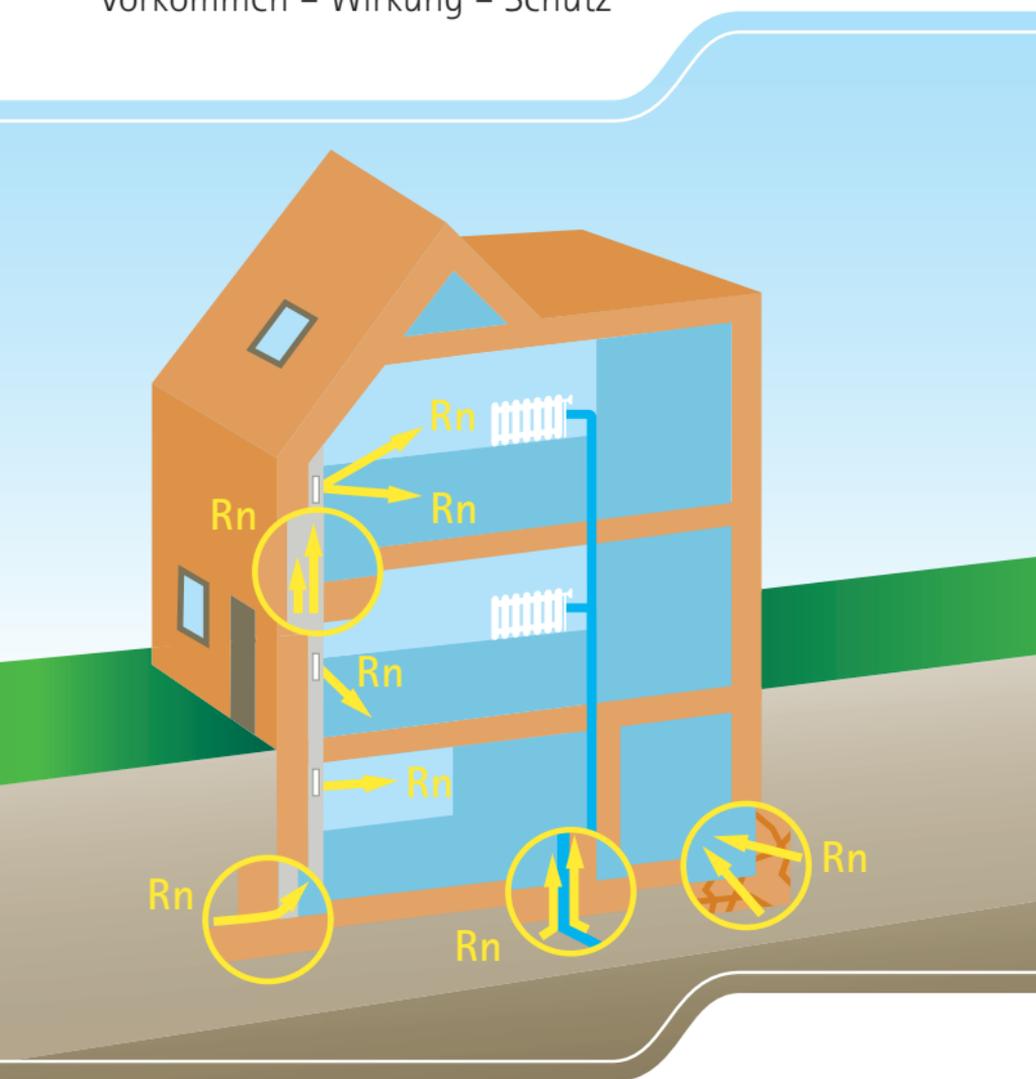


Radon

Vorkommen – Wirkung – Schutz





Inhalt

03	Einleitung
04	Herkunft und Eigenschaften
07	Gesundheitliche Wirkung des Radons
12	Radonvorkommen in Deutschland
15	Radon in Gebäuden
22	Radon an Arbeitsplätzen
24	Empfehlungen für Radonrichtwerte
26	Radonmessung
30	Schutzmaßnahmen
34	Adressen und Ansprechpartner
36	Impressum

Einleitung

Radon als mögliches Gesundheitsrisiko

Radon ist ein radioaktives Edelgas. Es ist natürlichen Ursprungs und wird hauptsächlich aus dem Boden in die Luft freigesetzt. Deshalb wird Radon vom Menschen eingeatmet und kann Lungenkrebs verursachen. Der Mensch kann sich vor den schädlichen Wirkungen durch geeignete Maßnahmen schützen.

Mit diesen Kernaussagen sind die folgenden Fragen verknüpft:

- Wo und wie gelangen Menschen mit Radon in Berührung?
- Wie bemerkt man, ob in der Atemluft hohe Radongehalte vorhanden sind? Um es gleich vorwegzunehmen: Radon lässt sich nicht riechen, schmecken, sehen oder fühlen.
- Wenn man Radon nicht mit den Sinnesorganen wahrnehmen kann – was ist dann geeignet und angemessen, um die Radonsituation richtig zu bewerten?
- Wie groß ist das gesundheitliche Risiko durch die Einwirkungen hoher Radonkonzentrationen?
- Wann sollte ich mich vor Radon schützen und wie kann das geschehen?
- Hat Radon nicht auch heilende Wirkung auf den menschlichen Organismus?

Das vorliegende Heftchen soll Antworten auf diese und einige weitere Fragen zum Radon geben. Es informiert über Eigenschaften des Radons, sein Vorkommen, die mögliche Gesundheitsgefährdung sowie über Empfehlungen für den Umgang mit Radon und den Schutz vor Radonbelastungen.

Herkunft und Eigenschaften

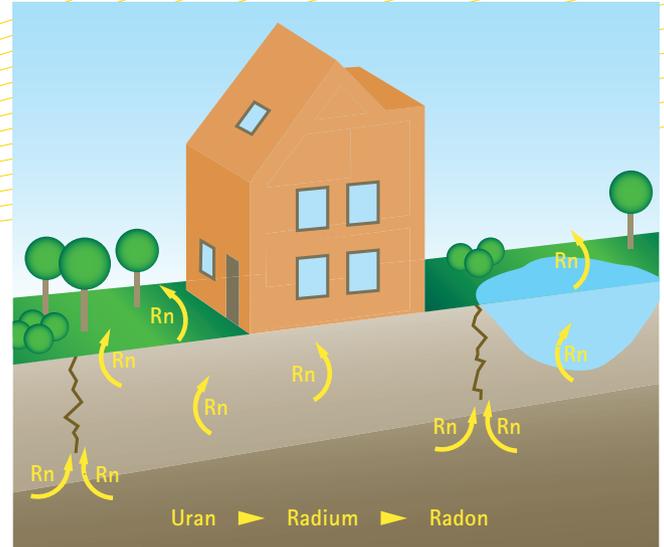
Radon – ein natürliches radioaktives Edelgas

Radon gibt es in der Natur nicht erst, seitdem es den Menschen gibt. Die Erdkruste enthält seit ihrer Entstehung natürliche radioaktive Elemente wie Uran und Thorium. Diese wandeln sich durch radioaktiven Zerfall um, bis nach mehreren Zwischenstufen (mit weiteren radioaktiven Elementen, wie z.B. Radium, Radon und Polonium) stabiles Blei entsteht. Bei den Zerfallsprozessen wird ionisierende Strahlung ausgesendet.

Die im Boden vorhandenen natürlichen radioaktiven Elemente können durch verschiedene Ausbreitungsprozesse in die Atmosphäre und in das Grund- und Oberflächenwasser gelangen sowie von Pflanzen und Tieren aufgenommen werden. Der Mensch ist deshalb seit jeher neben der Strahlung aus dem Kosmos auch weiteren natürlichen Strahleneinwirkungen ausgesetzt, die ihren Ursprung in der Zusammensetzung der Erdkruste haben. Radon ist hierbei, wie im Folgenden dargestellt, von besonderer Bedeutung.

Die Einwirkung der natürlichen Strahlenquellen auf den Menschen erfolgt zum einen durch die Aufnahme der radioaktiven Elemente in den Körper beim Atmen oder mit der Nahrung bzw. dem Trinkwasser. Von außen ist der Mensch dagegen vor allem der Gammastrahlung ausgesetzt, die von den natürlichen radioaktiven Elementen im Boden und in anderen Materialien (z. B. Baumaterialien) ausgesandt wird.

Radon¹⁾ stammt aus der natürlichen Uran-Radium-Zerfallsreihe, wobei Radium der unmittelbare Vorgänger des Radons ist. Uran und Radium kommen in unterschiedlichen Konzentrationen in allen Böden vor. Radon zerfällt mit einer Halbwertszeit von 3,8 Tagen²⁾ und sendet dabei Alpha-Strahlen aus, die aus Helium-Atomkernen bestehen.



