geeignete Materialien

- **Kalziumsilikatplatten:** Sehr hohe Feuchteaufnahme, schimmelhemmend.
- **Schaumglas:** Absolut feuchtebeständig, hoher Dämmwert.
- **Kapillaraktive Systeme:** Regulieren Feuchte und sorgen für ein ausgeglichenes Raumklima.

Fehlerquellen und Lösungen

- **Falsche Materialwahl:** Dampfdichte Dämmstoffe führen oft zu Feuchtigkeitsproblemen.
- **Fehlende Anschlüsse:** Dämmung muss an Boden und Decke sauber angeschlossen werden.
- **Fehlende Dampfdiffusion:** Kapillaraktive Systeme vermeiden Tauwasserbildung.

Gütter
Naturbaustoffe





Einfluss von Putzen auf das Raumklima

Warum sind Putze wichtig?

- Regulierung der Feuchtigkeit.
- Schutz vor Schimmelbildung.
- Verbesserung der Raumluftqualität.

Geeignete Putze

- **Kalkputz:** Hoher pH-Wert, wirkt schimmelhemmend.
- **Lehmputz:** Sehr gute Feuchteregulierung, verbessert das Raumklima.
- **Silikatputz:** Hohe Diffusionsoffenheit, dauerhaft feuchtebeständig.

Praktische Anwendung & Empfehlungen

- **Grundierung beachten:** Je nach Untergrund muss eine spezielle Grundierung aufgetragen werden.
- **Schichtdicke:** Zu dünne Schichten verlieren ihre feuchteregulierende Wirkung.
- **Oberflächengestaltung:** Glatte vs. strukturierte Oberflächen beeinflussen die Wirkung.

Anstriche für gesundes Raumklima

Welche Farben eignen sich für den Keller?

- **Diffusionsoffene Farben:** Verhindern Feuchtigkeitsstau.
- **Schimmelhemmende Farben:** Besonders für feuchtegefährdete Wände.
- **pH-Wert der Farbe:** Kalkfarbe (hoher pH-Wert) wirkt natürlich antibakteriell.

Empfohlene Produkte

- **Kalkfarbe:** Atmungsaktiv, feuchteregulierend, schimmelresistent.
- **Silikatfarbe:** Sehr widerstandsfähig gegenüber Feuchtigkeit.
- **Fungizidfreie Wandfarben:** Umweltfreundliche Alternativen ohne Chemie.

