

Radonsicheres Bauen und Sanieren

Angelika Kunte



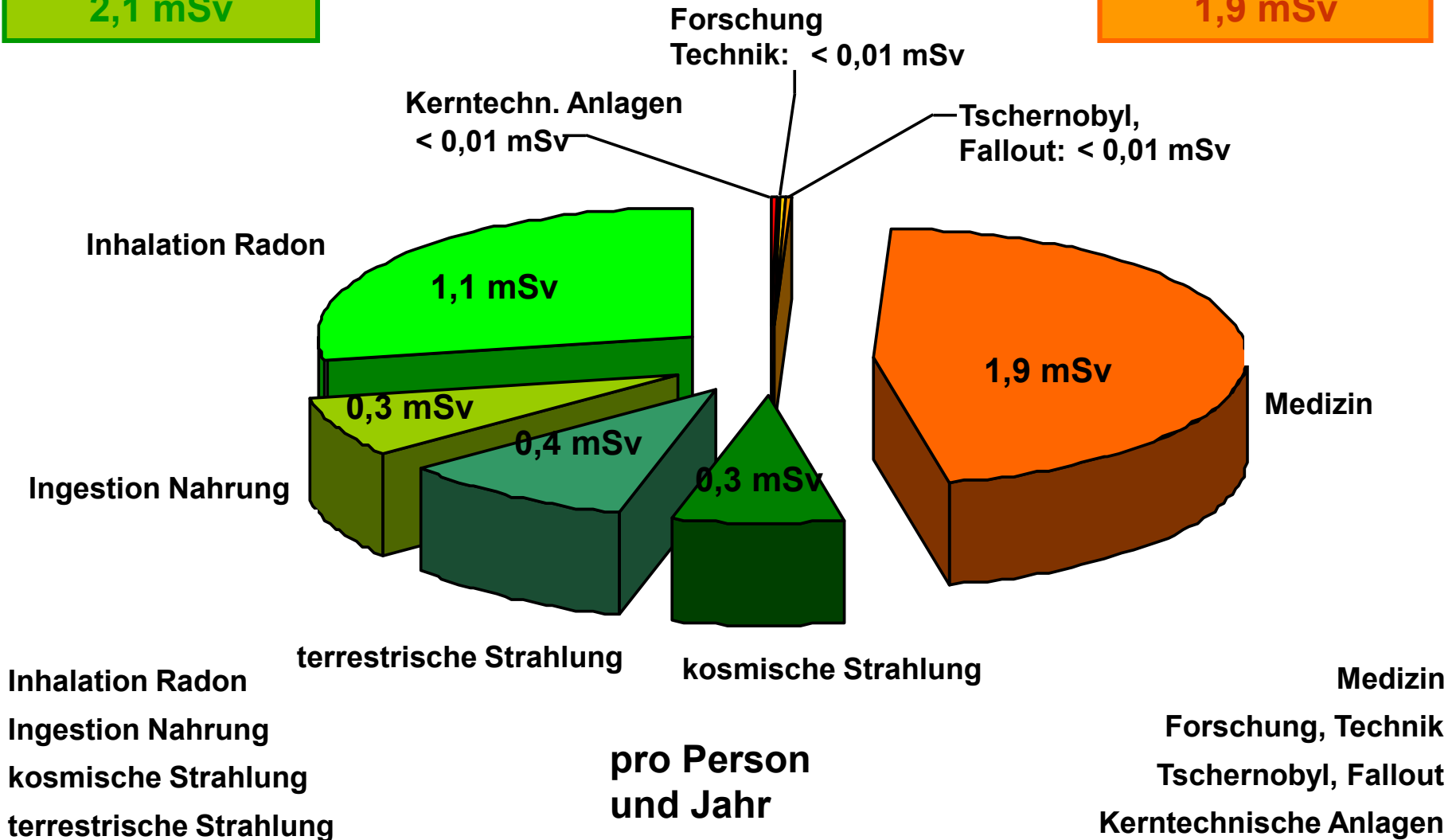


Was Sie von mir heute hören werden...

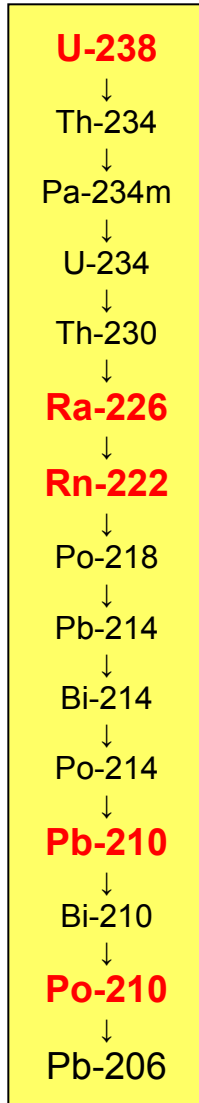
- Eigenschaften und Vorkommen von Radon
- Wirkungsweise von Radon
- Einflussfaktoren auf die Radonkonzentration in Innenräumen
- Gesetzliche Grundlagen
- Vorbeugender Radonschutz – Präventivmaßnahmen
- Durchführung von Radonmessungen
- Möglichkeiten der Radonsanierung
- Aktivitäten des LfU