Entstehung des Radons im Boden als Teil der natürlichen Uran-Radium-Zerfallsreihe und Transport in den Lebensraum des Menschen (Rn = Element-Symbol für Radon)

Radon ist farb-, geruch- und geschmacklos und kann deshalb vom Menschen nicht wahrgenommen werden. Radon ist als einziges natürliches radioaktives Element gasförmig und in Wasser und Fetten löslich.

Das Einatmen radonhaltiger Luft verursacht mit 1,1 mSv³⁾ pro Jahr im Mittel etwa die Hälfte der mittleren effektiven Dosis³⁾ durch natürliche Strahlenquellen für die Bevölkerung (s. Abbildung S. 6). Die gesamte natürliche Strahlenbelastung ist ungefähr genauso groß wie die Strahlenbelastung aus künstlichen Quellen, einschließlich medizinischer Anwendungen.

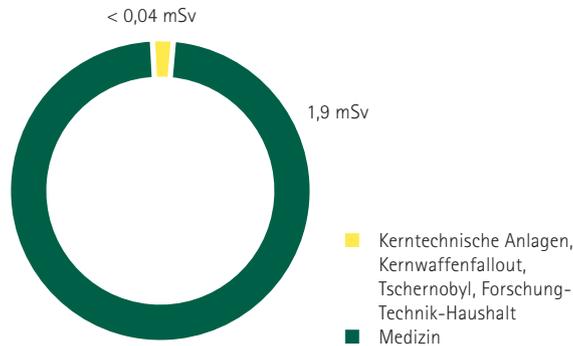
¹⁾ Hier (wie im gesamten Text) ist damit das wichtigste Radonisotop, das Radon-222, gemeint.

²⁾ Nach dieser Zeit sind jeweils die Hälfte der ursprünglich vorhandenen Atomkerne zerfallen.

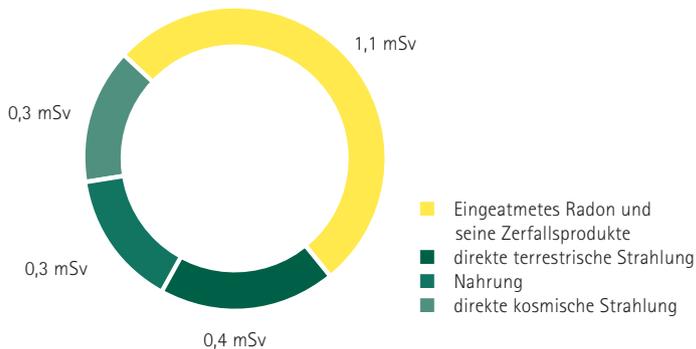
³⁾ Die effektive Dosis ist die physikalische Größe zur Beschreibung der Stärke von Strahleneinwirkungen. Sie hat die Maßeinheit Sievert (Sv, 1 Sv = 1.000 mSv = Millisievert).

Zusammensetzung der mittleren effektiven Jahresdosis durch ionisierende Strahlung in Deutschland im Jahr 2007⁴⁾

Künstliche Radioaktivität (insgesamt 1,94 mSv/Jahr)



Natürliche Radioaktivität (insgesamt 2,1 mSv/Jahr)



⁴⁾ Quelle: Daten aus dem Bericht des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit an den Bundestag über „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2007“

Gesundheitliche Wirkung des Radons

Gesundheitsrisiko oder Heilmittel?

Über die Atemwege gelangt nicht nur das Radon in die Lunge, denn es liegt in der Luft immer gemeinsam mit seinen kurzlebigen Zerfallsprodukten⁵⁾ vor. Während der größte Teil des Radons (als sich nicht anlagerndes Edelgas) wieder ausgeatmet wird, lagern sich seine ebenfalls eingeatmeten Zerfallsprodukte in der Lunge an. Somit trägt das Radon selbst nur wenig zur Strahlenbelastung bei. Den Hauptteil der Strahleneinwirkung in den Atemwegen bewirken die kurzlebigen Zerfallsprodukte des Radons, da sie hier weiter zerfallen. Ihre Strahlung kann Schäden in den Zellen des empfindlichen Lungengewebes auslösen. Der menschliche Organismus verfügt jedoch über Reparaturmechanismen, die die meisten derartigen Veränderungen in den Zellen beheben. Nur wenn solche Zellschäden infolge der Strahleneinwirkung nicht erfolgreich repariert werden, können diese zum Ausgangspunkt eines Lungenkrebses werden.

Auf Grundlage der bisherigen wissenschaftlichen Untersuchungen verwenden die Strahlenschutzgremien international die lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung ohne Schwellenwert für den praktischen Strahlenschutz. Danach nimmt die Wahrscheinlichkeit, an Lungenkrebs zu erkranken, in dem gleichen Maße zu wie die Dosis. So bewirkt z. B. eine Verdoppelung der Dosis eine Verdoppelung der Erkrankungswahrscheinlichkeit.

⁵⁾ Beim Zerfall von Radon entsteht zunächst Polonium, das über Blei- und Bismut-Isotope in ein weiteres Polonium-Isotop zerfällt. Die Zerfallsprodukte sind keine Edelgase, sondern elektrisch geladene Schwermetallatome.

Im Bereich kleiner Strahlenbelastungen, d. h. bei wenigen mSv³⁾ pro Jahr (Mittlere Strahlenbelastung siehe Abbildung S. 6), ist die einfache lineare Abhängigkeit wissenschaftlich umstritten, da sich hier eine Zunahme des Lungenkrebsrisikos nur sehr schwer nachweisen lässt. Um vorsorglich sicherzustellen, dass auch niedrige Strahlenbelastungen nicht unterschätzt werden, wird die lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung auch auf diesen Bereich angewendet.

Bei der Bewertung des Lungenkrebsrisikos durch Radon ist jedoch zu beachten, dass die mit der linearen Dosis-Wirkungs-Beziehung rechnerisch bestimmten Erkrankungszahlen nur als grobe Schätzungen mit sehr großen Unsicherheiten anzusehen sind. Der direkte Nachweis, ob ein Lungenkrebs durch Radon bzw. dessen kurzlebige Zerfallsprodukte verursacht wurde, ist an einem konkret Erkrankten nicht möglich.

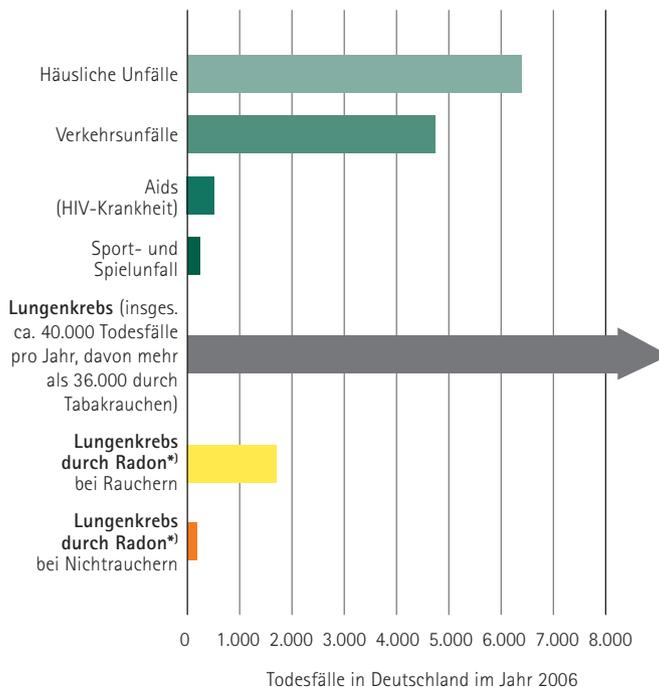
Erhöhtes Lungenkrebsrisiko durch Radon

Bei den besonders stark mit Radon belasteten Bergarbeitern des Uranbergbaus zeigte sich ein klarer Zusammenhang zwischen der Radonbelastung und dem Auftreten von Lungenkrebs. Zum Lungenkrebsrisiko durch Radon in Wohngebäuden wurden in Deutschland in den Jahren 1990 bis 1997 zwei große Bevölkerungsstudien durchgeführt. Sie gehören im internationalen Maßstab zu den umfangreichsten. Dabei wurden die Radonbelastungen von ca. 3.000 Lungenkrebspatienten mit denen einer nicht erkrankten Kontrollgruppe verglichen. Diese Studien wurden auf internationaler Ebene mit den Untersuchungen anderer Länder zusammengefasst und gemeinsam ausgewertet, um die naturgemäß großen Unsicherheiten der Ergebnisse durch die größere Anzahl der einbezogenen Lungenkrebsfälle zu verringern. Es zeigte sich ein Anstieg des Lungenkrebsrisikos, das sich bei 1.000 Bq/m³ gegenüber niedrigen Radonkonzentrationen von unter 100 Bq/m³ ⁶⁾ ungefähr verdoppelt (s. Abbildung S. 10).