Gütter
Naturbaustoffe



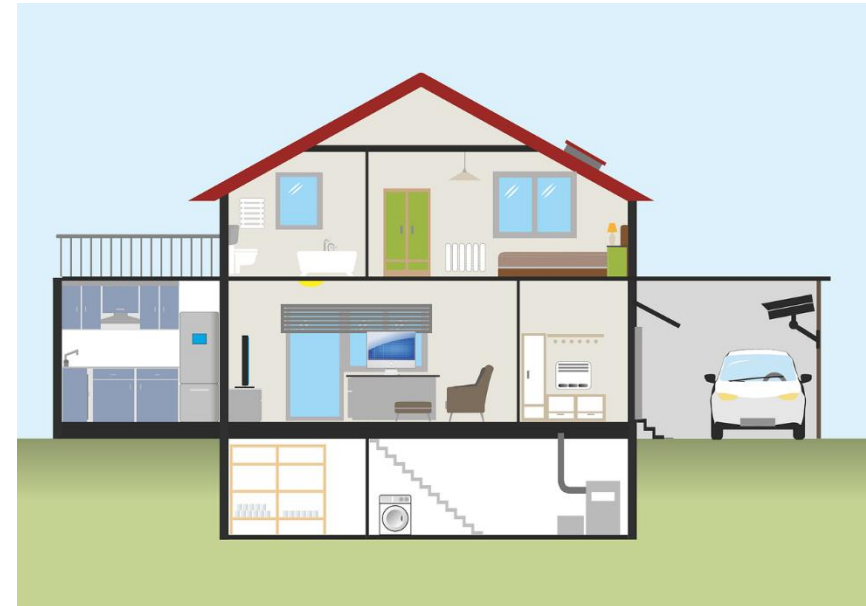
Schimmel in Kellerräumen

- Ursachen
- Bewertung
- Messmethoden
- UBA-Leitfaden

Schimmel und Feuchtigkeit im Keller

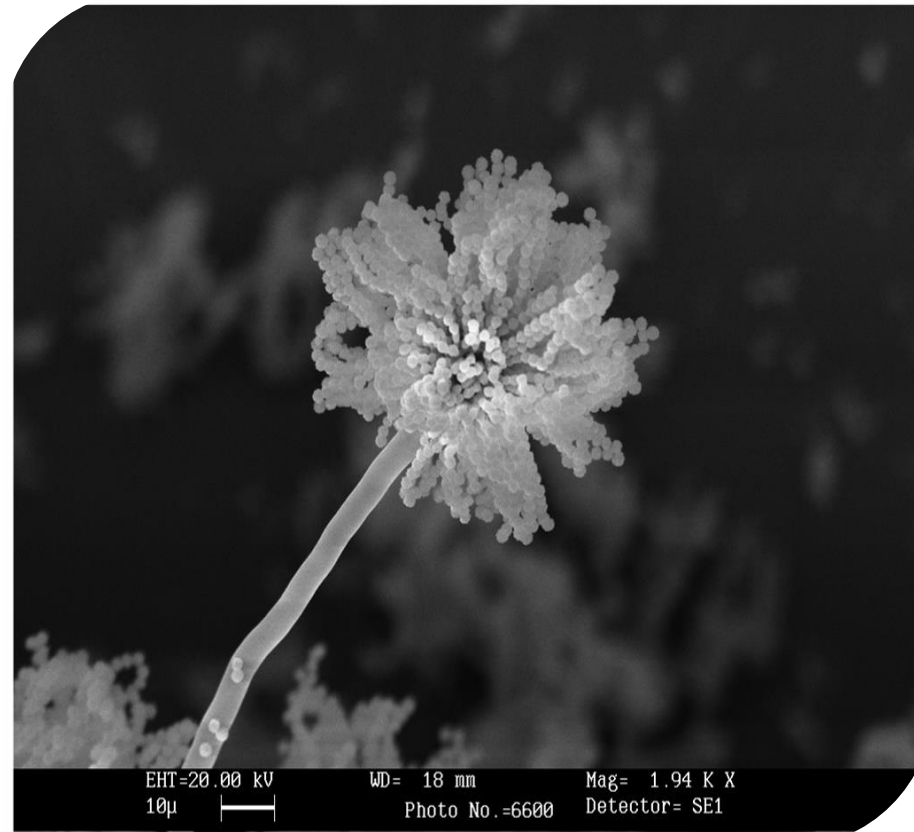
Ursachen, z.B.

- 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



Aspergillus sp. in Reinkultur

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

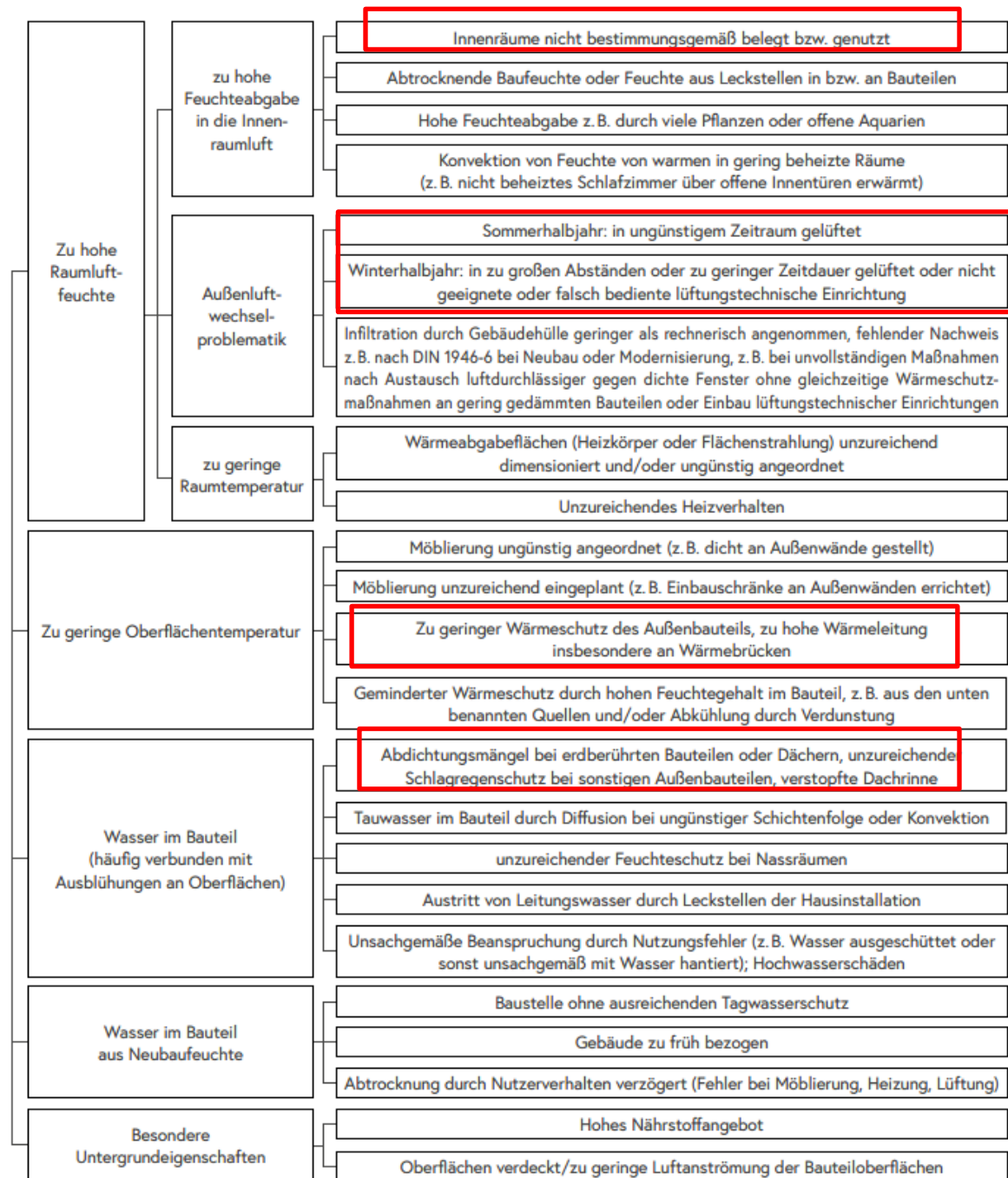
- Trockenheit der Räume, Bauteile und Einrichtungen
- Alkalische Putze und Anstriche z.B. auf Kalk-, Silikatbasis