Natürlich
2,1 mSv

Zivilisatorisch
1,9 mSv

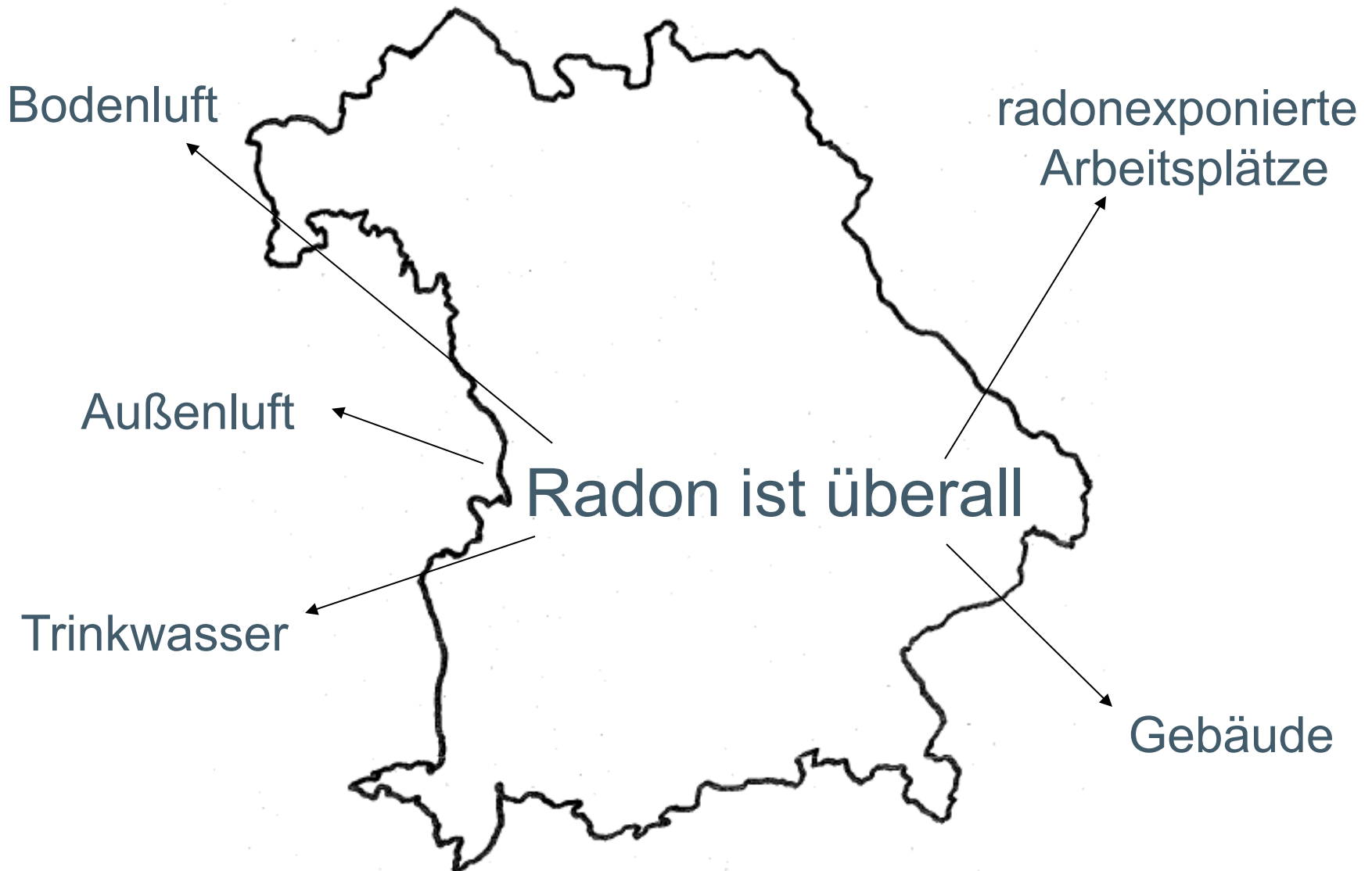


Eigenschaften und Vorkommen von Radon

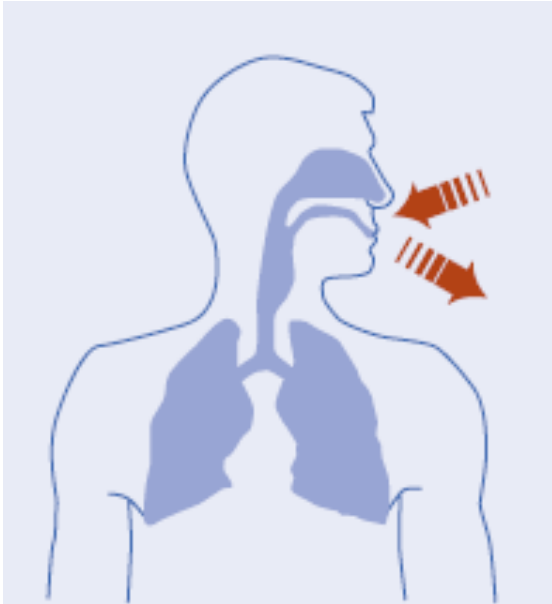


- unsichtbar, geruch- und geschmacklos
- natürlich vorkommendes radioaktives Edelgas
- Halbwertszeit 3,8 Tage
- entsteht im Boden durch radioaktiven Zerfall des ebenfalls überall natürlich vorkommenden Urans
- entweicht aus Gesteinen und Böden
- breitet sich über die Bodenluft aus

⇒ Radon kommt überall vor



Wirkungsweise von Radon

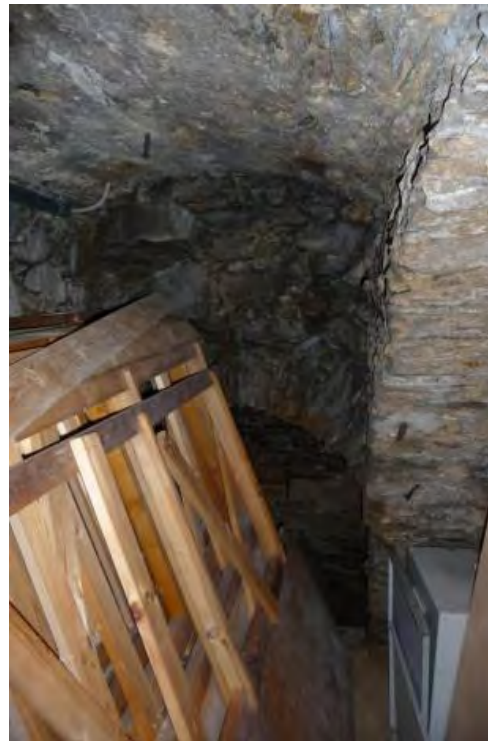
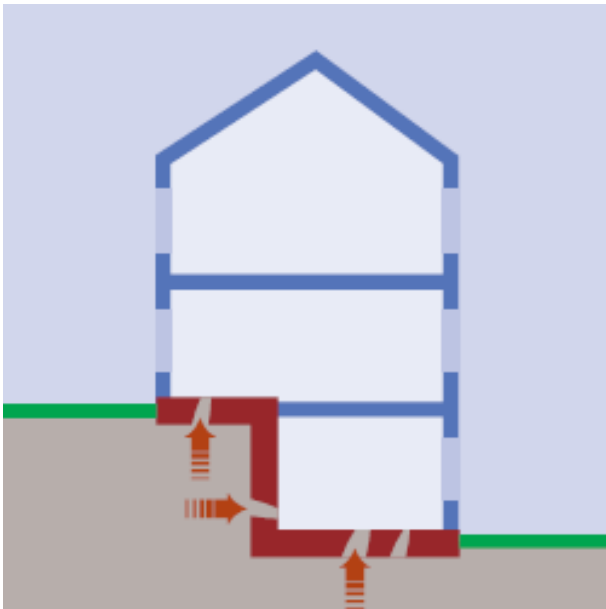


- Radon wird mit der Luft eingeatmet und größtenteils wieder ausgeatmet.
- Radon zerfällt in der Luft in seine Folgeprodukte.
- Folgeprodukte = Feststoffe. Diese binden sich an Aerosole z.B. Staub.
- Die beladenen Aerosole werden in der Lunge abgelagert und zerfallen dort weiter.
- Durch den radioaktiven Zerfall in den Bronchien wird das Lungengewebe geschädigt .

Folge: Es kann Lungenkrebs auftreten!

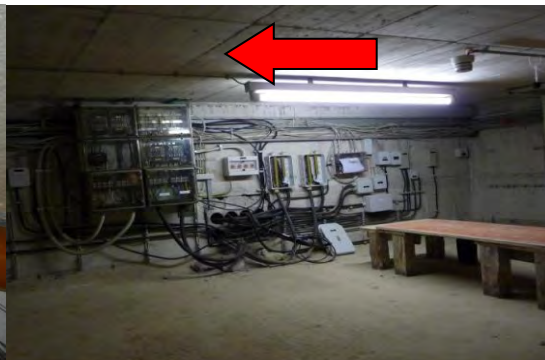
Kriterien für den Radonzutritt bzw. die Höhe der Radonkonzentration im Gebäude:

- **Gebäudezustand**
(v.a. Keller und Fundament)

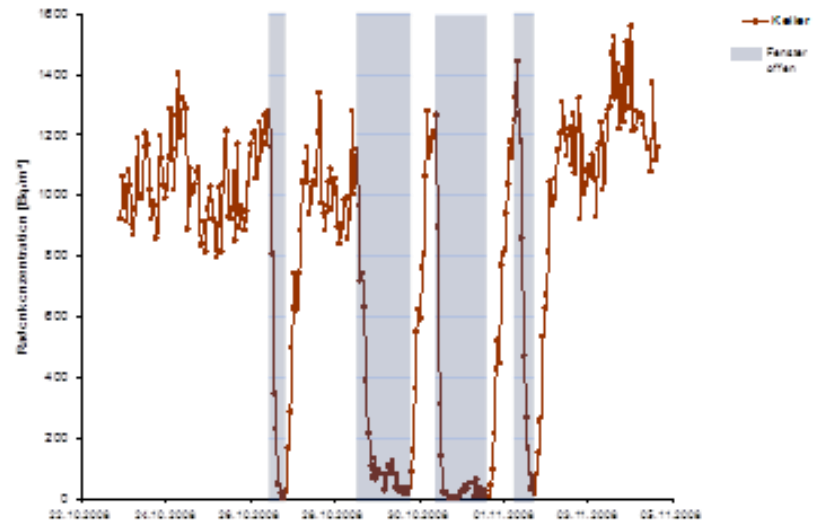
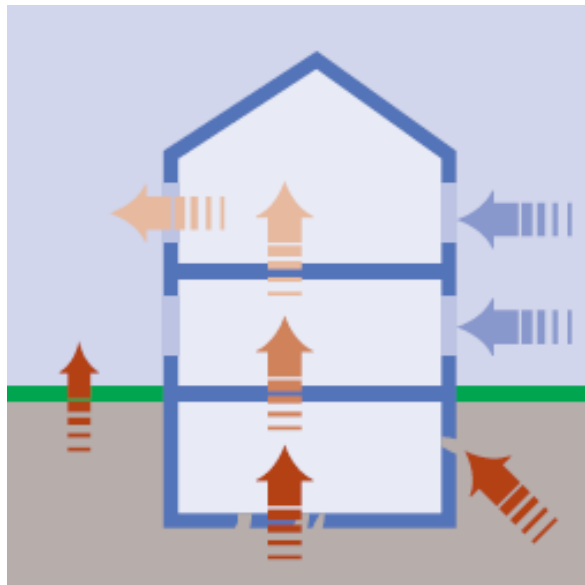


