

Informationen zum Radonvorsorgegebiet Kirchberg

Dr. Heinrich, M. Alisch-Mark, J. Pezenka

learning

schooling

Radonberatungsstelle des Freistaates Sachsen

- Beratungsstelle in Chemnitz
- Telefon: (0371) 46124 221
- Beratung an allen Werktagen
- Dresdner Straße 183C, 09131 Chemnitz
- Individuelle Terminvereinbarung möglich
- Email: radonberatung@smekul.sachsen.de
- weitere Informationen:
www.radon.sachsen.de



Messestand der Radonberatungsstelle auf der Baumesse Zwickau 2019
(Foto: J. Pianski, BfUL)

Radonmessungen in Schulen

- Was ist Radon und warum sollte man davon wissen?
- Warum und wie sollen Messungen durchgeführt werden?
- Ergebnisse und ihre Bewertung
- Radonschutzmaßnahmen

Was ist Radon und warum sollte man davon wissen?

1	H Wasserstoff 1.0	2	He Helium 4.0026
3	Li Lithium 6.9	4	Be Beryllium 9.0
11	Na Natrium 23.0	12	Mg Magnesium 24.3
19	K Kalium 39.1	20	Ca Calcium 40.1
37	Rb Rubidium 85.5	38	Sr Strontium 87.6
55	Cs Cäsium 132.9	56	Ba Barium 137.3
87	Fr Francium 223	88	Ra Radium 226

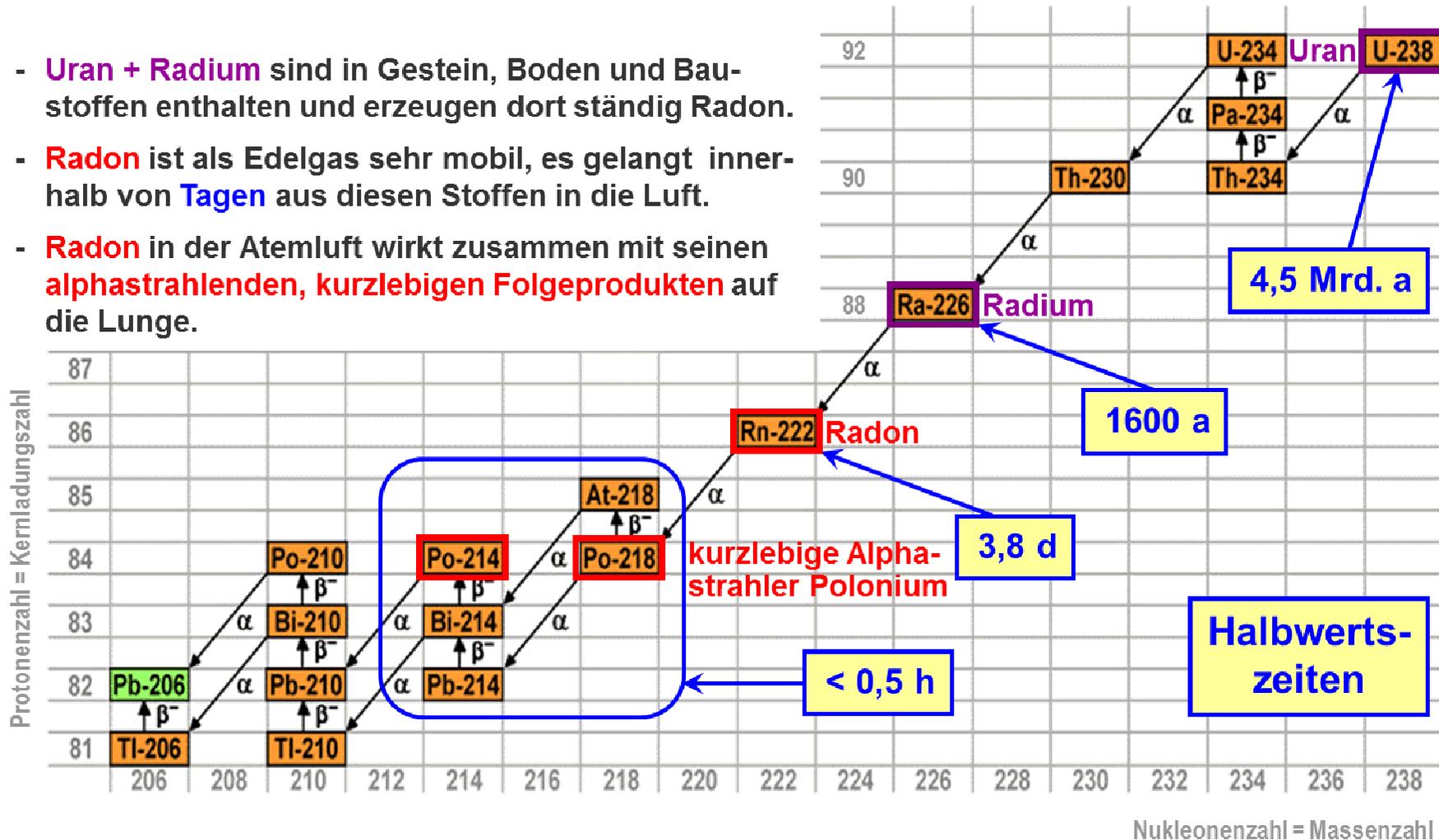
- ein unsichtbares, geschmacks- und geruchsloses Edelgas
- in Wasser und Fett löslich
- chemisch kaum reagierend.