Schimmel und Feuchte Schema für Schimmel- befall auf Bauteilen

Besonderheiten bei Keller: Keller-Lüftung im Sommer

„Sommer-Kondensation“

Heizung der Kellerräume



Feuchtigkeit der Raumluf und Behaglichkeit:

Empfehlung: 40 % bis 60 % relative Luftfeuchte

Auf Luftfeuchtigkeit achten, digitale Thermo-Hygrometer verwenden

Zu feuchte Raumluf, Oberflächenfeuchte → erhöhtes Schimmelrisiko

Zu trockene Raumluf (<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“

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

Verschiedene Untersuchungsmethoden, z.B.

Materialproben: direktes Material oder Klebefilmproben, Abklatschproben

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

Staubproben

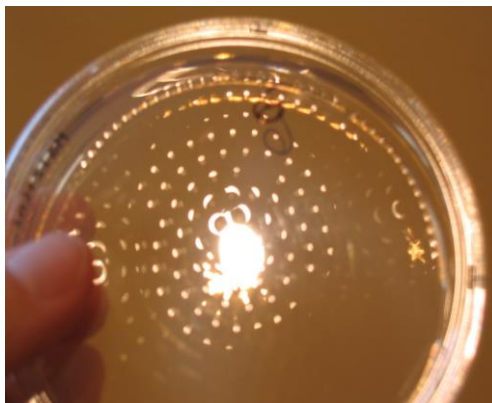


Luftprobennahme:

MBASS30 Holbach mit verschiedenen Köpfen

Links: Luftkeimsammlung (LKS30 oder LKS 100)

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

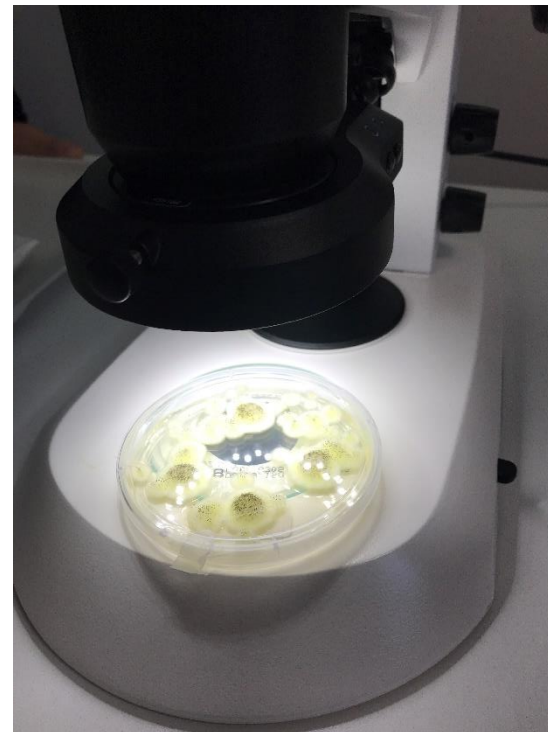


Rechts: Partikelsammlung (PS30)
Beschichteter Objektträger,
3 Spuren zur Beprobung,
Laboranalysen lichtmikroskopisch,
teilweise auch mit
Rasterelektronen-Mikroskop, ohne
Bebrütung

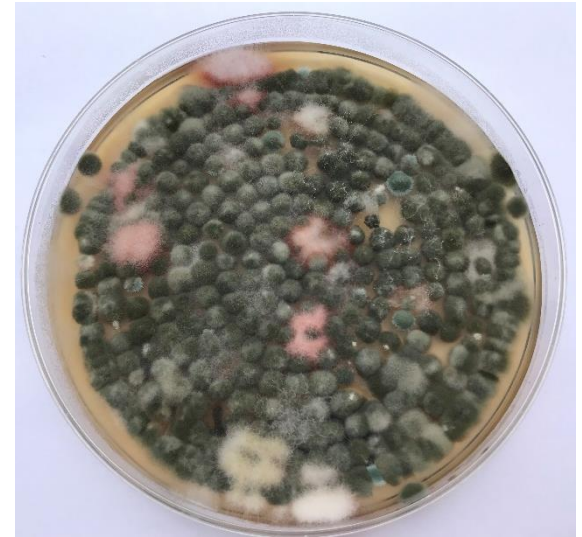
Luftkeimsammlung

Beispiele labortechnisch beimpfter Kulturen
auf DG18 Nährmedium

Auswertung: Lichtmikroskopie, Rasterelektronen-Mikroskopie



Luftkeimsammlung Fallbeispiel



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 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