Übliche Radoneintrittspfade und -ausbreitungswege:

- Kellerdecken mit Rissen und Fugen
- Zu- und Abwasserrohre, Heizungsverteilungsrohre
- Kabeldurchführungen: Strom- und Telefonleitungen
- Offene Leitungsdurchbrüche
(Stichwort: nachträglich durchbohrte EDV-Leitungen)
- Ritze und Fugen in den Wänden (Zustand der Fugen?)
- Kellerzugang (innen oder außen?)
- Kaminschächte
- Luftzufuhrleitungen, Abluftanlagen
- Durchlässe durch die Fundamentplatte wie Gullys
- Durchlässigkeit bzw. Dichtheit (Wände aus porösem Material?)



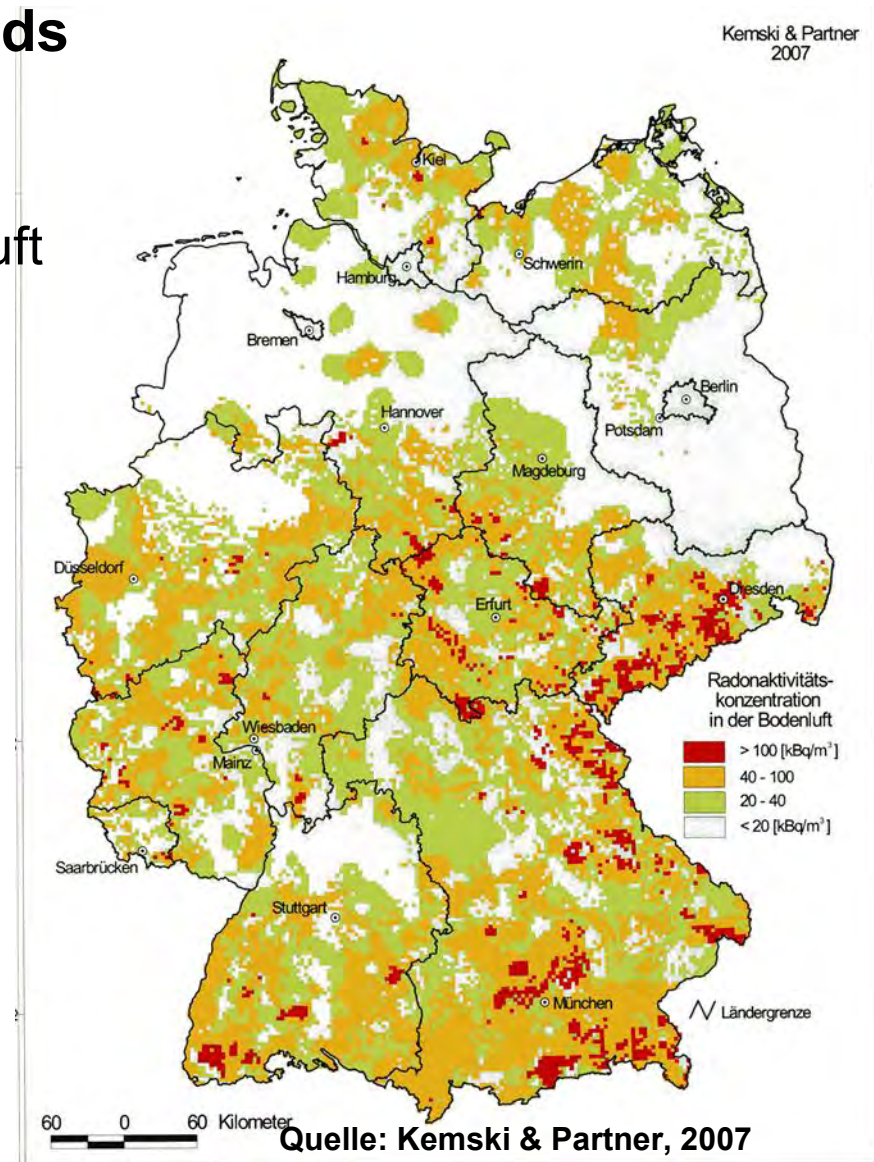
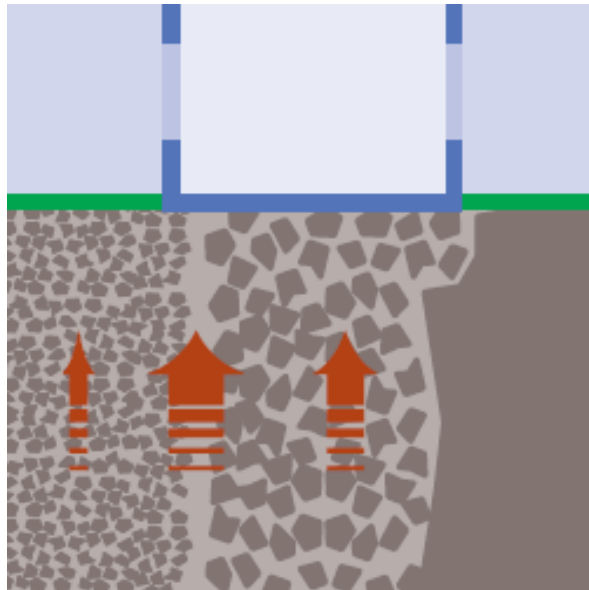
▪ Luftwechsel und Druckverhältnisse im Gebäude



Radonpotential des Untergrunds

Ist abhängig von:

