

## Radon

Radon ist eine wesentliche Quelle der natürlichen Strahlenexposition des Menschen. Besonders in Bergbaugebieten, aber auch in Regionen mit Urgesteins-Böden (z. B. Ostbayern) kann die Radonexposition erhöht sein. Daneben hat auch der bauliche Zustand entscheidenden Einfluss auf die Radonkonzentration in einem Gebäude. Werden hohe Radonkonzentrationen über einen längeren Zeitraum eingeatmet, kann dies zu Lungenkrebs führen.

In dieser Publikation finden Sie einige einführende Informationen zu diesem Thema.

### 1 Entstehung und Stoffeigenschaften

Radon entsteht auf natürlichem Weg in Böden und Gesteinen als Zwischenprodukt der Uran-238-Zerfallsreihe (s. Abb. 1 und Publikation [Radioaktivität und Strahlung – Grundbegriffe](#)):

- **Uran-238** ist ein natürlicher Bestandteil von Böden und Gesteinen, der seit Entstehung der Erde zusammen mit anderen Radionukliden vorhanden ist (z. B. Thorium-232 oder Kalium-40). Uran-238 zerfällt in einer Reihe von Schritten zu Radium-226.
- **Radium-226** wandelt sich durch Aussenden eines Heliumkerns ( $\alpha$ -Zerfall) in Radon-222 um. Diese beiden Nuklide treten meist gemeinsam in Gesteinen und Böden auf.
- **Radon-222** ist das wichtigste Radon-Isotop. Es ist farb- und geruchlos und als einziges Glied der Uran-Zerfallsreihe gasförmig. Da es reaktionsträge ist, kann es sich relativ frei durch poröses Material bewegen und z. B. aus dem Boden entweichen und in Häuser einströmen. Über die Luft oder gelöst in Wasser kann sich Radon über größere Entfernungen ausbreiten. Es zerfällt mit einer Halbwertszeit von 3,8 Tagen zu weiteren kurzlebigen Zwischenprodukten.
- **Polonium-218, Blei-214, Wismut-214, Polonium-214** sind kurzlebige Zwischenprodukte. Diese Schwermetalle sind nicht gasförmig. Sie lagern sich an die Schwebstoffe in der Luft an, können mit diesen eingeatmet werden und zerfallen teilweise in der Lunge. Sie sind daher gesundheitlich von Bedeutung.

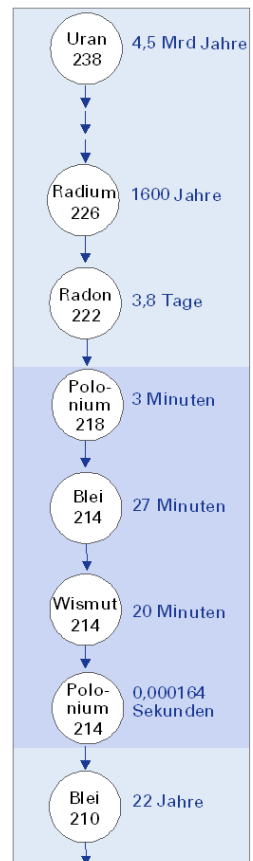


Abb. 1: Zerfallsreihe von Uran-238. Radon ist als einziges Zwischenprodukt gasförmig. Es zerfällt in mehrere kurzlebige Reaktionsprodukte (dunkelblau hinterlegt), die sich an den Schwebstaub der Luft anlagern und dann eingeatmet werden können. Angegeben ist die Halbwertszeit.

## 2 Gebiete mit natürlichem Radonvorkommen

Die Höhe der Radonkonzentration<sup>1</sup> in der **Bodenluft** hängt von der geologischen Beschaffenheit des Untergrundes ab, die z. T. recht kleinräumig variieren kann. Relativ hohe Radonkonzentrationen findet man in Gneis- oder Granitregionen, in Bayern z. B. im Frankenwald, im Fichtelgebirge, im Oberpfälzer und im Bayerischen Wald (s. Abb. 2, S. 3). Eher gering ist der Radongehalt der Bodenluft in Gebieten mit Molassen, Sedimentgesteinen und Jungmoränen.

Wie viel Radon aus dem Boden tatsächlich entweichen kann, hängt von mehreren Bodenfaktoren ab: Je durchlässiger der Untergrund, desto höher ist die Radon-Freisetzung. Auch Bodentemperatur und Bodenfeuchte haben starken Einfluss: So steigt die Radonkonzentration deutlich an, wenn der Boden nach längeren Frostperioden auftaut, aber auch, wenn der Luftaustausch durch die Geländeform oder durch die Wetterlage eingeschränkt ist – z. B. im Windschatten oder bei Inversionswetterlagen (s. Publikation [Umweltmedium Luft](#)).