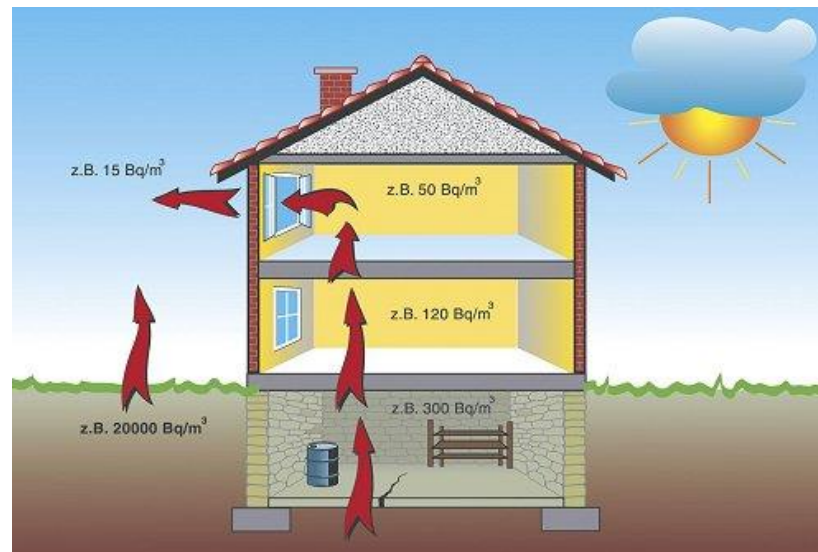
Radon

- 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

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

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. (...)

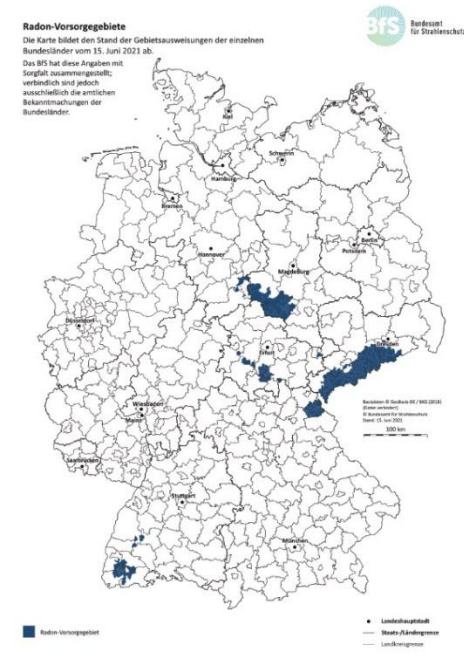
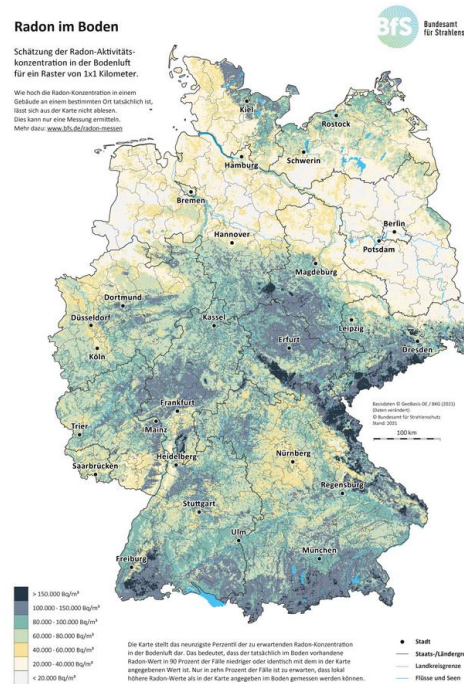
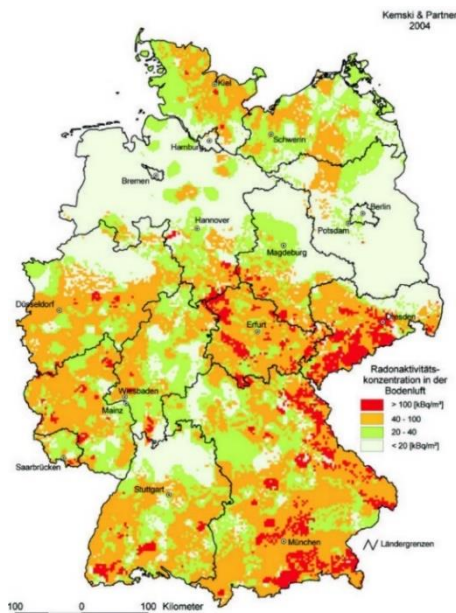
- (4) Wer im Rahmen der baulichen Veränderung eines Gebäudes mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen Maßnahmen durchführt, die zu einer erheblichen Verminderung der Luftwechselrate führen, soll die Durchführung von Maßnahmen zum Schutz vor Radon in Betracht ziehen, soweit diese Maßnahmen erforderlich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

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.