- Radonkonzentration in der Bodenluft
- Beschaffenheit des Untergrunds



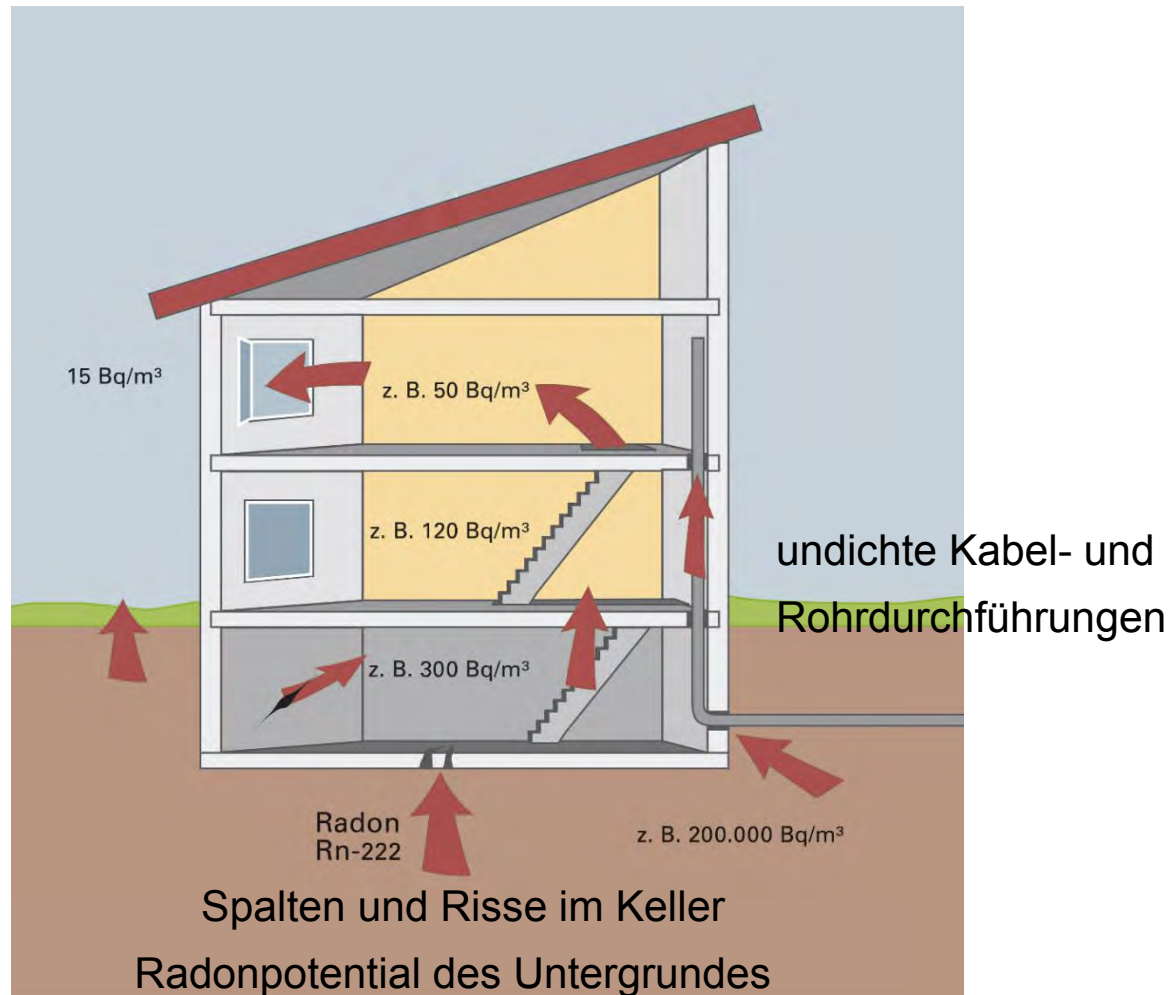
Gebäudearchitektur

- Unterkellerung (voll- oder teilunterkellert?)
- Hanglage (jede erdberührende Wand ist relevant)
- Exponierte Lage: Verstärkter Winddruck?
- Offenes Treppenhaus?
- Kellerzugang: außen / innen?
- Heizungstechnik: Verteilungsrohre, Kaminschächte, Luftzufuhr für den Verbrennungsvorgang
- Nicht dicht schliessende (Holz-) Fußböden (ggf. mit Fehlbodenfüllung)

Nutzungsverhalten

- Lüftungsverhalten
- Aufenthaltszeiten
- Raumaufteilung (Stichwort: Wohnliche Nutzung von Kellerräumen, z. B. als Kinderschlafzimmer)
- Offene Kellertüre?

Typische Ausbreitungswege in einem Wohnhaus



Baumaterialien als zusätzliche Radonquelle

Der Beitrag zur Radonkonzentration in Innenräumen ist im Vergleich zum Anteil durch Konvektion radonhaltiger Bodenluft in der Regel gering.

Baustoff	Freisetzungsrate [Bq / m ² h]
Gips	0,02 – 0,38
Kalksandstein	0,02 – 0,38
Fliesen	0,02 – 0,38
Mörtel	0,07 – 1,5
Mauerputz / Putzmörtel	0,07 – 1,5
Porenbeton	0,31 – 1,3
Estrich	0,50 – 1,7
Ziegelsteine	0,14 – 1,6
Beton	0,27 – 1,9
Zement	0,27 – 1,9
Ton	2 - 22

Gesetzliche Grundlagen

Aktuell gibt es für Radon in Gebäuden in Deutschland keine gesetzliche Regelung.

Empfehlungen für **Wohnräume**:

	Radonkonzentration im Jahresmittel in Bq/m ³ unter	
	zu errichtende Gebäude	bestehende Gebäude
Weltgesundheitsorganisation WHO 2009	100 - 300	100 - 300
Internationale Strahlenschutzkommission ICRP 2009	-	300
Deutsche Strahlenschutzkommission SSK 1994 / 2005	250	250
* Entwurf Internationale Atomenergiebehörde IAEA 2011	300	300

EU-Richtlinie 2013/59/Euratom

Am 6.2.2014 ist die neue EU-Richtlinie zum Strahlenschutz in Kraft getreten und muss bis 06.02.2018 in nationales Recht umgesetzt werden.

Die **Richtlinie 2013/59/Euratom** „zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom“ wurde im Amtsblatt der Europäischen Union im Januar 2014 veröffentlicht. Die Richtlinie enthält u.a. Regelungen zu Radon in Gebäuden und an Arbeitsplätzen.

Art. 74 Radon in Innenräumen

- (1) Die Mitgliedsstaaten legen nationale Referenzwerte für die Radonkonzentration in Innenräumen fest. Der Referenzwert für die Aktivitätskonzentration in der Luft im Jahresmittel darf 300 Bq/m^3 nicht überschreiten.

Grundsätze des radonsicheren Bauens:

- Vermeidung von Unterdruck im Gebäude (z.B. durch das Heizsystem).
- Wirksamer Feuchtigkeitsschutz schützt auch vor Radon und sollte immer fachgerecht durchgeführt werden.
- Ein durchgehende Bodenplatte aus Beton bietet meist besseren Schutz als ein Streifenfundament.
- Bei Hanglagen sollte auch die erdberührende Wand zum Hang hinsichtlich Radoneintrittspfaden genau betrachtet werden.
- Möglichst wenig Durchstoßungen in der Fundamentplatte und erdberührenden Mauern vorsehen.
- Alle Durchstoßungen in erdberührenden Elementen des Gebäudes radondicht ausführen.

- Durchführungen für elektrische Leitungen, Telefone, TV, Wasser usw. zwischen Unter- und Erdgeschoss abgedichten.
- Wenn möglich Zugang zum Untergeschoss vom Freien her.
- Optimalerweise Radondrainage unter Fundamentplatte einbauen, um bei Bedarf im Boden einen Unterdruck erzeugen zu können.
- Ungewollte Wechselwirkungen zwischen baulichen Maßnahmen zur Energieeinsparung und der Radonsituation können entstehen, aber können durch kluge Planung und entsprechende Maßnahmen vermieden werden.