Tritt Radon aus dem Boden in die **Atmosphäre** aus, wird es sehr schnell auf typische Außenluftwerte von 10 – 30 Bq/m<sup>3</sup> verdünnt. Erhöht kann die Radonkonzentration z. B. in der Nähe alter Grubenschächte sein.

## 3 Radon in Gebäuden

Das im Boden vorhandene, natürlich vorkommende Radon kann in Gebäude eindringen. In Gebäuden ist der Luftaustausch eingeschränkt, so dass die Radonkonzentrationen höher als im Freien sind: In Deutschland liegen die Konzentrationen durchschnittlich drei- bis viermal höher als im Freien.

Der Mittelwert in Wohnräumen liegt in den alten Bundesländern bei etwa 50 Bq/m<sup>3</sup>. Der Schwankungsbereich ist jedoch sehr groß: Er reicht von wenigen Becquerel bis zu einigen tausend Becquerel pro Kubikmeter (s. Kasten 1).

### Kasten 1: Radonkonzentrationen in Gebäuden (Abschätzung des BfS)<sup>2</sup>

- Im Durchschnitt werden in Wohnungen 50 Bq/m<sup>3</sup> gemessen.
- Die Radon-Konzentration liegt in mindestens 99 % der bestehenden Häuser unter 400 Bq/m<sup>3</sup>.
- Vermutlich weisen höchstens 0,3 % aller Wohngebäude mehr als 1.000 Bq/m<sup>3</sup> auf.
- Maximal einige hundert Häuser sind mit mehr als 10.000 Bq/m<sup>3</sup> belastet.

Die Radonkonzentration in Gebäuden wird von mehreren Faktoren beeinflusst. Generell sind hohe Werte in Gebieten mit hohem Radonpotenzial häufiger (s. Abschnitt 2), dennoch können die Konzentrationen in benachbarten Häusern sehr unterschiedlich sein, da Ausführung und Zustand der Gebäude von entscheidender Bedeutung sind (s. S. 4). Daher kann die tatsächliche Radonkonzentration in Gebäuden nur durch eine Messung verlässlich bestimmt werden (s. Abschnitt 6).

<sup>1</sup> Die Konzentration wird in Becquerel pro Kubikmeter (Becquerel/m<sup>3</sup>) angegeben. Dies entspricht der Anzahl der Kernumwandlungen des Radons pro Sekunde in einem Kubikmeter Luft.