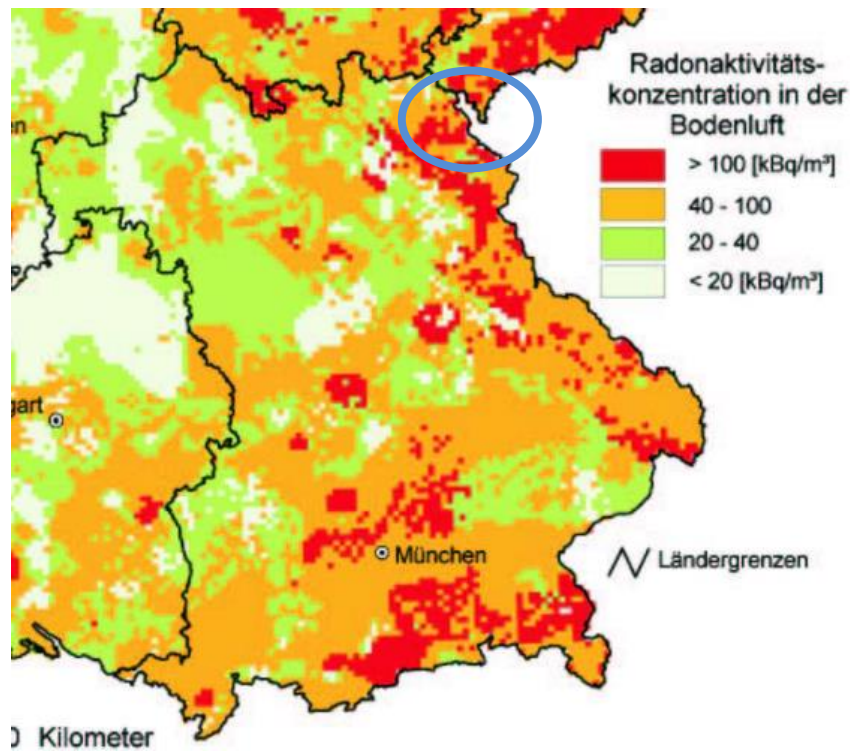
Quelle: Kemski & Partner

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>

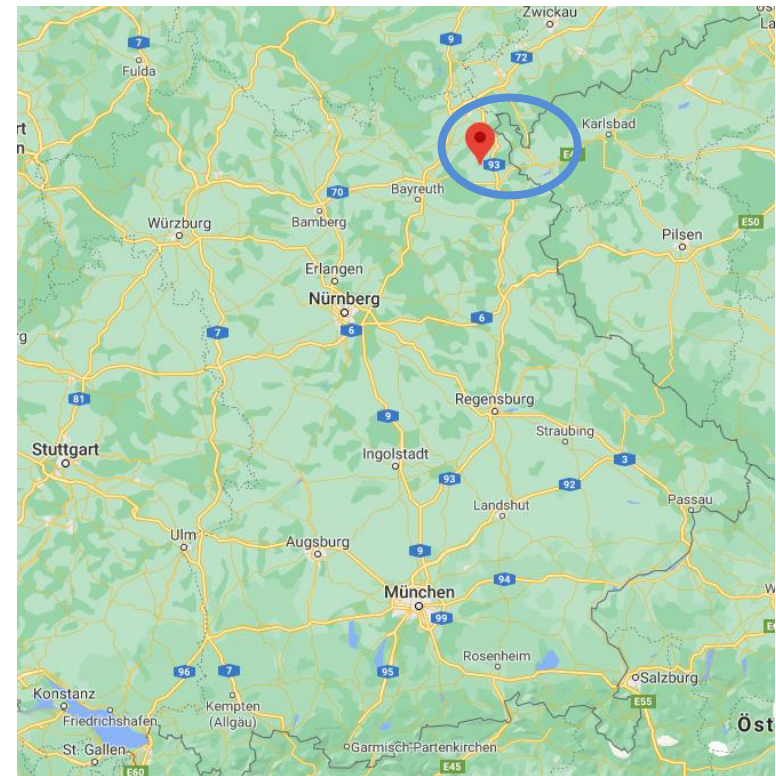
Radon-Bodenluftmessungen

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: 68 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



Aranet Radon+
Innenräume,
Vergleichswerte bei
Sniffing



Radon Scout Plus,
Innenräume



RTM 1688-2, Innenräume,
Radon Sniffing,
Bodenluft



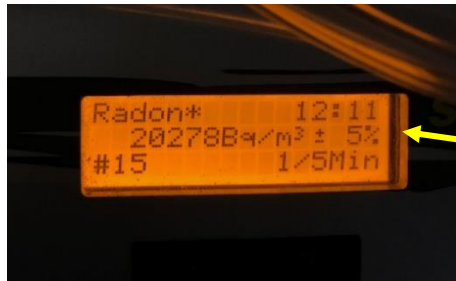
Radon-Sniffer,
Innenräume,
Radon-Sniffing