Generell gilt:

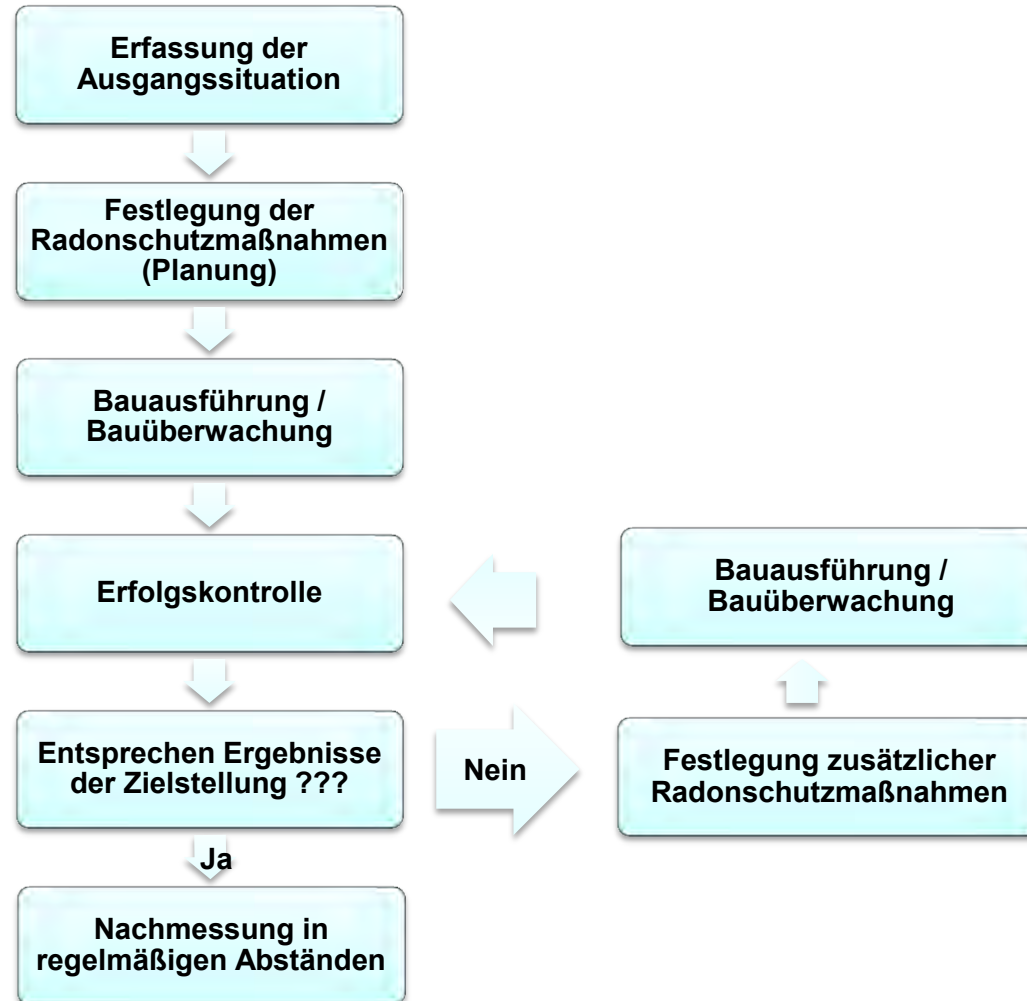
Präventivmassnahmen sind meist um ein vielfaches einfacher und kostengünstiger als spätere Sanierungsmassnahmen !!!

Verschiedene Maßnahmen zum präventiven Radonschutz

- Konzeptionelle Maßnahmen
- Vorbeugender Einbau von Entlüftungssystemen (Radondrainage)
- Ggf. Vorsehung eines Kriechkellers (zur aktiven oder passiven Entlüftung)
- Einbau von Lüftungsanlagen (ggf. mit Wärmerückgewinnung)
- Bei luftdichter Gebäudehülle (Passivhaus):
Kombination mit kontrollierter Wohnraumlüftung
- Abdichtung der erdberührten Gebäudehülle,
z. B. mittels radondichter Folien
- Verwendung radondichter Dämmmaterialien
- Einbau einer radondichten Kellertüre



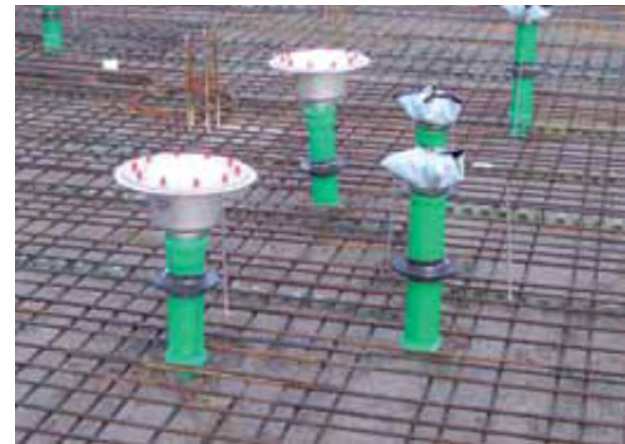
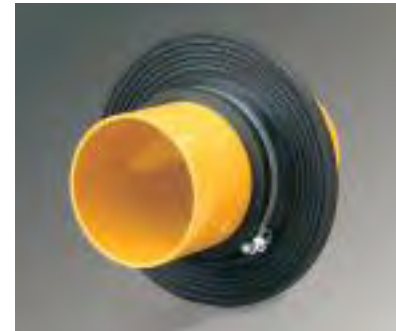
Typischer Bauablauf einer Radonschutzmaßnahme im Neubauvorhaben



Gasdichte Kabel- und Rohrdurchführungen

z. B. Rohrmanschetten

Verwendungsbeispiel aus der Praxis:
Gasdichte Ausführung von
Durchbrüchen durch eine Bodenplatte



Vorbeugender Einbau einer Unterbodenentlüftung

- Vorbeugender Einbau einer Unterbodenentlüftung zur Ableitung verstärkt radonhaltiger Bodenluft (bevor diese ins Gebäude eindringen kann):
 - Aktive (mittels Ventilator) oder passive Entlüftung (Nutzung des Kamineffekts)
 - Flächig (Radondrainage) oder punktuell (Radonbrunnen)
- Alternativ: Schaffung künstlicher Hohlräume zur Unterbodenentlüftung.

Radondrainage

- Abstand der Drainagerohre ist abhängig von der Bodendurchlässigkeit
- Aktive (Verwendung von Ventilatoren) oder passive Systeme (Nutzung des Kamineffekts)



Optional: Schutz vor Verunreinigung bzw. daraus resultierenden Verstopfungen durch Überzug mit Geotextil

Abdichtung von Öffnungen in der Fundamentplatte (z. B. Kanalschächten)



**Klassische
Eintrittspforten**



Druckausgleich zw. innen und außen



- Lüftungselemente in der Außenwand
- Fenster mit integrierter Lüftungsfunktion zum Druckausgleich



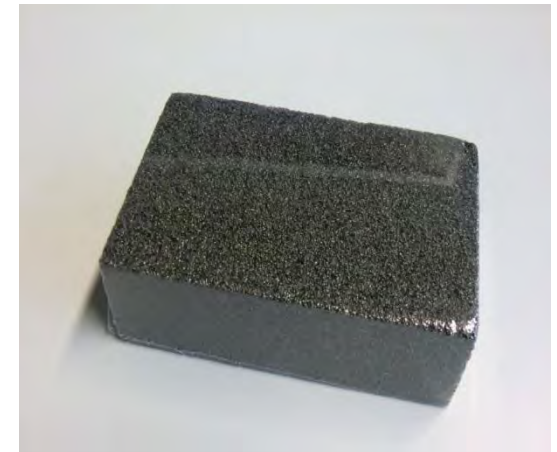
Beispiele für Abdichtungsmöglichkeiten

- Bürstenabdichtung einer Türschwelle
- Abdichtung von Fugen, Rissen und Spalten
- Feuchteschutzdichtungsbahnen mit Folie



Einbau von radondichten Folien

- Eine radonundurchlässige Abdichtung (z. B. mittels radondichter Folie) des Gebäudes gegenüber dem umgebenden Erdreich kann bei fachgerechter Ausführung einen wirksamen Schutz vor Radon darstellen.
- DIN 18 195 über Bauwerkabdichtungen kann in weiten Teilen auch für Abdichtungen gegen radonhaltige Bodenluft angewendet werden.
- Verwendung anderer radondichter Dämmmaterialien



Dämmwirkung von verschiedenen Kunststofffolien und Anstrichen

Art	Material	Dicke [mm]	Radondicht ?
Dichtungsbahnen	PEHD	1,5	Ja
	PVC legiert	1	Ja
	Polymerbitumen	3,8	Ja
Anstriche / Beschichtungen	Kunststofffarbe	0,2	Nein
	Epoxidharz	3	Ja
Baumaterialien	Stahlbeton	100	Hemmend
	Backstein	150	Nein

Quelle: Hamel, BfS 1994

Ob die Wirkung der eingebauten Präventivmaßnahmen ausreichend ist, sollte immer nach Beginn der Wohnraumnutzung durch

Messung der Radonkonzentration

in den bewohnten Räumen kontrolliert werden.