5	B Bor 10.8	6	C Kohlenstoff 12.0	7	N Stickstoff 14.0	8	O Sauerstoff 16.0	9	F Fluor 19.0	10	Ne Neon 20.2
13	Al Aluminium 27.0	14	Si Silicium 28.1	15	P Phosphor 31.0	16	S Schwefel 32.1	17	Cl Chlor 35.5	18	Ar Argon 40.0
31	Ga Gallium 69.7	32	Ge Germanium 72.6	33	As Arsen 74.9	34	Se Selen 79.0	35	Br Brom 79.9	36	Kr Krypton 83.8
49	In Indium 114.8	50	Sn Zinn 118.7	51	Sb Antimon 121.8	52	Te Tellur 127.6	53	I Iod 126.9	54	Xe Xenon 131.3
81	Tl Thallium 204.4	82	Pb Blei 207.2	83	Bi Bismut 209.0	84	Po Polonium [209]	85	At Astat [210]	86	Rn Radon [222]

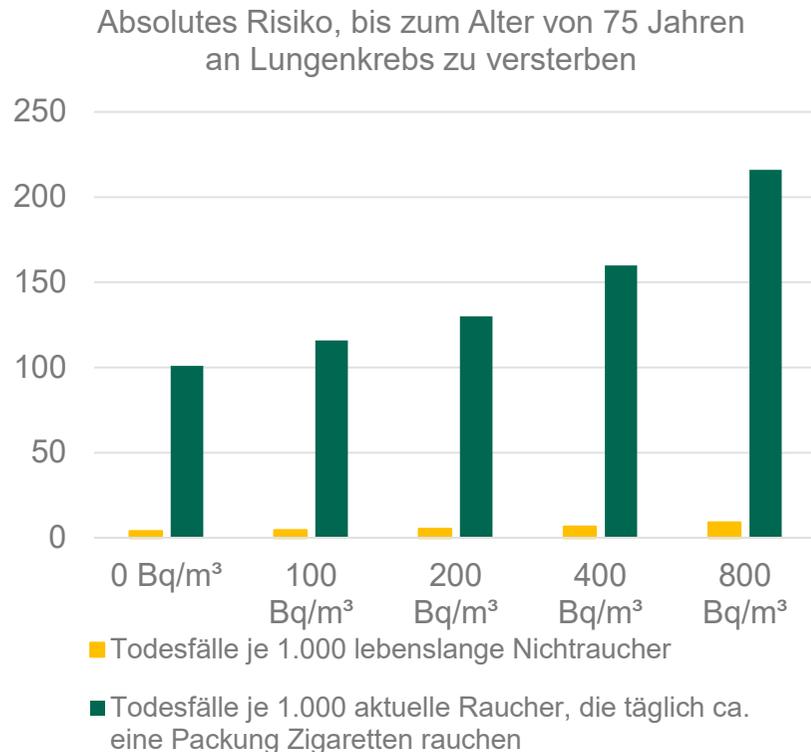
57	La Lanthan 138.9	58	Ce Cer 140.1	59	Pr Praseodym 140.9	60	Nd Neodym 144.2	61	Pm Promethium [145]	62	Sm Samarium 150.4	63	Eu Europium 152.0	64	Gd Gadolinium 157.3	65	Tb Terbium 158.9	66	Dy Dysprosium 162.5	67	Ho Holmium 164.9	68	Er Erbium 167.3	69	Tm Thulium 168.9	70	Yb Ytterbium 173.0
89	Ac Actinium [227]	90	Th Thorium 232.0	91	Pa Protactinium [231.04]	92	U Uran 238.0	93	Np Neptunium [237]	94	Pu Plutonium [244]	95	Am Americium [243]	96	Cm Curium [247]	97	Bk Berkelium [247]	98	Cf Californium [251]	99	Es Einsteinium [252]	100	Fm Fermium [257]	101	Md Mendelevium [258]	102	No Nobelium [259]

Was ist Radon und warum sollte man davon wissen?

- **Uran + Radium** sind in Gestein, Boden und Baustoffen enthalten und erzeugen dort ständig Radon.
- **Radon** ist als Edelgas sehr mobil, es gelangt innerhalb von **Tagen** aus diesen Stoffen in die Luft.
- **Radon** in der Atemluft wirkt zusammen mit seinen **alphastrahlenden, kurzlebigen Folgeprodukten** auf die Lunge.



Was ist Radon und warum sollte man davon wissen?

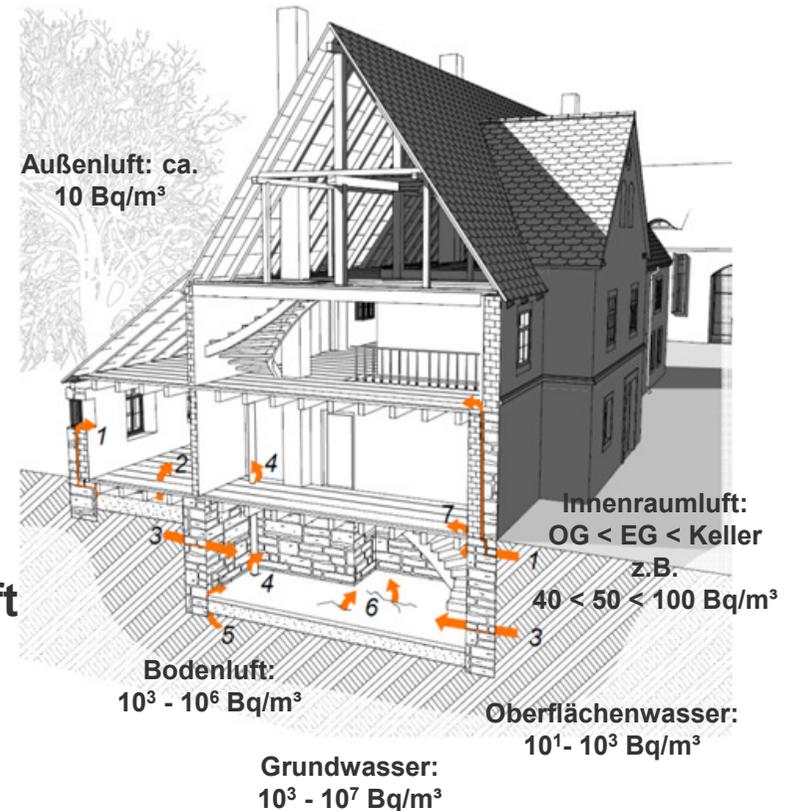


Darby et al. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ*. 2005;330(7485):223-8.

