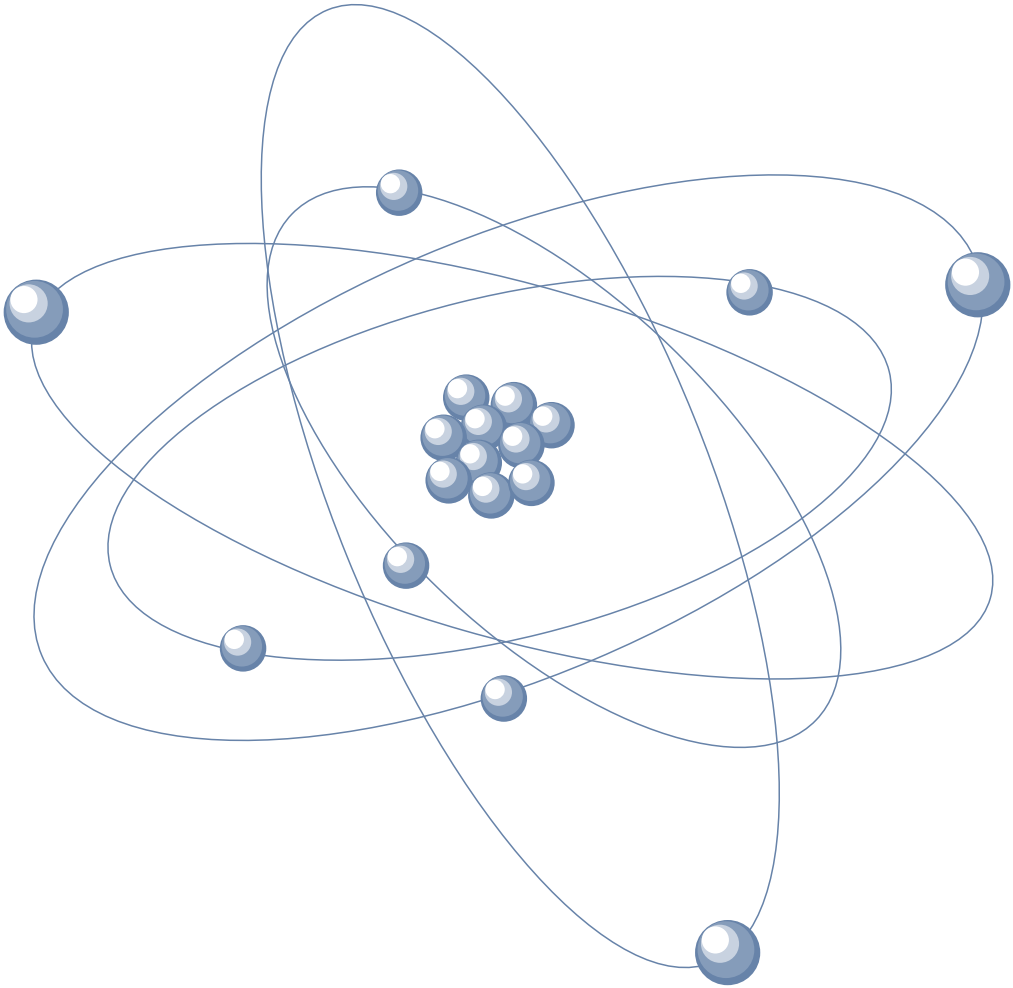
Radon

Experten geben Tipps zum Umgang mit Radon



Ministerium für Umwelt und Forsten

Impressum

Herausgeber

Ministerium für Umwelt
und Forsten
Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Straße 1
55116 Mainz
www.muf.rlp.de
(dort Download im pdf-Format)

Gestaltung

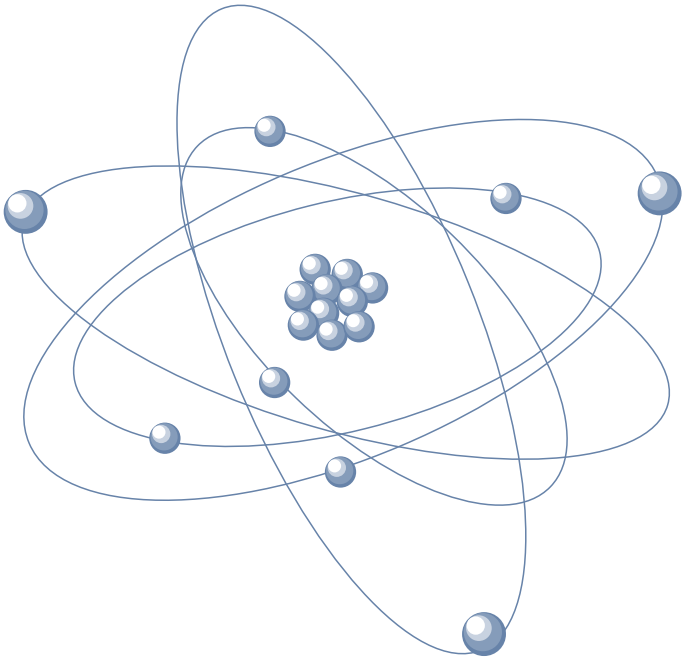
media machine GmbH
Mainz

Druck

johnen-druck GmbH & Co KG
Bernkastel-Kues

Foto

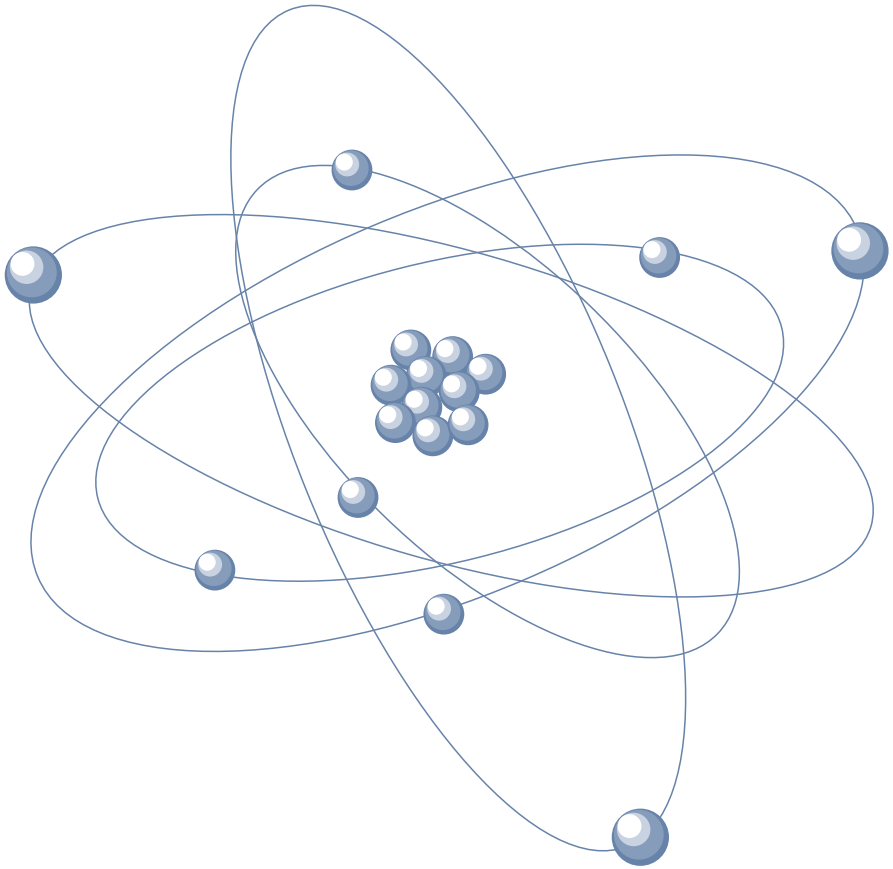
Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft
und Gewerbeaufsicht