<sup>2</sup> BfS 2003a

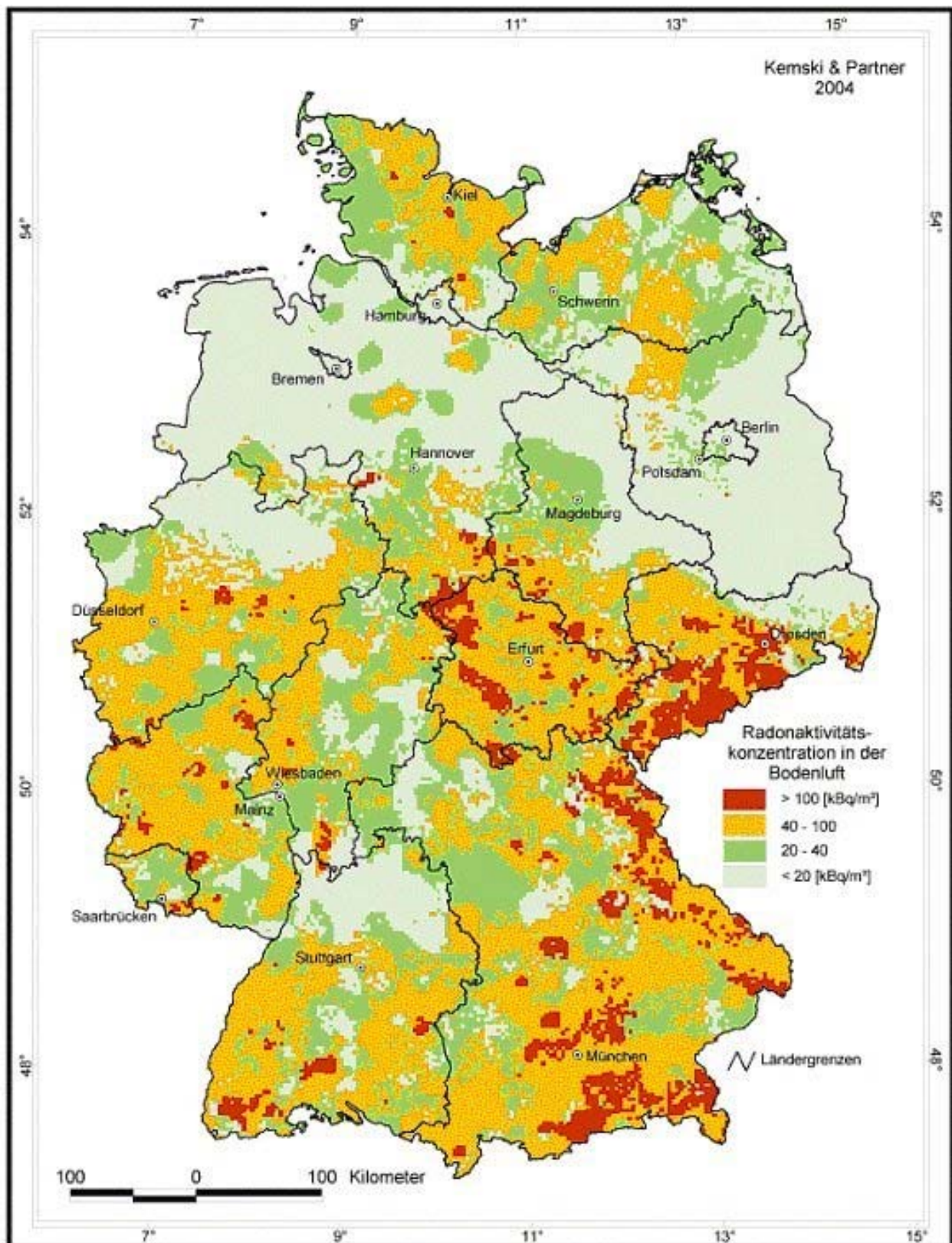


Abb. 2: Radonkonzentration in der **Bodenluft** in Deutschland. Die Datenbasis, die dieser Karte zu Grunde liegt, reicht nicht für detaillierte Aussagen über kleinräumige Gebiete oder gar für Prognosen der Belastung von Einzelhäusern aus. Dazu ist in jedem Fall eine Messung erforderlich. Quelle: [www.radon-info.de](http://www.radon-info.de).

Beachte: Die Konzentrationen in der Bodenluft sind generell um mehrere Größenordnungen höher als die Konzentrationen in der bodennahen Luft oder in Häusern.

### Dichtigkeit des Gebäudes

Bauart, Beschaffenheit und Zustand des Gebäudes, insbesondere der erdberührten Bereiche, haben den größten Einfluss auf die Höhe der Radonkonzentration in Gebäuden (s. Kasten 2, Abb. 3). Eintrittspforten sind meist Kabel- und Rohrdurchführungen, Abwasserrohr-entlüftungen, aber auch Schadstellen, z. B. Risse, Spalten oder schadhafte Abdichtungen. Auch Hohlräume und poröse Baumaterialien können für die Radon-Migration aus dem Untergrund von Bedeutung sein.

#### Kasten 2: Bauausführungen, bei denen häufiger höhere Radonkonzentrationen in Wohnräumen gefunden werden<sup>3</sup>

- Nicht unterkellerte Gebäude
- Lehm, Ziegel, Fels, Natursteine, Holzkonstruktionen, besonders im Kellerbereich (niedrige Konzentrationen dagegen bei Beton)
- Keine Wärmedämmung bzw. kein Feuchteschutz im Kellerbereich