Gewissheit über die Radonkonzentration gibt nur eine Messung!

Wie führe ich eine Radonmessung durch?

- Welche Fragen man sich vorab stellen sollte:
 - Steht eine Umnutzung / Sanierung / etc. an?
 - Welche (vor allem erdberührende) Räume werden regelmäßig genutzt ?
 - Wie dringend sind die Ergebnisse wirklich?
 - Wofür benötige ich das Messergebnis?

- Wer kann eine Radonmessung durchführen?

- Wo bekomme ich ein geeignetes Messgerät?

- Wie lange dauert so eine Messung?

- Wie viel kostet sie?

Kernspurdetektor zur Messung der Radonkonzentration

(ortsgebundenes Exposimeter): Kosten ca. 20 – 30 € (einschließlich Auswertung)

einen Aufstellungsort wählen, der:

- fern von Türen und Fenstern und frei von Zugluft ist
- nicht direkt an der Wand liegt
- nicht stark erwärmt wird (Sonne, Heizung)
- sich ungefähr in Atemhöhe befindet
- für Kinder und Haustiere unzugänglich ist
- keine kondensierende Feuchtigkeit aufweist

Liste mit Messstellen unter:

www.lfu.bayern.de/radon-netzwerk

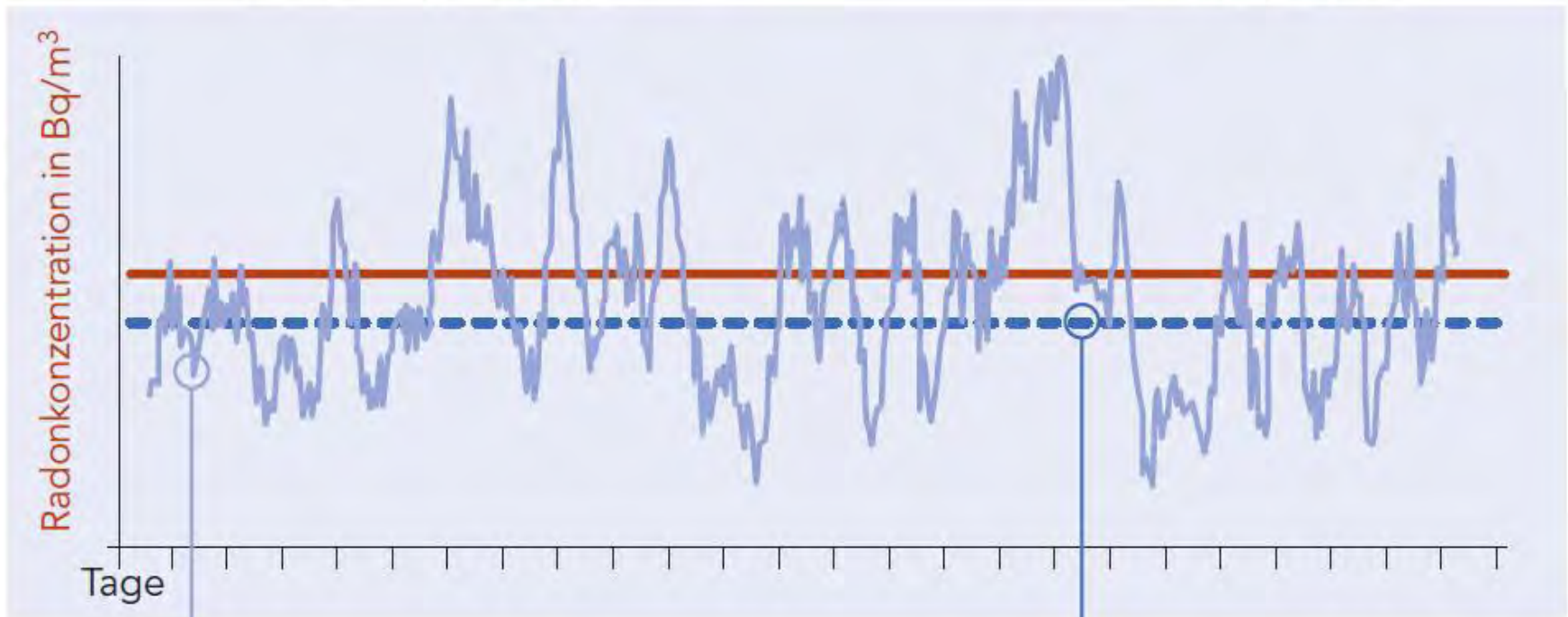


Wie viele Messstandorte in einem Haus sind sinnvoll?

Keine pauschale Antwort möglich: Immer abhängig von der Anzahl der als Wohnraum genutzten Räume

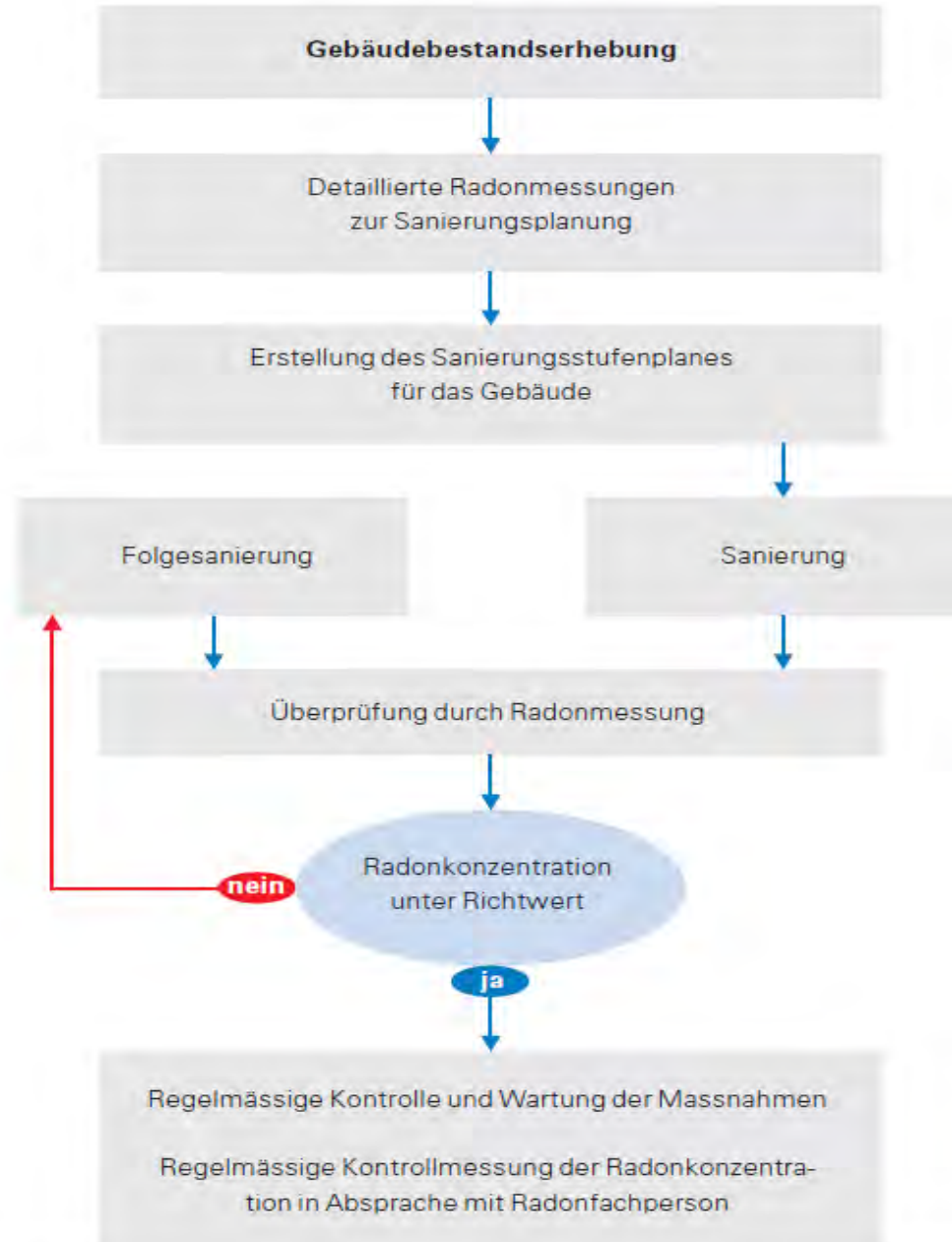
- Grundsätzlich sollten gemessen werden:
 - Mindestens: in den zwei am meisten genutzten Räumen (im Normalfall: Schlaf- und Wohnzimmer) im EG
 - Immer abhängig von der Anzahl der Bewohner
- Optimal: alle genutzten Aufenthaltsräume (v. a. Schlafzimmer):
 - im EG (vor allem wenn das Haus nicht unterkellert ist)
 - im KG (wenn vorhanden)
 - mit erdberührenden Wänden (Hanglage !)
- Ggf. zusätzlich:
 - Büro, Hobbyraum, Fitnessstudio, Spielzimmer, etc. (im EG oder KG), wenn regelmäßig genutzt.
 - Schlafzimmer im 1. OG