Radon

Experten geben Tipps zum Umgang mit Radon

Herausgegeben vom
Ministerium für Umwelt und Forsten
Rheinland-Pfalz

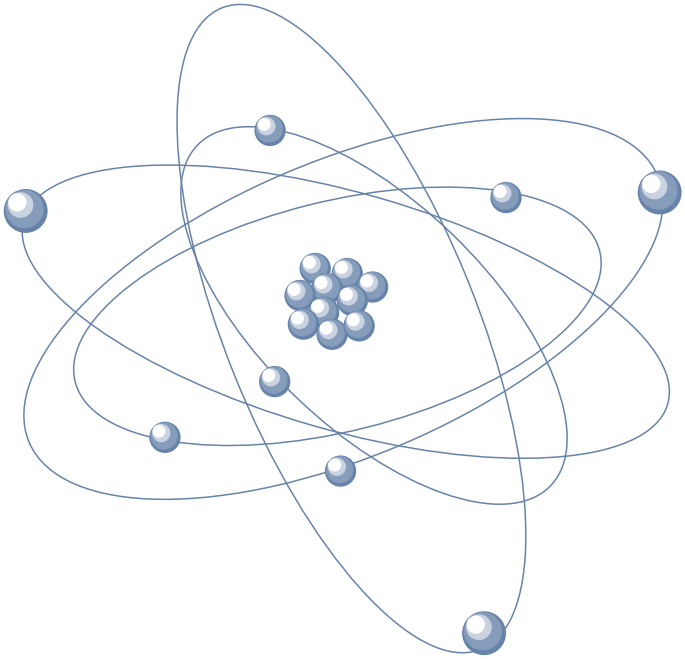


Inhalt

Vorwort der Ministerin Seite 6
Antworten auf oft gestellte Fragen Seite 8

1 Was ist eigentlich Radon? Seite 8
2 Wo kommt Radon her? Seite 8
3 Wie wirkt Radon auf den Menschen? Seite 9
4 Wie wahrscheinlich ist eine Erkrankung durch Radon? Seite 10
5 Gibt es einen Grenz- oder Richtwert für die Radonkonzentration? Seite 12
6 Wie kommt Radon ins Haus? Seite 13
7 Welche Radonkonzentrationen wurden in der Bodenluft gemessen? Seite 14
8 Welche Radonkonzentrationen wurden in Gebäuden gemessen? Seite 15
9 Warum sollte ich Radon in meiner Wohnung messen lassen? Seite 16
10 Wie wird Radon gemessen? Seite 17
11 Ab welcher Radonkonzentration sollte ich Maßnahmen ergreifen? Seite 18
12 Wie senke ich die Radonkonzentration in einem bereits bestehenden Gebäude? Seite 18
13 Wie vermeide ich eine hohe Radonkonzentration in einem noch zu errichtenden Gebäude? Seite 20
14 Kann Radon auch aus dem Baumaterial stammen? Seite 21
15 Gibt es Radon auch im Trinkwasser? Seite 22
16 Kann Radon an Arbeitsplätzen ein Problem sein? Seite 22
17 Was hat es mit den Radon-Kuren auf sich? Seite 23
18 Wo finde ich weitere Unterstützung? Seite 23

Glossar Seite 24
Interessante Links und Adressen Seite 26



Vorwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger,

radioaktive Strahleneinwirkung auf den Menschen gibt es keineswegs erst seit Entstehung der Kerntechnik. Natürliche radioaktive Stoffe begleiten uns schon seit Anbeginn der Menschheitsgeschichte; wir leben mit ihnen. Hauptquelle hierfür ist in Deutschland das gasförmige Radon.

Dieser Stoff ist überall in geringen Konzentrationen in der Luft vorhanden. In einigen Regionen – bedingt durch besondere Geologie oder den Bergbau - kann die Radonkonzentration in Innenräumen in manchen Fällen jedoch so hoch werden, dass Gesundheitsschäden auf Dauer nicht ausgeschlossen werden können. Ob es überhaupt zu Gesundheitsschäden kommt, hängt von verschiedenen Faktoren ab: der Konzentration des Radons in der eingeatmeten Luft, die Aufenthaltsdauer in radonhaltiger Luft und dem Rauchverhalten. Das Risiko einer Erkrankung durch Radon ist bei einem Raucher etwa 25 Mal höher als bei einem Nichtraucher!

Ausgehend vom gegenwärtigen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse möchten wir mit dieser Broschüre über Radon aufklären. Wir möchten Sie darüber informieren, wie Sie feststellen können, wie hoch die Radonkonzentrationen in Ihrer Wohnung sind. Dies soll Ihnen die Entscheidung erleichtern, ob, und wenn ja, wie und wann Sie tätig werden können, um die Konzentration von Radon zu verringern.

Zu Gunsten der allgemeinen Verständlichkeit haben wir möglichst auf Fachbegriffe verzichtet. Für diejenigen, die tiefer in diese Materie einsteigen möchten, wurden in einem Glossar weitergehende Informationen bereitgestellt. Die entsprechenden Begriffe sind im Text gekennzeichnet.

Wir haben zusätzlich eine Radon-Informationsstelle im Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG) eingerichtet. Sie steht Ihnen für weitere Auskünfte zur Verfügung .

Margit Conrad

Margit Conrad
Ministerin für Umwelt und Forsten
des Landes Rheinland-Pfalz

1

Was ist eigentlich Radon?

›Radon ist ein Edelgas wie zum Beispiel Helium oder Krypton. Da Radon farb-, geruch- und geschmacklos ist, kann es von uns ohne technische Hilfsmittel nicht wahrgenommen werden. Radon gehört zu den wenigen Elementen, die von Natur aus **›radioaktiv** sind. Die Konzentration des Radons in der Luft misst man in **›Becquerel pro Kubikmeter**, abgekürzt Bq/m^3.

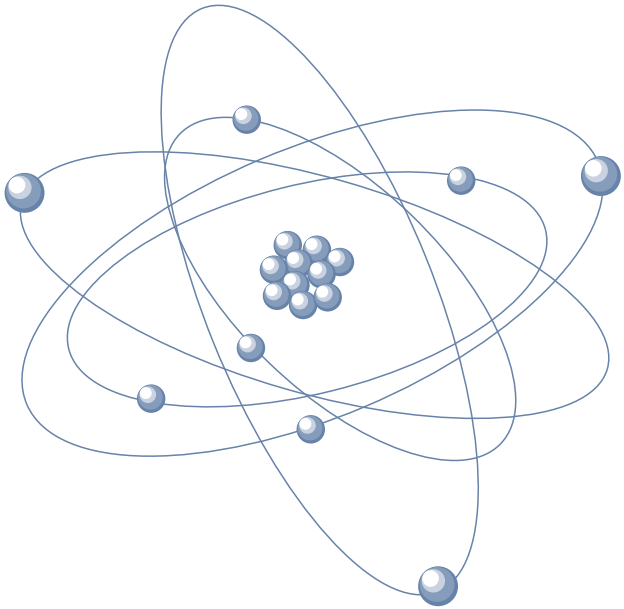
Vor etwa 100 Jahren wurde das natürlich vorkommende Radon entdeckt. Es dauerte weitere 50 Jahre, bis man erkannte, dass eine sehr hohe Radonkonzentration bei Bergleuten im Uranbergbau Lungenkrebs verursachen kann. Mittlerweile weiß man, dass Radon auch bei relativ niedrigen Konzentrationen, wie sie in einigen Regionen im häuslichen Bereich vorkommen können, Lungenkrebs auslösen kann.

2

Wo kommt Radon her?

Radon ist eines der 13 **›Zerfallsprodukte** des natürlich vorkommenden, radioaktiven Schwermetalls Uran. Radon ist also überall da zu finden, wo auch Uran vorkommt. Da Uran, wenn auch nur in geringen Konzentrationen, fast überall in der Erdkruste vorhanden ist, ist Radon ebenfalls überall im Erdreich nachzuweisen. Über verschiedene Transportwege wie Risse und Spalten kann das gasförmige Radon dann aus dem Boden in die Umgebungsluft gelangen. Dies ist vor allem in Regionen der Fall, in denen Bergbau betrieben wird oder wurde.

Eine Konsequenz aus diesen physikalischen Zusammenhängen ist, dass Radon überall auf der Welt vorkommt. Man findet es im Erdreich, in Häusern und im Freien.



3

Wie wirkt Radon auf den Menschen?

Beim radioaktiven Zerfall des Radons in der Atmosphäre entstehen wiederum andere radioaktive Stoffe (**›Nuklide**). Diese sogenannten **›Radon-Folgeprodukte** haben nicht mehr die chemischen Eigenschaften des Edelgases Radon, sondern die von Schwermetallen. Die Radon-Folgeprodukte lagern sich in der Atmosphäre an feinste Teilchen (**›Aerosole**) an, die über einen langen Zeitraum in der Luft in der Schwebe gehalten werden.

Radon und seine Folgeprodukte sind Teil der natürlichen Strahlenbelastung, die seit jeher auf den Menschen einwirkt. Radioaktive Stoffe wie Radon senden **›ionisierende Strahlen** aus, die die Zellen eines lebenden Organismus schädigen können. Beim Atmen werden die luftgetragenen Aerosole mit den anhaftenden Radon-Folgeprodukten hauptsächlich in den Bronchien der Lunge abgelagert. Die radioaktiven Radon-Folgeprodukte zerfallen dort in der direkten Nähe der Zellen und schädigen dadurch das empfindliche Lungengewebe.

Es existiert eine gewisse Wahrscheinlichkeit, mit der Radon Lungenkrebs auslösen kann. Mit Wahrscheinlichkeiten können jedoch nur statistische Aussagen über eine größere Gruppe von Menschen gemacht werden. Für den Einzelnen, der einem krebserregenden Stoff ausgesetzt war, kann niemand vorhersagen, ob er auch tatsächlich an Krebs erkranken wird. Auch über den möglichen Zeitpunkt einer Erkrankung können keine konkreten Vorhersagen getroffen werden. Bei Lungenkrebs lässt sich auch nicht unterscheiden, ob Radon oder eine andere Ursache diese Erkrankung ausgelöst hat.

Für Radon wurden keine anderen Erkrankungen oder gesundheitliche Beeinträchtigungen wie Unwohlsein oder Schlaflosigkeit nachgewiesen. Radon schädigt bei den Konzentrationen, die in Häusern auftreten, das Erbgut nicht.