Radon Sniffing

Messgerät RTM-1688-2, Sarad

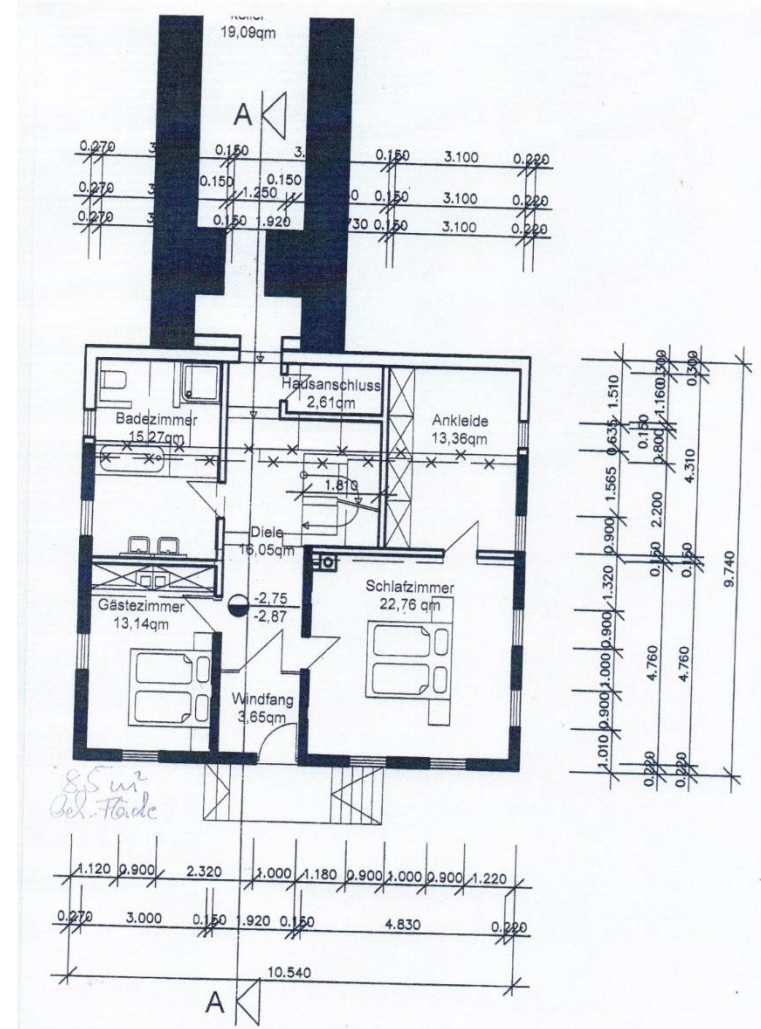
Anzeige Display: 20.278 Bq/m³

Fehlerquote: +/-5%

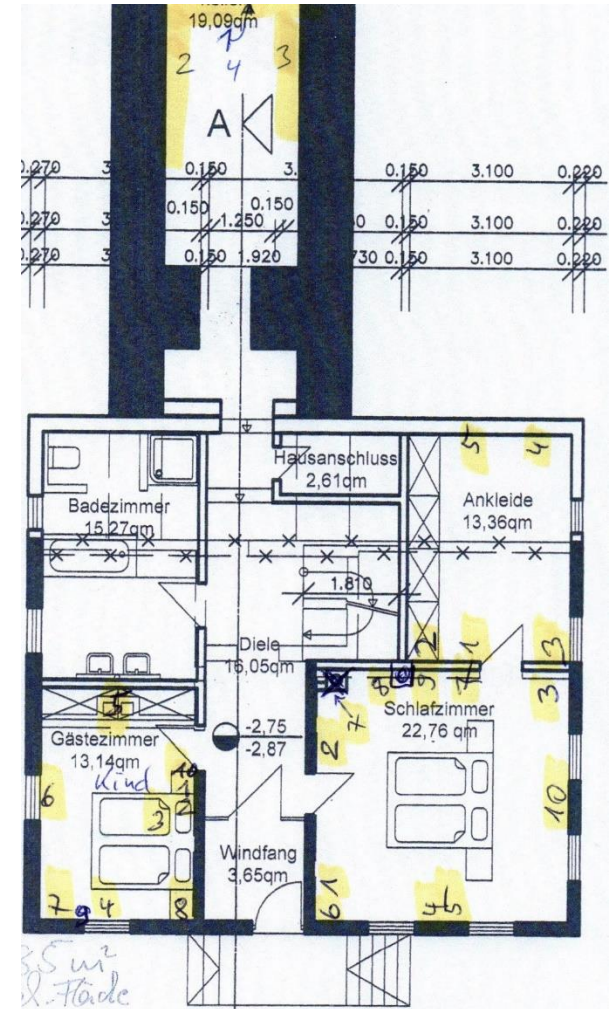
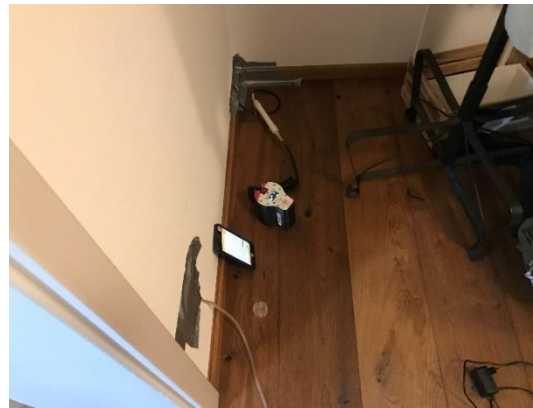
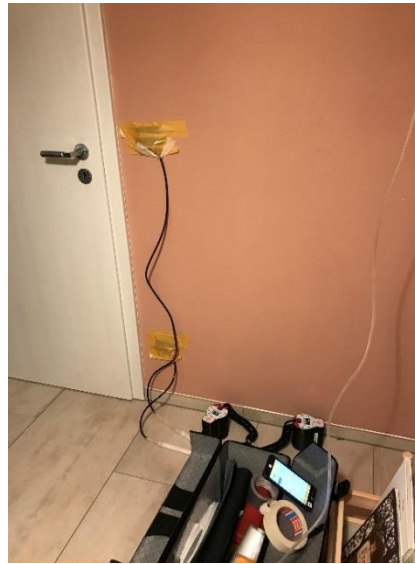
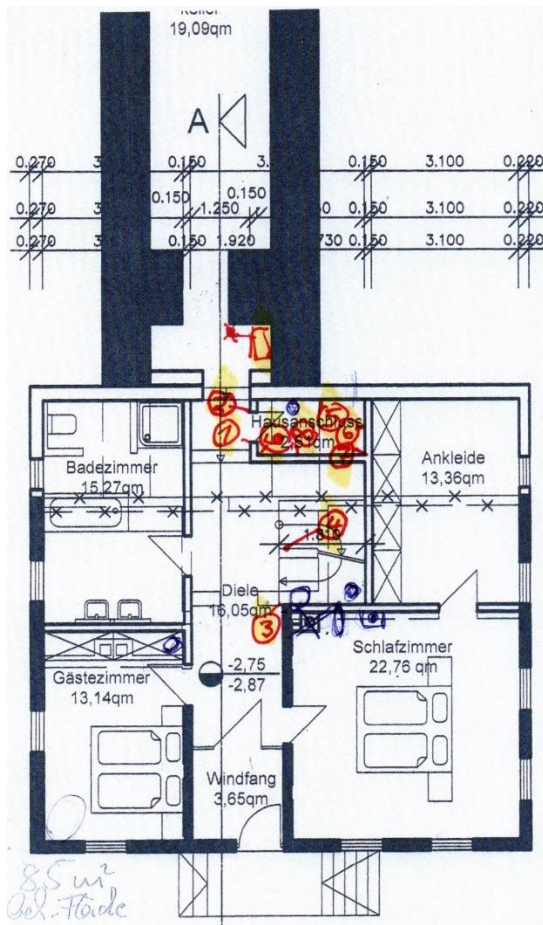


Fallbeispiel: Wohnhaus mit Hanglage Und Gewölbekeller