Nach den Ergebnissen der Bevölkerungsstudien zum Lungenkrebsrisiko durch Radonbelastungen sind bei Anwendung der linearen Dosis-Wirkungs-Beziehung rechnerisch etwa 5 % der Lungenkrebsfälle in Deutschland auf Radon bzw. seine kurzlebigen Zerfallsprodukte zurückzuführen. Da über 90 % aller Lungenkrebsfälle durch das

⁶⁾ Bq (Becquerel) ist die Maßeinheit der Aktivität radioaktiver Stoffe (1 Bq = 1 Zerfall pro Sekunde). Bq/m³ ist daher die Konzentration (Aktivität bezogen auf das Luftvolumen in Kubikmeter).

Erwartete Todesfallzahlen für radonbedingten Lungenkrebs (abgeschätzt aus Risikomodellen, Unsicherheit: mehr als 1.000 Fälle) im Vergleich mit Fallzahlen einiger anderer Todesursachen ⁷⁾

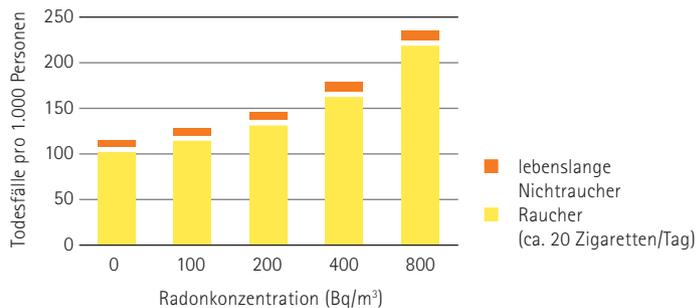


Tabakrauchen verursacht werden, wird Radon, wenn auch mit großem Abstand hinter dem Rauchen, als zweitwichtigste Lungenkrebsursache angesehen.

Wichtig bei der Einschätzung des Lungenkrebsrisikos ist, dass auch unter den statistisch dem Radon zugeordneten Lungenkrebsfällen mehr als 90 % bei Rauchern auftreten, da sich die Risiken durch Rauchen und Radon multiplizieren. Sie verstärken sich somit gegenseitig, so dass das Lungenkrebsrisiko für Raucher mit steigender Radonkonzentration stärker wächst als für Nichtraucher. Bei gleicher Radonbelastung ist für einen Raucher das Risiko, an Lungen-

⁷⁾ Quellen: Statistisches Bundesamt, *) Strahlenschutzkommission 2006.

Erwartete Todesfälle pro 1.000 Personen in Folge von Lungenkrebs bis zum 75. Lebensjahr⁸⁾



krebs zu erkranken, ca. 25-mal höher als für einen Nichtraucher. **Die wirksamste Maßnahme gegen Lungenkrebs ist deshalb, mit dem Rauchen aufzuhören bzw. gar nicht erst damit anzufangen.**

In welchem Maße sich das Lungenkrebsrisiko in Deutschland im Vergleich zu anderen Sterberisiken auswirkt, verdeutlicht Abbildung S. 9.

Schmerzlindernde Wirkung des Radons

Radon wird jedoch auch gezielt in der Medizin zu therapeutischen Zwecken eingesetzt. Es handelt sich dabei um eine spezielle Form der Strahlentherapie, die als Inhalationskur im Radonstollen, als Trinkkur oder als Bade-Kur (Wannenbäder) mit stark radonhaltigem Wasser durchgeführt wird.

In wissenschaftlichen Studien wurde bestätigt, dass bei Rheumaerkrankungen wie Morbus Bechterew (eine schmerzhafte Gelenkrheumaerkrankung) und rheumatoider Arthritis sowie degenerativen Wirbelsäulen- und Gelenkerkrankungen eine lang anhaltende (bis zu einem Jahr) Schmerzlinderung und Funktionsbesserung durch eine Radontherapie erzielt werden kann.

Bei der medizinischen Anwendung von Radon wirken die positiven Effekte und mögliche negative Einflüsse auf die Lunge nebeneinander. In der Regel überwiegt jedoch der Nutzen der Therapie deutlich ge-

genüber der Erhöhung des Risikos, an Lungenkrebs zu erkranken. Zudem ist ein Rückgang des Medikamentenverbrauchs, der meist mit schädlichen Nebenwirkungen und anderen Risiken (z. B. Magen- und Darmlutungen) verbunden ist, zu verzeichnen, was sich sehr positiv auf das allgemeine Befinden der Patienten auswirken kann.

Wie auch bei anderen Anwendungen von Medikamenten oder Strahlung ist es die Aufgabe des behandelnden Arztes, zwischen verschiedenen Behandlungsarten abzuwägen und dabei deren Nutzen in Bezug auf das Leiden des Patienten und die möglichen Nebenwirkungen zu betrachten. Die effektive Dosis durch eine Radon-Heilkur liegt im Bereich der mittleren Jahresdosis durch die natürliche Radioaktivität in der Umwelt (Abbildung S. 6).

In Sachsen werden Patienten in den Kurorten Bad Brambach und Bad Schlema therapeutisch mit Radon behandelt. Weitere Radonkurorte sind in

- **Deutschland:** Bad Schmiedeberg, Bad Kreuznach, Bad Münster, Bad Steben, St. Blasien, Sibyllenbad und Weissenstadt,
- **Österreich:** Bad Gastein, Bad Hofgastein, Bad Zell,
- **Tschechien:** Jáchymov (St. Joachimsthal).



Badekur in einem radonhaltigen Wannenbad⁹⁾

⁸⁾ Quelle: Darby u. a. 2005

⁹⁾ Quelle: Kurgesellschaft Schlema mbH, www.kur-schlema.de

Radonvorkommen in Deutschland

Radon im Boden – eine Frage der Geologie

Radon entsteht in allen Böden, Gesteinen und in vielen Baumaterialien, da sein „Mutterelement“ Radium dort in bestimmten Konzentrationen vorhanden ist:

Material	Radium-226-Gehalt in Bq pro kg ¹⁰⁾
Granit	30 – 500
Gneis	50 – 157
Basalt	6 – 36
Kies, Sand, Kiessand	1 – 39
Natürlicher Gips, Anhydrit	2 – 70
Ton, Lehm	<20 – 90
Ziegel, Klinker	10 – 200
Beton	7 – 92
Kalksandstein, Porenbeton	6 – 80
Kupferschlacke	860 – 2100
Gips aus der Rauchgasentschwefelung	<20 – 70
Braunkohlenfilterasche	4 – 200

Die Radonkonzentration im Erdreich und in der Bodenluft unterscheidet sich daher in Abhängigkeit von Boden- und Gesteinsart. Die zweite wichtige Einflussgröße für das „Radonangebot“ aus dem Untergrund ist die Gasdurchlässigkeit des Bodens, da das Radon von

¹⁰⁾ Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz, www.bfs.de/de/bfs/druck/infoblatt/nat_nuklide_baustoffe.html

seinem Entstehungsort noch an die Erdoberfläche bzw. die Bodenplatte eines Hauses gelangen muss, bevor es in die Freiluft austreten bzw. in das Haus eindringen kann.

Um das Radonvorkommen im Boden in Deutschland zu bestimmen, wurde im Auftrag des Bundesumweltministeriums eine Karte für das gesamte Bundesgebiet erstellt. Unterschieden wurden dabei die im folgenden aufgeführten Konzentrationsbereiche, die auch in der Karte auf S. 14 dargestellt sind:

Radonkonzentrationen in der Bodenluft in kBq/m³ (1 kBq/m³ = 1.000 Bq/m³)

< 20 sehr niedrige	20 – 40 niedrige	40 – 100 mittlere	> 100 hohe
Radonverfügbarkeit			

Gebiete mit hoher Radonverfügbarkeit sind danach u. a. im Erzgebirge, Thüringer Wald, Harz, Fichtelgebirge und Bayerischen Wald zu finden. Wie die Karte auf S. 14 zeigt, sind auch in vielen anderen Regionen mittlere bis hohe Radonkonzentrationen in der Bodenluft anzutreffen.

Die Deutschland-Karte kann jedoch nur einen regionalen Überblick liefern. Genaue Angaben zum Radonangebot an einem bestimmten Baustandort sind daraus nicht ableitbar, da dieses auch auf engem Raum große Unterschiede aufweisen kann. Deshalb empfiehlt es sich, zur Bewertung eines Baustandortes bzw. Hauses vor Ort gezielte Radonmessungen in der Boden- bzw. Innenraumluft durchführen zu lassen.