4

Wie wahrscheinlich ist eine Erkrankung durch Radon?

Die Wahrscheinlichkeit für eine Erkrankung durch Radon hängt von mehreren Faktoren ab:

1. Je höher die Konzentration des Radons in der eingeatmeten Luft ist, desto stärker ist die schädliche Wirkung auf das Lungengewebe. Verdoppelt sich die Konzentration des Radons, so verdoppelt sich auch die Wahrscheinlichkeit einer Erkrankung durch Radon. Es gibt möglicherweise keine Grenze für die Radonkonzentration, unterhalb der Radon nicht mehr gesundheitsschädlich wirken könnte.

2. Je länger man sich in der radonhaltigen Luft aufhält, desto mehr Radon-Folgeprodukte werden in den Bronchien abgelagert. Auch hier führt eine Verdopplung der Aufenthaltsdauer zu einer verdoppelten Erkrankungswahrscheinlichkeit durch Radon.

3. Den weitaus größten Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit einer durch Radon verursachten Lungenkrebserkrankung hat das Rauchverhalten. **Das Risiko einer Erkrankung durch Radon ist bei einem Raucher etwa 25 Mal höher als bei einem Nichtraucher**. Die Wirkung des Rauchens und des Radons verstärken sich in besonderem Maße gegenseitig.

Aus den drei Faktoren Radonkonzentration, Aufenthaltsdauer und Rauchen lassen sich die folgenden wichtigen Konsequenzen für die Verminderung des Gesundheitsrisikos ziehen:

1. Je geringer die Radonkonzentration ist, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit einer Erkrankung. Allerdings sind der Reduzierung der Radonkonzentration natürliche Grenzen gesetzt, denn schon die Luft im Freien hat eine Radonkonzentration von 8 bis 30 Bq/m^3.

2. Die Radonkonzentration sollte besonders in den Räumen reduziert werden, in denen man sich häufig aufhält. Dazu gehören das Schlafzimmer und das Wohnzimmer. Die Konzentrationen im Keller oder in Lagerräumen sind hingegen in der Regel von nachgeordneter Bedeutung.

3. Hören Sie mit dem Rauchen auf! Ein Raucher hat in einer Wohnung mit einer niedrigen Radonkonzentration von 100 Bq/m^3 etwa das gleiche Lungenkrebsrisiko wie ein Nichtraucher bei einer sehr hohen Konzentration von mehreren 1000 Bq/m^3!

Die folgende Tabelle zeigt das Risiko einer Erkrankung an Lungenkrebs für verschiedene Radonkonzentrationen

Tabelle 1: Risiko einer Erkrankung an Lungenkrebs für verschiedene Radonkonzentrationen

Radonkonzentration (Bq/m³)	Erkrankungen je 1000 Nichtraucher	Erkrankungen je 1000 Raucher
0	4,1	101
100	4,7	116
200	5,4	130
400	6,7	160
800	9,3	216

Man sieht, dass auch ohne die Risikofaktoren Radon und Rauchen eine natürliche Wahrscheinlichkeit von 0,41 Prozent besteht, an Lungenkrebs zu erkranken. Bei einer Radonkonzentration von 800 Bq/m³ ist das Risiko für Raucher und Nichtraucher jeweils etwa doppelt so hoch wie in einer radonarmen Atmosphäre. **Man schätzt, dass in Deutschland jährlich etwa 3000 Menschen durch die Wirkung des Radons an Lungenkrebs erkranken. Die weitaus meisten dieser Menschen würden nicht erkranken, wenn sie nicht gleichzeitig rauchen würden**. Die Folgen eines Lungenkrebses sind gravierend, in den allermeisten Fällen verläuft diese Erkrankung tödlich.

Das Risiko durch Radon lässt sich besser einordnen, wenn man es mit anderen Lebens-Risiken vergleicht. Die folgende Abbildung nimmt einen entsprechenden Vergleich vor.

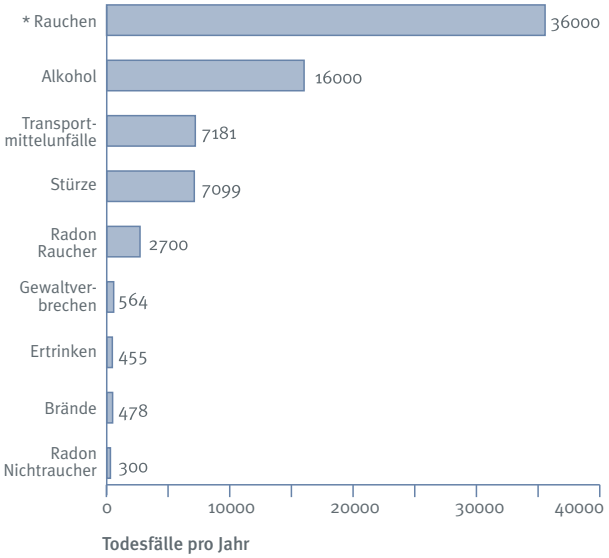


Abbildung 1: Vergleich verschiedener Risiken als Ursache von Todesfällen für das Jahr 2001. Die Gesamtzahl der Todesfälle betrug in diesem Jahr 820 541 Fälle. Das Risiko für eine tödliche Erkrankung durch Radon ist für Raucher und Nichtraucher getrennt aufgeführt.

* Nur nach Erkrankung durch Lungenkrebs

5

Gibt es einen Grenz- oder Richtwert für die Radonkonzentration?

Eine gesetzliche Regelung mit einem verbindlichen Grenzwert gibt es in Deutschland zur Zeit nicht. Statt dessen empfehlen verschiedene Institutionen **Richtwerte** für die Radonkonzentration, die nach Möglichkeit nicht überschritten werden sollen, und oberhalb derer einfache Maßnahmen zur Verringerung der Radonkonzentration ergriffen werden sollten. Die wichtigsten Werte und Institutionen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 2: Empfohlene Richtwerte für die Radonkonzentration in Wohnräumen

Radonkonzentration in der Raumluft	zu errichtende Gebäude	bestehende Gebäude
Weltgesundheits-organisation, WHO	–	250 Bq/m^3
Internationale Strahlen-schutzkommission, ICRP 2005	–	200 bis 600 Bq/m^3
Deutsche Strahlen-schutzkommission, SSK 1994	250 Bq/m^3	250 Bq/m^3
Kommission der Europäischen Union 1990	200 Bq/m^3	400 Bq/m^3

Bei der Festlegung eines Richtwertes steht man vor folgenden Problemen: Es gibt möglicherweise keine Schwelle, unterhalb derer Radon kein Gesundheitsrisiko mehr darstellt. Allerdings kann die Konzentration des natürlichen, allgegenwärtigen Radons nicht auf den Wert Null gesenkt werden. Es bleibt also nur, einen Wert unter Berücksichtigung des Aufwandes und des Nutzens festzulegen. Bei dieser Abwägung kommen verschiedene Institutionen zu unterschiedlichen Bewertungen, die sich in der relativ weiten Spannweite von 200 bis 600 Bq/m^3 widerspiegeln.

Diese Situation ist vergleichbar mit den unterschiedlichen Geschwindigkeitsbegrenzungen für den Straßenverkehr in verschiedenen Ländern. Eine 100 prozentige Sicherheit gäbe es nur, wenn sich Autos gar nicht mehr bewegen würden, ihre Geschwindigkeit also Null wäre. Deshalb legt man Geschwindigkeitsgrenzen fest, bei denen man davon ausgeht, dass das Risiko im Verhältnis zu dem erzielten Nutzen noch akzeptabel ist.

6

Wie kommt Radon ins Haus?

Die Luft in den Poren des Erdreichs hat eine Radonkonzentration von 10 000 bis über 100 000 Bq/m³. Das aus dem Erdreich aufsteigende Radon verdünnt sich in der Atmosphäre und zerfällt dort. Die Radonkonzentration beträgt daher im Freien nur zwischen 8 und 30 Bq/m³. Wenn man Radon allerdings daran hindert sich zu verdünnen, können wesentlich höhere Konzentrationen entstehen. Dies kann zum Beispiel in Gebäuden der Fall sein: Radon kann vor allem durch Undichtigkeiten im Kellerboden oder den Fundamenten in das Gebäude eindringen und sich dann in der Raumluft anreichern. Im Durchschnitt liegt die Radonkonzentration in Gebäuden bei etwa 50 Bq/m³, es wurden aber in seltenen, extremen Fällen in Deutschland auch Konzentrationen über 10 000 Bq/m³ gemessen. Die Konzentration ist im Erdgeschoss meist schon bedeutend geringer als im Keller, sie nimmt für die höher liegenden Stockwerke weiter ab. Die folgende Abbildung verdeutlicht die Ausbreitungspfade und zeigt die sich daraus ergebenden Radonkonzentrationen.