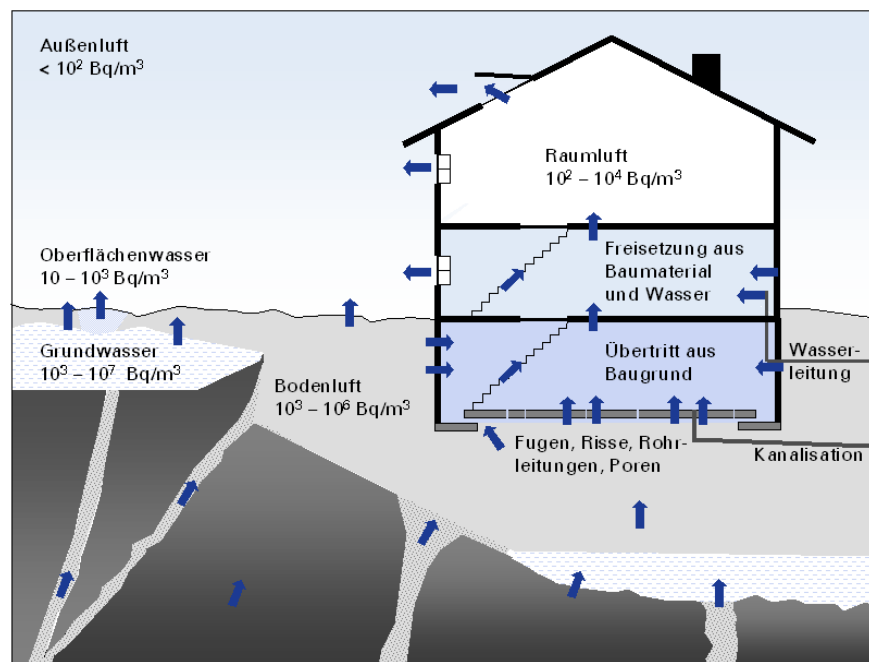
### Kamineffekt im Gebäude

Innerhalb des Gebäudes kann sich ein Luftdruckgefälle aufbauen, so dass Radon wie durch einen Kamin in die oberen Räume gesaugt wird, z. B. durch Treppenaufgänge, Kabelkanäle und Versorgungsschächte, aber auch durch nicht radondichte Geschossdecken. Auf dem Weg in die oberen Geschosse wird die Konzentration i. d. R. immer geringer. Die höchsten Radonkonzentrationen findet man in Räumen mit direktem Erdkontakt, z. B. im Keller und in nicht unterkellerten Hausbereichen. Ist dort die Radonkonzentration stark erhöht, deutet dies auf einen Radoneintrag aus dem Untergrund hin.

### Lüftungsverhalten der Bewohner

Durch regelmäßiges Lüften kann die Radon-Konzentration merklich gesenkt werden. Insbesondere in der Wintersaison kann es zu höheren Konzentrationen in der Raumluft kommen als im Sommer, wenn die Fenster häufiger geöffnet sind.

Abb. 3: Radon-Aktivitätskonzentrationen in der Umwelt und in Gebäuden. Maßgeblich für die Radon-Gehalte in Gebäuden sind neben dem Übertritt aus dem Baugrund v. a. die Bauart, Beschaffenheit und Zustand des Gebäudes. Dagegen spielt die Freisetzung aus Baumaterialien sowie aus Brauch- und Trinkwasser i. d. R. nur eine untergeordnete Rolle. Quelle: Kemski et al. 1996, verändert



<sup>3</sup> Kemski et al. 2004

Die Radonkonzentration in Gebäuden kann durch weitere Faktoren beeinflusst werden, z. B.:

- **Baustoffe** enthalten – wie alle Steine und Erden – Radium und geben daher auch Radon ab (Radonfreisetzung einiger ausgewählter Baustoffe s. Tabelle 1). Hohe Radonwerte in Gebäuden sind in Deutschland allerdings nur selten auf die Freisetzung von Radon aus bestimmten Baumaterialien zurückzuführen.

Generell ist der **Optimierungsspielraum** zur Senkung der Radonkonzentration durch Verwendung radonarmer Baumaterialien **sehr gering**: Er liegt meist im Bereich von nur 10 – 20 Bq/m<sup>3</sup>.

Tabelle 1: Beispiele für Baustoffe mit unterschiedlicher Radon-Freisetzung.

Quelle: BMU und BFS 2001<sup>4</sup>

Baumaterial	Radon-Freisetzung Bq/m <sup>2</sup> *h
Kalkstein	0,9 – 11
Ziegel, Klinker	1 – 10
Naturbims	0,6 – 6
Hüttenschlacke	0,4 – 0,7
Beton	2 – 20
Porenbeton	1 – 3
Porenbeton mit Alaunschiefer	50 – 200
Naturgips	0,2

- Die Radon-Migration aus dem Untergrund kann durch die **Porosität des Baumaterials** beeinflusst werden: So ist die Radon-Migration bei porösen Materialien deutlich höher als bei porenarmen Baustoffen. Daher kann für die Radon-Konzentration im Erdgeschoss (z. B. in Wohnräumen) auch das Baumaterial von Kellerboden und -decke von Bedeutung sein.
- Mit dem **Wasser** kann Radon ebenfalls in Innenräume eingetragen werden, da es sich gut in Wasser löst. Bei der Wassernutzung kann es in die Raumluft freigesetzt werden. Dieser Pfad ist jedoch von untergeordneter Bedeutung, da er im Jahresdurchschnitt i. d. R. nur wenige Becquerel pro Kubikmeter zur Radonkonzentration in der Raumluft beiträgt.

## 4 Auswirkungen auf den Menschen

Neben dem Radon sind v. a. die kurzlebigen Radon-Zerfallsprodukte (Polonium, Wismut und Blei) für die Strahlenexposition des Menschen von Bedeutung. Sie lagern sich an die Luft-Schwebstoffe an und werden mit diesen eingeatmet. Im Atemtrakt kann deren energiereiche  $\alpha$ -Strahlung<sup>5</sup> die strahlenempfindlichen Zellen erreichen. Radon und seine Zerfallsprodukte verursachen etwa die Hälfte der gesamten effektiven Dosis durch natürliche Strahlenquellen (s. Abb. 4, S. 6).