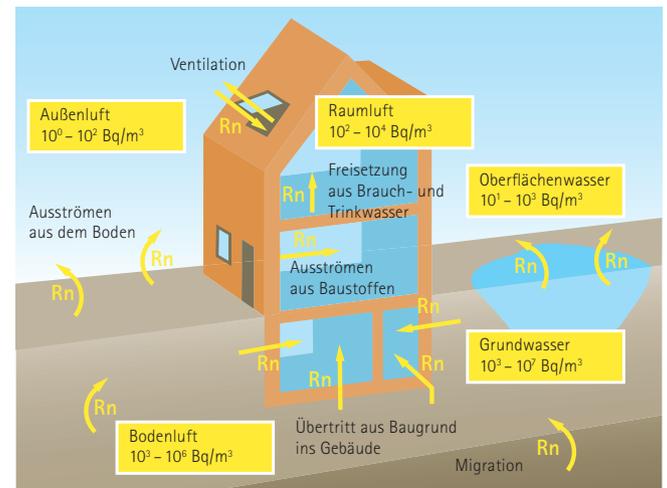
Ein bis 2009 durchgeführtes Messprogramm des Freistaates Sachsen hat die Anzahl der Bodenluftmesspunkte in Sachsen erheblich vergrößert, so dass erstmals eine genauere Radonkarte für ein ganzes Bundesland erstellt werden kann. Der diesbezügliche aktuelle Stand wird im Internet bereitgestellt:

■ www.umwelt.sachsen.de/umwelt/strahlenschutz/3331.htm

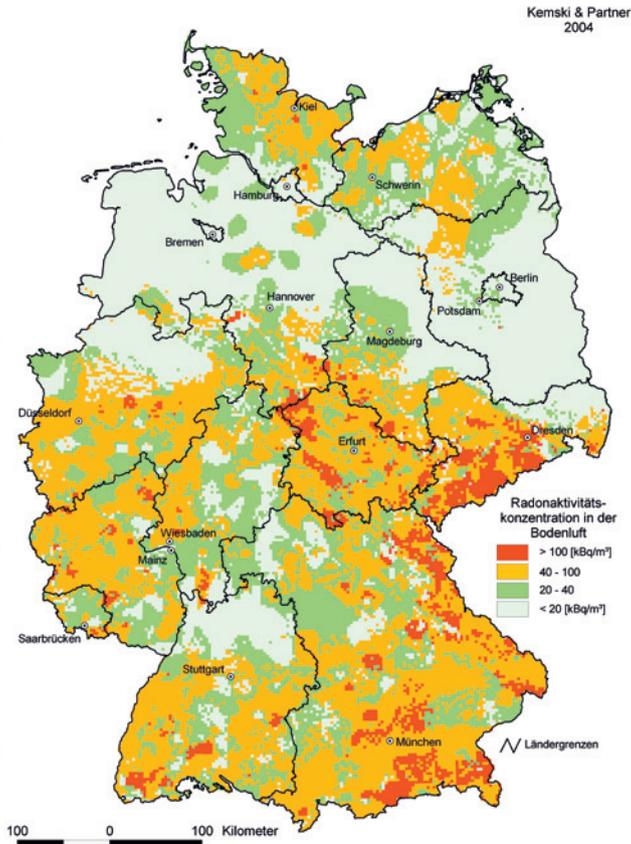
Radon in Gebäuden

Wie und wo kommt Radon ins Haus?

Nach dem Austritt aus der Erdoberfläche verdünnt sich das mit der Bodenluft mitgeführte Radon in der Luft im Freien in der Regel um mehr als das 1.000-fache (Bodenluft meist im Bereich von 10.000 bis 100.000 Bq/m³ gegenüber Freiluft mit ca. 10 Bq/m³). Beim Eindringen von Bodenradon in Häuser ist dieser Verdünnungseffekt wegen des beschränkten Luftaustauschs mit der Außenluft jedoch viel geringer. Außerdem wird das Eindringen des Radons in Häuser gefördert, weil in diesen durch Temperaturunterschiede gegenüber dem Boden ein Unterdruck herrscht, der das Ansaugen von Bodenluft bewirkt. Somit liegen die Radonkonzentrationen in Gebäuden oft nur ungefähr um das 100-fache niedriger als in der Bodenluft, d. h. im Bereich von unter 100 bis über 1.000 Bq/m³.



Radonkonzentration in der Umwelt und beim Eindringen des Radons in ein Haus



Regionale Verteilung von erwarteten Radonkonzentrationen in der Bodenluft in Deutschland ¹¹⁾

Die Messpunktdichte und örtliche Auflösung (Rasterquadrate 3 x 3 km) erlauben keine lokalen Aussagen, d. h. auch nicht auf Gemeindeebene.

In Sachsen treten besonders hohe Radonkonzentrationen in der Bodenluft (300 – 500 kBq/m³) vor allem in Regionen des ehemaligen Uranbergbaus auf.

¹¹⁾ Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz, www.bfs.de/de/ion/radon/radon_boden/radonkarte.html



Mögliche Radon-Eintrittspfade in einem Keller an Leitungsdurchführungen und über das Mauerwerk

Zusätzlich zum Eindringen von Bodenradon in Gebäude durch Undichtigkeiten kann Radon auch aus Baumaterialien freigesetzt werden. Weil Radon wasserlöslich ist, kann es mit Trink- bzw. Brauchwasser in Häuser gelangen und beim Duschen oder Kochen freigesetzt werden. Diese Beiträge führen jedoch in der Regel zu wesentlich niedrigeren Radonbelastungen als durch das Eindringen von Bodenradon. Der Beitrag der Baumaterialien liegt dabei im Mittel bei ca. 30 Bq/m³ und übersteigt in der Regel 70 Bq/m³ nicht. In Einzelfällen kann Radon aus Baumaterial bedeutsam werden, wenn Natursteine oder bergbauliche bzw. industrielle Rückstände mit erhöhten Radiumgehalten (z. B. aus der Uranerzaufbereitung, Haldenmaterial oder Kohleschlacken) direkt als Baumaterial, Beton- oder Mörtelzuschlagstoff oder für Fundamente bzw. Hinterfüllungen beim Hausbau verwendet wurden.

Wichtig für das Eindringen des Radons aus dem Boden ist die Barriere, die die Bodenplatte und die erdberührten Wände eines Hauses darstellen. Sofern keine offenen Undichtigkeiten (z. B. Risse oder Spalte an Leitungsdurchführungen) vorhanden sind, erreicht nur das Radon den Innenraum, das während der Diffusion¹²⁾ durch diese Barriere noch nicht zerfallen ist (Halbwertszeit²⁾ 3,8 Tage, nach 3 Halbwertszeiten ist fast 90 % der Ausgangsmenge zerfallen).

Besondere Aufmerksamkeit ist geboten, wenn sich ein Gebäude in unmittelbarer Nähe von Bergbauhalden befindet oder eine luftgängige Verbindung mit unterirdischen Hohlräumen besteht. Hier

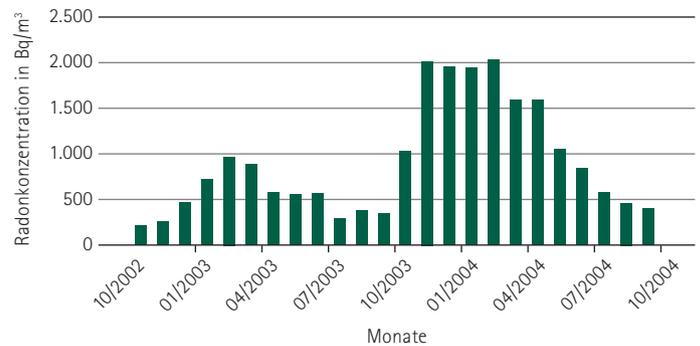
¹²⁾ „Fließendes“ Eindringen in Folge des Konzentrationsunterschieds, im Gegensatz zum „Strömen“ durch ein Loch.

können stark erhöhte Radonkonzentrationen auftreten. So wurden die höchsten Radonkonzentrationen in Gebäuden mit einer Verbindung zu Gruben Hohlräumen gemessen. Da im Erzgebirge und Vogtland bereits seit Jahrhunderten ein intensiver Bergbau betrieben wurde, sind insbesondere hier Gebäude mit Verbindungen zu unterirdischen Hohlräumen anzutreffen.

Jahreszeitliche Unterschiede

Die Radonkonzentrationen in Gebäuden unterliegen jahreszeitlichen Schwankungen. Da im Winter meist deutlich weniger gelüftet wird und der Temperaturunterschied zwischen dem Boden und dem Hausinneren größer als im Sommer ist, sind in dieser Zeit meist höhere Konzentrationen als in der warmen Jahreszeit festzustellen. In der Abbildung (s. u.) ist hierfür ein Beispiel dargestellt, das verdeutlicht, dass die Innenraum-Radonkonzentration im Winter um ein Mehrfaches höher liegen kann als im Sommer.