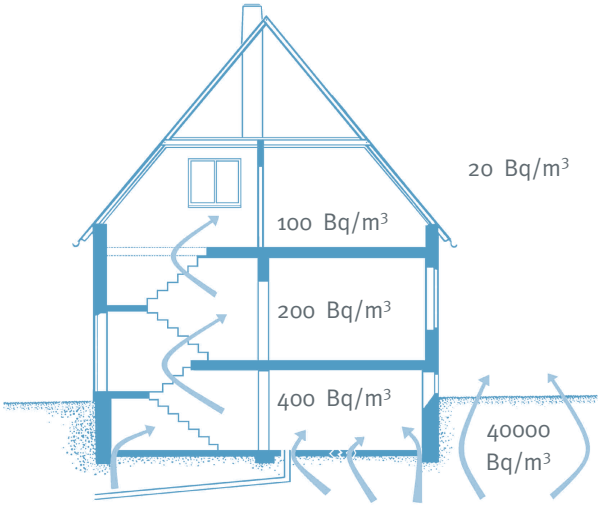


Abbildung 2: Beispielhafte Radonkonzentrationen in der Raumluft eines Gebäudes und in der Bodenluft des umgebenden Erdreichs. In diesem Beispiel führt eine Bodenluftkonzentration von 40 000 Bq/m³ zu einer Raumluftkonzentration im Keller von 400 Bq/m³ , die Radonkonzentration nimmt zu den oberen Stockwerken hin ab. Im Freien beträgt sie hier nur 20 Bq/m³ .

Die Höhe der Radonkonzentration in einem Gebäude ist von den folgenden Umständen abhängig:

· Eine erhöhte Uran- oder Radiumkonzentration des Erdreichs führt zu einem erhöhten Radonpotenzial im Erdreich. Somit kann auch verstärkt Radon an die Oberfläche gelangen.

· Risse und Klüfte in der Erdkruste begünstigen das Austreten des Radons aus tiefen Schichten an die Oberfläche. Auch andere geologische Größen wie Bodenfeuchtigkeit, Körnigkeit und Porosität des Gesteins haben Einfluss auf den Radontransport.

· In den Kellern älterer Häuser findet man oft gepflasterte oder unbedeckte Böden. Solch ein undichter Kellerboden begünstigt das Eintreten des Radons in das Gebäude.

· Radon kann aber auch durch andere kleine Undichtigkeiten wie Fugen, Risse und Rohrdurchführungen eindringen.

· Dichtschließende Fenster und Türen verhindern den Luftaustausch, so dass das eingedrungene Radon nicht wieder aus dem Gebäude entweichen kann.

· Geringe Lüftung, wie sie im Winter oft vorkommt, begünstigt ebenfalls hohe Radonkonzentrationen.

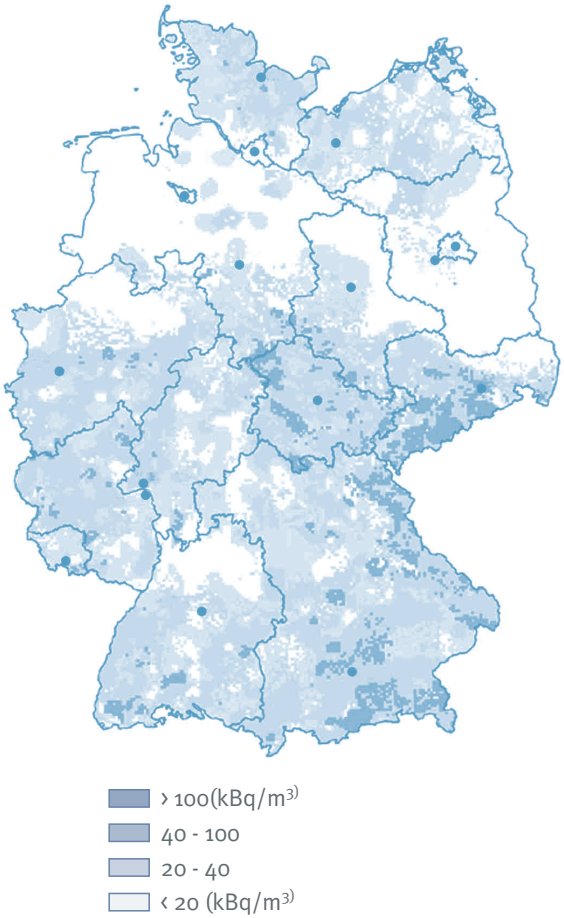
7

Welche Radonkonzentrationen wurden in der Bodenluft gemessen?

Die Wahrscheinlichkeit einer erhöhten Radonkonzentration in Gebäuden hängt unter anderem vom **Radonpotenzial** ab. Damit bezeichnet man die Radonkonzentration in der Bodenluft, also der Luft in den Poren, Klüften und Spalten des Erdreichs. Eine Übersicht über das Radonpotenzial bietet die Radonkarte von Deutschland. Die Karte beruht auf etwa 4000 Messungen der Bodenluft in Deutschland. Für Städte, Gemeinden oder gar einzelne Neubaugebiete lassen sich daraus jedoch keine genauen Vorhersagen ableiten.

Die Karte zeigt für Deutschland ein Süd-Nord-Gefälle der Radonkonzentration im Boden. In Sachsen, Thüringen und Bayern existieren größere Bereiche mit Radonkonzentrationen von über 300 000 Bq/m^3 bis hin zu 500 000 Bq/m^3 in der Bodenluft. In Norddeutschland beträgt sie hingegen in weiten Bereichen unter 20 000 Bq/m^3. In Rheinland-Pfalz wurden bisher in einigen Teilen der Landkreise Birkenfeld, Bitburg-Prüm, Trier-Saarburg, Cochem-Zell, Kusel, Mayen-Koblenz sowie des Westerwaldkreises Bodenluftkonzentrationen von über 100 000 Bq/m^3 gemessen. Man schätzt den Anteil aller Flächen mit derartigen Bodenluftkonzentrationen auf etwa 7 % der Gesamtfläche von Rheinland-Pfalz.

Abbildung 3: Karte der Radonkonzentration in der Bodenluft von Deutschland



Karte mit freundlicher Genehmigung von Kemski & Partner

8

Welche Radonkonzentrationen wurden in Rheinland-Pfalz in Gebäuden gemessen?

In den Jahren 2002/2003 wurden auf Initiative des Ministeriums für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz und des Bundesamtes für Strahlenschutz bei einer Messkampagne in den Landkreisen Bitburg-Prüm und Trier-Saarburg die Radonkonzentrationen in ca. 770 Wohnhäusern gemessen.

Dabei traten in den Aufenthaltsräumen von 56 Häusern Konzentrationen über 200 Bq/m³ auf. Die Wohnungsbesitzer wurden in diesen Fällen auf wirksame Gegenmaßnahmen wie regelmäßiges Lüften hingewiesen. Die folgende Abbildung zeigt die prozentuale Verteilung der Radonkonzentration in den gemessenen Häusern der Landkreise Bitburg-Prüm und Trier-Saarburg.

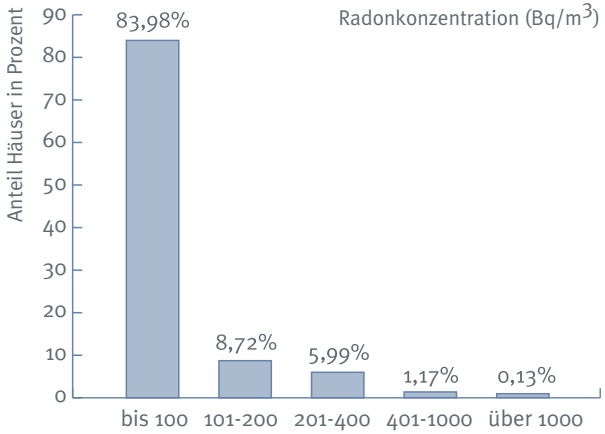


Abbildung 4: Verteilung der Radonkonzentration in Häusern der Landkreise Bitburg-Prüm und Trier-Saarburg. Es wurde nur die Radonkonzentration in Aufenthaltsräumen berücksichtigt.

Die höchste gemessene Radonkonzentration in einem – im Keller gelegenen - Aufenthaltsraum betrug 1055 Bq/m^3. Die mittlere Radonkonzentration der untersuchten Räume lag bei 50 Bq/m^3, dies entspricht etwa dem Durchschnitt in Deutschland.

Im Landkreis Bitburg-Prüm wurde zusätzlich der Einfluss des Gebäudealters auf die Radonkonzentration in den Häusern untersucht. Dabei zeigte sich, dass bei den Baujahren vor 1960 in etwa 17 % der Gebäude eine Radonkonzentration über 200 Bq/m^3 gemessen wurde. Bei den Baujahren 1960 bis 1980 lagen hingegen nur 1,5 % über 200 Bq/m^3. Ab dem Baujahr 1980 betrug dieser Anteil nur noch 1 %. Bei älteren Häusern wurden die Keller oft schlecht gegen Bodenfeuchte abgedichtet, manche Keller wurden mit Naturstein gemauert oder besitzen nur einen gestampften Lehmboden. Bei diesen älteren Gebäuden kann Radon leichter eindringen und zu einer erhöhten Konzentration in der Raumluft führen.