— Beispielhafter Radonverlauf in einem Wohnzimmer — Richtwert - - - Mittelwert im Wohnzimmer



Methoden zur Radon-Sanierung

...oder: wie es weiter geht, nachdem in einem bestehenden Gebäude erhöhte Radonkonzentrationen durch Messungen der Radonkonzentration festgestellt wurden...



Sofortmaßnahmen und einfachere, bauliche Maßnahmen:

- regelmäßiges Lüften
- Abdichten potentieller, auch kleiner, Eintrittsstellen für Radon im Keller wie Risse, Fugen, Spalten und Rohrdurchführungen
- Abdichten der Ausbreitungspfade für Radon vom Keller in die darüber liegenden Ebenen
- Erhöhte natürliche Belüftung des Gebäudes

Aufwändigere Maßnahmen:

- mechanische Entlüftung des Kellers - Erzeugung von Unterdruck im Kellergeschoß / Kriechkeller
- Abdichtung zwischen Keller, Kriechkeller oder Hohlräumen und den bewohnten Gebäudeteilen
- Absaugen radonhaltiger Bodenluft durch nachträglichen Einbau einer Radondrainage
- Reduktion des Unterdrucks im Gebäude



Unterbodenabsaugung

(ggf. Zwischenbodenabsaugung)



Installation eines Radonbrunnens

(innen oder außen)



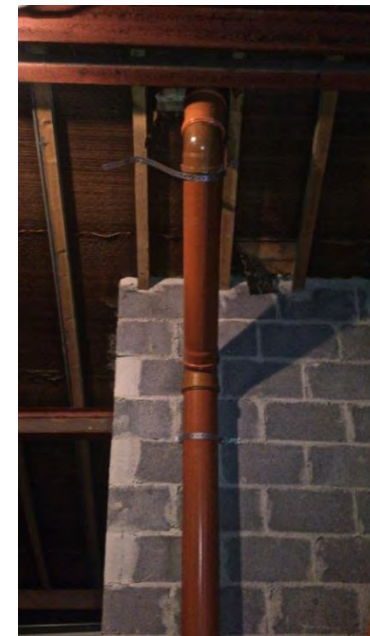
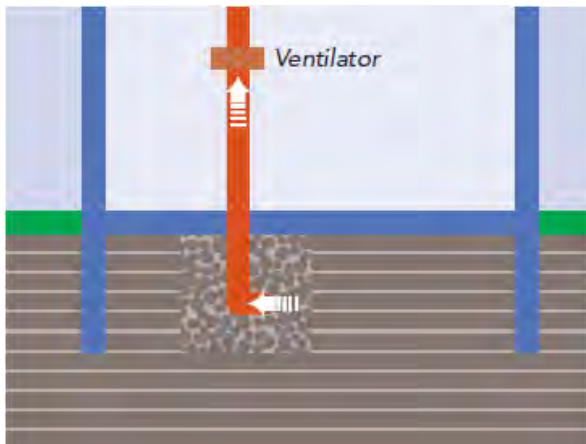
- Errichtung einer radondichten Sperrschicht gegen den Untergrund zur Unterbindung des konvektiven Luftstromes
- Mechanische Belüftung:
 - des Gebäudes
 - Erzeugung von Überdruck im Kellergeschoß
- Wichtig: Achten Sie auf die Lage der Ausströmöffnung der abgesaugten Luft.
- Ggf. stellt auch die Geräuschbelästigung durch den durchgängigen Betrieb ein Problem dar (Nachbarn!)
- Zu beachten ist außerdem ein ausreichender Feuchtigkeitsschutz der gesamten Anlage (Stichwort: Ansammlung von Kondenswasser in Rohren).