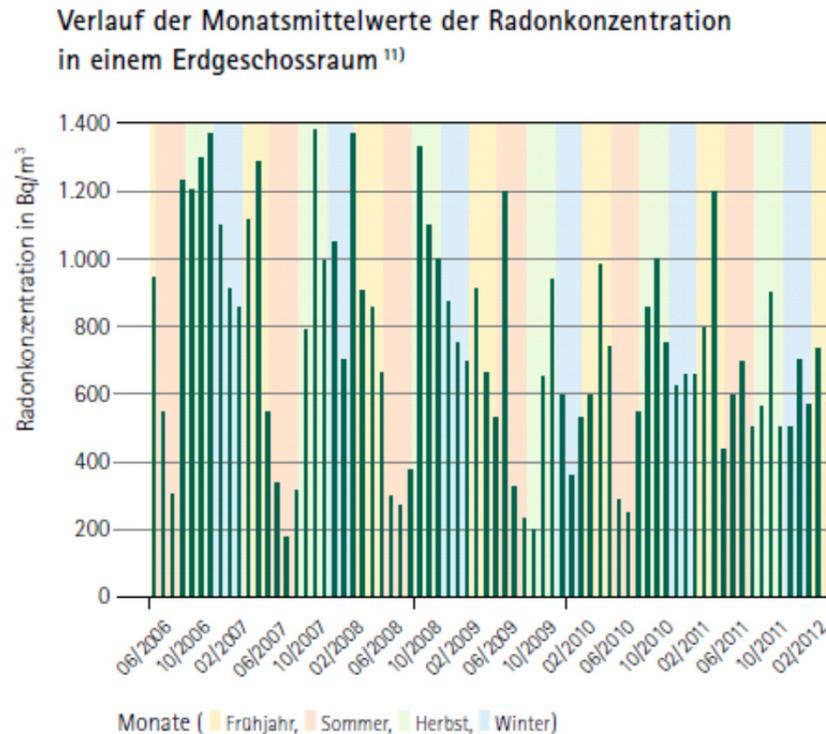
- nachweislich erhöhte Wahrscheinlichkeit, an Lungenkrebs zu erkranken
- Annahme einer linearen Dosis-Wirkungs-Beziehung ohne Schwellenwert
- **ca. Verdopplung** des radonbedingten Risikos bei **Verzehnfachung** der Konzentration von 100 auf 1000 Bq/m³
- Rauchen verursacht mehr als 90 % aller Lungenkrebsfälle, ca. 5 % sind rechnerisch auf Radon und Folgeprodukte zurückzuführen
- unter den statistisch dem Radon zugeordneten Fällen treten mehr als 90 % bei Rauchern auf, da sich Risiken durch Radon und Rauchen multiplizieren

Was ist Radon?

- **Einheit:** Becquerel pro Kubikmeter – Bq/m^3 ;
1 Becquerel = 1 Zerfall eines Atomkerns pro Sekunde
- Entsteht im **Boden** oder in **Baumaterialien**
- bewegt sich mit der **Bodenluft**; tritt in die Atmosphäre aus
- Dringt in Gebäude ein; konzentriert sich auf;
- Radonkonzentration in der **Innenraumluft** meistens **deutlich höher** als in der **Außenluft**
- In der Regel im **Keller** höhere Konzentrationen als in höheren Etagen
- Tages- und jahreszeitliche **Konzentrationsschwankungen**



Was ist Radon und warum sollte man davon wissen?



- tageszeitabhängige und witterungsabhängige Schwankungen
- Radonkonzentration in der Innenraumluft verändert sich im Laufe eines Jahres
- sie ist meistens im Sommer am niedrigsten
- Ursache dafür sind die unterschiedlichen Temperatur-, Druck- und Lüftungsverhältnisse

Warum sollen Messungen durchgeführt werden?

- Hintergrund ist EU-Richtlinie 2013|59|EURATOM, Umsetzung erfolgte im Strahlenschutzgesetz (27.06.2017)
- **Referenzwert 300 Bq/m³ in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen**
- Dabei handelt es sich nach der Definition um einen festgelegten Wert, der als Maßstab für die Prüfung der Angemessenheit von Maßnahmen dient. Ein Referenzwert ist kein Grenzwert.
- Aufenthaltsraum: Innenraum, der nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt bestimmt ist
- Arbeitsplatz: jeder Ort, an dem sich eine Arbeitskraft während ihrer Berufsausübung regelmäßig oder wiederholt aufhält
- weitere Regelungen in der Strahlenschutzverordnung (05.12.2018)

Warum sollen Messungen durchgeführt werden?

Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG) – 27.06.2017

Artikel 1 Teil 4 Kapitel 2 „Schutz vor Radon“

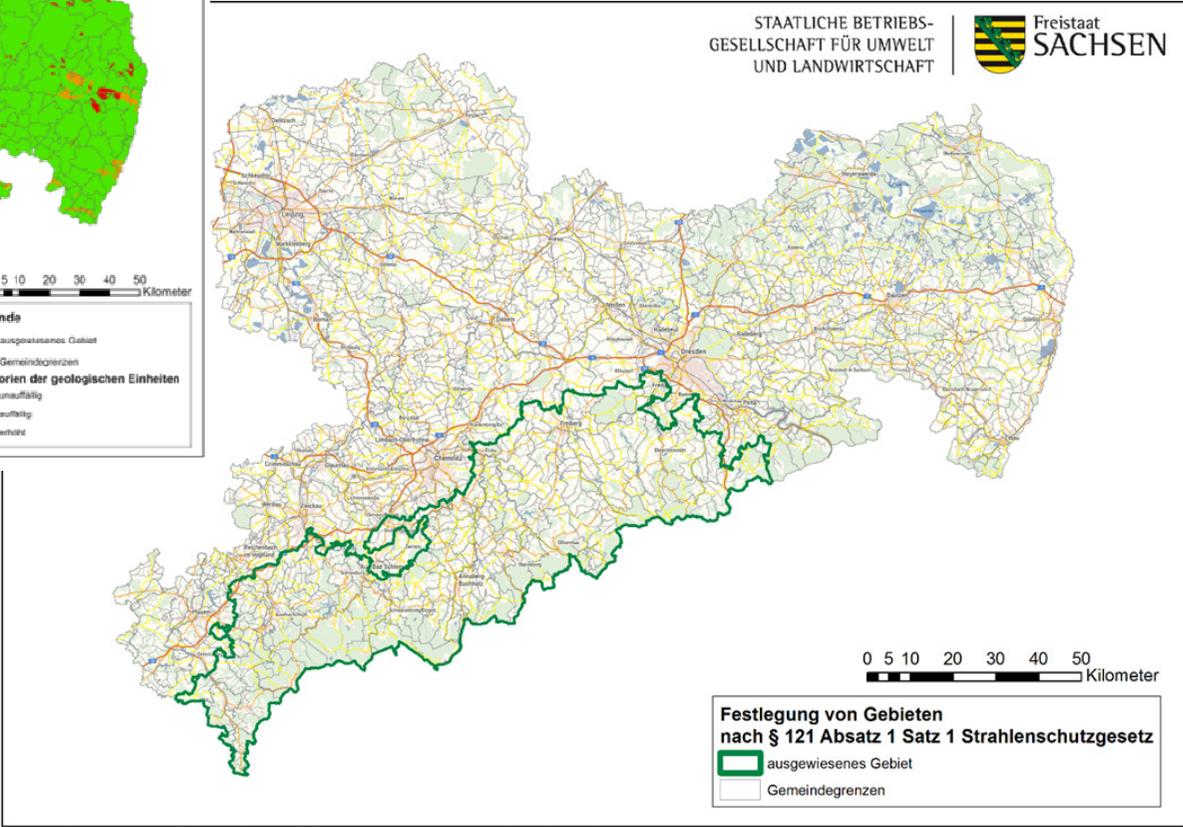
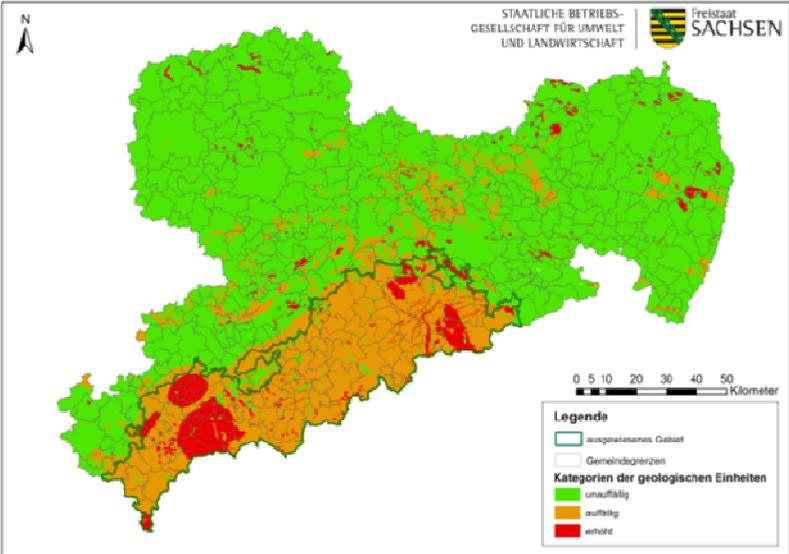
■ § 121 Festlegung von Gebieten; Verordnungsermächtigung

seit Ende 2020 **Festlegung der Gebiete**, „für die erwartet wird, dass die über das Jahr gemittelte Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Luft in einer beträchtlichen Zahl von Gebäuden mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen den Referenzwert (...) überschreitet.“

Revision alle 10 Jahre

→ Konsequenzen für die Errichtung von Gebäuden und Messpflichten an Arbeitsplätzen in Keller- und Erdgeschossräumen

Warum sollen Messungen durchgeführt werden?



Warum sollen Messungen durchgeführt werden?

- **§ 123 Maßnahmen an Gebäuden, Verordnungsermächtigung**
 - Maßnahmen zur Verhinderung / erheblichen Erschwerung des Radoneintritts aus dem Baugrund bei Errichtung von Gebäuden
 - Einhaltung der nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erforderlichen Maßnahmen zum Feuchteschutz
 - in den ausgewiesenen Gebieten zusätzlich weitere Maßnahmen entsprechend der Strahlenschutzverordnung
 - bei baulichen Veränderungen eines Gebäudes, die zu erheblicher Verminderung der Luftwechselrate führen, Maßnahmen zum Schutz vor Radon in Betracht ziehen
- **§ 124 Referenzwert in Aufenthaltsräumen 300 Bq/m³**
- **§ 126 Referenzwert an Arbeitsplätzen 300 Bq/m³**

Warum sollen Messungen durchgeführt werden?

■ § 127 Messung der Radonaktivitätskonzentration

- Innerhalb von 18 Monaten nach Gebietsausweisung hat der für einen Arbeitsplatz in einem Innenraum Verantwortliche Messungen der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Luft zu veranlassen, wenn sich der Arbeitsplatz in einem Erd- oder Kellergeschoß in den festgelegten Gebieten oder in Arbeitsfeldern erhöhter Radonexposition (z. B. in untertägigen Bergwerken, Schächten, Höhlen, Radonheilbädern, Anlagen zur Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung) befindet

■ § 128 Reduzierung der Radonkonzentration; Frist 30 Monate

- Maßnahmen zur Reduzierung
- Erfolgskontrolle durch Nachmessung

■ § 129 Anmeldung bei der zuständigen Behörde

■ § 130 Expositionsabschätzung

Wie sollten die Messungen durchgeführt werden?