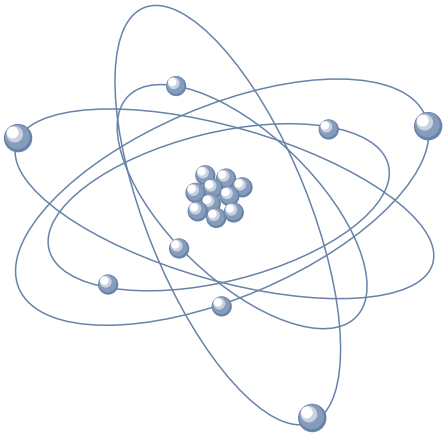
Diese Messungen wurden in ausgewählten Gebieten mit einer hohen Radonkonzentration in der Bodenluft durchgeführt. In den restlichen Gebieten von Rheinland-Pfalz ist die Radonkonzentration in der Bodenluft mit Werten zwischen 20 000 und 100 000 Bq/m^3 niedriger. Es ist daher zu erwarten, dass dort die Radonkonzentration in der Raumluft der Häuser ebenfalls niedriger ist. Der vollständige Wortlaut des Abschlussberichts steht auf der Homepage des Ministeriums für Umwelt und Forsten zum Download zur Verfügung. (http://www.muf.rlp.de)

9

Warum sollte ich Radon in meiner Wohnung messen lassen?

Radon als unsichtbares, radioaktives Gas kann nicht wahrgenommen werden. Wenn Sie sich mit einer Messung Gewissheit über die Radonkonzentration in Ihrer Wohnung verschaffen, können Sie rechtzeitig einfache und wirksame Maßnahmen gegen dieses Gesundheitsrisiko ergreifen. In den meisten Fällen wird die Radonkonzentration so niedrig sein, dass Sie gar keine Maßnahmen ergreifen müssen.

Jedes Haus, jedes Grundstück verhält sich bezüglich des Radons etwas anders. Wenn in Ihrem Nachbarhaus niedrige Konzentrationen gemessen wurden, bedeutet dies nicht, dass die Konzentration in Ihrem Haus ebenfalls niedrig sein muss. Wenn Ihr Grundstück in einem Gebiet mit einem niedrigen Radonpotenzial liegt, können Sie trotzdem nicht mit Sicherheit ausschließen, dass die Radonkonzentration in Ihrem Haus erhöht ist. Gewissheit können Sie sich nur mit einer Radonmessung in Ihrem Haus oder Ihrer Wohnung verschaffen. Die Kosten einer Messung sind nicht hoch. Für Sie und Ihre Mitbewohner ist es in jedem Fall gut angelegtes Geld.



10

Wie wird Radon gemessen?

Bei Radonmessungen wird unterschieden, ob sie die Radonkonzentration in der Raumluft oder in der Bodenluft bestimmen sollen.

Die Radonkonzentration in Innenräumen wird üblicherweise mit kleinen Radon-Dosimetern (meist vom Typ **›Kernspurdosimeter**) gemessen. Die Durchführung dieser Messung ist ausgesprochen einfach. Die Dosimeter und die Gebrauchsanweisung werden Ihnen von einer Messstelle Ihrer Wahl zugesandt. Die Dosimeter sind sehr klein und stören daher kaum. Nach einem Jahr senden Sie die Dosimeter an die Messstelle zurück. Sie erhalten anschließend einen Messbericht mit den gemessenen Radonkonzentrationen. Der Preis für eine Messung liegt bei etwa 30 €.

Empfehlenswert ist es, mindestens im Schlafzimmer und im Wohnzimmer je ein Dosimeter auszulegen. Wenn auch im Kellergeschoss Räume liegen, in denen sich Menschen längere Zeit aufhalten, sollte auch dort gemessen werden. (z.B. Hobbyraum).

Bei höheren Konzentrationen kann es sich lohnen, die Radonkonzentration mit Geräten zu messen, die das Ergebnis direkt anzeigen können. Diese Geräte erlauben es, den zeitlichen Verlauf der Radonkonzentration aufzuzeichnen. Aus den Messergebnissen können Fachleute Schlüsse auf die Eindringmechanismen des Radons ins Gebäude ziehen. Diese Erkenntnisse können für eine Planung von baulichen Reduzierungsmaßnahmen sehr hilfreich sein. Da diese Messungen vor Ort von Fachpersonal mit aufwändigen Geräten durchgeführt werden, sind diese Messungen nicht billig.

Für die Messung der Radonkonzentration im Boden geht man nach der folgenden Methode vor. In den Boden wird eine einen Meter lange Bohrsonde getrieben, mit der die Bodenluft abgesaugt wird. Die Radonkonzentration in dieser Luft wird dann mit speziellen Geräten gemessen. Auch diese Messungen sind wegen des benötigten Fachpersonals nicht billig.

11

Ab welcher Radonkonzentration sollte ich Maßnahmen ergreifen?

Zur Zeit gibt es in Deutschland keine verbindliche Regelung für eine Begrenzung der Radonkonzentration in der Raumluft von Gebäuden. Als Richtschnur für mögliche Maßnahmen mögen Ihnen die folgenden Empfehlungen dienen:

· Oberhalb einer Radonkonzentration von 200 Bq/m^3 in Ihren Aufenthaltsräumen empfehlen wir Ihnen, einfache Maßnahmen zur Senkung der Radonkonzentration durchzuführen.

· Ab einer Radonkonzentration von 1000 Bq/m^3 empfehlen wir Ihnen dringend, besondere Maßnahmen durchzuführen. Es ist ratsam, für diese Maßnahmen fachmännischen Rat einzuholen.

· Sollten Sie ein neues Haus bauen wollen, empfehlen wir Ihnen, ab einer Radonkonzentration in der Bodenluft von mehr als 100 000 Bq/m^3 besondere Maßnahmen beim Bau vorzusehen.

Auch unterhalb einer Raumluftkonzentration von 200 Bq/m^3 kann ein Gesundheitsschaden durch Radon nicht ausgeschlossen werden. In vielen Fällen können Sie die Radonkonzentration durch einfache und preiswerte Maßnahmen weiter senken.

12

Wie senke ich die Radonkonzentration in einem bereits bestehenden Gebäude?

Einfache Maßnahmen ab einer Radonkonzentration von mehr als 200 Bq/m^3 in Aufenthaltsräumen sind:

· Die einfachste und oft sehr wirksame Methode stellt regelmäßiges Lüften der Aufenthaltsräume dar. Stoßlüftungen vergeuden keine Energie und sind auch im Hinblick auf ein gesundes Raumklima zu empfehlen.

· Verbessern Sie die Lüftung der Kellerräume. Da Radon meist durch den Keller in die oberen Stockwerke eindringt, führt eine Senkung der Radonkonzentration im Keller auch zu einer niedrigeren Konzentration in den oberen Stockwerken.

· Das Abdichten von Rissen, Fugen und Rohrdurchführungen im Keller (Bodenplatte und erdberührte Wände) mit einer Dichtmasse verhindert das Eindringen von Radon aus dem Erdreich. Auch durch kleine Spalte, die beispielsweise um einen Bodensiphon liegen, können erhebliche Mengen Radon in den Keller gelangen.

· Das Abdichten des Ausbreitungswegs vom Keller in die Wohnräume senkt die Radonkonzentration in den Wohnräumen. Eine dicht schließende Kellertür kann hier Abhilfe schaffen. Hier haben sich auch Rauchschutztüren nach DIN 18095 bewährt. Achten Sie aber auch auf mögliche Ausbreitungswege durch Installationsschächte und Kamine.

Besondere Maßnahmen ab einer Radonkonzentration von mehr als 1000 Bq/m³ in Aufenthaltsräumen sind:

· Das Versiegeln von durchlässigen Naturkellerböden mit Beton erschwert das Eindringen des Radons. Hier sollte vor allem auf einen guten Anschluss des Betonbodens an die Kellerwände geachtet werden.

· Mit einem Ventilator kann im Kelleraum ein kleiner Überdruck gegenüber der Außenluft erzeugt werden. Durch diesen Überdruck kann das Eindringen des Radons aus dem Erdreich in den Keller vermieden werden.

· Bei einer anderen Methode wird unter dem Keller ein Brunnen gebohrt, aus dem mit einem Ventilator die Luft abgesaugt und direkt ins Freie abgeführt wird. Dadurch wird das Radonpotenzial unter dem Keller verringert und die Radonkonzentration in der Kellerluft gesenkt.

Diese besonderen Sanierungsmaßnahmen sollte man am besten einem Fachmann überlassen. Nach der Umsetzung von technischen Maßnahmen sollte deren Wirksamkeit in jedem Fall durch eine weitere Messung der Radonkonzentration überprüft werden.

Weiterführende Informationen zum Thema Sanierung können Sie dem **›Radon-Handbuch des Bundesamts für Strahlenschutz** entnehmen. Die folgende Abbildung zeigt die wichtigsten einfachen Sanierungsmaßnahmen.