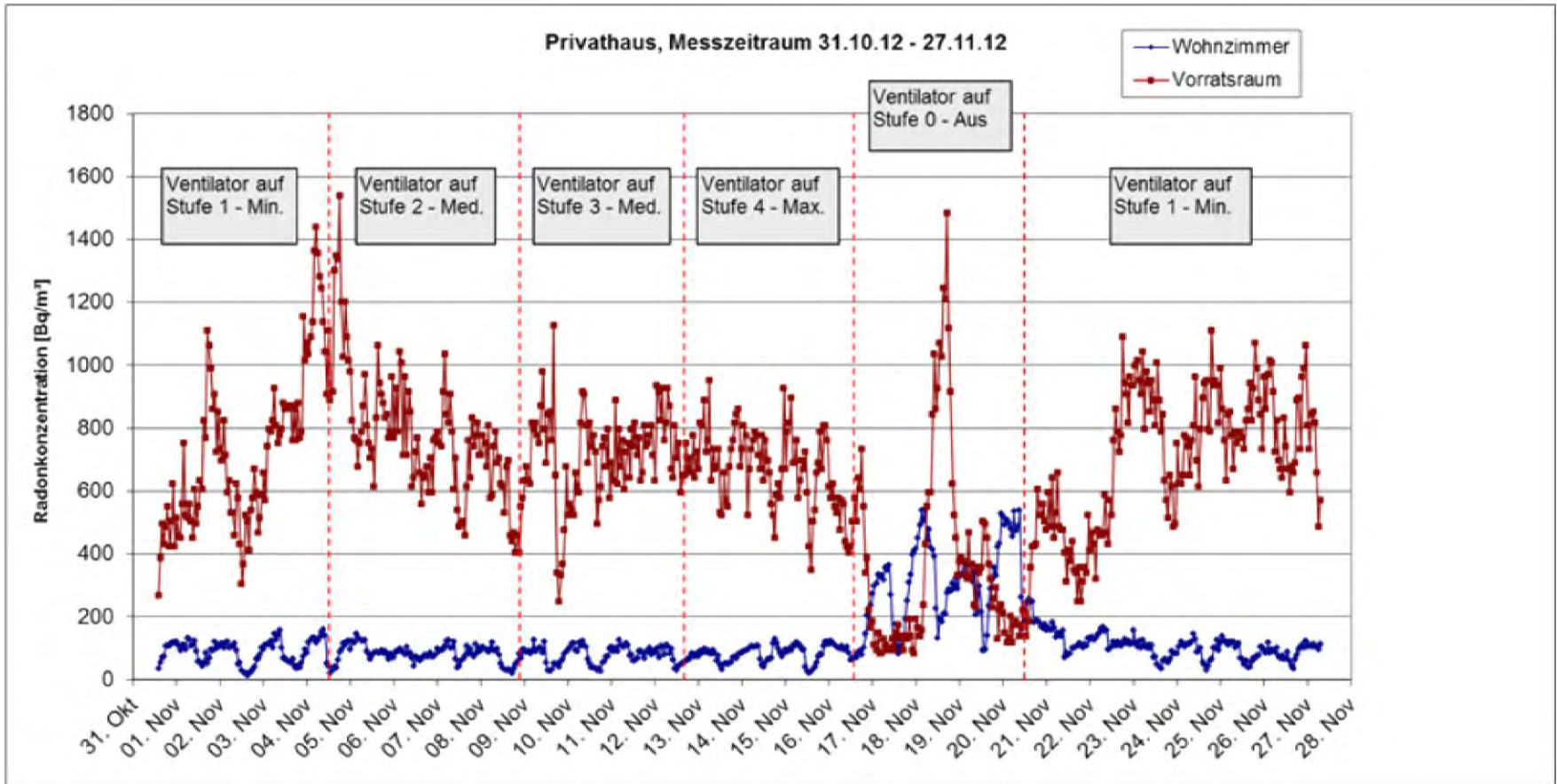


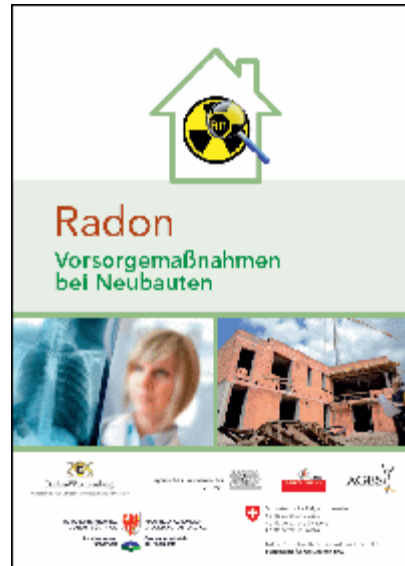
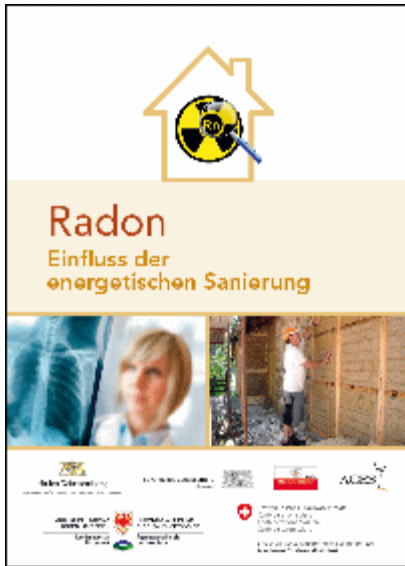
Vor dem endgültigen Einbau von Entlüftungsanlagen sollte mittels einer provisorischen Pilotanlage die Wirksamkeit bzw. der Einfluss auf die tatsächliche Veränderung der Radonkonzentration in Innenräumen überprüft werden.



Radonbrunnen







Broschüren, gemeinsam herausgegeben von den Alpenanrainerstaaten

erhältlich auf der Internetseite des Bayerischen Radon Netzwerks:

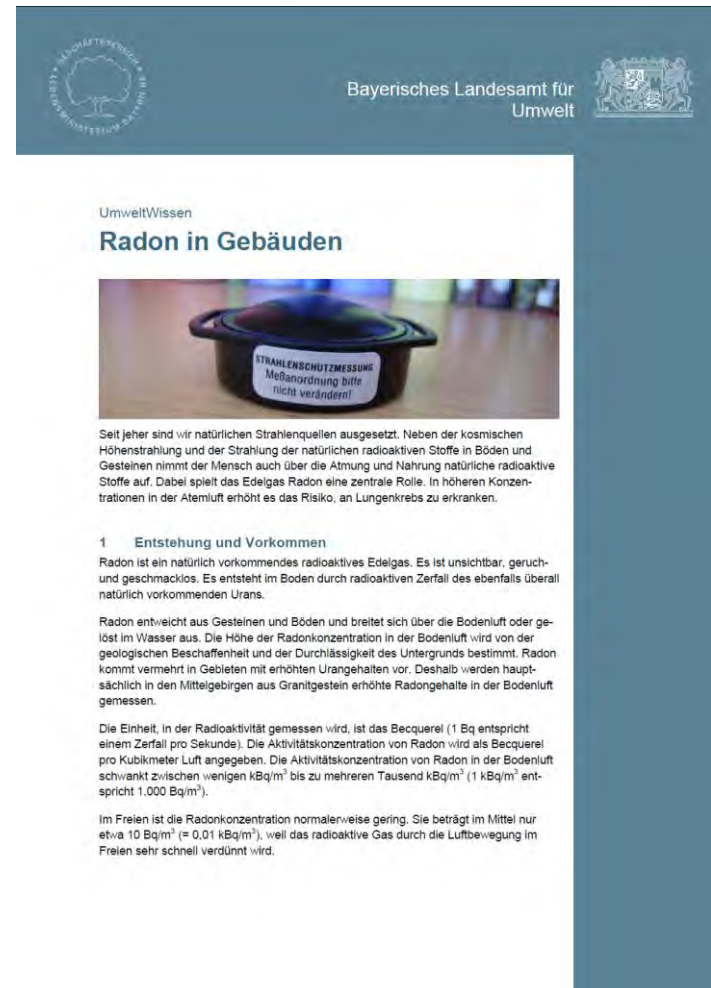
www.lfu.bayern.de/radon-netzwerk



Flyer des LfU: Radon in Gebäuden



Schriftenreihe Umweltwissen



Aktuelle Problematik bzgl. Radon in Wohnhäusern in Bayern:

- Mangelnde Aussagekraft von populären Radonkurzzeitmessungen
- teilweise überdimensionierte oder nicht ausreichend wirksame Radonsanierungsmaßnahmen
- Bekanntheitsgrad in der Baubranche niedrig
- Anzahl der Niedrig-Energie- und Passivhäuser
- Anzahl nicht unterkellerten Häuser
- Gesteigerte Medienpräsenz fördert Aufmerksamkeit bzw. Sensibilisierung gegenüber Radon

Lösungsansatz des LfU:

- 2012: Gründung des Bayerischen Radon-Netzwerks
- 2013: Ausbildung von Baufachleuten zur Radon-Fachperson

Werden Sie aktiv im Bayerischen Radon-Netzwerk

Plattform für Kommunikation – Kooperation – Information zum Thema

„Radon in Häusern“

- Halbjährliche Treffen
- Aktuelle Informationen auf : www.lfu.bayern.de/radon-netzwerk

Networking Optionen zw. Radon-Fachpersonen, Firmen, Bürgern,
Verbänden, Behörden, usw.

- Übernehmen Sie eine Funktion als Multiplikator in ihrem Bereich
- Keine verbindliche Mitgliedschaft erforderlich

Veranstaltungshinweis:

3. Bayerische Radon-Netzwerk-Treffen

Wann? am 26.3.2014, 9:30 – 16:30
Wo? LfU Augsburg

Was erwartet Sie?

- Interessante Vorträge von einem hochkarätig international besetzten Referententeam
- Industrieausstellung (Radonmessgeräte, Radonabsauganlagen, Entlüftungssysteme...)
- Workshops zu aktuellen Radonthemen
- Networking Optionen mit den Radon-Fachpersonen



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Noch Fragen?

**Bayerisches Landesamt für Umwelt
Ref. 41 "Radioökologie"
Bürgermeister-Ulrich-Str. 160
86179 Augsburg**

Tel. 0821-9071-5340

Fax: 0821-9071-5554

@mail: angelika.kunte@lfu.bayern.de