Verlauf der Monatsmittelwerte der Radonkonzentration in einem Erdgeschossraum¹³⁾



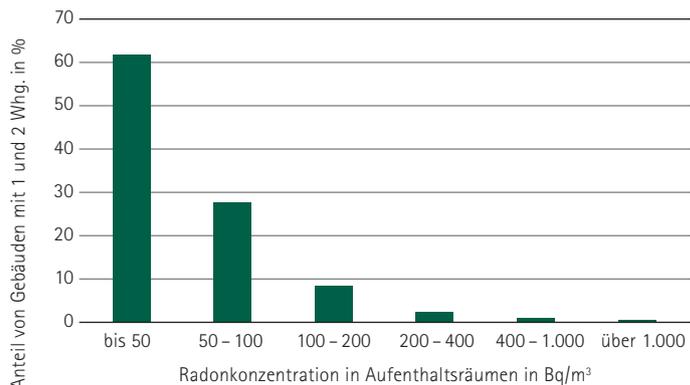
Die jahreszeitlichen Unterschiede sind nicht in jedem Jahr gleich groß. Hierfür sind unterschiedliche Witterungsverhältnisse in den Jahren verantwortlich. So können die Jahreszeiten wärmer oder kälter ausfallen. Einen wichtigen Einfluss haben auch die ebenfalls veränderlichen Windverhältnisse an den Außenwänden, da diese den Luftaustausch über Undichtigkeiten an Fenstern und Türen bestimmen.

¹³⁾ Quelle: Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft

Radonkonzentrationen in Wohnungen

Die durchschnittliche Radonkonzentration in Wohnungen liegt in Deutschland bei ca. 50 Bq/m³. Die Spitzenwerte erreichen mehrere 1.000 Bq/m³. Sie treten jedoch nur sehr selten auf (geschätzt 4 von 10.000 Wohnungen mit mehr als 1.000 Bq/m³).

Häufigkeitsverteilung der Radonkonzentration in Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern ¹⁴⁾



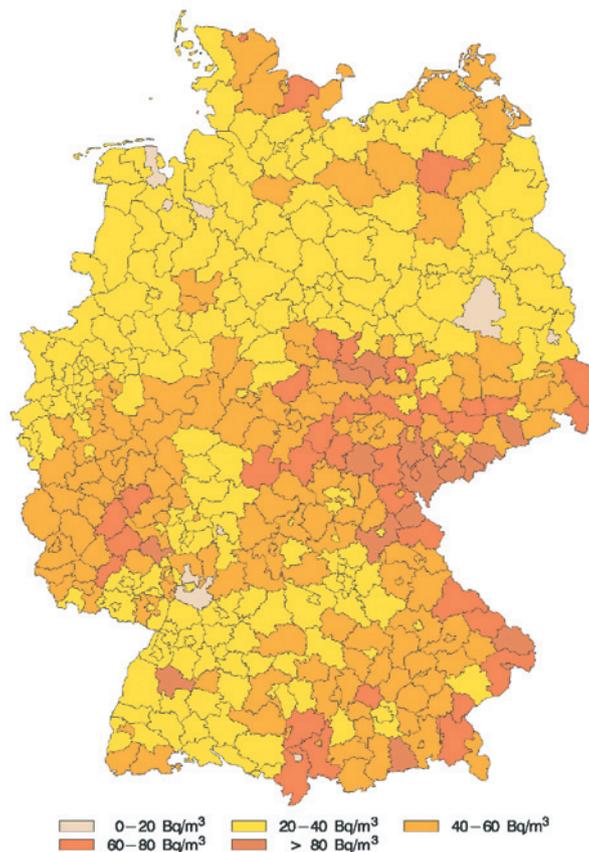
Gegenüber der im obenstehenden Diagramm dargestellten mittleren Verteilung für die gesamte Bundesrepublik, gibt es jedoch auch erhebliche regionale Unterschiede. So liegt z. B. auf Grund der geologischen und bergbaulichen Gegebenheiten sowie der Bausubstanz der Mittelwert in sächsischen Wohnungen bei ca. 80 Bq/m³. Dem-



Radonmessung mit einem Radonmonitor in einem Neubau

¹⁴⁾ Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz, Daten: www.bfs.de/de/ion/radon/radon_in_haeusern.html

entsprechend zeigt die Karte unten mit den (geometrischen) Mittelwerten der Kreise (Verwaltungsstand 2001) die höchsten Werte u. a. in Sachsen. Wegen des im Diagramm dargestellten prinzipiellen Verlaufs der Häufigkeitsverteilung der Radonkonzentration sind jedoch auch in Kreisen mit höheren Mittelwerten in den meisten Wohnungen niedrige Radonkonzentrationen anzutreffen. In Kreisen mit niedrigen Mittelwerten sind hingegen auch einzelne Fälle hoher Radonkonzentrationen zu erwarten.



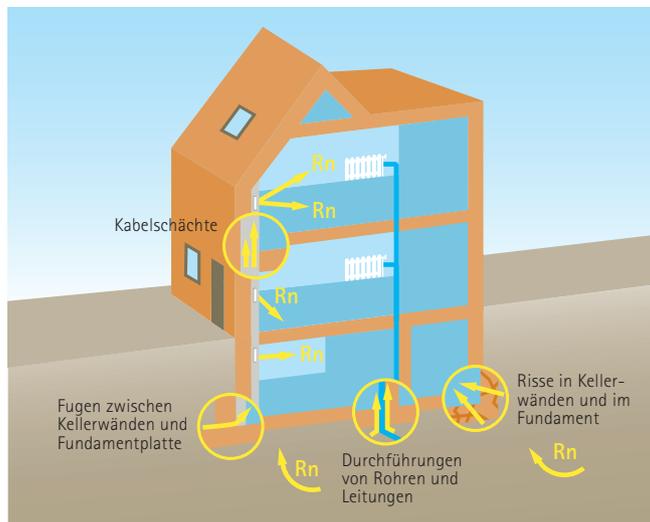
Geometrische Mittelwerte der Radonkonzentration in Wohnungen in Deutschland (nach Menzer et al. 2006) ¹⁵⁾

¹⁵⁾ Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz, www.bfs.de/de/ion/radon/radon_in_haeusern.html

Eintrittspfade, Gebäudeeinfluss und Nutzungsverhalten

Die Konstruktion des Hauses und vor allem die Dichtigkeit seiner erdberührten Hülle (Bodenplatte, Kellerwände, Durchführungen von erdverlegten Leitungen) sind entscheidend dafür, welche Eintrittspfade für das Bodenradon vorhanden sind und welche Menge an Radon aus dem Boden in das Gebäude gelangen kann (s. Abbildung unten).

Neben dem Radonangebot im Boden und dem Vorhandensein von Eintrittspfaden für Radon in das Haus spielen die Gewohnheiten der Bewohner bzw. Nutzer (z. B. bei Arbeitsräumen) eine wichtige Rolle. An erster Stelle steht hierbei das Lüften der Räume, da durch den Austausch mit der Außenluft eine deutliche Verdünnung erreicht wird.



Eintrittspfade und Ausbreitung des Radons im Haus

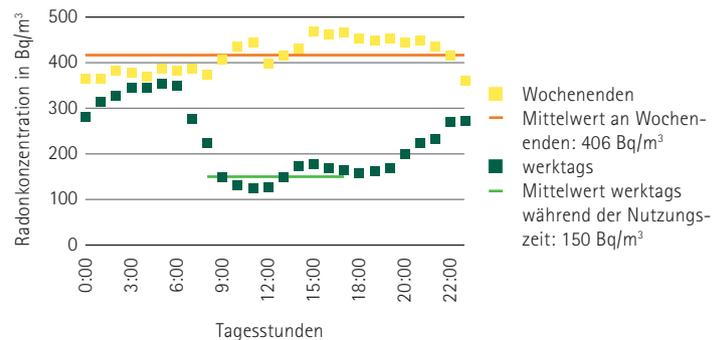
Darüber hinaus ist die Radonkonzentration in den verschiedenen Etagen und Räumen eines Gebäudes vom Luftaustausch innerhalb des Hauses, von der Raumaufteilung und ihrer Nutzung abhängig. Das aus dem Baugrund in den Kellerbereich bzw. bei fehlender Unterkellerung in das Erdgeschoss gelangte Radon breitet sich vor allem über Treppenaufgänge, Leitungsschächte sowie sonstige Kabel- und Rohrdurchführungen in die höheren Etagen aus. In der Regel ist dabei eine Abnahme der Radonkonzentration gegenüber dem Keller- bzw. Erdgeschoss festzustellen.



Radoneintrittspfade an unzureichend abgedichteten Leitungsdurchführungen

Sind die Nutzer nicht anwesend oder nicht aktiv (z. B. während der Nachtstunden), so fehlt in dieser Zeit der sonst durch das Öffnen von Türen und das Umhergehen verursachte Luftaustausch und die Radonkonzentration erreicht oft höhere Werte als während der aktiven Nutzung.