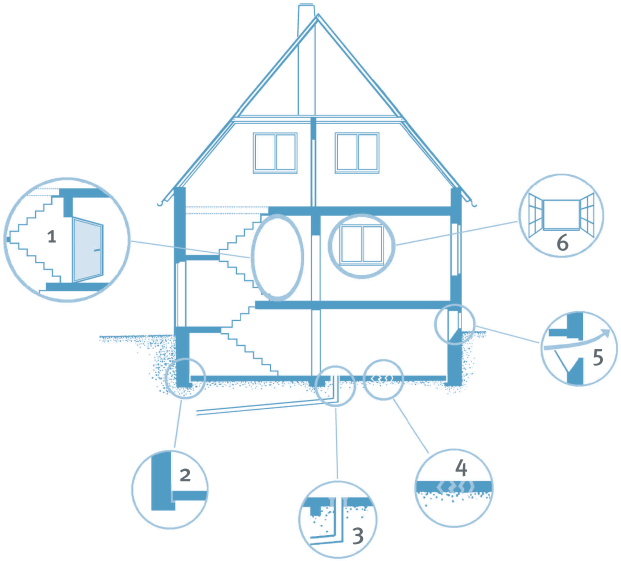


Abbildung 6: Einfache Sanierungsmaßnahmen an einem bestehenden Gebäude: (1) Einbau einer Abschlusstür zum Keller oder offenen Treppenhaus, um die Luftverbindung zum Keller zu unterbinden, (2) Abdichten von Fugen im Kellerboden, (3) Abdichten von Rohrdurchführungen im Keller, (4) Abdichten von Rissen im Kellerboden und in der Kellerwand, (5) Lüften des Kellers, (6) Stoßlüftung der Aufenthaltsräume.

13

Wie vermeide ich eine hohe Radonkonzentration in einem noch zu errichtenden Gebäude?

Wenn Sie ein Gebäude neu errichten wollen, ist es sinnvoll, sich zuvor über die Radonkonzentration in der Bodenluft zu informieren. Man geht davon aus, dass die Radonkonzentration in der Raumluft der Kellerräumen im Durchschnitt etwa ein bis zwei Tausendstel der Konzentration in der Bodenluft beträgt. Dies hängt jedoch im Einzelfall entscheidend von der baulichen Ausführung des Kellers ab. Bei einem Neubau lassen sich Maßnahmen zum Schutz gegen Radon verhältnismäßig preiswert umsetzen. Eine nachträgliche Sanierung würde in jedem Fall teuerer und weniger wirksam werden.

Für einen Neubau empfehlen sich auch bei niedrigen Radonkonzentrationen in der Bodenluft die folgenden **einfachen vorbeugenden Maßnahmen**:

· Die Bodenplatte sollte aus konstruktiv bewehrtem Beton mit einer Mindeststärke von 15 cm bestehen. Diese Forderung ist bei den meisten Neubauten schon heute Stand der Technik.

· Die Kellerwände sollten mit einer fachgerechten Bauwerksabdichtung nach DIN 18 195-4 gegen angreifende Bodenfeuchte geschützt werden. Das Dichtmaterial sollte radondicht sein und so elastisch, dass es auch kleine entstehende Risse überbrücken kann. Auch dies entspricht heute dem Stand der Technik.

· Durchdringungen der erdberührten Kellerwände durch Leitungen oder Rohre sind sorgfältig und dauerhaft gegen Radon abzudichten.

· Wenn die Kellerwände außen mit einem nicht bindigem Material wie beispielweise Kies oder Splitt hinterfüllt werden, kann das Radon schon dort an die Oberfläche treten und dringt nicht in den Keller ein. Voraussetzung dafür ist aber, dass die Oberfläche dieser Drainage nicht versiegelt wird.

Besondere vorbeugende Maßnahmen, die bei einer nachgewiesenen Bodenluftkonzentration von über 100 000 Bq/m^3 zu empfehlen, sind:

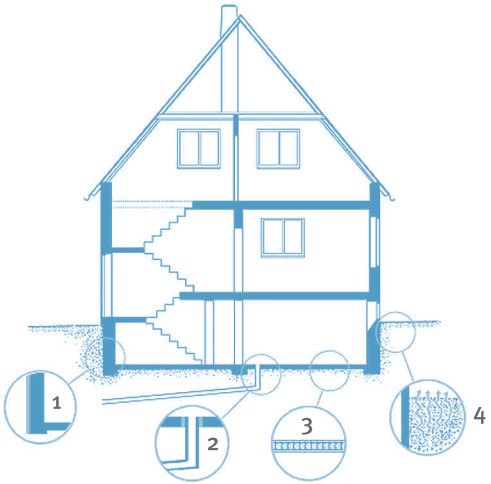
· Einbau einer radondichten Folie unter der Bodenplatte. Die Dichtheit dieser Folie muss gesondert nachgewiesen sein.

· In besonderen Fällen der Einbau einer Drainage unterhalb der Bodenplatte, die an eine künstliche Ventilation angeschlossen wird.

Diese Maßnahmen sollten in jedem Fall nur mit fachmännischer Unterstützung durchgeführt werden.

In der folgenden Abbildung sind die wichtigsten einfachen Vermeidungsmaßnahmen zusammengefasst.

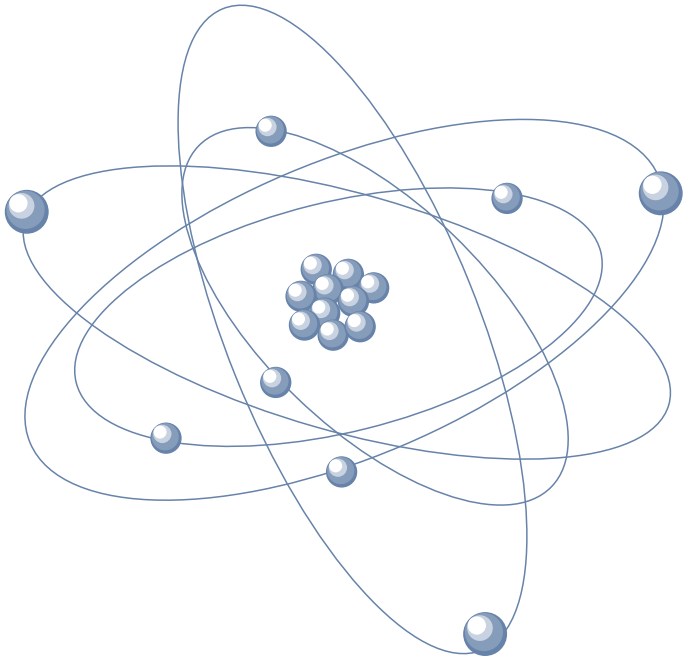
Abbildung 7: Einfache Vermeidungsmaßnahmen bei einem Neubau: (1) Äußere Abdichtung der Kellerwand, (2) Abdichtung der Rohr- und Leitungsdurchführungen, (3) mit Eisenmatten bewehrte Betonplatte, (4) Drainage mit luftdurchlässigem Material.



14

Kann Radon auch aus dem Baumaterial stammen?

Aus Schweden wurde berichtet, dass Radon aus dem Baumaterial zu einer erhöhten Radonkonzentration in der Raumluft führen kann. Dort wurden bis in die 70er Jahre Steine verwendet, die aus uranhaltigem Alaunschiefer hergestellt waren. Dieses Material wird in Deutschland praktisch nicht verwendet. Baumaterial ist daher in Deutschland selten die Ursache hoher Radonkonzentrationen in Innenräumen. Im Zweifelsfall schafft auch hier eine Radonmessung in der Raumluft Klarheit.



15

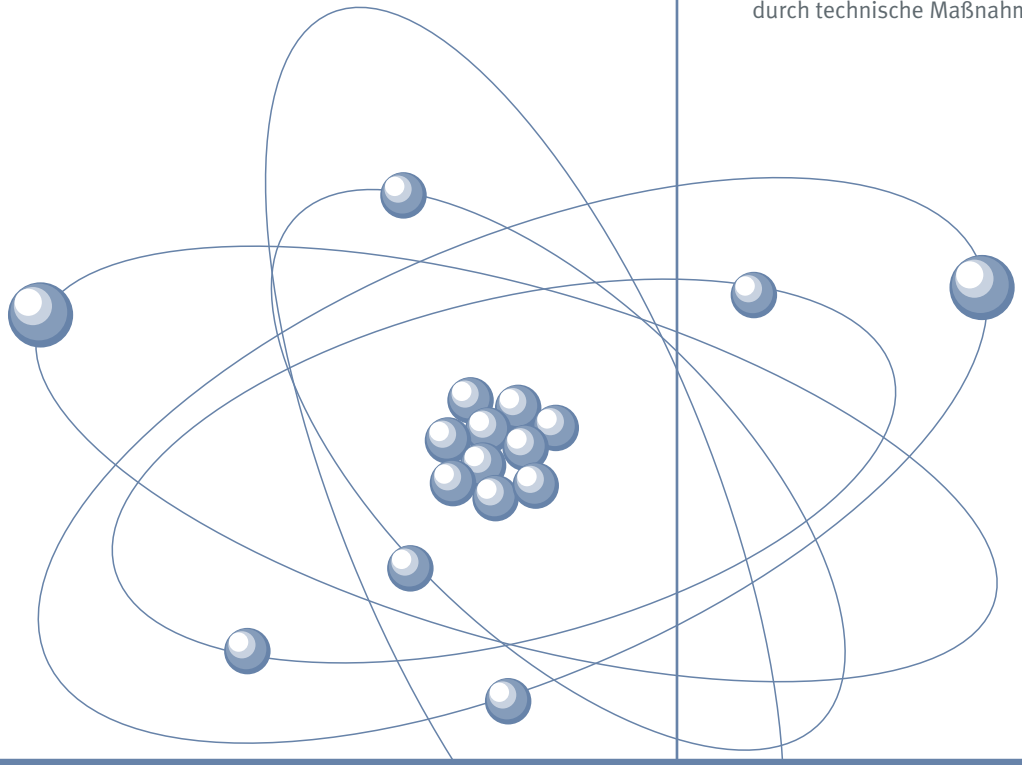
Gibt es Radon auch im Trinkwasser?

Das Trinkwasser enthält zwischen 5 und etwa 100 Bq/l Radon, das ebenfalls aus dem Erdreich stammt. Radon löst sich im Erdreich ähnlich wie Kohlensäuregas im Grundwasser. Wird das Wasser erwärmt oder durchmischt, gast das Radon aus und gelangt so in die Raumluft. Der Radongehalt des Wassers ist jedoch in Rheinland-Pfalz sehr gering, so dass es beim Trinken des Wassers zu keiner nennenswerten Strahlenbelastung kommt. Auch die geringe Freisetzung des Radons beim Duschen oder Baden führt zu keiner besonderen Belastung durch eingeatmetes Radon.

16

Kann Radon an Arbeitsplätzen ein Problem sein?

An manchen Arbeitsplätzen kann es zu einer erhöhten Strahlenbelastung durch Radon kommen. Hierzu zählen Bergwerke, Radon-Heilbäder und Wasserwerke. Die Radonkonzentrationen können an diesen Arbeitsstätten Werte von einigen Zehntausend Bq/m^3 erreichen. Die Strahlenschutzverordnung regelt die Überwachung dieser Arbeitsplätze und die Einhaltung der Dosisgrenzwerte. In Rheinland-Pfalz wurde Radon in der Raumluft von über 1000 Wasserwerken gemessen. Hierbei traten nur in sehr wenigen Fällen stark erhöhte Radonkonzentrationen auf, die mittlerweile durch technische Maßnahmen gesenkt wurden.



17

Was hat es mit den Radon-Kuren auf sich?

Seit etwa 100 Jahren wird Radon als Heilmittel in Kuren verwendet. Es soll bei rheumatischen Erkrankungen und Lungenkrankheiten einen positiven Gesundheitseffekt haben. Dazu wird das Radon entweder mit der Luft inhaliert, mit radonhaltigem Wasser getrunken oder es gelangt in radonhaltigen Wannenbädern über die Haut in den Körper. Die Radonkonzentration in der Luft kann hierbei sehr hohe Werte von bis zu 100 000 Bq/m^3 erreichen. Wir haben aber schon gezeigt, dass die Aufenthaltsdauer einen wesentlichen Einfluss auf die schädliche Wirkung des Radons hat. Die Aufenthaltsdauer während den Anwendungen bei einer Kur ist vergleichsweise kurz. Daher ergibt sich durch die Kur eine Strahlenbelastung, die etwa der durchschnittlichen jährlichen Strahlenbelastung durch Radon im häuslichen Bereich entspricht.

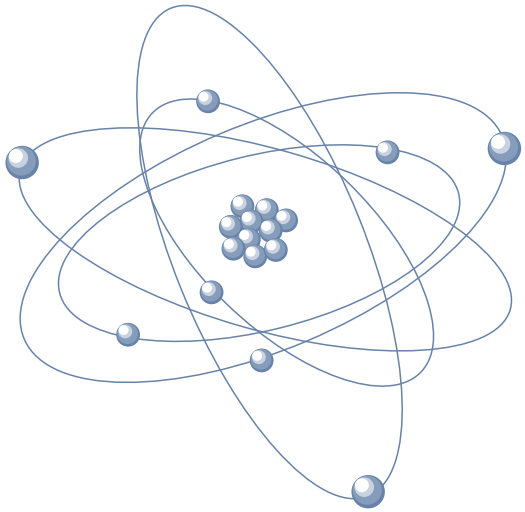
Dieser zusätzlichen Strahlenbelastung steht bei einer Radontherapie ein gesundheitsfördernder Effekt gegenüber. Teilnehmer an Radonkuren brauchen oft über Monate hinweg geringere Dosen an Medikamenten, die insbesondere bei rheumatischen Erkrankungen gesundheitliche Nebenwirkungen haben können.

18

Wo finde ich weitere Unterstützung?

Im Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG) in Mainz wurde eine Radon-Informationsstelle eingerichtet. Hier erhalten Sie weiterführende Informationen über Radon und über die Möglichkeiten zur Reduzierung der Radonkonzentration in Ihrer Wohnung. Die Radoninformationsstelle soll auch Radon-Messungen durchführen oder Ihnen Messstellen für Radon benennen.

Mit Fragen zu baulichen Maßnahmen zur Senkung der Radonkonzentration in Innenräumen können Sie sich auch an die Architektenkammer Rheinland-Pfalz (Adresse S. 26) wenden. Die Architektenkammer kann Ihnen fachkundige Architekten nennen.



Aerosol
Fein verteilte flüssige (Nebel) oder feste Stoffe (Stäube, Rauch) in der Luft. Die Aerosole sind so leicht, dass sie in der Luft in der Schwebe bleiben. Werden Aerosole eingeatmet, so können sie in den Bronchien abgelagert werden.

Becquerel
Einheit der Aktivität eines radioaktiven Stoffs, abgekürzt Bq. Ein Becquerel bedeutet den Zerfall eines Atomkerns pro Sekunde.

Becquerel pro Kubikmeter
Aktivitätskonzentration eines radioaktiven Stoffs, abgekürzt Bq/m^3. Ein Becquerel pro Kubikmeter bedeutet den Zerfall eines Atomkerns pro Sekunde in einem Raumvolumen von einem Kubikmeter.

Gleichgewichtsfaktor
Im Idealzustand ist die Aktivitätskonzentration der Radonfolgeprodukte genauso hoch wie die des Radons. Da sich die Folgeprodukte als Schwermetalle jedoch aus der Luft abscheiden, ist ihre Konzentration in der Realität kleiner als die des Radons. Das Verhältnis wischen der Konzentration des Radons und seiner Folgeprodukte wird mit dem Gleichgewichtsfaktor beziffert. Der Wert liegt typisch zwischen 0,2 und 0,6.

Ionisierende Strahlung
Strahlung, die in Stoffen elektrisch geladene Ionen erzeugen kann. Hierzu gehört die Gamma-Strahlung (kurzwellige elektromagnetische Wellen), Beta-Strahlung (schnelle Elektronen) und Alpha-Strahlung (Heliumkerne). Diese Strahlen werden beispielsweise beim radioaktiven Zerfall ausgesendet. Ionisierende Strahlen schädigen das menschliche Gewebe und können Krebs auslösen.

Kernspurdosimeter
Die radioaktiven Zerfälle des Radons und seiner Folgeprodukte hinterlassen in dünnen Kunststoff-Filmen winzige Spuren, die mit speziellen Verfahren sichtbar gemacht werden können. Die Anzahl dieser Spuren ist ein Maß für die Zahl der Zerfälle, die in einem bestimmten Zeitraum auf das Dosimeter eingewirkt haben.

Nuklid
Atome eines chemischen Elements, die eine unterschiedliche Zahl von Neutronen besitzen. Nuklide eines Elements haben unterschiedliche Halbwertszeiten. Beispiele von Isotopen sind Radon-219, Radon-220 und Radon-222.

Radioaktivität
Eigenschaft bestimmter Atome, sich ohne äußere Einwirkung in andere Atome umzuwandeln. Die dabei frei werdende Energie wird als **ionisierende Strahlung** abgegeben.

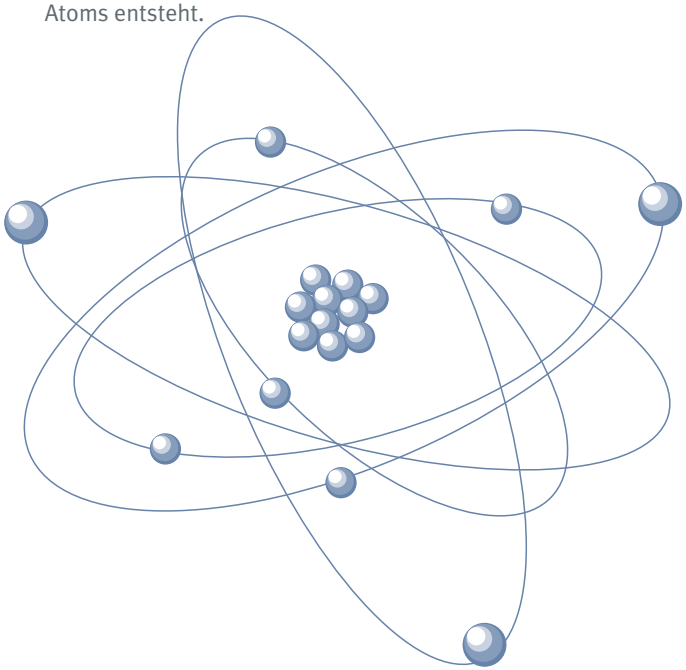
Radon
Radon ist ein Edelgas, von dem es keine stabilen, sondern nur radioaktive Isotope gibt. Das wichtigste radioaktive Isotop des Radons ist das Radon-222. Andere natürliche Isotope des Radons wie das Radon-220 oder Radon-219 spielen für den Strahlenschutz nur eine untergeordnete Rolle. Radon-222 hat eine Halbwertszeit von 3,8 Tagen. Eine Radon-Konzentration von 1000 Bq/m3 entspricht übrigens einer massenbezogenen Konzentration von 0,000 000 000 000 175 g/m^3!

Radon-Folgeprodukte
Die Zerfallsprodukte des Radons - Polonium-218, Blei-214, Wismut-214, Polonium-214 - haben Halbwertszeiten zwischen 26,8 Minuten und 0,168 Sekunden. Wenn Radon in der Luft zerfällt, lagern sich die Radon-Folgeprodukte meist an Aerosole an. Die Radon-Folgeprodukte stellen den größten Teil der Belastung der Lunge dar.

Radon-Handbuch
Bundesamt für Strahlenschutz
Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH,
Artikel Nr.: 1705100001

Zerfallskette
Ist das Zerfallsprodukt nicht stabil, sondern selbst wiederum radioaktiv, so kann eine Kette radioaktiver Zerfälle entstehen. Ein Beispiel hierfür ist die natürliche Zerfallskette des Urans-238, das nach und nach in die folgenden Isotope zerfällt: Thorium-234, Protactinium-234, Uran-234, Thorium-230, Radium-226, Radon-222, Polonium-218, Blei-214, Wismut-214, Polonium-214, Blei-210, Polonium-210 und zuletzt das stabile Blei-206.

Zerfallsprodukt
Ein Atom, das durch den radioaktiven Zerfall eines anderen Atoms entsteht.



http://www.muf.rlp.de
Ministerium für Umwelt und Forsten
Rheinland-Pfalz

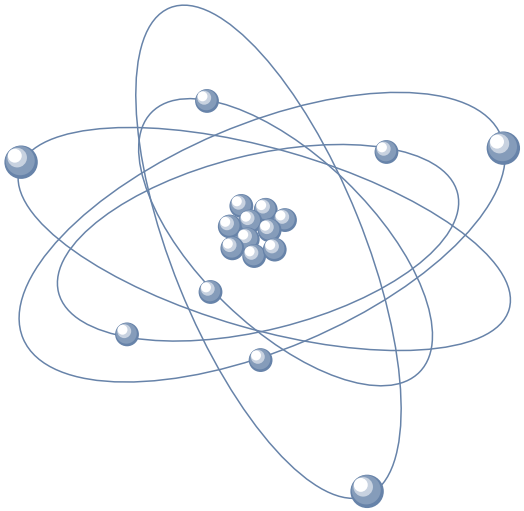
http://www.bmu.de/strahlenschutz
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit

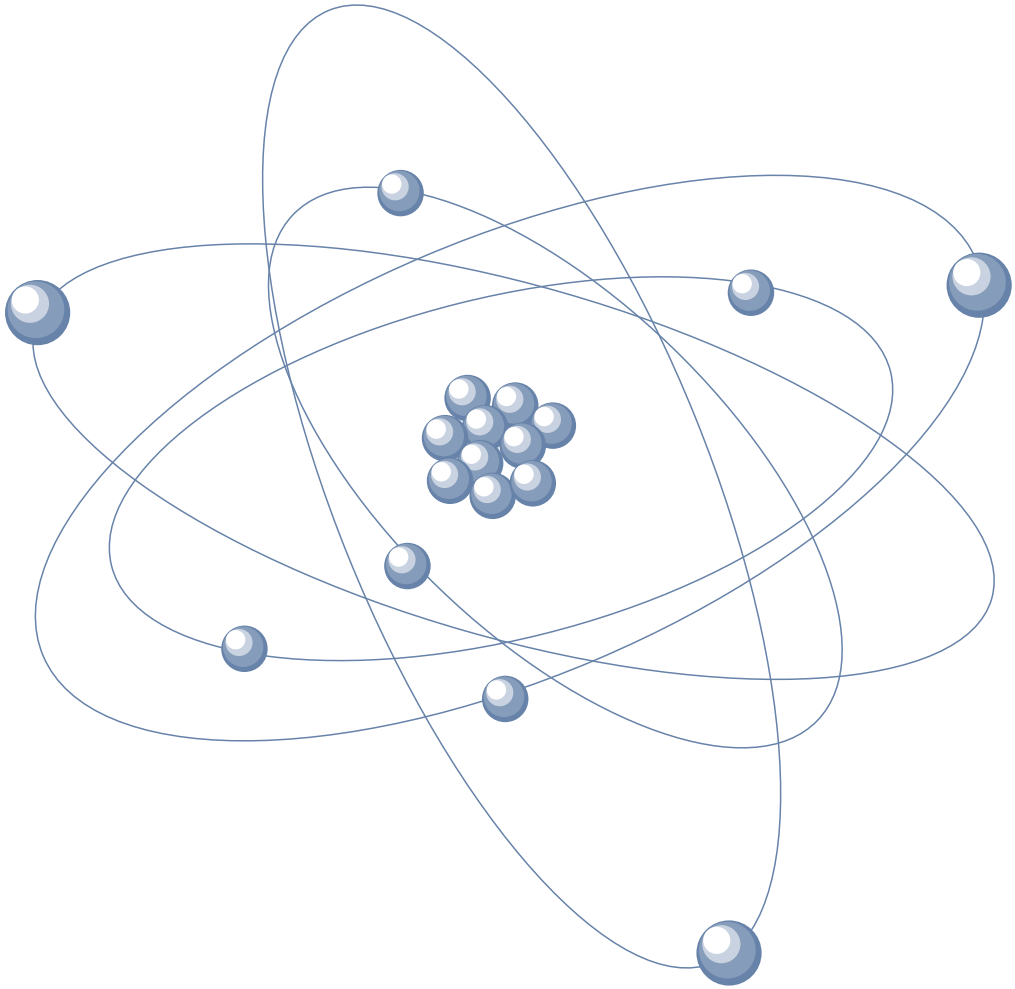
http://www.bfs.de
Bundesamt für Strahlenschutz

http://www.fs-ev.de
Fachverband für Strahlenschutz

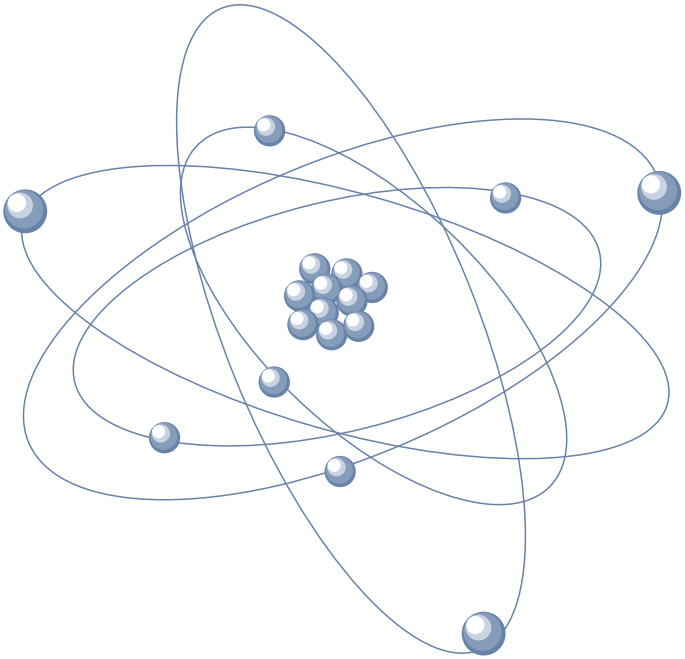
Radon-Informationsstelle des Landes Rheinland-Pfalz
im Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und
Gewerbeaufsicht
Kaiser-Friedrich-Straße 7
55116 Mainz
Telefon 06131 / 60 33-12 63
Fax 06131 / 14 32 96 6
Mail: radon@luwg.rlp.de

Landesgeschäftsstelle der Architektenkammer
Rheinland-Pfalz
Hindenburgplatz 6, 55118 Mainz
Postfach 1150, 55001 Mainz
Telefon Zentrale (06131) / 99 60-0
Allgemeinfax (06131) / 61 49 26
Internet: http://www.akrp.de





RheinlandPfalz



Ministerium für Umwelt und Forsten