**Risikoabschätzung:** Weltweit belegen epidemiologische Studien, dass das Lungenkrebsrisiko mit ansteigender Radonkonzentration in der Raumluft zunimmt. Daraus wird abgeleitet, dass sich das Lungenkrebsrisiko um etwa 10 % erhöht, wenn die Radon-Konzentration um 100 Bq/m<sup>3</sup> ansteigt. Demnach würde sich das relative Lungenkrebsrisiko bei einer Konzentration von ca. 1.000 Bq/m<sup>3</sup> verdoppeln.

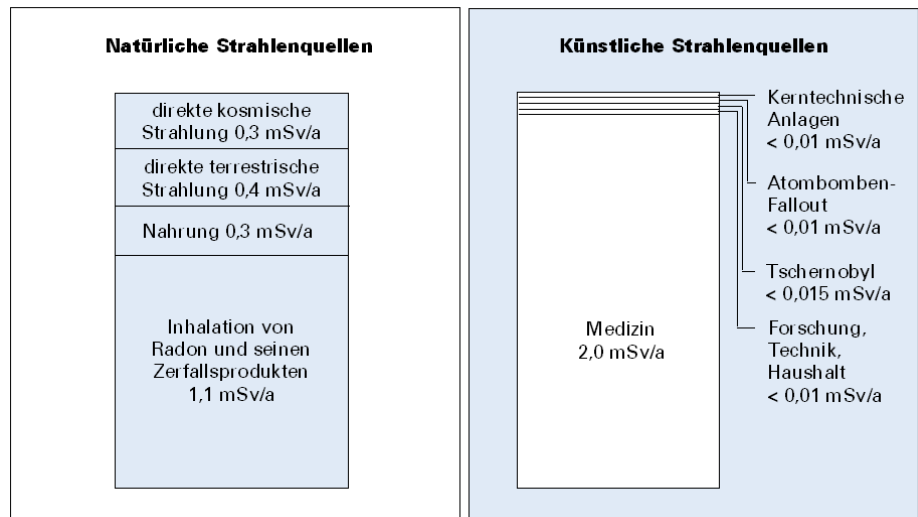
<sup>4</sup> Die Freisetzung wird in Becquerel pro Quadratmeter und Stunde angegeben. Dies entspricht der Radonaktivität, die pro Fläche und Zeit aus dem Baustoff freigesetzt wird.

<sup>5</sup> Weitere Informationen finden Sie in unserer Publikation [Radioaktivität und Strahlung – Grundbegriffe](#).

Nach derzeitigem Kenntnisstand wird Radon für ca. 7 % der Lungenkrebsfälle verantwortlich gemacht (minimal 4 % und maximal 12 %) . Damit ist Radon die, allerdings mit weitem Abstand, zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs – nach dem Rauchen, das ca. 90 % der Lungenkrebsfälle verursacht.

Zigarettenrauch hat noch einen anderen Effekt: Er enthält submikroskopische Partikel (Schwebstoffe), die als Aerosol in der Innenraumluft verbleiben und Radonzerfallsprodukte adsorbieren. Diese bleiben dadurch länger in der Atemluft und können die Strahlenexposition erhöhen.

Abb. 4: Mittlere effektive Jahresdosis (Millisievert, mSv) durch natürliche und künstliche Strahlenquellen in Deutschland, gemittelt über die Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland.  
Quelle: BfS 2003



## 5 Bewertungen und Empfehlungen

**Nationale und internationale** Gremien haben Empfehlungen erarbeitet, die als Richtwerte oder z. T. als Grenzwerte umgesetzt sind (s. Tabelle 2).

Tabelle 2: International eingeführte Richt- und Grenzwerte zum Schutz des Menschen vor Radonbelastungen in Wohngebäuden innerhalb der Staaten der Europäischen Union. Quelle: StMUGV 2004

Gremium	Radon-Konzentration in Wohngebäuden Bq/m <sup>3</sup> (Jahresmittel)	Empfehlungen
EG-Kommission 1990	400 200	Referenzwert für bestehende Gebäude Planungswert für Neubauten
International Commission on Radiological Protection 1993	200 – 600	Bereich, in dem die zuständige Behörde eine Aktionsschwelle festlegen soll
Weltgesundheitsorganisation 2001	250	Durchführung einfacher Minderungsmaßnahmen, keine Richtwert-Empfehlung

In **Deutschland** existieren bis jetzt keine gesetzlichen Regelungen über die Strahlenexposition durch Radon in Wohnräumen und Gebäuden. Ein rechtsverbindliches Regelwerk befindet sich aber zur Zeit in der Diskussion. Lediglich für bestimmte Arbeitsplätze<sup>6</sup> regelt die novellierte Strahlenschutzverordnung<sup>7</sup> die Radonexposition der dort beschäftigten Personen.