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



Fallbeispiel: Wohnhaus mit Hanglage Radon Sniffing



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)

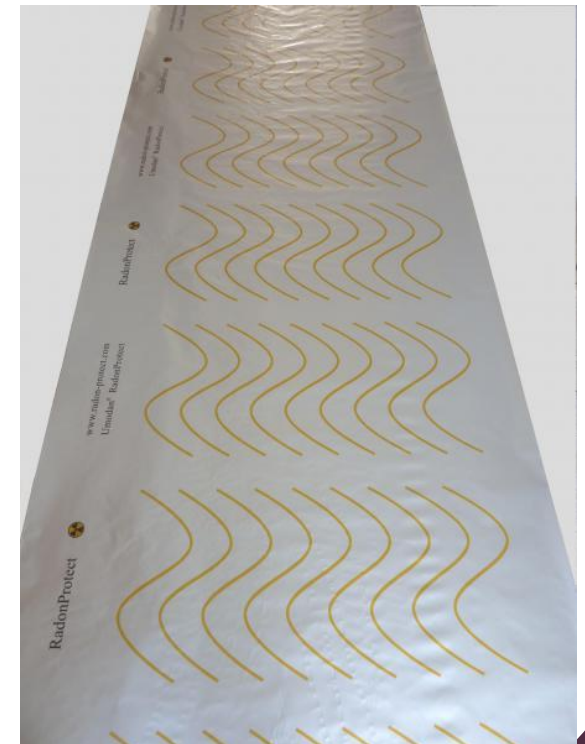
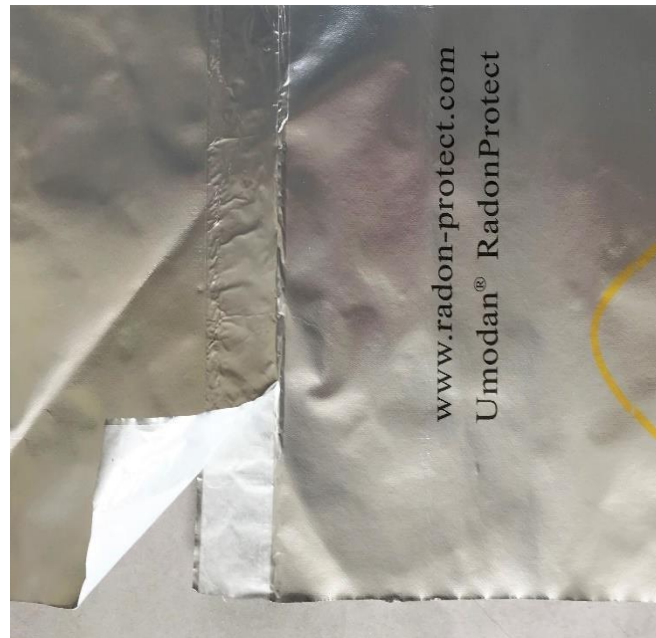
Technische Anlage zur dauerhaften Absaugung radonhaltiger Bodenluft unter dem Gebäude