- Unterzeichnung Teilnahme- und Einverständniserklärung
- Übergabe der Gebäudedaten mit Hilfe eines Fragebogens
- anhand der Gebäudedaten Versendung der Exosimeter inkl. Anleitung zum Auslegen durch die BfUL
- nach 1 Jahr Rücksendung der Exosimeter und Auswertung im Labor
- Berichterstellung und Vorstellung der Ergebnisse im Falle von Überschreitungen des Referenzwertes



Kernspurverfahren oder Ätzspurverfahren

- Detektor ist ein strahlungsempfindlicher, ätzbarer Kunststoff-Chip oder eine Folie
- vom Radon und seinen Folgeprodukten beim radioaktiven Zerfall ausgesandte Alphateilchen zerstören einen Teil der chemischen Bindungen
- in einem Ätzbad löst sich der Kunststoff allmählich auf - das geht an den Auftreffstellen der Alphateilchen besonders schnell
- es entstehen Ätzspuren, die sich mit dem Mikroskop erkennen und zählen lassen
- Verwendung von Messgeräten einer akkreditierten und vom Bundesamt für Strahlenschutz anerkannten Messstelle
(http://www.bfs.de/DE/themen/ion/service/radon-messung/erkennung/erkennung_node.html)



Welche Ergebnisse wurden erhalten?

- Auswertung der Ergebnisse grundsätzlich in Anlehnung an DIN ISO 11665-8 (VDE 0493-1-6658) : 2020-08 „Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt – Luft: Radon-222 – Teil 8: Methodik zur Erstbewertung sowie für zusätzliche Untersuchungen in Gebäuden“
- hierzu werden Ergebnisse einer Etage zusammengefasst
- ist die relative Standardabweichung der Ergebnisse kleiner als 20% (typische Messunsicherheit), so wird die Etage mit dem Mittelwert bewertet; ansonsten mit dem größten Messwert
- dieser Wert (Mittel- oder Maximalwert) wird als Bewertungswert bezeichnet
- Radonmessungen in 8 Schulgebäuden durchgeführt (ggf. inkl. Turnhalle)

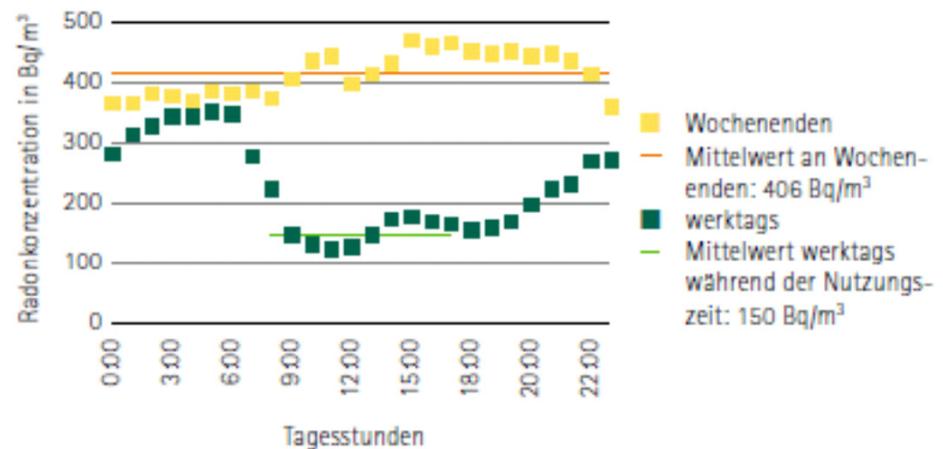
Ergebnisse Zusammenfassung

- | 1 Gebäude: Referenzwert in allen Räumen eingehalten
- | in 7 Gebäuden ist der Jahresmittelwert der Radonkonzentration in mindestens einem Raum **größer als 300 Bq/m³**;
 - **Referenzwert nicht eingehalten**
- | in 2 Gebäuden mehr als die unterste Etage mit Arbeitsplätzen betroffen
- | z.T. unerwartet **große Streuung** der Messergebnisse innerhalb der betroffenen Etage;
z.T. nur bestimmte Raumbereiche auffällig
- | Radon-Eintrittspfade, z. B. über Undichtigkeiten im erdberührten Fußboden oder erdberührten Wänden bzw. über Verbindungen zwischen den Etagen
- | Nutzungs- und Lüftungsverhalten sollte geprüft werden
- | bewertungsrelevante Arbeitsplätze? (Treppenhaus, Garderobe etc.)
- | als **Sofortmaßnahme**: verstärkte Lüftung vor der Nutzung
- | **weitere Untersuchungen und Maßnahmen erforderlich**

Wie sind diese zu bewerten?

- Langzeitmessungen erfassen Radonkonzentration über gesamten Messzeitraum (inkl. Ferien, Wochenende, Nacht) – integrierende Messung
- Radonkonzentration während des tatsächlich möglichen Aufenthalts möglicherweise abweichend