Wie die meisten Länder der Europäischen Union orientiert sich Deutschland bei der Bewertung der Radonbelastung an Empfehlungen der Europäischen Kommission sowie der internationalen und deutschen Strahlenschutzkommission (s. Tabelle 3).

Tabelle 3: Empfehlungen der deutschen Strahlenschutzkommission zur Begrenzung der Strahlenexposition durch Radon und seine Zerfallsprodukte in Wohngebäuden. Quelle: SSK 1994

<b>Radon-Konzentration Bq/m<sup>3</sup> (Jahresmittel)</b>	<b>Empfohlene Maßnahmen</b>
< 250	<b>Normalbereich</b> Keine Maßnahmen erforderlich
250 – 1.000	<b>Ermessensbereich</b> Einfache Maßnahmen zur Reduzierung der Exposition durch Radon. Die Möglichkeiten hängen stark von der Situation vor Ort ab (Eintrittspfade und Verteilung des Radons, Bauart und -zustand des Hauses)
> 1.000	<b>Sanierungsbereich</b> Auch aufwändigere Maßnahmen sollten ergriffen werden, um die Radonkonzentration zu reduzieren. Die Sanierung hat in einem angemessenen Zeitrahmen zu erfolgen, der sich u. a. nach der Höhe der Belastung richtet. Oberhalb von 15.000 Becquerel/m <sup>3</sup> wird empfohlen, eine Sanierung schnellstmöglich, längstens innerhalb eines Jahres, durchzuführen

## 6 Messung von Radon

Nur eine Messung gibt verlässlich Aufschluss über die Radon-Konzentrationen in einem Gebäude. Dafür stehen verschiedene Verfahren zur Wahl: Zum einen gibt es komplizierte, teure Messapparate, mit denen die Radonkonzentration im Zeitverlauf bestimmt werden kann. Zum anderen können auch sog. Radon-Dosimeter eingesetzt werden, die aus einer kleinen Plastikdose mit einem Durchmesser von ca. 5 cm bestehen und keinerlei radioaktive oder giftige Substanzen enthalten (s. Abb. 5, S. 8). Sie sind für Langzeitmessungen gedacht, die von den üblichen Schwankungen im Tages- und Jahresverlauf unbeeinflusst bleiben.

**Messung:** Für ein Einfamilienhaus sollten 2 Dosimeter verwendet werden, die bei einer Messstelle erhältlich sind (s. Kasten am Ende von Abschnitt 7). Gemessen werden bevorzugt Räume im untersten Wohngeschoss, die am häufigsten benutzt werden. Die Dosimeter sollen ca. ein Jahr aufgestellt bleiben. Sie sind einfach zu handhaben und können selbst aufgestellt werden. Die Auswertung erfolgt durch die jeweilige Messstelle.

<sup>6</sup> Arbeitsplätze nach Anlage XI, Teil A der Strahlenschutzverordnung, z. B. Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung, Untertagebauanlagen, Radonheilbäder

<sup>7</sup> Europäische Richtlinie zur Festlegung der grundsätzlichen Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen Gefahren durch ionisierende Strahlung; in deutsches Recht umgesetzt durch die Novellierung der Strahlenschutzverordnung (Teil 3 StrlSchV) vom 20.7.2001



Abb. 5: Kernspurdosimeter für Personen- und Ortsmessungen

## 7 Verringerung der Radonkonzentration in Gebäuden

Es gibt sowohl lüftungstechnische als auch bautechnische Maßnahmen, um die Radonkonzentration in Gebäuden zu senken. Die heute üblichen Beton-Plattenfundamente und Maßnahmen gegen Bodenfeuchte bieten einen guten Schutz gegen Radon aus dem Untergrund.

### Einfache Maßnahmen:

- Häufiges und intensives Lüften senkt unmittelbar die Radonkonzentration in der Raumluft,
- Lüften der Kellerräume,
- Abdichten offensichtlicher Eintrittspfade (Risse, Fugen, Rohrdurchführungen) z. B. mit dauerelastischen Materialien (Silikongummi, Kunststoffe),
- Änderung der Raumnutzung und der Aufenthaltszeit,
- In geringem Umfang können Beschichtungen, die nicht völlig diffusionsdicht sind, die Durchlässigkeit und damit die Radonbelastung der Raumluft (z. B. dicke Anstriche, Teppiche mit Kautschukrücken) vermindern.