- 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 Premium Folie: www.radon-protect.com

- gasdichter Schutz vor Radon und anderen Gasen
- Dampfsperre
- Neubau: unter die Bodenplatte, optimal: unter die Dämmung
- Bestand: auf (undichte) Bodenplatte, unter Estrich
- Vlieskaschierte Unterseite, Selbstklebestreifen



Verarbeitung auf der Baustelle

Verlegung auf der Sauberkeitsschicht

Je nach Beschaffenheit ggf. mit Schutzvlies

Anschluss an aufgehende Bauteile





RadonProtect Folie auf Sauberkeitsschicht oder auf Schutzvlies auslegen (je nach Beschaffenheit des Untergrunds)



Folienbahnen mit Selbstklebestreifen radondicht verbinden

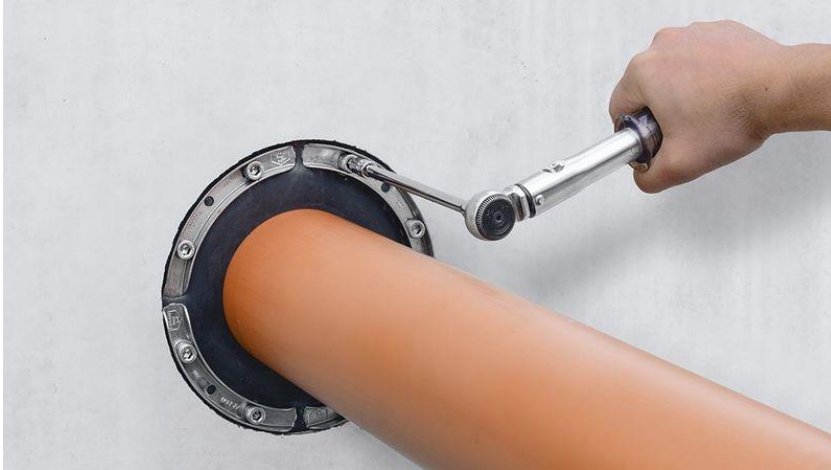


Gasdichter Anschluss an eine Durchdringung, Abdeckung der RadonProtect Folie mit Wikaflor Schutzvlies



Gasdichter Anschluss an Betonteile

Gasdichte Durchführungen von Rohren, Leitungen und Kabeln

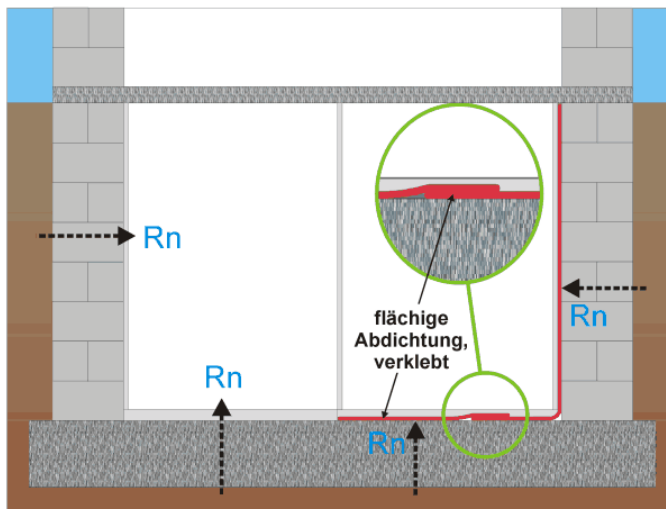


Weitere Maßnahmen für Neubau und Sanierung

Drainage

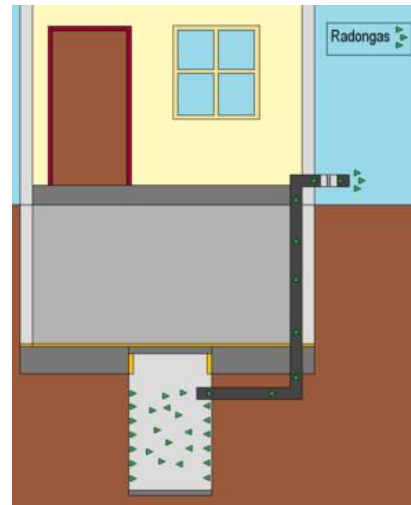


Abdichtung



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