Mittlere Tagesgänge der Radonkonzentration in einem Büroraum im Erdgeschoss (Stundenmittelwerte aus Stundenmessungen über 2 Wochen)¹⁶⁾



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.

¹⁶⁾ Quelle: Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft

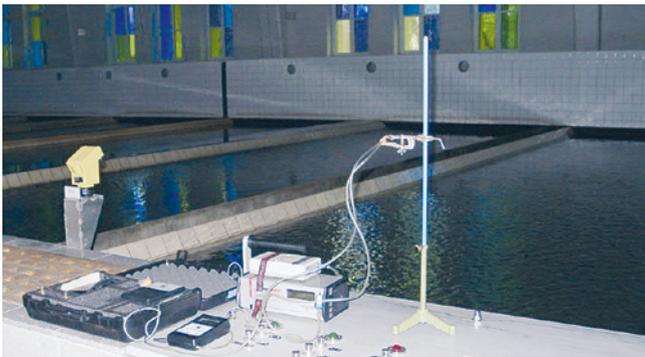
Radon an Arbeitsplätzen

Besonderer Schutz der Beschäftigten

Bei bestimmten Betriebsprozessen kann sich Radon an Arbeitsplätzen so stark anreichern, dass Schutzmaßnahmen für die Beschäftigten geboten sind. Folgende Arbeitsfelder unterliegen deshalb gemäß Teil 3 der Strahlenschutzverordnung der strahlenschutzrechtlichen Kontrolle:

- untertägige Bergwerke, Schächte und Höhlen, einschließlich Besucherbergwerke,
- Radon-Heilbäder und -Heilstollen,
- Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung.

Da in den Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung sehr große Wassermengen durchgesetzt werden und z. B. als Rohwasser eingesetztes Grundwasser noch nicht entlüftet ist



Filterhalle Coschütz

(d. h. deutlich mehr Radon enthält als Oberflächenwasser), kann abweichend von den Gegebenheiten im Wohnbereich die Entgasung des Radons aus dem Wasser hier eine wichtige Rolle spielen.

In der Strahlenschutzverordnung ist für die o. g. Arbeitsplätze ein Richtwert für die effektive Dosis von 6 mSv pro Jahr festgelegt, dessen Überschreitung der zuständigen Strahlenschutzbehörde mitgeteilt werden muss. Dort Beschäftigte müssen dosimetrisch überwacht werden. Maximal erlaubt ist eine effektive Dosis von 20 mSv pro Jahr (Grenzwert). Auch unterhalb des Grenzwertes sind angemessene Maßnahmen zu ergreifen, um unnötig hohe Belastungen der Beschäftigten zu vermeiden.



Profilierung und Abdeckung einer Halde des Uranerzbergbaus

Ehemaliger Uranerzbergbau

Eine wichtige Rolle spielt das Radon auch beim Strahlenschutz für die Beschäftigten der Wismut GmbH bei der Sanierung der Hinterlassenschaften des ehemaligen Uranerzbergbaus. Auf Grund des hohen Radiumgehalts des Uranerzes können sich in Grubenhohlräumen unter Tage erhebliche Radonkonzentrationen aufbauen. Um die Bergarbeiter zu schützen, ist eine gezielte und ausreichende Frischluftzufuhr erforderlich. Außerdem muss auch bei Sanierungsarbeiten an Abraumhalde und Absetzanlagen mit erhöhten Radonkonzentrationen gerechnet werden.

Empfehlungen für Radonrichtwerte

Vorgaben für Wohnungen

Außer für die im vorangegangenen Abschnitt genannten Arbeitsplätze gibt es in Deutschland keine gesetzlichen Grenzwerte für die Radonbelastung an Arbeitsplätzen oder in Wohnungen. Deshalb werden als Maßstab für die Bewertung von Radonkonzentrationen in Räumen Empfehlungen verwendet, die auf internationaler bzw. deutscher Ebene ausgesprochen wurden.

Die Europäische Kommission (Empfehlung 90/143/Euratom aus dem Jahr 1990) empfiehlt:

- als Planungswert für Neubauten eine jährliche durchschnittliche Radonkonzentration von 200 Bq/m^3 festzulegen, die in Wohnräumen nicht überschritten werden sollte.
- in bereits bestehenden Gebäuden Maßnahmen zu ergreifen, wenn im Jahresdurchschnitt der Referenzwert¹⁷⁾ von 400 Bq/m^3 überschritten wird. Gegenmaßnahmen sollen umso dringlicher ergriffen werden, je weiter dieser Wert überschritten wird.

Der Unterschied zwischen dem Referenzwert für die Sanierung eines bestehenden Gebäudes und dem Planungswert für einen Neubau verdeutlicht, dass es bei bestehenden Gebäuden oft deutlich schwieriger ist niedrigere Zielwerte zu erreichen. Im Sinne eines angemessenen Aufwand-Nutzen-Verhältnisses und des Bestandsschutzes ist eine solche Unterscheidung gerechtfertigt.

¹⁷⁾ Ein Referenzwert ist ein Bezugswert, der als Maßstab für Vergleiche mit gemessenen Werten festgelegt wird.



Messung der Radonkonzentration mit einem Radondosimeter (kleine schwarze Kapsel rechts) zum Vergleich mit dem Referenzwert

Die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) ist zu ähnlichen Einschätzungen wie die Europäische Kommission gekommen und bezeichnet eine Radonkonzentration von 250 Bq/m^3 als obere Grenze des Normalbereichs (SSK 1988, 1994). Weil die zusammenfassende Auswertung von 13 Einzelstudien aus 9 europäischen Ländern jedoch auch eine Erhöhung des Lungenkrebsrisikos bei Radonkonzentrationen unterhalb von 250 Bq/m^3 zeigte, hat die Strahlenschutzkommission in ihren letzten Stellungnahmen (2004, 2005, 2006) empfohlen, bei Entscheidungen über konkrete Maßnahmen zur Reduzierung von Radonkonzentrationen in Wohnungen auch den Bereich unterhalb von 250 Bq/m^3 zu berücksichtigen.

Wie im Abschnitt über die gesundheitlichen Auswirkungen des Radons deutlich geworden ist, gibt es bei der Anwendung der linearen Dosis-Wirkungs-Beziehung ohne Schwellenwert theoretisch keine Grenze, unterhalb der kein radonbedingtes Lungenkrebsrisiko besteht (s. a. Seiten 7 – 10). Andererseits weist das für leicht erhöhte Radonkonzentrationen (d. h. bei wenigen 100 Bq/m^3) abgeschätzte zusätzliche Lungenkrebsrisiko sehr große Unsicherheiten auf. Festzuhalten bleibt deshalb, dass kein Wert die Grenze zwischen ungefährlichen und gefährlichen Radonkonzentrationen ziehen kann, sondern dieser Übergang fließend ist. Daher wurden Richtwerte für die Radonkonzentration in verschiedenen Ländern im Detail auch unterschiedlich festgelegt. Sie liegen jedoch alle im Bereich weniger 100 Bq/m^3 . Die in den verschiedenen Empfehlungen genannten Werte stellen somit keine scharfen Grenzwerte, sondern Referenzwerte dar, die signalisieren sollen, ab welchem Konzentrationsniveau Radon beachtet und Maßnahmen zur Senkung in Betracht gezogen werden sollten.

Radonmessung

Geeignete, zuverlässige Messverfahren

Grundlage aller Vergleiche und Bewertungen bei der Beschäftigung mit dem Thema „Radon“ sind letztlich Messwerte der Radonkonzentration. Daher ist es wichtig, diese Messungen mit geeigneten und dem konkreten Untersuchungszweck angepassten Messverfahren durchzuführen.

Die erste diesbezügliche Unterscheidung erfolgt nach der Frage, ob mittels Messungen in Gebäuden die Radonkonzentration in der Atemluft festgestellt oder ob durch eine Bodenluftmessung die Radonverfügbarkeit im Boden eingeschätzt werden soll.

Für die Messung der Radonkonzentration in der Bodenluft existieren verschiedene Verfahren, deren Vergleichbarkeit zurzeit noch untersucht wird:

Beprobung	Messung	spezieller Einsatzzweck
Ansaugen von Bodenluft mit einer rohrförmigen, gegen den Boden abgedichteten Sonde aus 1 m Tiefe	Messung der Szintillation ¹⁸⁾ der entnommenen Bodenluftprobe (auch später im Labor)	Baugrunduntersuchung ^{*)} oder Kartierung
Kontinuierliches Fördern der Bodenluft aus 1 m Tiefe durch eine rohrförmige Sonde mittels einer Pumpe	gleichzeitig Messung mittels Radonmonitor im Durchflussbetrieb	hauptsächlich Baugrunduntersuchung ^{*)}
Registrierung der Alphateilchen mit einem Kernspurdetektor ¹⁹⁾	Messung in 1 m Tiefe und anschließende Laborauswertung	Baugrunduntersuchung ^{*)} oder Kartierung

^{*)} Beprobung möglichst von der Sohle der Baugrube aus.



