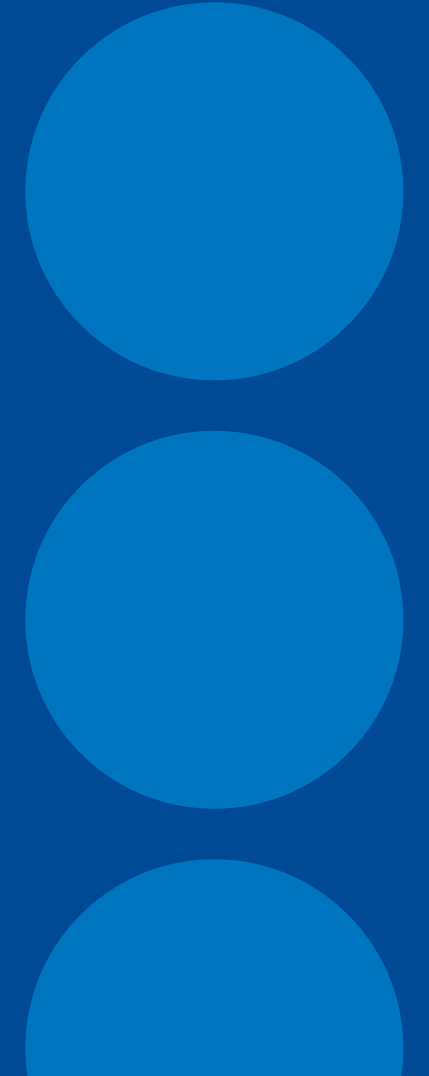


Natürlich und edel – aber dennoch gefährlich?

Messung von Radon an Arbeitsplätzen

BUA EAK - Erfahrungsaustauschkreis der Gefahrstoffmessstellen
Köln - 12.03.2015 - Jan Sparmann, BGN



Inhalt

Grundlagen

Gesundheit

Vorkommen

Gesetze

Messtechnik

Messungen

Maßnahmen

Diskussion

Grundbegriffe

- **Radon**
- radioaktives Edelgas,
entdeckt 1900 von Friedrich Ernst Dorn
- für Menschen nicht wahrnehmbar

- **Radioaktivität**
- Zerfall von Atomkernen ohne äußere Einwirkung,
dabei Aussendung von energiereicher Strahlung
 - künstlich: Kernspaltung, Kernkraftwerke
 - natürlich: Höhenstrahlung beim Fliegen;
in Lebensmitteln: z. B. Kalium;
in Böden und Gestein

Radon (Rn-222)

- Zerfallsreihe des Urans-238

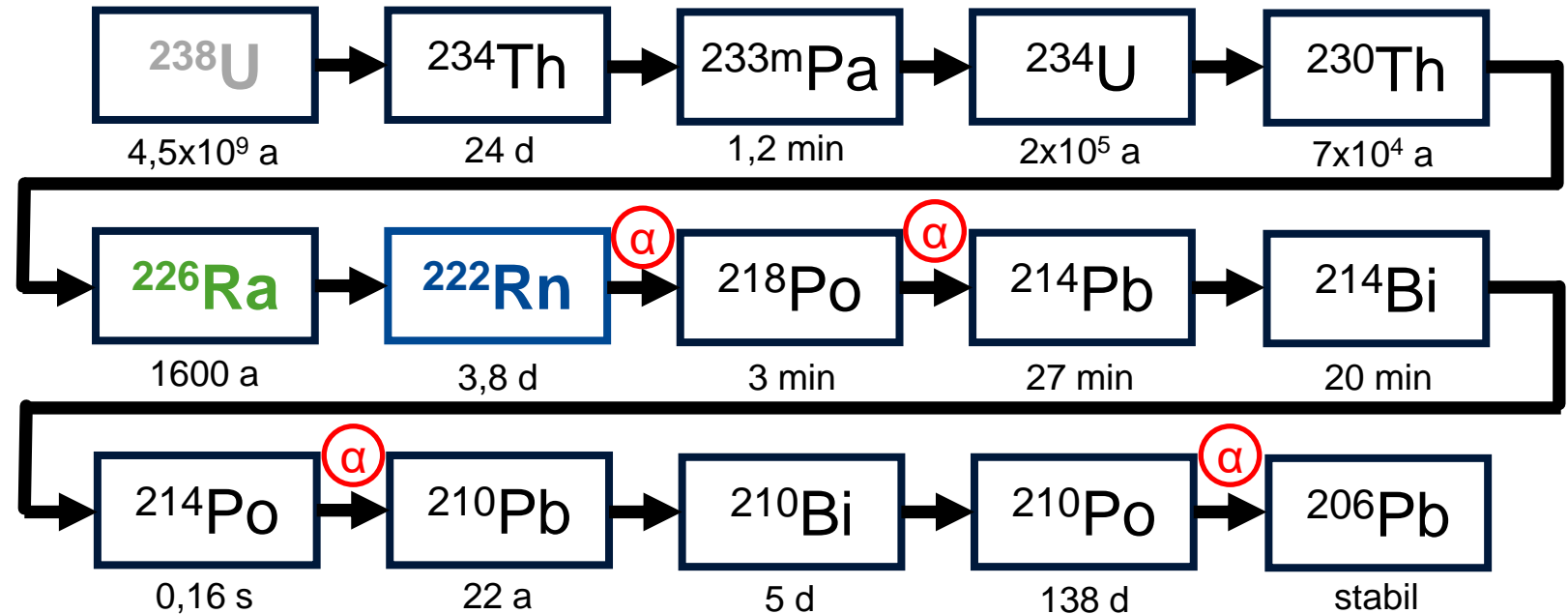
- Zerfall

- $\alpha/\beta/\gamma$ -Strahlung

- Radioaktivität Einheit:

Becquerel (Bq) = Zerfälle pro Sekunde

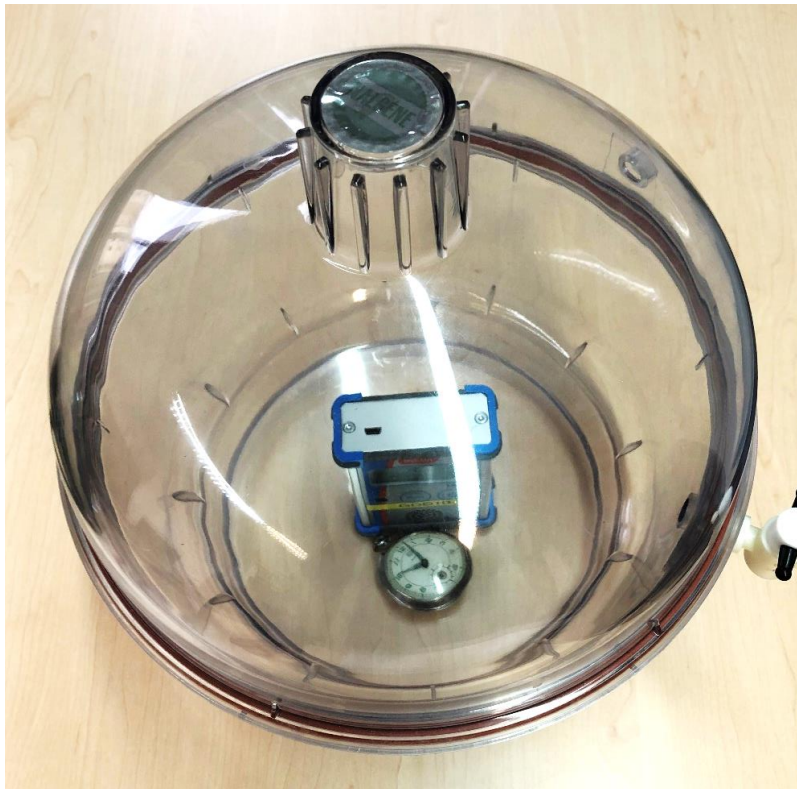
- Mutternuklid **Ra-226 = Radium** (Entdeckung 1898 durch Marie Curie)
- Tochternuklide (**P**olonium, **Pb**=Blei, **B**ismut)





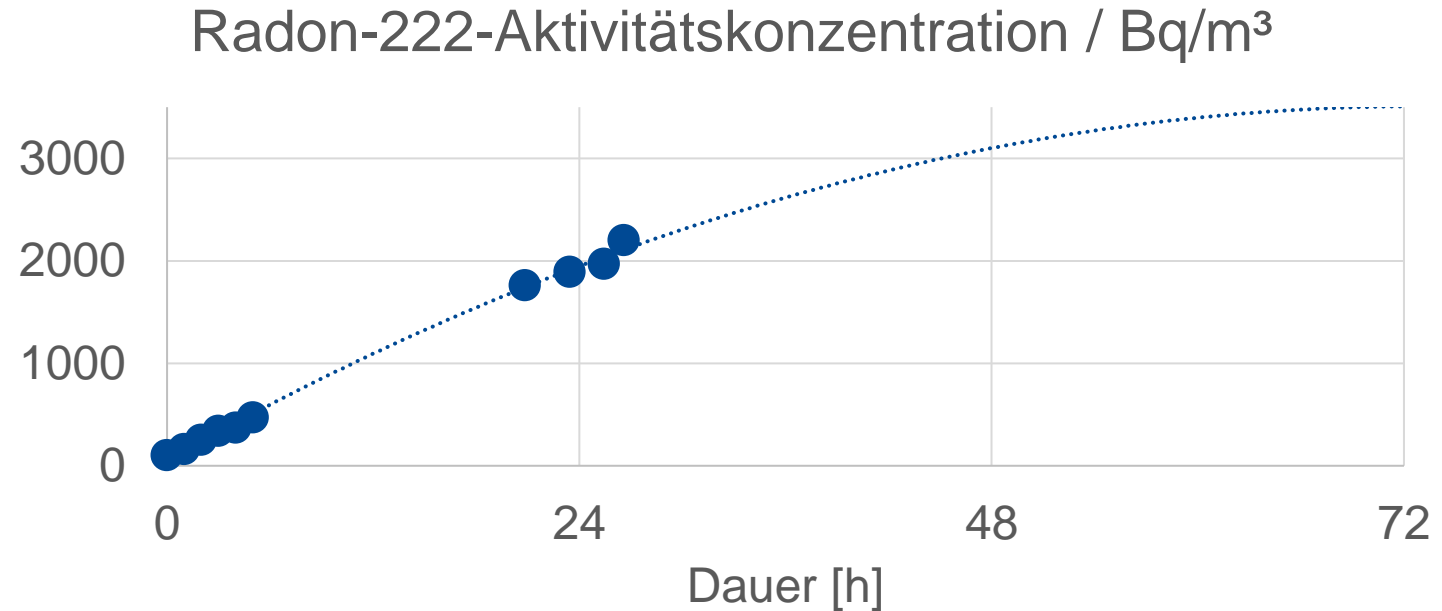
Quelle: J. Sparmann

Experiment Zerfall Radium (Ra-226) → Radon (Rn-222)



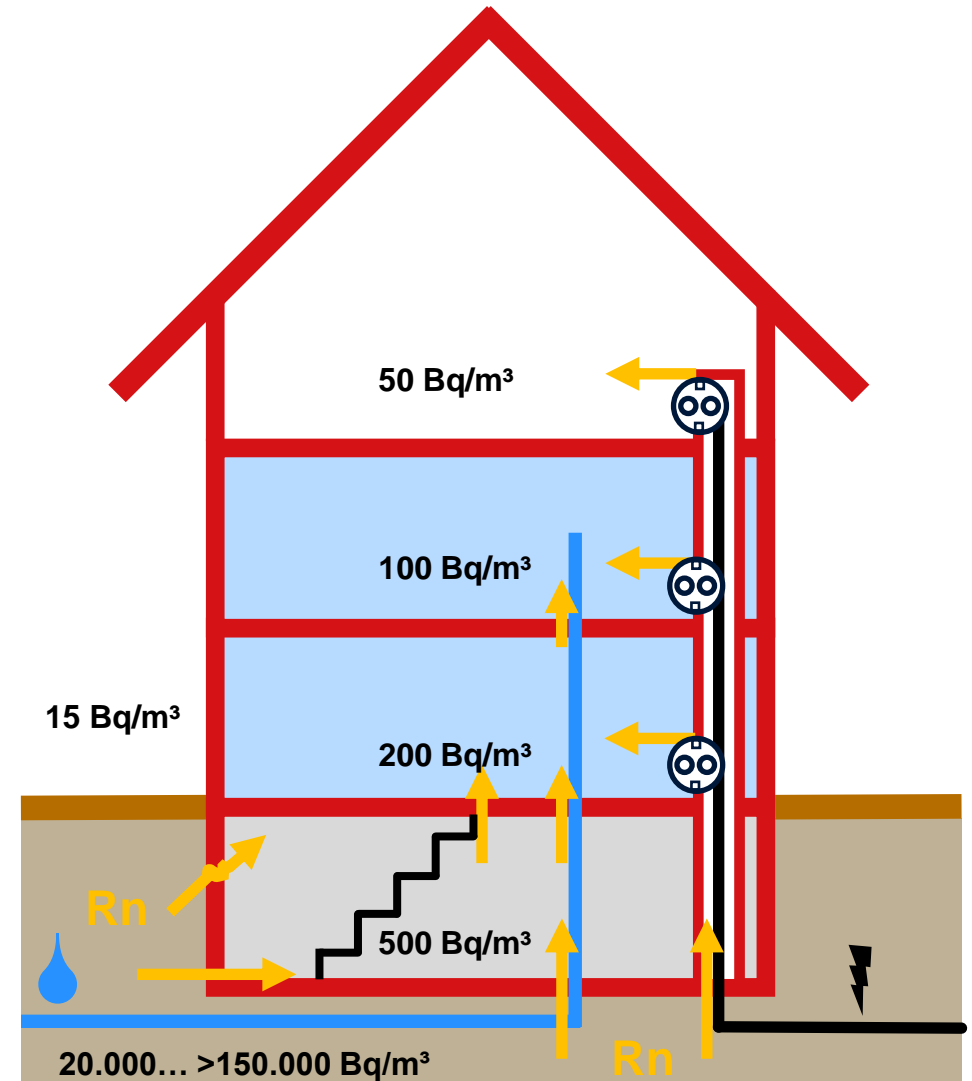
Quelle: J. Sparmann

- Taschenuhr + Messgerät in luftdichtes Gefäß
- Leuchtzeiger enthalten **Radium-226**



Entstehung / Ausbreitung

- uranhaltige Gesteine/Böden, beim Zerfall entsteht Radon (gasförmig)
- Transport im Untergrund (Konvektion durch Risse und Spalten, Diffusion durch Poren und Kapillaren)
- Eindringen in Gebäude
 - Haupteintrittspfad über **Konvektion** (Risse, Durchführungen)
 - Diffusion untergeordnet
- Radon freisetzende Baumaterialien in Deutschland kaum vorkommend



Schädigende Wirkung

Zerfallsprodukte des Radons (z.B. Po-218, ebenfalls radioaktiv, fest!) an Staubteilchen angelagert, reichern sich in Lunge an, zerfallen dort weiter

alpha-Strahlung:

- schnelle Teilchen (He-Kerne, 15.000 km/h) → DNA-Schäden
- rechnerisch 6 % aller Todesfälle durch Lungenkrebs in Deutschland
→ ca. 2800 Fälle pro Jahr

Studie: <https://doi.org/10.1007/s00411-024-01095-y>

Radon-Heilkuren

Anwendung	Aufnahme über	Risiko
Radon-Heilstollen	Haut + Lunge	hoch
Radon-Heilbäder	Haut	geringer
Radon-Luft- und Dunstbäder	Haut	geringer
Radon-Trinkkuren	Magen-Darm	geringer

- z.B. bei chronisch schmerzhaften Erkrankungen des Bewegungsapparates
- sehr hohe Konzentrationen innerhalb kurzer Zeit
- immer **ärztliche Abwägung von Nutzen** (Schmerzlinderung) **und Risiko** (Lungenkrebs), von Wellnessanwendung wird abgeraten

Radon im Boden

- Messung im Boden in 1 m Tiefe
- starke Schwankungen auch innerhalb kleiner Flächen
- Umfangreiche Untersuchungen zur Vorbereitung der Radon-Vorsorgegebiets-festlegung
- Kartendarstellung aus Geoportal des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS):
<https://www.imis.bfs.de/geoportal/>

Radon-Potenzial

- dimensionslose Größe, wie stark Radon aus Boden entweichen und potenziell in Innenräume eindringen kann
- berücksichtigt sowohl Bodenradon-Konzentration als auch dessen Gasdurchlässigkeit
- Grundlage für die Ausweisung von Radon-Vorsorgegebieten – Schwellwert 44
- **Rot**... ausgewiesene **Radon-Vorsorgegebiete**
- **Orange**... Gebiete mit hohem Radonpotenzial, aber ohne Ausweisung

Radon-Vorsorgegebiete

- Gebiete, in denen in vielen Gebäuden hohe Rn-Konzentrationen zu erwarten sind (**rot**)
- „überdurchschnittlich häufig“ wenn Referenzwert-Überschreitung
 - auf mindestens 75 % der Fläche einer Verwaltungseinheit und in mindestens 10 % der Gebäude
- auch außerhalb von Vorsorgegebieten können hohe Rn-Konzentrationen auftreten (**orange**)
→ nur Messung schafft Klarheit und ist einfach möglich
- Festlegung der Radon-Vorsorgegebiete ist mindestens alle zehn Jahre von den Bundesländern zu überprüfen

Strahlenschutzgesetz, -verordnung

- **StrISchG** (27.06.2017) – Kapitel 2 „Schutz vor Radon“
- § 126 **Referenzwert 300 Bq/m³ (Jahresmittelwert)**
 - §5 Begriffsbestimmung: Referenzwert... Maßstab für Prüfung der Angemessenheit von Maßnahmen, kein Grenzwert
- § 127 **„Messung der Radonkonzentration“**:
 - Pflicht zur Messung für **Arbeitsplätze in Innenräumen**
 - **generell** für: untertägige Bergwerke, Schächte und Höhlen, Besucherbergwerke / Radonheilbäder und -stollen / **Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung** („Anlage-8-Betriebe“)
 - **sowie in Erd- oder Kellergeschossen von festgelegten Gebieten (Radonvorsorgegebiete)**
 - Festlegung der Gebiete erfolgte mehrheitlich bis Ende 2020, dann Frist von 18 Monaten, nach der Messung abgeschlossen sein muss

Strahlenschutzgesetz, -verordnung

- **StrISchV** (29.11.2018) Teil 4, Kapitel 1, § 155 – 158
 - **Messung über Gesamtdauer von 12 Monaten**, Überschreitung auch durch kürzere Messzeit feststellbar, wenn durch Abschätzung des Jahresmittels davon auszugehen ist, dass Referenzwert überschritten wird
 - Messgeräte sind von durch **BfS anerkannter Stelle** anzufordern, Auswertung durch anerkannte Stelle
Liste: https://www.bfs.de/DE/themen/ion/service/radon-messung/anererkennung/anererkennung_node.html

Strahlenschutzgesetz, -verordnung

- **bei Überschreitung** des Referenzwertes von 300 Bq/m^3
 - **Pflicht zur Reduzierung** der Radonkonzentration, Nachmessung
 - wenn Reduzierung nicht möglich:
 - Arbeitsplatz melden
 - zu erwartende Strahlendosis abschätzen
 - ggf. weitere Maßnahmen (beruflicher Strahlenschutz, Strahlenschutzregister)

- **für Neubauten:**
 - generell: Planung und Errichtung so, dass **Eintritt von Radon verhindert** oder erheblich erschwert wird
 - Neubauten in Radonvorsorgegebieten: entsprechend **wirksamere Maßnahmen** vorsehen (StrlSchV § 154)

Wer führt Messungen durch?

- StrlSchV § 155: „anerkannte Stelle“
<https://www.bfs.de/DE/themen/ion/service/radon-messung/erkennung/tabelle-radon-messstellen.html>
- einfachste Variante:
 - „Dosimeter“ = passiv, integrierend mit Festkörperspurdetektor
 - online bestellen, messen, zurücksenden
 - ca. 30 EUR inklusive Auswertung pro Dosimeter
- Dauer der Messung: 12 Monate

Informationen zur Erlangung der BfS-Anerkennung

- Voraussetzungen
 - Messtechnik / Qualitätssicherung / Personal / Räumlichkeiten
 - [Checkliste](#), dort z. B. Anforderung „*Grundkenntnisse über die Messung der Radon-Aktivitätskonzentration (z.B. **Radonfachperson** und/oder anerkannte Kurse im Strahlenschutz und/oder Berufserfahrung auf mindestens einem der nachfolgenden Gebiete: Strahlenschutz, Dosimetrie oder Strahlenmesstechnik, Radonschutz, Arbeitsschutz)*“
- Dauer des Anerkennungsverfahrens ca. 3 Monate
- Kostenpflichtig, bei Vorliegen einer gültigen Akkreditierung niedrigere Gebühren
- [weitere Informationen vom BfS](#)

Anerkannte Anbieter und BUA-Mitglieder

- https://www.bfs.de/DE/themen/ion/service/radon-messung/erkennung/erkennung_node.html

Messverfahren – passive Messgeräte

- passiv = ohne Strom
- für Langzeitmessungen (1...12 Monate)
- Kernspurdosimeter
 - alpha-Teilchen hinterlassen Spuren (Löcher) auf Detektorfolie
 - Auszählung ergibt Mittelwert über den Messzeitraum
 - Kosten: ca. 30 EUR inkl. Auswertung (pro Dosimeter)

- Messergebnis ein Einzelwert



Quelle: J. Sparmann, BGN

Messverfahren – aktive Messgeräte

- aktiv = elektrische Messgeräte
- direkte Anzeige des Messwertes
- zeitaufgelöste Messung mit Speicherung des Verlaufs
- durch verschieden aufwendige Sensorelemente unterschiedliche Messintervalle (einfache Geräte: nur Tagesmittelwerte, bessere Geräte: Stundenmittelwerte)
- Zählung der Zerfälle je Zeiteinheit; Empfindlichkeit AlphaE: bei 100 Bq/m^3 werden 3 Impulse pro Stunde registriert

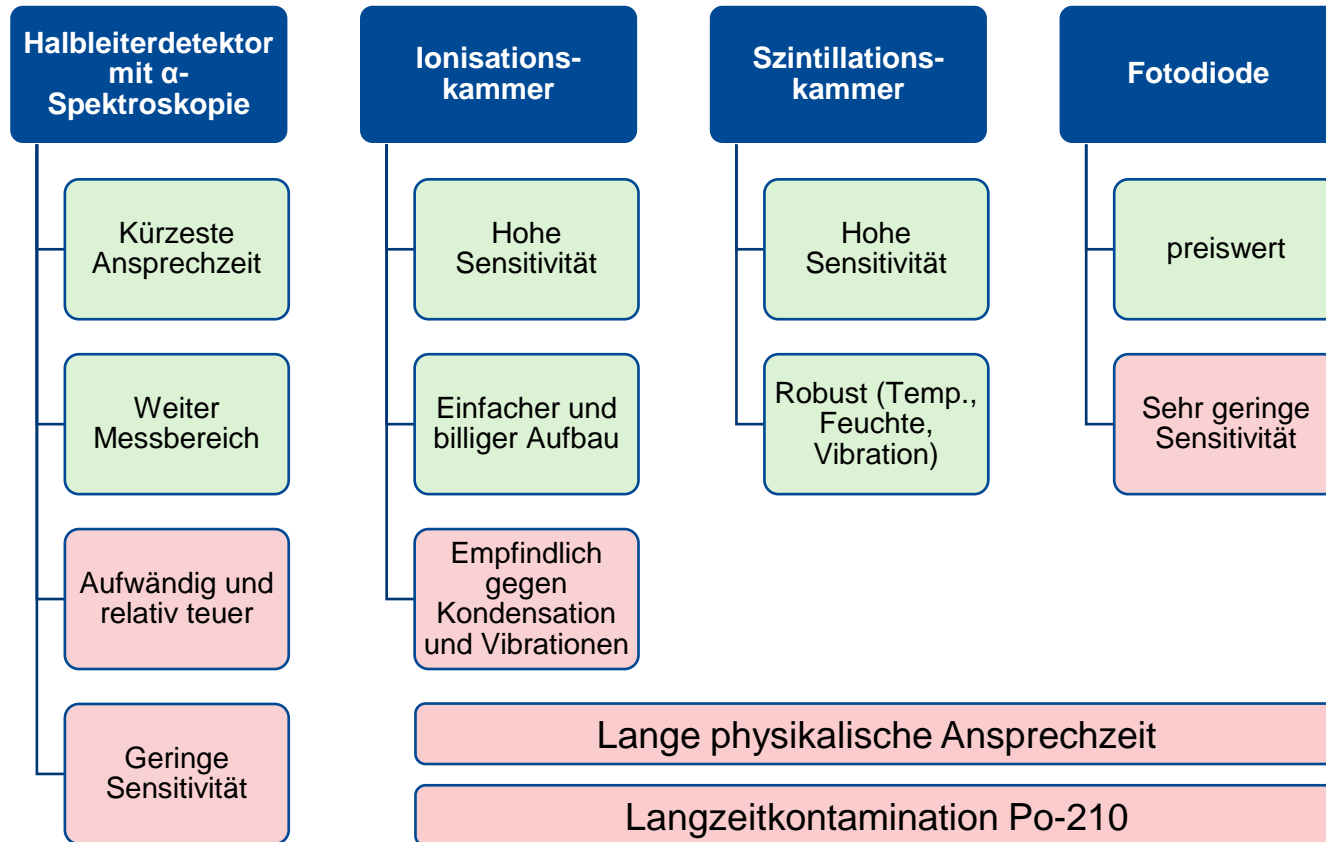


Quelle: J. Sparmann, BGN

Radon-Sniffer

- Empfindliches aktives Messgerät mit Pumpe
- schnelle Detektion
- zum Auffinden von Eintrittsstellen

Messprinzipien aktiver Messgeräte



[weitere Informationen \(Sarad\)](#)

DAkkS-akkreditierte Kalibrierlaboratorien für Rückführung

- [Sarad GmbH \(Dresden\)](#)
- [BfS \(Berlin\)](#)

Übersicht eigene Radonmessungen und -beratungen

Messungen:

- **Mineralbrunnen**
- Hotels
- Fleischerei
- **Bäckerei**

Beratungen:

- Bäckerinnung
- Betriebe einer Brauerei-Gruppe
- Süßwarenhersteller
- Mineralbrunnen
- Fake-Radonmelder

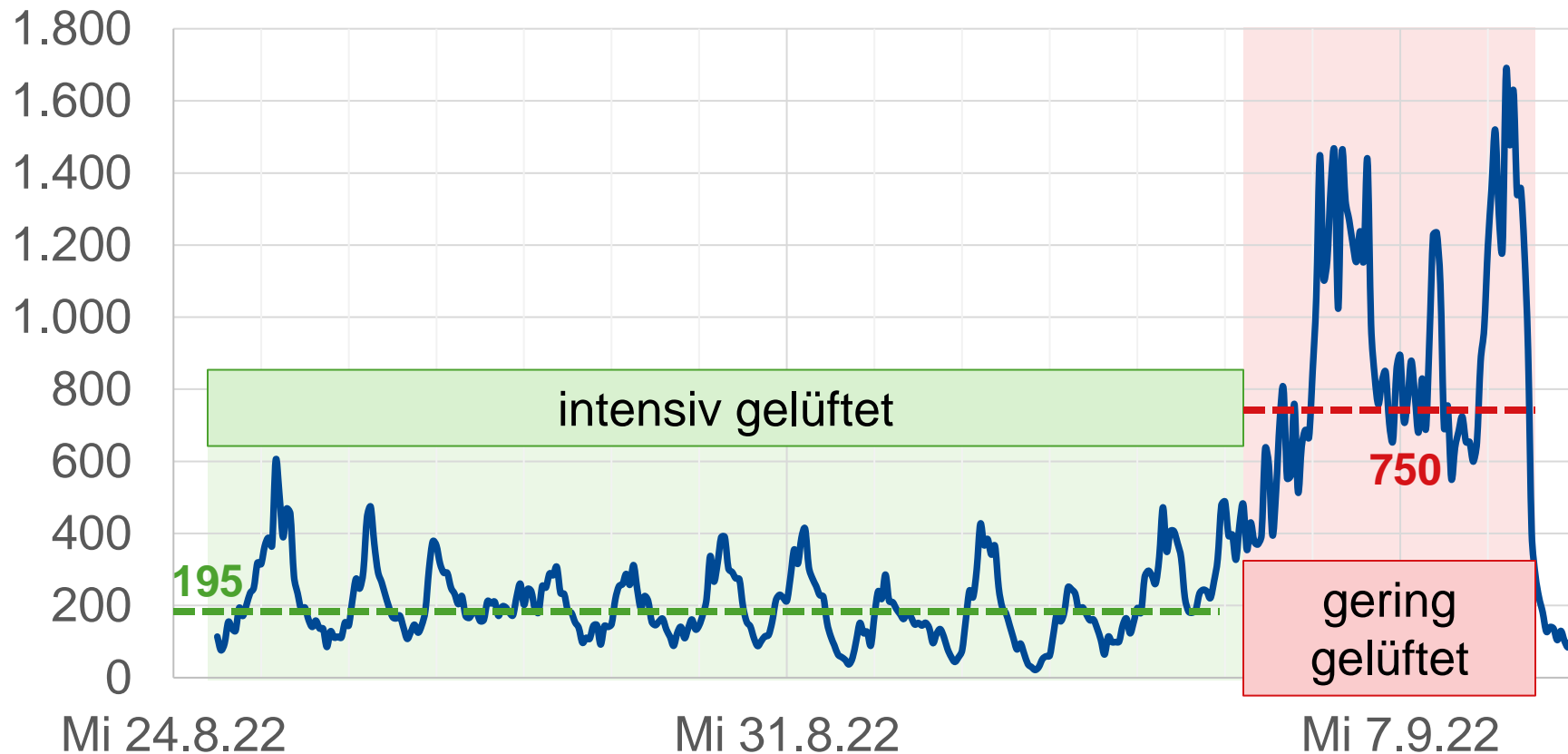
Messung Bäckerei mit Lebensmittel-Laden, LK Wunsiedel

Bodenradon (kBq/m³):

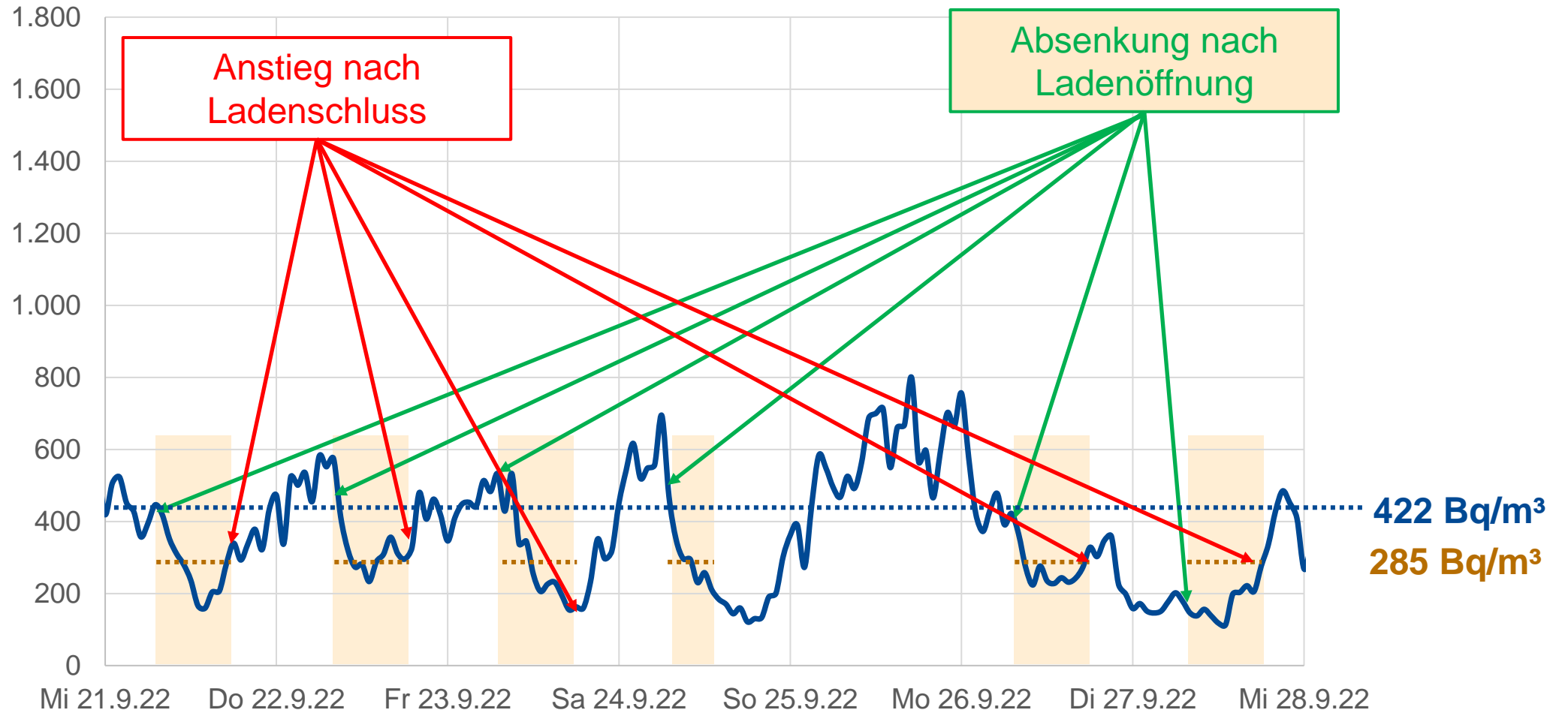
Radon-Vorsorgegebiet

Messung Bäckerei mit Lebensmittel-Laden, LK Wunsiedel

Radon-Konzentration in Backstube in Bq/m³



Messung Bäckerei mit Lebensmittel-Laden, LK Wunsiedel



Messung Mineralbrunnen

Warum:

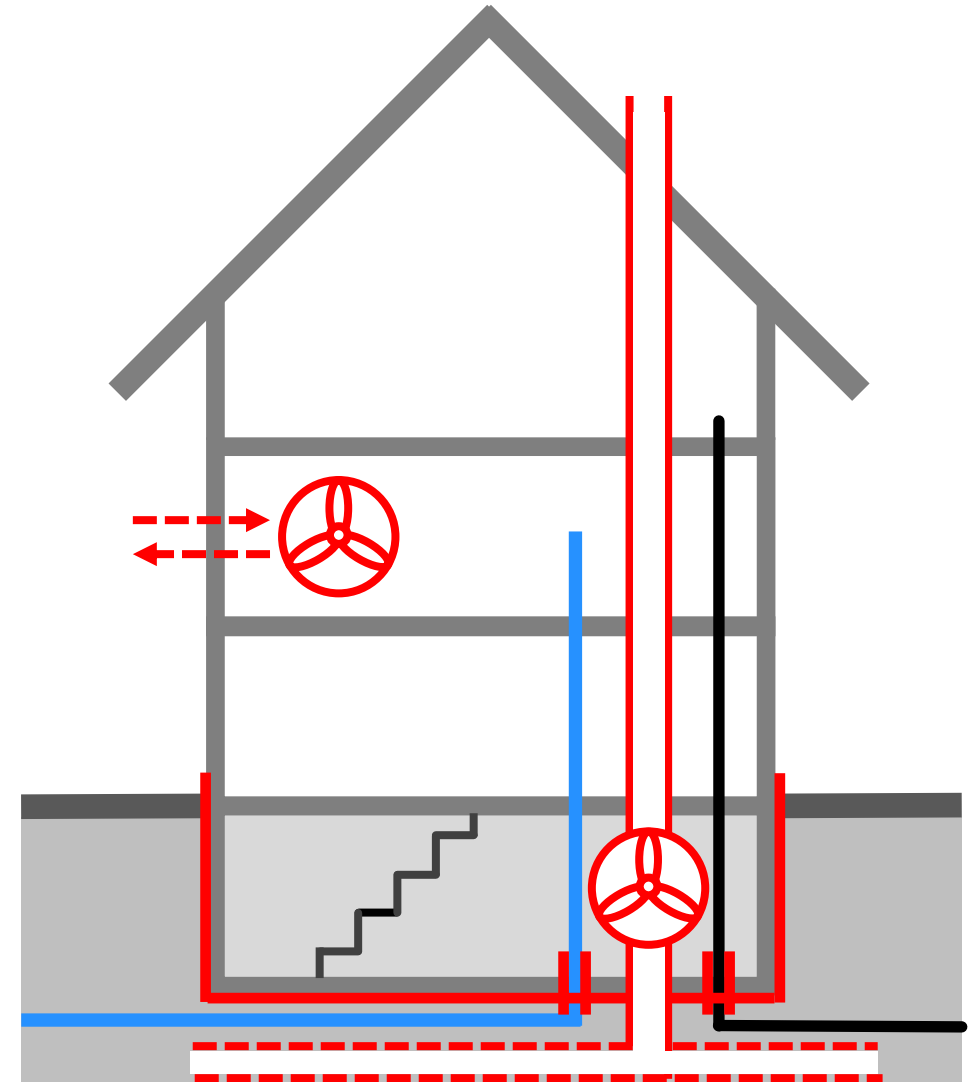
- generelle Messpflicht nach StrlSchG § 127 / Anlage 8
u. a. für Arbeitsplätze in Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung
- zusätzlicher Eintrittspfad: Radon bzw. Radium in Wasser gelöst
- Freisetzung (insb. Bei Wasserwerken):
 - großflächig offenen Wasserflächen (Aufbereitungen, Sammelschächte),
Zerstäubung (CO₂-Ablüfter, Kaskaden, Verdüsung) und Verwirbelung (freier Fall bei Wassereinlass in Becken), Entlüftungsrohre von Filtern, die in Innenräumen enden

Ergebnisse (3 Betriebe):

- Radon-Mittelwerte 90 – 1500 Bq/m³, Maximalwerte bis 6900 Bq/m³
- auch bei laut Karte geringem Radonpotenzialwert 16: Mittelwerte bis 670 Bq/m³

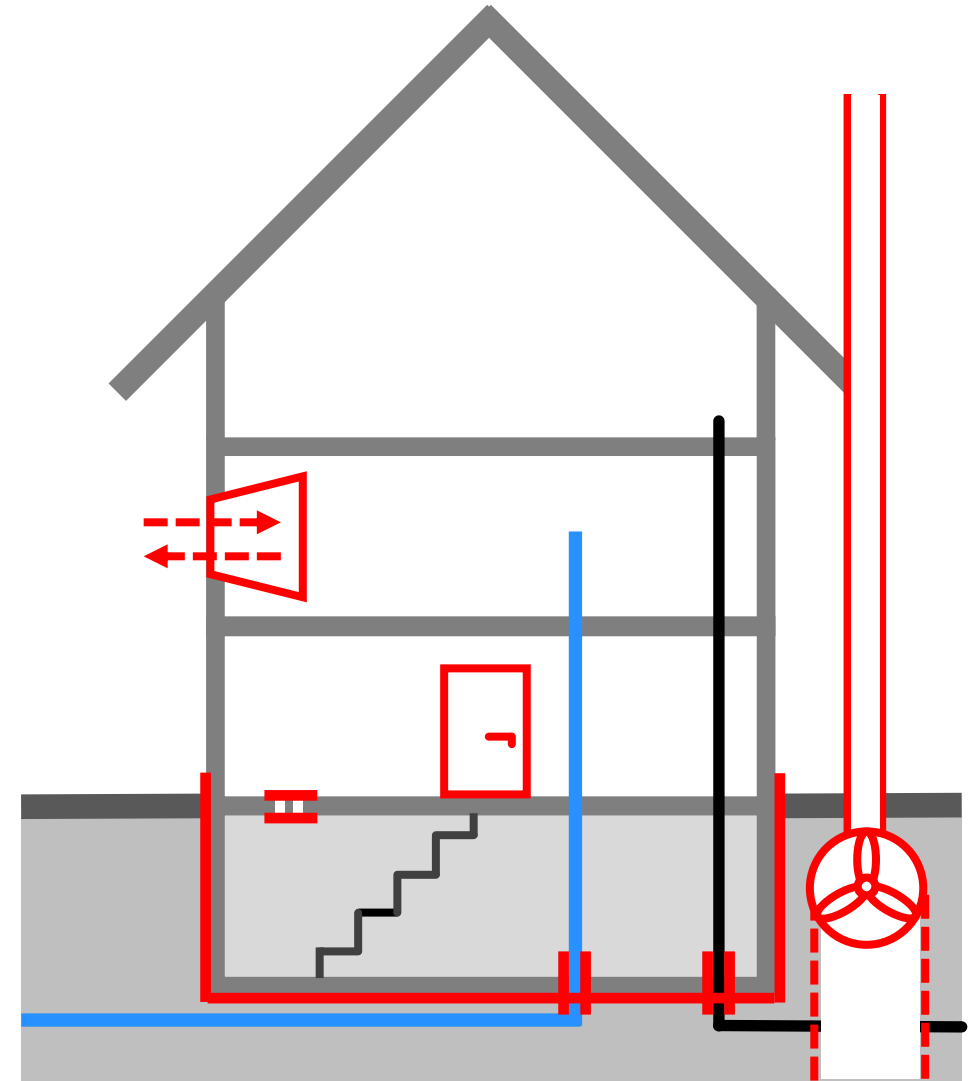
Schutzmaßnahmen - Neubau

- 1) Radondichte Leitungsdurchführungen, radondichte Folie
- 2) Radonabsaugung unter Gebäude (ggf. nur vorbereitet, Ventilator dann bei Bedarf)
- 3) Einsatz spezieller Betonsorten mit erforderlicher Bauteildicke
- 4) automatische Lüftungsanlage



Schutzmaßnahmen - Bestand

- 1) regelmäßiges Stoßlüften
- 2) Abdichtung von Rissen, Undichtigkeiten (Durchführungen) und Fugen
- 3) Einbau dichte Kellertür (Luftverbindung zu Keller unterbinden)
- 4) Bodenluft unter oder neben dem Gebäude absaugen



Schutzmaßnahmen – Bestand: Beispiel Radonbrunnen

- Ziel Unterdruck unter dem Gebäude

Informationsquellen (Arbeitsschutz)

- **DGUV-Information 203-094 Radon**
<https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/4025>
- BfS – sehr umfangreiche und sehr gut aufbereitete Infos: **BfS-Webseite**
https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/radon_node.html
- BfS – kompakte Zusammenfassung für Arbeitgeber*innen:
Radon-Schutz an Arbeitsplätzen - Stufenkonzept geeigneter Maßnahmen für Arbeitgeber*innen
https://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/ion/radon-schutz-arbeitsplaetze.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- BfS – ausführlicher Leitfaden:
Radon an Arbeitsplätzen in Innenräumen - Leitfaden zu den §§ 126 - 132 des Strahlenschutzgesetzes
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-2022072633429>

Radon-Fachtagungen

- **Sächsische Radontage**

*Sächsische Staatsministerium für Umwelt
und Landwirtschaft (SMUL), Hochschule für
Technik und Wirtschaft Dresden (HTW),
BfUL, KORA e.V.
<https://radontag.de/>*

- **Strahlenschutzgespräch Radon**

Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin

Kontakt

- **Jan Sparmann**
- Mitarbeiter Abteilung Zentrallabor,
Messstelle Gefahrstoffe/
Messtechnischer Dienst
Radonfachperson
- BGN Außenstelle Dresden
- jan.sparmann@bgn.de
- 0351 87731-17

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

**Zeit für
Fragen / Anregungen / Erfahrungen**