### Weitere Möglichkeiten:

- Druck- und Ausbreitungsverhältnisse im Gebäude verändern (z. B. Lüftungsöffnungen),
- Kleinventilatoren zur Über- oder Unterdruckerhaltung,
- Radonhemmende Beschichtungen auf Bodenplatte (Fundament) und Wände,
- Drainage oder sog. Radonbrunnen unterhalb des Fundaments zum Absaugen radonhaltiger Bodenluft ins Freie.

Für diese Maßnahmen muss ein Fachmann zu Rate gezogen werden, da die jeweilige Situation vor Ort zu berücksichtigen ist. Dabei sind verschiedene Strategien denkbar (s. Tabelle 4). Die Wirksamkeit der Sanierung ist mittels Kontrollmessungen zu überwachen.

Tabelle 4: Strategien zur Minimierung von Radon-Konzentrationen in Häusern. Quelle: BfS 2002a

Reduktionsstrategie	Beispielmaßnahmen
Verringerung des Radon-Eintritts	Einbau von Kunststofffolien, Beschichtungen, Bitumenbahnen etc. im erdberührten Gebäudebereich, die den Transport von Radon hemmen oder unterbinden. Ziel ist eine radondichte Sperrschicht zwischen Untergrund und Gebäude oder zumindest zwischen Keller und Wohnbereich.
Lüftungstechnische Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz von Ventilatoren zur Über- oder Unterdruckerzeugung (z. B. Verringerung des Druckgradienten zum Keller und zu Wohnräumen)</li> <li>• Schaffung natürlicher Lüftungsöffnungen an geeigneten Stellen</li> <li>• Drainage unterhalb des Fundaments zum Absaugen radonbelasteter Bodenluft ins Freie</li> <li>• Installation eines Radonbrunnens in der Nähe des Hauses</li> <li>• Filterung der Raumluft zur Entfernung der Radon-Zerfallsprodukte</li> </ul>
Entfernung der Radonquelle	Spezielle Maßnahmen, z. B. wenn uranhaltiges Abraummaterial aus dem Bergbau im Untergrund vorliegt oder als Baumaterial verwendet wurde.

**Weitere Auskünfte:**

- **Beratung und Sanierung:** Ingenieurbüros und Fachfirmen. Adressen beim Gewerbeaufsichtsamt, bei der IHK, bei der Stadt oder beim Landkreis
- **Labore und Sachverständige (Bayern):** [Labore und Sachverständige für Schadstoffuntersuchungen in Innenräumen](#), Publikation der Umweltberatung Bayern (Ergänzung um weitere Radon-Messstellen derzeit in Arbeit)

## 8 Literatur

**Böse-O'Reilly S., Kammerer S., Mersch-Sundermann V., Wilhelm M. (2001):** Leitfaden Umweltmedizin. Urban & Fischer, München, Jena

**Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2004):** Radon in Gebäuden – Auswirkungen auf die Gesundheit. Daten + Fakten + Ziele.

**Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)**

- **(2002a):** Vermeidung erhöhter Radonkonzentrationen in Gebäuden. In: Jahresbericht 2002, S. 14-15  
[http://www.bfs.de/bfs/druck/jahresberichte/jb2002\\_auf05.pdf](http://www.bfs.de/bfs/druck/jahresberichte/jb2002_auf05.pdf)
- **(2002b):** Radon-Sanierung von Wohngebäuden. Infoblatt 11. Februar 2002  
[http://www.bfs.de/bfs/druck/infoblatt/radon\\_sanierung.html](http://www.bfs.de/bfs/druck/infoblatt/radon_sanierung.html)
- **(2002c):** Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide in Baumaterialien. Infoblatt 20.03.2002  
[http://www.bfs.de/bfs/druck/infoblatt/nat\\_strl\\_baumaterialien.html](http://www.bfs.de/bfs/druck/infoblatt/nat_strl_baumaterialien.html)
- **(2003a):** Radon in Häusern. Infoblatt 30.06.2003  
[http://www.bfs.de/bfs/druck/infoblatt/radon\\_in\\_haeusern.html](http://www.bfs.de/bfs/druck/infoblatt/radon_in_haeusern.html)
- **(2003b):** Radon – ein natürliches Radionuklid. Infoblatt 25.6.2003  
[http://www.bfs.de/bfs/druck/infoblatt/radon\\_nuklid.html](http://www.bfs.de/bfs/druck/infoblatt/radon_nuklid.html)
- **(2003c):** Maßnahmen zum Schutz vor erhöhten Radonkonzentrationen in Gebäuden. Infoblatt 24.6.2003  
[http://www.bfs.de/bfs/druck/infoblatt/massnahmen\\_radon.html](http://www.bfs.de/bfs/druck/infoblatt/massnahmen_radon.html)