Beprobung der Bodenluft mit einer 1 Meter-Packersonde zur Ermittlung der Radonkonzentration in der Bodenluft²⁰⁾

Beim Vergleich der Ergebnisse von Bodenluftmessungen ist zu beachten, dass die Messergebnisse auch bei fehlerfreier Beprobung (keine Verdünnung der Probe mit atmosphärischer Luft durch Undichtigkeiten) sehr stark von den äußeren Bedingungen bei der Probenahme beeinflusst sein können (Bodenfeuchte, Temperatur, Luftdruck).

¹⁸⁾ Als Szintillation (lat. „Funkeln“) bezeichnet man die Eigenschaft bestimmter Stoffe, auf das Einwirken ionisierender Strahlung mit dem Aussenden von Lichtblitzen zu reagieren, die bei der Messung gezählt werden.

¹⁹⁾ Ein Kernspurdetektor enthält ein empfindliches, filmartiges Material, in dem die Alphateilchen des Radons feine Spuren hinterlassen, die durch Ätzung sichtbar gemacht und unter dem Mikroskop ausgezählt werden können.

²⁰⁾ Quelle: Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft

Die untenstehende Tabelle gibt einen Überblick über die bei Raumluftmessungen eingesetzten Geräte und ihren speziellen Einsatzzweck. Prinzipiell wird hierbei zwischen passiven und aktiven Messverfahren unterschieden. Passive Messsysteme (z. B. Kernspurdetektor) benötigen keine Energieversorgung und werden nachträglich ausgewertet, während aktiv messende Geräte eine (batteriegestützte) Energieversorgung besitzen, meist Zwischenwerte und auch zeitliche Verläufe abbilden können.

Messverfahren für Raumluftradon

Dauer der Messung	Zweck	Methode	
		aktiv	passiv
Minuten/ Stunden	grobe Orientierungsmessung, Eintrittspfadsuche	kontinuierliche Messung mit Radonmonitor oder elektronischem Dosimeter und Abspeicherung einer Zeitreihe der Messwerte	
einige Tage	Orientierungsmessung (Screening), Erfassung kurzzeitiger Schwankungen bzw. des Tagesganges (z. B. zur Untersuchung von Zusammenhängen)		nur für Orientierungsmessungen: Kernspur- oder Elektretdetektor oder Radonsammler (Aktivkohle) und anschließende Labormessung
einige Wochen bis ein Jahr	Bewertung der tatsächlichen, im Mittel herrschenden Radonbelastung durch Vergleich mit Referenzwerten als Entscheidungsgrundlage für Maßnahmen	bei speziellen Fragestellungen: wiederholte zeitaufgelöste Messungen über bestimmte Zeitschnitte mit den o. g. Messgeräten	Messung mit Kernspur- oder Elektretdetektor und anschließende Laborauswertung



Kernspurdetektor zur Registrierung von Radon in Häusern über Zeiträume bis zu einem Jahr ²¹⁾

Bei den oft eingesetzten Kernspurdetektoren handelt es sich äußerlich um pralinengroße Kapseln, die an unscheinbaren Stellen im Raum eingesetzt werden können und kaum störend wirken (keine Geräusche oder Lichtausstrahlung). Sie können bei entsprechenden Firmen und anerkannten Messstellen bezogen werden (s. Anhang).

Wie in den Abbildungen S. 17 und S. 21 beispielhaft zu sehen ist, kann die Radonkonzentration in einem Haus große zeitliche Schwankungen aufweisen. Für die tatsächlich herrschende Belastung ist jedoch die während der Aufenthaltszeit im Mittel vorhandene Radonkonzentration maßgeblich. Wenn Messungen zur Erfassung der Radonbelastung durchgeführt werden, muss deshalb ausreichend lange gemessen werden, damit sich die kurzzeitigen Schwankungen ausgleichen können. Durch eine Jahresmessung oder mehrere Messungen zu verschiedenen Jahreszeiten wird sichergestellt, dass deren unterschiedliche Beiträge zur jährlichen Belastung erfasst werden.

²¹⁾ Quelle: Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft

Schutzmaßnahmen

Wege, die Belastung zu verringern

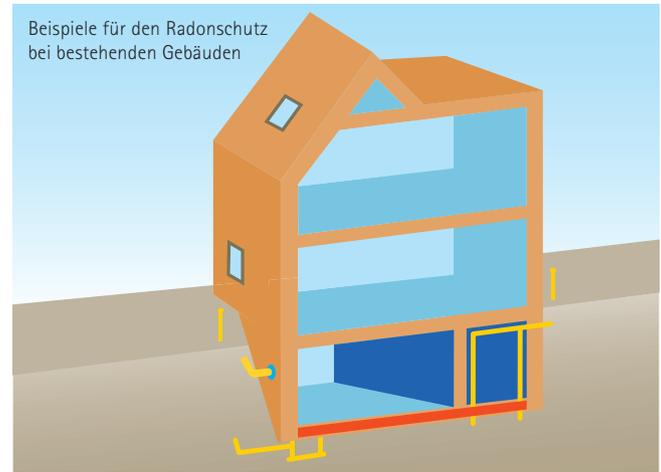
Während sich auf das Vorhandensein des Radons im Boden kaum Einfluss nehmen lässt, gibt es eine ganze Reihe von Möglichkeiten für den Radonschutz von Gebäuden. Weil die drei Hauptfaktoren:

1. Radonangebot des Baugrundes,
2. Eintrittsmöglichkeiten des Bodenradons in das Haus sowie
3. Ausbreitung des Radons im Haus und das Nutzungsverhalten

in unterschiedlichem Maße zur Radonkonzentration beitragen, gibt es keinen universellen Radonschutz, der alle Situationen gleichermaßen abdeckt.

Radonsanierung bei bestehenden Gebäuden

Bei bereits bestehenden Gebäuden sind die Suche nach den Eintrittsstellen des Radons sowie die Prüfung der baulichen Gegebenheiten wesentliche Voraussetzungen für eine erfolgreiche und kostengünstige Sanierung. Wenn Radoneintrittspfade (z. B. ungenügend abgedichtete Leitungsdurchführungen) durch Messungen nachgewiesen wurden, kann im Sinne einer sparsamen Kleinreparatur die Abdichtung versucht werden. Wenn jedoch Radon an vielen Stellen gleichzeitig oder sogar flächenhaft eindringt, überfordern die notwendigen Maßnahmen den Heimwerker oftmals. In diesen Fällen sollte die Analyse der Ausgangssituation, die Planung und die Ausführung des Radonschutzes in die Hände von Fachfirmen gelegt werden. Meist gibt es mehrere Ansatzpunkte, die sich jedoch hinsichtlich des Aufwandes, der Kosten und der Wirksamkeit der möglichen Maßnahmen deutlich unterscheiden können.



1. wenn möglich, Änderung der Raumnutzung
2. Abdichtung von
 - **Leitungsdurchführungen**,
 - offenkundigen Undichtigkeiten (z. B. Risse),
 - **Flächen** mittels Dichtungsbahnen oder Anstrichen
3. Verbesserung der Druckverhältnisse:
 - **Unterbodenentlüftung** mittels Sammelschacht bzw. über mehrere Ansaugstellen
 - Entlüftung von **Hohlböden**

Radonbeeinflussung durch Nutzungsverhalten

Oft hat die Anreicherung des Radons in den Aufenthaltsräumen mehr mit dem Verhalten der Nutzer als mit dem Gebäude selbst zu tun. So liegt in ca. 90 % des Altbaubestandes in Deutschland der Luftwechsel unter 0,5 pro Stunde²²⁾, der als Mindestluftwechsel u. a. zur Vermeidung von Schimmelpilzbefall empfohlen wird. Die Einhaltung des Mindestluftwechsels würde wegen der damit verbundenen stärkeren Verdünnung des Radons die mittleren Radonkonzentrationen in der Atemluft deutlich senken.

Durch Maßnahmen zum verbesserten Wärmeschutz wird z. B. oft die Luftdichtigkeit des Gebäudes auf Kosten des natürlichen Luftwechsels verändert. Da Wohnhäuser meist nicht mit einer technischen Lüftungsanlage ausgestattet sind, hängt es stark vom individuellen

²²⁾ Ein Luftwechsel von 0,5 pro Stunde bedeutet, dass 50 % der Luft des Raumes pro Stunde ausgetauscht wird.

Verhalten bei der Fensterlüftung ab, welcher Luftwechsel in einer Wohnung erreicht wird und wie weit deshalb das Radon in der Atemluft verdünnt wird. Da sich häufiges und gründliches, jedoch wegen der Wärmeverluste nicht zu langes Durchlüften auch in anderer Hinsicht gesundheitlich positiv auswirkt (z. B. gegen Schimmelpilz oder flüchtige Stoffe aus Möbeln und Fußbodenbelägen), sollte es bewusst als ein wichtiger Teil der täglichen Verrichtungen wie die Mahlzeiten oder die Körperhygiene angesehen werden.

Radonschutz beim Neubau

Weil im größten Teil Sachsens ein mittleres bis hohes Radonangebot im Boden vorhanden ist (s. Karte S. 14), sollte dieser Gesichtspunkt vorsorglich bei allen Neubauvorhaben beachtet werden. Radonkonzentrationen in der Bodenluft von einigen 10 kBq/m^3 lassen sich durch normgerechten und fehlerfrei ausgeführten Schutz gegen die Bodenfeuchte gut beherrschen. Zusätzliche Radonschutzmaßnahmen bei hohem Radonangebot im Boden können zu verhältnismäßig geringen Kosten realisiert werden, sofern sie von vornherein geplant und in den Bauablauf eingeordnet werden.

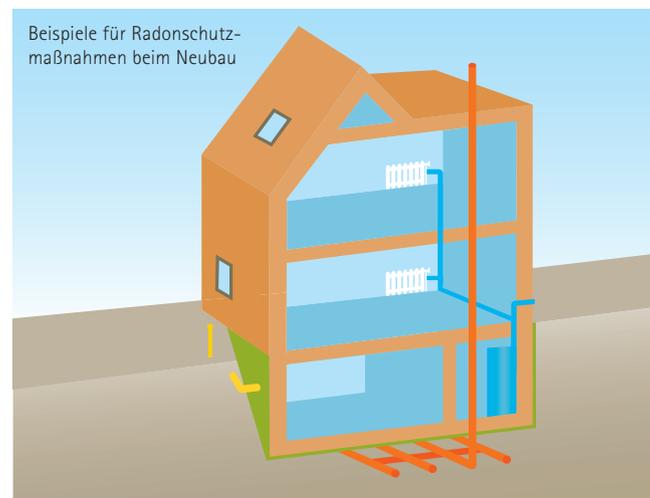
In jeder Region Sachsens, in der mit mittleren bis hohen Radonkonzentrationen in der Bodenluft zu rechnen ist, sollte daher vor Beginn eines Bauvorhabens mittels Bodenluftmessungen das Radonangebot des Untergrundes festgestellt werden. Auf der Grundlage der Messwerte kann ein sachkundiger Bauingenieur oder Architekt die Notwendigkeit des baulichen Radonschutzes einschätzen und



Bodenluft radonmessung in einer Baugrube

diesen ggf. in die Bauplanung aufnehmen. Auf diese Weise sind angemessene Schutzmaßnahmen im Fundament- und Kellerbereich technisch gut planbar und finanziell sicher kalkulierbar.

Die Abbildung unten verdeutlicht an welchen Stellen der spezielle Radonschutz bei einem Neubau ansetzen kann. Zusätzlich besteht auch die Möglichkeit, Nutzungen mit langen täglichen Aufenthaltszeiten (z. B. Kinder- oder Schlafzimmer) vorsorglich nicht im Kellerbereich bzw. einem nicht unterkellerten Erdgeschoss zu planen, weil dort meist höhere Radonkonzentrationen anzutreffen sind als in den darüber liegenden Etagen.



1. **Gasdichte Baufolien** unter der Bodenplatte und an den Kellerwänden (Folien miteinander gasdicht verbunden) als Sperre gegen Bodenluft.
2. **Drainschichten im Baugrund** mit Be- und Entlüftungssystem zur gezielten Ableitung von Bodenluft mit hoher Radonkonzentration.
3. **Heizungsanlagen ohne Unterdruckerzeugung** (mit direkter Außenluftzufuhr) zur Reduzierung des Ansaugens von Bodenluft.

Detailliertere Informationen zu möglichen Radonschutzmaßnahmen geben Publikationen von Bundesbehörden (Merkblätter zur Senkung der Radonkonzentration in Wohnhäusern und das Radon-Handbuch Deutschland, Bezugsmöglichkeiten s. S. 35).

Adressen und Ansprechpartner

Auf einen Blick

Radonberatung in Sachsen:

Vom Freistaat Sachsen wird eine Beratung zu Radon in Gebäuden durch eine speziell hierfür eingerichtete Radonberatungsstelle in Bad Schlema und Chemnitz kostenlos angeboten. Auch kostenlose Radonmessungen im Rahmen von Messprogrammen des Freistaates werden durch die Radonberatungsstelle durchgeführt (Teilnahmebedingungen auf Anfrage).

Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft

- Radonberatungsstelle
Prof.-Dr.-Rajewsky-Straße 4
08301 Bad Schlema
Telefon/Telefax: +49 3772 24214
E-Mail: radonberatung@smul.sachsen.de

- 2. Landesmessstelle für Umweltradioaktivität
Dresdner Straße 183
09131 Chemnitz
Telefon: +49 371 461240
Telefax: +49 371 4612422
www.umwelt.sachsen.de/umwelt/strahlenschutz/1751.htm

Zuständige sächsische

Landesbehörden:

Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

Referat 54 (Kerntechnik und Strahlenschutz)
Bürgertelefon: +49 351 5646814
Telefax: +49 351 5646817
E-Mail: info@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Referat 54 (Natürliche Radioaktivität)
Söbrigener Straße 3a
01326 Dresden Pillnitz
Telefon: +49 351 26125304
Telefax: +49 351 26125399
E-Mail: abt5.lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Förderprogramme zum Radonschutz:

Über die aktuellen Förderangebote wird unter www.umwelt.sachsen.de/umwelt/strahlenschutz/3269.htm informiert.

Informationen von Bundesbehörden:

Merkblätter zur Senkung der Radonkonzentration in Wohnhäusern (kostenlos):

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Referat Öffentlichkeitsarbeit
11055 Berlin
E-Mail: service@bmu.de
Download: www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/radon_merkblaetter.pdf

Direktbestellung von Publikationen des Bundesumweltministeriums:

Telefon: +49 228 993053355
Telefax: +49 228 993053356
E-Mail: bmu@broschuerenversand.de

Bestellung Radon-Handbuch

Deutschland: Bundesamt für Strahlenschutz

Referat Z 2
Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter
Telefon: +49 30 183330
Telefax: +49 30 183331885
E-Mail: info@bfs.de

Außerdem hat das Bundesamt für Strahlenschutz Informationen zu den verschiedenen Gesichtspunkten der Radonthematik in Infoblättern und in der Reihe „Strahlenthemen“ sowie zum Download aus dem Internet zusammengestellt:

- www.bfs.de/de/bfs/druck/infoblatt
- www.bfs.de/de/bfs/druck/strahlenthemen/STTH_Radon.html
- www.bfs.de/de/ion/radon

Ansprechpartner bei Bundesbehörden:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Referat RS II 2
Postfach 12 06 29
53048 Bonn
Telefon: +49 228 993052960
Telefax: +49 228 993053967
E-Mail: RSII2@bmu.bund.de
www.bmu.de

Bundesamt für Strahlenschutz

Abteilung SW 1
Köpenicker Allee 120–130
10318 Berlin
Telefon: +49 30 183334210
Telefax: +49 30 183334885
E-Mail: info@bfs.de
www.bfs.de

Radonmessungen:

Radonmessungen werden von verschiedenen Firmen und Einrichtungen angeboten. Anbieter, die an der externen Qualitätssicherung des Bundesamtes für Strahlenschutz teilgenommen haben, sind unter: www.bfs.de/de/ion/radon/qualitaetssicherung.html zu finden.

Herausgeber:

Sächsisches Staatsministerium
für Umwelt und Landwirtschaft
Postfach 10 05 10, 01076 Dresden
Bürgertelefon: +49 351 5646814
E-Mail: info@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de

Redaktion:

BfUL, SMUL Ref. 54

Redaktionsschluss:

16.09.2009

Auflagenhöhe:

7.500 Stück, 2. vollständig überarbeitete Neuauflage

Gestaltung und Satz:

Heimrich & Hannot GmbH

Druck:

Union Druckerei Dresden GmbH

Papier:

Gedruckt auf 100% Recyclingpapier.

Bezug:

Diese Druckschrift kann kostenfrei bezogen werden bei:
Zentraler Broschürenversand
der Sächsischen Staatsregierung
Hammerweg 30, 01127 Dresden
Telefon: +49 351 2103672
Telefax: +49 351 2103681
E-Mail: publikationen@sachsen.de
www.publikationen.sachsen.de

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinarbeit des Herausgebers zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Copyright

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdruckes von Auszügen und der fotomechanischen Wiedergabe, sind dem Herausgeber vorbehalten.