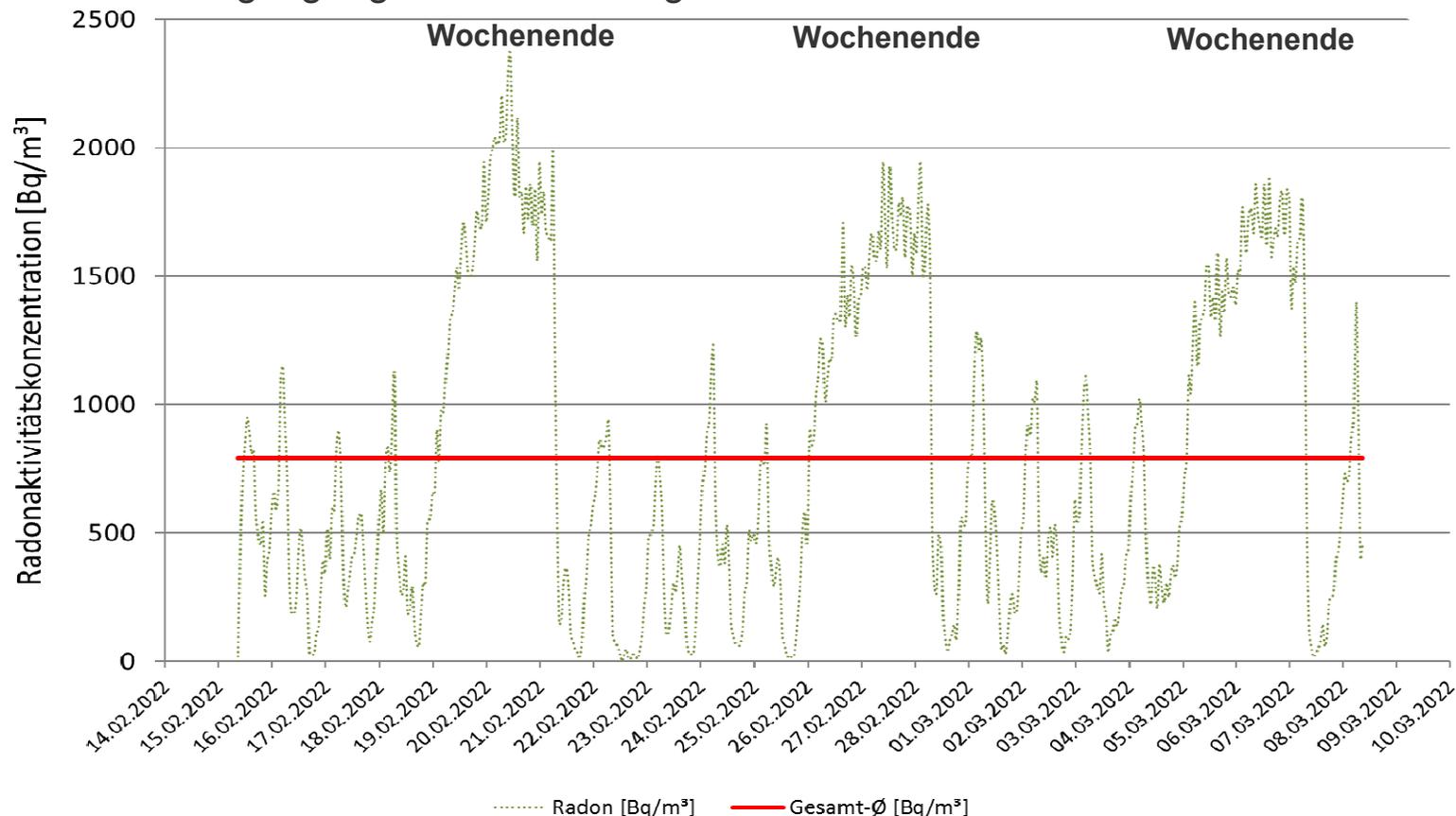
Mittlere Tagesgänge der Radonkonzentration in einem Büroraum im Erdgeschoss (Stundenmittelwerte aus Stundenmessungen über 2 Wochen)¹³⁾



Das Diagramm verdeutlicht diesen Zusammenhang am Beispiel eines Büroraums, der während der Nutzungszeit (Arbeitsstunden an Werktagen) weniger als die halbe Radonkonzentration aufweist wie während der Zeiten, in denen niemand anwesend ist und daher die Radonbelastung auch nicht wirken kann.

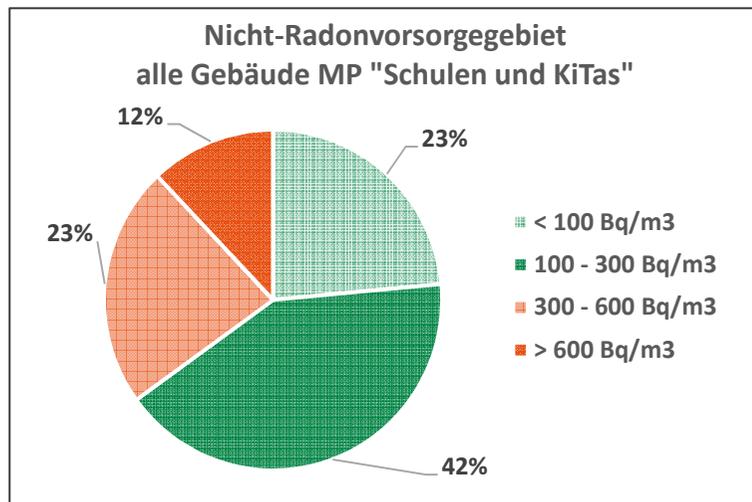
Beispiel zur Bewertung der Ergebnisse

- **Beispiel:** Zeitaufgelöste Messungen über 3 Wochen in einem Bürogebäude mit Arbeitsplätzen in Dresden
- Deutlicher Tagesgang an den Werktagen

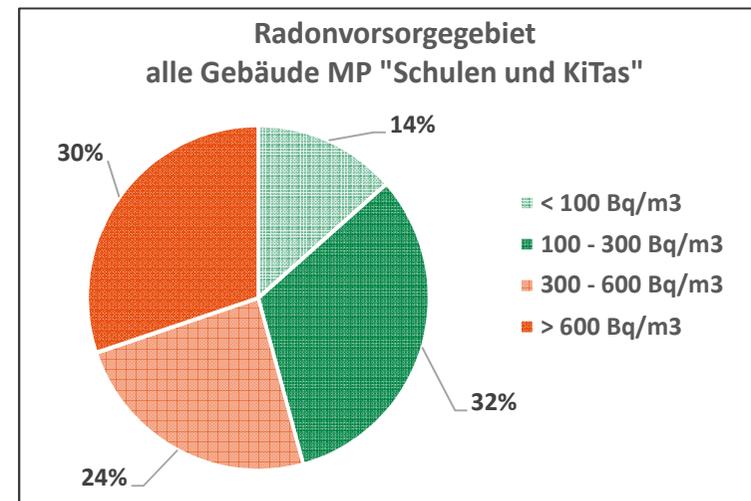


Messprogramme - Radon in Schulen und KiTas

Ergebnisse – Bewertung der Gebäude* (Stand 22.05.2023)



- Nicht-RVG: 383 Gebäude bzw. Gebäudeteile
- In 65 % der Gebäude Referenzwert an allen Arbeitsplätzen eingehalten
- In 35 % der Gebäude in mindestens einem Raum Überschreitung des Referenzwertes



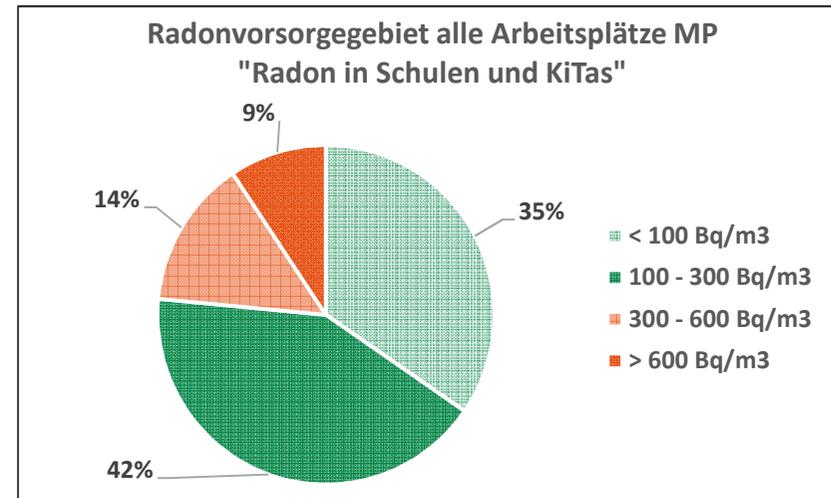
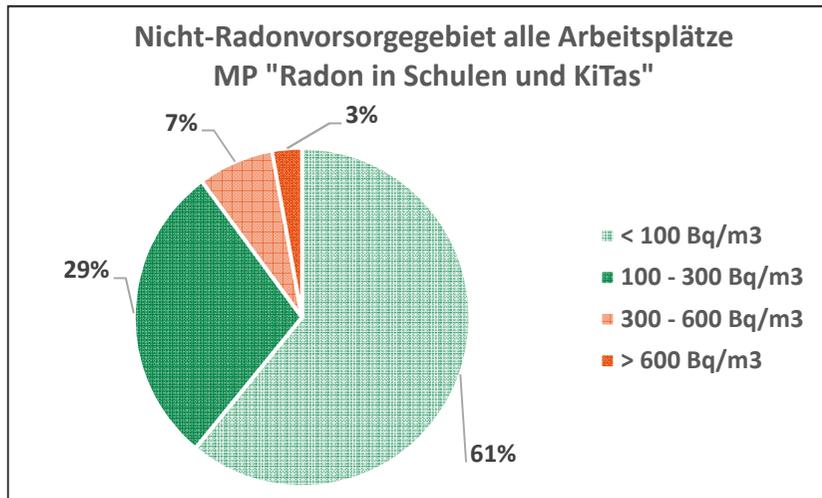
- RVG: 378 Gebäude bzw. Gebäudeteile
- In 46 % der Gebäude Referenzwert an allen Arbeitsplätzen eingehalten
- In 54 % der Gebäude in mindestens einem Raum Überschreitung des Referenzwertes

*Auswertung nach DIN ISO 11665-8: Ergebnisse des Gebäudes werden zu einem Bewertungswert zusammengefasst;
→ Bewertungswert „300 – 600 Bq/m³“ bzw. „> 600 Bq/m³“ bedeutet, dass im Gebäude **mindestens ein Raum** eine entsprechende Überschreitung des Referenzwertes aufweist

Messprogramme - Radon in Schulen und KiTas

Ergebnisse – Bewertung aller Arbeitsplätze* (Stand 22.05.2023)

I Ergebnisse von 5454 Innenräumen mit Arbeitsplätzen

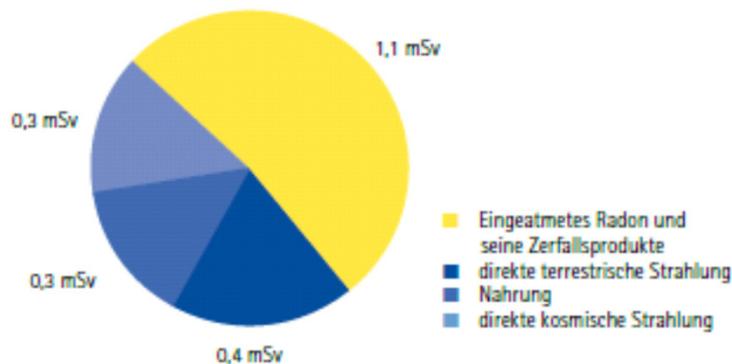


- I Nicht-RVG: 2998 Innenräume
- I In 90 % der untersuchten Innenräume Referenzwert eingehalten
- I In 10 % der untersuchten Innenräume Überschreitung des Referenzwertes

- I RVG: 2456 Innenräume
- I In 77 % der untersuchten Innenräume Referenzwert eingehalten
- I In 23 % der untersuchten Innenräume Überschreitung des Referenzwertes

* Bewertung des einzelnen Arbeitsplatzes

Die natürliche Strahlenexposition



⁴⁾ Quelle: Daten aus dem Bericht des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit an den Bundestag über „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2015“
[doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-2017072814312/1/Parlamentsbericht_2015.pdf](https://www.doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-2017072814312/1/Parlamentsbericht_2015.pdf)

- Einatmen radonhaltiger Luft verursacht ca. die Hälfte der mittleren effektiven Dosis durch natürliche Strahlenquellen für die Bevölkerung

- Dosisbegriff: Maß für die Wirkung ionisierender Strahlung auf den Menschen (Wichtungsfaktoren für Strahlungsart und Gewebe/Organe)

- natürliche Strahlenexposition
2,1 mSv/a
(Spannweite je nach Wohnort, Ernährungs- und Lebensgewohnheiten 1 bis 10 mSv/a)

- zivilisatorische Strahlenexposition
1,7 mSv/a
(primär Anwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung am Menschen in der Medizin)

Aufenthalt in Räumen und daraus resultierende effektive Dosis

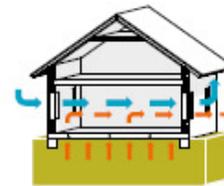
- Eine effektive Dosis von 1 mSv entspricht gemäß Strahlenschutzverordnung einer Radonexposition von $0,32 \text{ MBq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ (Gleichgewichtsfaktor 0,4).
- Anforderungen des beruflichen Strahlenschutzes ab 6 mSv/a

effektive Dosis im Kalenderjahr in Abhängigkeit von der Radonaktivitätskonzentration

Aufenthaltszeit in Stunden		Radon-Aktivitätskonzentration in Bq/m^3				
täglich (5-Tage- Woche)	jährlich (200 Arbeitstage)	100	300	600	1000	3000
10	2000	0,6	1,9	3,8	6,3	18,8
8	1600	0,5	1,5	3,0	5,0	15,0
4	800	0,3	0,8	1,5	2,5	7,5
2	400	0,1	0,4	0,8	1,3	3,8
0,5	100	0,0	0,1	0,2	0,3	0,9
Effektive Dosis im Jahr in mSv						

Mögliche Maßnahmen

- Kurzfristig: Lüften, lüften, lüften...
- detailliertere Untersuchungen zur Ursachenermittlung
- ggf. zeitaufgelöste Kurzzeitmessungen, Schnüffelmessungen, Lüftungsexperimente
- organisatorische und/oder bauliche/technische Maßnahmen



Fensterlüftung

Bestehende Gebäude – einfache Maßnahmen

- Fensterlüftung
- Umnutzung der Räume
- Beseitigung von Unterdruck im Haus

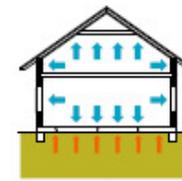


© A. Puhmann

© BFUL

Bestehende Gebäude – bauliche Maßnahmen

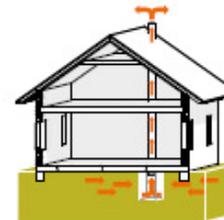
- Abdichtung von z. B. Rissen oder Bauteildurchführungen
- Raumtrennung (z. B. von offenen Kellerzugängen)



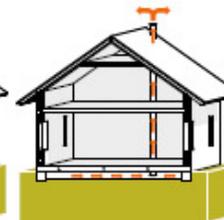
Überdruck

- technische Lüftung → regelmäßiger Luftaustausch, Erzeugung von Überdruck

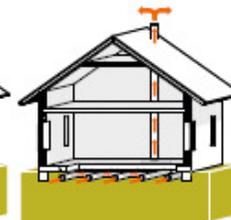
- Radonabsaugung



Radonbrunnen



Hohlraumabsaugung



Radondrainage

Weiterführende Informationen

- www.radon.sachsen.de
- Broschüren des Sächsischen Staatsministeriums für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL)
 - „Radonschutzmaßnahmen – Planungshilfe für Neu- und Bestandsbauten“ unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/26126>
 - „Leitfaden zur Minderung der Radonaktivitätskonzentration in denkmalgeschützten Gebäuden“ unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/39274>
- Weitere Infos beim Bundesamt für Strahlenschutz
 - „Radonhandbuch Deutschland“ unter [BfS - Ionisierende Strahlung - Radon-Handbuch Deutschland](#)
- Radonfachleute wie Radon-Fachpersonen und -Sachverständige

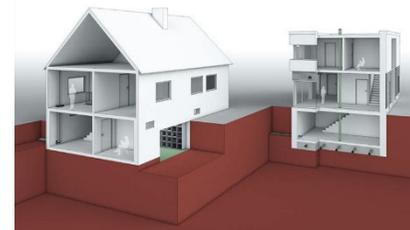
Radonschutzmaßnahmen Planungshilfe für Neu- und Bestandsbauten



Minderung der Radonaktivitätskonzentration in denkmalgeschützten Gebäuden Leitfaden



Radon-Handbuch Deutschland



Wie kann ich mir helfen?

- www.radon.sachsen.de
- Radonfachleute wie Radon-Fachpersonen und -Sachverständige
- Broschüre des Sächsischen Staatsministeriums für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL) „Radonschutzmaßnahmen – Planungshilfe für Neu- und Bestandsbauten“ unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/26126>
- weitere Infos beim SMEKUL und beim Bundesamt für Strahlenschutz

Radonschutzmaßnahmen Planungshilfe für Neu- und Bestandsbauten



Weiterführende Informationen

www.radon.sachsen.de

STAATSMINISTERIUM
FÜR ENERGIE, KLIMASCHUTZ,
UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT



Radon
Vorkommen – Wirkung – Schutz



LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Schutz vor Radon
an Arbeitsplätzen in Innenräumen
Hinweise für ArbeitgeberInnen



STAATLICHE BETRIEBS-
GESELLSCHAFT FÜR UMWELT
UND LANDWIRTSCHAFT



Radonberatung



LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



**Ausweisung von Radon-
vorsorgegebieten in Sachsen**
Schriftenreihe, Heft 17/2020



STAATLICHE BETRIEBS-
GESELLSCHAFT FÜR UMWELT
UND LANDWIRTSCHAFT



Radon
Häufig gestellte Fragen



Radonmessungen in Schulen