### **Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)**

- **(2003d):** Ergebnisse der Radon-Freiluftmessung in Bergbaugebieten. Stand vom 10.04.2003  
[http://www.bfs.de/ion/radon/radon\\_im\\_freien.html](http://www.bfs.de/ion/radon/radon_im_freien.html)
- **(2004a):** Hohe Radonkonzentrationen in Wohnungen steigert Lungenkrebsrisiko. Pressemitteilung vom 29.06.2004  
[http://www.bfs.de/bfs/presse/pr04/PM14\\_04](http://www.bfs.de/bfs/presse/pr04/PM14_04)
- **(2004b):** Strahlenexposition durch Radon und Radonzerfallsprodukte in Gebäuden. Stand vom 11.04.2003  
[http://www.bfs.de/ion/radon/radon\\_in\\_haeusern.html](http://www.bfs.de/ion/radon/radon_in_haeusern.html)
- **(2005):** So hat Radon keine Chance. Pressemitteilung vom 08.03.2005  
<http://www.bfs.de/bfs/presse/pr05/pr0505.html>

### **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) (2001):** Radon-Handbuch Deutschland.

**Kemski J., Klingel R., Siehl A. (1996):** Das geogene Radon-Potential. In: Siehl, A. (Hrsg.): Umweltradioaktivität. 179-222, Ernst & Sohn

**Kemski J., Klingel R., Stegemann R. (2004):** Validierung der regionalen Verteilung der Radonkonzentration in Häusern mittels Radonmessungen unter Berücksichtigung der Bauweise. In: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz. BMU – 2004 – 641  
[http://www.apug.de/archiv/pdf/BMU\\_Radonsicherheit.pdf](http://www.apug.de/archiv/pdf/BMU_Radonsicherheit.pdf)

**Moriske H.-J., Beuermann, R. (2004):** Schadstoffe in Wohnungen. Hygienische Bedeutung und rechtliche Konsequenzen. Schriftenreihe Das Grundeigentum. Grundeigentum-Verlag, Berlin-Reinickendorf

### **Strahlenschutzkommission (SSK)**

- **(1994):** Strahlenschutzgrundsätze zur Begrenzung der Strahlenexposition durch Radon und seine Zerfallsprodukte in Gebäuden. Empfehlungen der Strahlenschutzkommission.  
<http://www.ssk.de/empfehl/1994/ssk9403.pdf>
- **(2000):** Epidemiologische Untersuchungen zum Lungenkrebsrisiko nach Exposition gegenüber Radon. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission.  
<http://www.ssk.de/2000/ssk0007.pdf>
- **(2003):** Strahlenexposition durch Radon-222 im Trinkwasser. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission.  
<http://www.ssk.de/2003/ssk0317.pdf>
- **(2004):** Auswertung der vorliegenden Gesundheitsstudien zum Radon. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission.  
<http://www.ssk.de/2004/ssk0407.pdf>

### **Internet**

- <http://www.stmugv.bayern.de/de/strahl/sschutz/radio.htm>
- <http://www.ssk.de/>
- <http://www.bfs.de/>
- <http://www.radon-info.de/>
- [http://www.bmu.de/de/1024/js/sachthemen/strahlen/radon\\_gebaeude/](http://www.bmu.de/de/1024/js/sachthemen/strahlen/radon_gebaeude/)

### **Weitere LfU-Publikationen**

- Radon in Wasserwerken

### **Weiterführende Publikationen der Umweltberatung Bayern**

- [Labore und Sachverständige für Schadstoffuntersuchungen in Innenräumen](#)
- [Organische Luftschadstoffe in Innenräumen – ein Überblick](#)
- [Organische Luftschadstoffe in Innenräumen - Probenahme, Messung und Bewertung](#)
- Radioaktivität und Strahlung – Grundbegriffe
- [Umweltmedium Luft](#)

---

**Autorin:** Dr. Katharina Stroh (LfU)

Wir danken der Abt 4 Strahlenschutz des LfU für die Unterstützung bei der Überarbeitung dieser Publikation.

**Textgrundlage:** Ulrike Koller (1993): Radon. In: GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit und Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.): Handbuch Umweltberatung Bayern. Loseblattsammlung 1992-2002.

Seit 2003 arbeitet die Umweltberatung Bayern am Bayerischen Landesamt für Umweltschutz. Rückfragen bitten wir an diese Adresse zu richten

**Ansprechpartner:**

**Umweltberatung Bayern im Bayerischen Landesamt für Umweltschutz**

**Tel. 0821 / 9071 – 5671**

**mailto: [umweltberatung@lfu.bayern.de](mailto:umweltberatung@lfu.bayern.de)**

**<http://www.bayern.de/lfu/umwberat/index.html>**

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg