

Radon im neuen Strahlenschutzgesetz

Radon in the new German radiation protection act

ZUSAMMENFASSUNG

Das natürlich vorkommende radioaktive Edelgas Radon ist der wichtigste Umweltrisikofaktor für Lungenkrebs. Dies ist jedoch in der Bevölkerung kaum bekannt. Das neue Strahlenschutzgesetz sieht verschiedene Maßnahmen vor, um die Gesundheit der Menschen insbesondere in Gebieten mit hohem Radonvorkommen zu schützen. Der gesetzlich festgelegte Referenzwert der Radon-Aktivitätskonzentration von 300 Bq/m^3 spielt für die Ausweisung dieser Gebiete eine wichtige Rolle. Das Gesetz spezifiziert Regelungen für bestehende Wohngebäude, Neubauten und Arbeitsplätze. Zusätzlich verpflichtet es das Bundesumweltministerium und die Länderbehörden dazu, die Bevölkerung zu informieren sowie Maßnahmen zur Verringerung der Radon-222-Aktivitätskonzentration in Aufenthaltsräumen anzuregen. Wichtig ist, die Bereitschaft zu Radonmessungen in der Bevölkerung zu erhöhen, da diese den ersten Schritt beim Schutz vor Radon darstellen.

MARIA SCHNELZER,
BERND HOFFMANN

ABSTRACT

The naturally occurring radioactive noble gas radon is the most important environmental risk factor for lung cancer. Yet the public is hardly aware of this fact. The new German radiation protection act provides several measures to protect particularly the health of people living in areas with high radon potential. A reference value of 300 Bq/m^3 defined in the radiation protection act plays an important role in the determination of these areas. The act specifies regulations for existing buildings, new buildings and work places. Additionally, it obligates the ministry of environment and federal public authorities to inform the public and to stimulate measures to decrease indoor radon-222 activity concentrations. It is important to raise the willingness to measure radon concentrations, as radon measurements are the first step in radon protection.

EINLEITUNG

Radon-222 (umgangssprachlich Radon) ist ein natürlich vorkommendes radioaktives Edelgas. Es ist Teil der Zerfallsreihe von Uran-238. Beim Zerfall von Radon-222 entstehen verschiedene ebenfalls radioaktive Folgeprodukte, unter anderem kurzlebige Isotope von Polonium, Wismut und Blei.

Radon und seine Zerfallsprodukte gelangen mit der Atemluft in den Atemtrakt. Während Radon selbst größtenteils wieder

ausgeatmet wird, lagern sich die kurzlebigen Zerfallsprodukte im Atemtrakt an und zerfallen dort vollständig. Die dabei entstehende energiereiche Alphastrahlung trifft die strahlenempfindlichen Zellen der Lungen. Aufgrund der hohen biologischen Wirksamkeit dieser Alphastrahlung kann es zu einer Schädigung der Zellen und schließlich zu einer Lungenkrebserkrankung kommen. Bereits im 16. Jahrhundert wurde bei Bergarbeitern im Erzgebirge das gehäufte Auf-



**Kernspurdetektor zur
Messung der Radon-
konzentration.**
Quelle: BfS.

treten von Lungenerkrankungen beobachtet. Ende des 19. Jahrhunderts wurde diese „Schneeberger Lungenkrankheit“ als Lungenkrebs identifiziert, und einige Jahrzehnte später wurde erkannt, dass diese Erkrankungen auf Radon zurückzuführen sind. Epidemiologische Studien an Bergarbeitern, die ab den 1960er Jahren durchgeführt wurden, trugen wesentlich dazu bei, dass das internationale Krebsforschungszentrum IARC der WHO Radon 1988 als nachgewiesen krebserregend für den Menschen einstuft (IARC 1988).

Die Radon-222-Aktivitätskonzentration (im Folgenden kurz „Radonkonzentration“ genannt) in Wohnungen ist im Allgemeinen deutlich geringer als in Bergwerken unter Tage. Der Verdacht, dass Radon dennoch auch in Wohnungen das Lungenkrebsrisiko erhöht, bestätigte sich in epidemiologischen Studien, für die die Radonkonzentration in den Wohnungen von tausenden Personen mit Lungenkrebs und vergleichbaren gesunden Personen gemessen wurde. Die 2005 veröffentlichte gemeinsame Auswertung von

13 europäischen Studien (Darby et al. 2005) zeigte, dass das Lungenkrebsrisiko umso größer ist, je höher die langjährige Radonkonzentration in der Wohnung ist. Es gab keinen Hinweis auf einen Schwellenwert, unter dem kein Risiko besteht. Aus den Ergebnissen dieser Auswertung und dem Wissen über die Verteilung der Radonkonzentration in deutschen Wohnungen lässt sich ableiten, dass Radon in Wohnungen in Deutschland jährlich etwa 1.900 Lungenkrebstodesfälle verursacht (Menzler et al. 2008).

Aus Bergarbeiterstudien gibt es Hinweise darauf, dass Radon auch das Risiko für andere Krebsarten erhöht, allerdings nur bei sehr hohen Expositionen (Kreuzer et al. 2010). Im häuslichen Bereich treten diese hohen Expositionen praktisch nicht auf.

Radon kommt in unterschiedlichen Konzentrationen in allen Gesteinen und Böden auf der ganzen Welt vor. Im Freien verdünnt sich das aus dem Erdreich entweichende Radongas in der Atmosphäre. Dringt es jedoch in Gebäude ein, reichert es sich dort an.

Radon findet sich mit hoher Wahrscheinlichkeit in bestimmten ländlichen und gebirgigen Regionen, zum Beispiel dem Erzgebirge, Ostbayern, dem Alpenvorland oder dem Eifelgebiet. Einen Überblick über die Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Bodenluft in einem Meter Tiefe gibt die Radonkarte Deutschlands (**ABBILDUNG 1**). Typischerweise liegt das Verhältnis von Radon in der Raumluft zu Radon in der Bodenluft bei circa 1 bis 5 %.

Aus dieser Karte kann jedoch nicht auf die Radonkonzentration in der Bodenluft an einem bestimmten Standort, zum Beispiel einem Baugrundstück, geschlossen werden, da die Radonkonzentration in der Bodenluft kleinräumig stark variieren kann.

Bodenluft ist die Hauptquelle für Radon in Häusern. Von geringerer Bedeutung ist Radonexhalation aus Baumaterialien und die Freisetzung aus Wasser. Wieviel Radon aus der Bodenluft in ein Haus eindringt, hängt von der Durchlässigkeit des Untergrunds und der Dictheit des Gebäudes im erdberührenden Bereich ab. Radon dringt zum Beispiel durch Risse im Mauerwerk oder der Fundamentbodenplatte oder durch ungenügend abgedichtete Rohr- und Kabeldurchführungen in das Haus ein. Im Keller ist die Radonkonzentration im Allgemeinen am höchsten. Über Treppen, Aufzüge oder Kaminschächte erreicht das Radongas auch höher gelegene Geschosse (**ABBILDUNG 2**).

Eine höhere Radonkonzentration tritt insbesondere in älteren Einfamilienhäusern ohne moderne Feuchteisolation und in Gebäuden ohne durchgehende oder mit beschädigter Grundplatte aus Beton auf. Eine weitere relevante Größe ist, wie gut Radon ein Haus wieder verlassen kann. Besonders in dichten Häusern mit sehr geringer Luftwechselrate, zum Beispiel nach einer energetischen Modernisierung, kann sich das Radon anreichern. Da die Radonkonzentration von vielen Einflussfaktoren abhängt, kann sie von Haus zu Haus stark schwanken. Nur eine Messung vor Ort gibt zuverlässig Auskunft, ob in einem Gebäude eine erhöhte Radonkonzentration vorliegt.

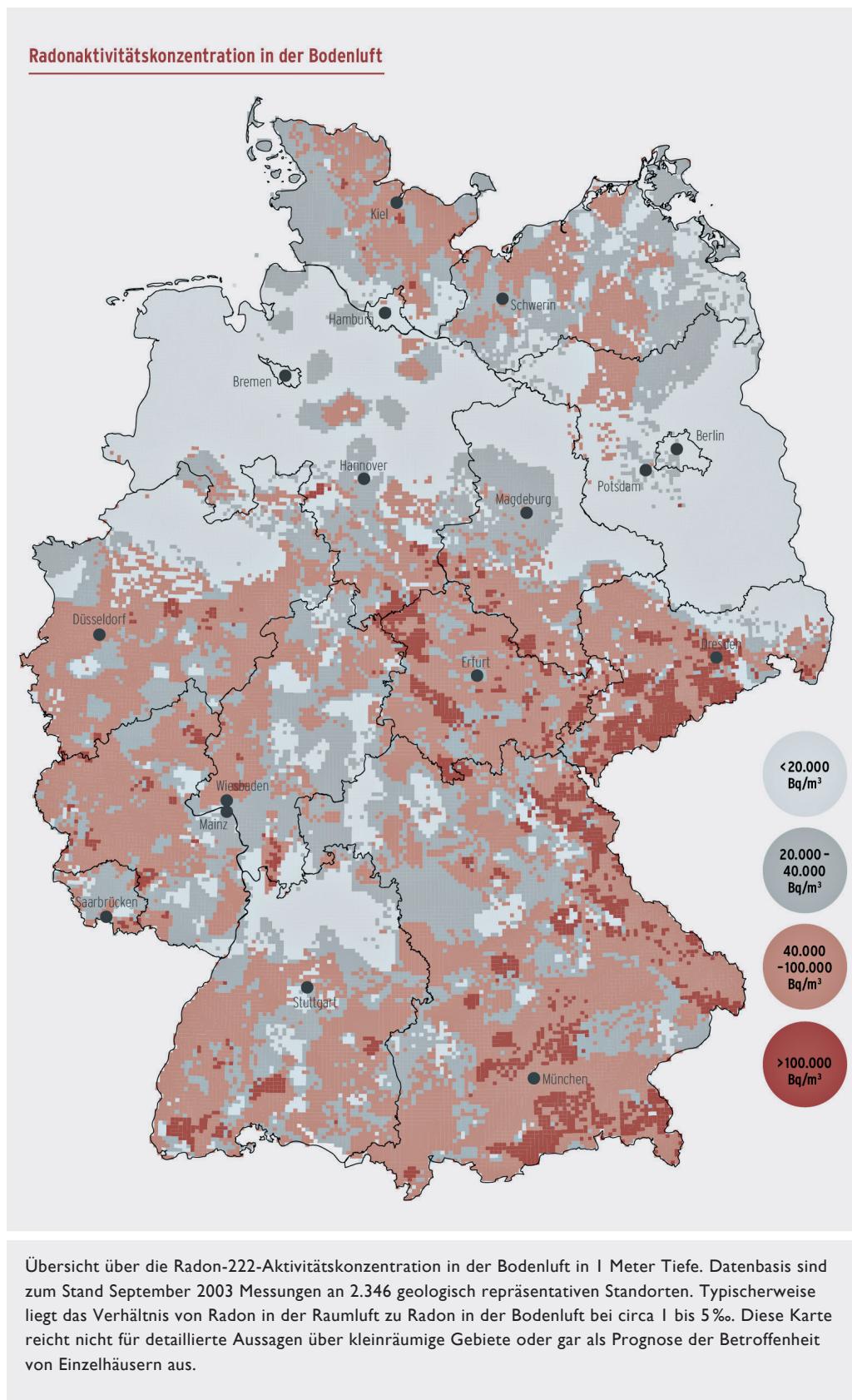
GESETZLICHE REGELUNG DES RADONSCHUTZES

Auf Basis der wissenschaftlichen Erkenntnisse entwickelte das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) bereits 2004 in Zusammenarbeit mit dem Bundesumweltministerium (BMU) ein Konzept für Maßnahmen zur Verminderung der Strahlenexposition durch Radon in Aufenthaltsräumen (Kreuzer 2005). Es sah eine generelle Absenkung der Radonkonzentration in Aufenthaltsräumen vor. Das Konzept wurde jedoch nicht umgesetzt.

Ende 2013 verabschiedete der Rat der Europäischen Union eine Richtlinie (2013/59/Euratom) zur Erneuerung des europäischen Strahlenschutzrechts. Diese enthielt Anforderungen an den Schutz vor Radon in Wohnräumen und an Arbeitsplätzen und war innerhalb von vier Jahren in den Mitgliedstaaten in nationales Recht umzusetzen. Im Zuge der Umsetzung dieser Richtlinie wurde in Deutschland ein neues Strahlenschutzgesetz verabschiedet, das in einem eigenständigen Kapitel den Schutz vor Radon regelt (<https://www.gesetze-im-internet.de/strlschg>). Das Gesetz wurde im Juli 2017 verkündet und trat zum 31. Dezember 2018 in Kraft. Eine Reihe von Details wurde auf Verordnungsebene geregelt. Die neue Strahlenschutzverordnung trat ebenfalls zum 31. Dezember 2018 in Kraft (http://www.bfs.de/DE/bfs/gesetze-regelungen/strahlenschutzverordnung/strahlenschutzverordnung_node.html).

WIE REGELT DAS NEUE GESETZ DEN RADONSCHUTZ?

Das Gesetz legt einen Referenzwert fest, der von zentraler Bedeutung ist für die Festlegung von Gebieten, in denen eine erhöhte Radonkonzentration in Innenräumen besonders wahrscheinlich ist und in denen daher besondere Regelungen gelten. Das Gesetz enthält Regelungen für bestehende Wohngebäude, Neubauten und Arbeitsplätze. Während der Radonschutz für beste-



hende Wohngebäude freiwillig ist, ist er für Neubauten und Arbeitsplätze verpflichtend. Darüber hinaus spezifiziert das Gesetz eine Reihe von Aufgaben für den Bund und die Länder, mit denen die Gesundheit der Bevölkerung vor den negativen Auswirkungen von Radon geschützt werden soll.

DER REFERENZWERT

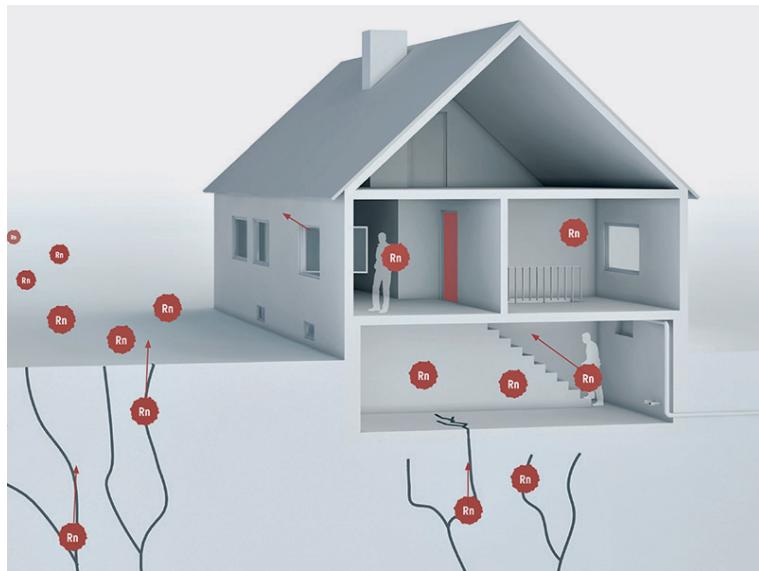
Das Gesetz legt einen Referenzwert von 300 Bq/m³ fest. Dieser Referenzwert dient „als Maßstab für die Prüfung der Angemessenheit von Maßnahmen“ und ist kein Grenzwert, der nicht überschritten werden darf. Andererseits ist dieser Wert auch nicht als Grenze zwischen „gefährlichen“ und „ungefährlichen“ Radonkonzentrationen zu verstehen. Schutzmaßnahmen sind daher auch unterhalb dieses Wertes sinnvoll. Bei der Festlegung dieses Wertes wurden nicht nur das Gesundheitsrisiko, sondern auch die technischen Möglichkeiten und Kosten für die Betroffenen berücksichtigt.

Das BMU muss zehn Jahre nach Inkrafttreten des Gesetzes einen Bericht über die Wirkung des Referenzwertes zum Schutz vor Radon vorlegen.

GEBIETE, IN DENEN EINE ERHÖHTE RADONKONZENTRATION IN INNENRÄUMEN BESONDERS WAHRSCHEINLICH IST

Das Gesetz enthält spezielle Regelungen für Gebiete, für die erwartet wird, dass die Radonkonzentration in einer beträchtlichen Zahl von Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen diesen Referenzwert überschreitet. Die Strahlenschutzverordnung legt fest, dass von einer derartigen Überschreitung auszugehen ist, wenn auf mindestens 75 Prozent des auszuweisenden Gebietes in mindestens 10 Prozent der Gebäude der Referenzwert überschritten wird. Die Festlegung der Gebiete erfolgt innerhalb der bestehenden Verwaltungsgrenzen.

Die zuständigen Behörden in den Bundesländern müssen diese Gebiete bis Ende 2020



auf Grundlage einer wissenschaftlich basierten Methode bestimmen. Als Grundlage dienen zum Beispiel Messdaten der Radonkonzentration in der Bodenluft und in bestehenden Gebäuden und Daten zur Bodendurchlässigkeit.

ABBILDUNG 2
Darstellung der Wege des Radons (Rn) aus dem Boden an die Oberfläche. Quelle: BfS.

REGELUNGEN FÜR ARBEITSPLÄTZE

In den oben genannten Gebieten (im Folgenden „Radonvorsorgegebiete“ genannt) müssen für alle Arbeitsplätze im Erd- oder Kellergeschoß eines Gebäudes Messungen der Radonkonzentration durchgeführt werden. Auch außerhalb der Radonvorsorgegebiete sind Messungen an Arbeitsplätzen in Arbeitsfeldern mit erhöhter Exposition durch Radon, wie beispielsweise in Anlagen zur Wassergewinnung, vorgeschrieben. Zudem kann die zuständige Behörde Messungen auch an anderen Arbeitsplätzen anordnen, wenn Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass die Radonkonzentration über dem Referenzwert von 300 Bq/m³ liegt.

Liegt die Radonkonzentration über dem Referenzwert, muss der Verantwortliche für den Arbeitsplatz unverzüglich Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration ergreifen. Innerhalb von zwei Jahren muss durch neuerliche Messung der Erfolg der Maßnahmen überprüft werden. Liegt

die Radonkonzentration immer noch über dem Referenzwert, ist der Arbeitsplatz bei der zuständigen Strahlenschutzbehörde des jeweiligen Bundeslandes anzumelden und der Arbeitgeber muss die zu erwartende Jahresdosis für die beschäftigte Person abschätzen. Ergibt diese Abschätzung, dass die effektive Dosis 6 Millisievert (mSv) im Jahr überschreiten kann, so sind die Anforderungen des beruflichen Strahlenschutzes zu erfüllen. Das heißt, dass die Strahlendosis der Beschäftigten dauerhaft bestimmt und an das Strahlenschutzregister des BfS gemeldet werden muss. Beschäftigte an den bereits erwähnten Arbeitsplätzen mit bekanntermaßen erheblich erhöhter Exposition durch natürliche Strahlenquellen, wie Radon (zum Beispiel Bergwerke, Schauhöhlen, Radon-Heilbäder, Anlagen zur Wassergewinnung), werden bereits seit 2001 strahlenschutzüberwacht.

Wenn Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich sind, besteht die Verpflichtung, die Radonkonzentration zu senken nicht, wenn die geschätzte effektive Dosis für die Beschäftigten deutlich unter der Grenze von 6 mSv pro Kalenderjahr bleibt. Der Arbeitsplatz muss aber gemeldet werden und die Situation muss regelmäßig überwacht werden.

MASSNAHMEN AN GEBÄUDE

Laut Strahlenschutzgesetz besteht bei Neubauten für Bauherren die Pflicht, durch bauliche Maßnahmen weitgehend zu verhindern, dass Radon in das Gebäude eindringt. Außerhalb der Radonvorsorgegebiete gilt diese Pflicht als erfüllt, wenn die nach den allgemeinen Regeln der Technik erforderlichen Maßnahmen zum Feuchteschutz eingehalten werden. Für Neubauten in Radonvorsorgegebieten legt das Gesetz bestimmte zusätzliche Maßnahmen fest, die in der Strahlenschutzverordnung aufgelistet und von einem Normungsausschuss im Deutschen Institut für Normung (DIN) mittels einer technischen Norm unterstellt werden.

2019 soll der erste Normenentwurf veröffentlicht werden. Auch hier sind jedoch im Einzelfall auf Antrag Ausnahmen möglich, wenn die Anforderung zu unangemessenem Aufwand oder unbilliger Härte führen würde. Eine unbillige Härte liegt laut Gesetz vor, wenn eine Überschreitung des Referenzwertes von 300 Bq/m³ auch ohne Maßnahmen nicht zu erwarten ist.

Werden bei bestehenden Gebäuden bauliche Veränderungen durchgeführt, die zu einer erheblichen Verminderung der Luftwechselrate – und damit zu einem Anstieg der Radonkonzentration – führen, empfiehlt das Gesetz, Maßnahmen zum Schutz vor Radon in Betracht zu ziehen. Dies gilt insbesondere bei dem Einbau neuer Fenster oder der Wärmeisolation im Dachbereich eines Hauses.

AUFGABEN DES BUNDES UND DER LÄNDER

Das Gesetz verpflichtet das BMU und die zuständigen Behörden der Länder dazu, die Bevölkerung über die Exposition durch Radon, die damit verbundenen Gesundheitsrisiken, die Wichtigkeit von Radonmessungen und die technischen Möglichkeiten zur Verringerung der Radonkonzentration zu informieren. Sie müssen zudem Maßnahmen anregen, mit denen Aufenthaltsräume, in denen die Radonkonzentration den Referenzwert von 300 Bq/m³ überschreitet, ermittelt werden und Mittel empfehlen, mit denen die Radonexposition verringert wird.

Unter Berücksichtigung eines sogenannten Radonmaßnahmenplans, den das BMU mit Beteiligung der Länder erstellt, müssen die zuständigen Behörden für ihren Bereich Strategien zum Umgang mit den langfristigen Risiken der Radonexposition entwickeln und die erforderlichen Daten erheben. Die Entwicklung dieser Strategien koordiniert das BMU. Der Radonmaßnahmenplan muss regelmäßig aktualisiert werden, mindestens alle zehn Jahre.

RADONSURVEY

Die oben genannten gesetzlichen Aufgaben erfordern es, ein möglichst aktuelles und repräsentatives Bild der Exposition der Bevölkerung durch Radon zu ermitteln. Zu diesem Zweck hat das BfS zusammen mit dem BMU im Rahmen des Ressortforschungsplans einen umfassenden Radonsurvey initiiert. Ziel ist es, die bundesweite Verteilung der Radonkonzentration in Wohnungen zu bestimmen. Dazu soll in 6.000 Wohnungen die Radonkonzentration über ein Jahr hinweg gemessen werden. Zusätzlich zu den Messdaten werden die Lage und Gebäudeeigenschaften erhoben, um so auch aktuelle Daten über Einflussfaktoren zu erheben. Des Weiteren ist zu erwarten, dass anhand der so gewonnenen Daten der von dem Ausschuss für Innenraumrichtwerte gesetzte Referenzwert von 100 Bq/m³ für Radon als Innenraumschadstoff (95 %-Perzentil der Verteilung) validiert werden kann. Dieser Referenzwert ist nicht identisch mit dem Referenzwert im Strahlenschutzgesetz. Das Vorhaben startete Ende 2018 und besitzt eine Laufzeit von fast drei Jahren.

WAS KANN MAN SELBST ZU SEINEM SCHUTZ TUN?

Zu Beginn sollte immer eine Messung stehen, da nur so festgestellt werden kann, ob ein Gebäude wirklich ein Radonproblem hat. Messungen sind einfach und preiswert. Die einfachste Methode ist es, sich von einer vom BfS anerkannten Stelle sogenannte „Kernspurdetektoren“ zuschicken zu lassen (siehe <http://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/schutz/messen.html>). Diese legt man bei sich in die wichtigsten Räume und sendet sie nach ein paar Monaten (maximal einem Jahr) zurück. Das Labor wertet diese aus und informiert dann über die Ergebnisse. Pro Raum kann man mit Kosten von circa 30 Euro rechnen. Mit einer Messung im Keller, einer im Wohnzimmer sowie Messungen in den Schlaf- und Kinderzimmern hat man ei-

nen guten Überblick über die Radonsituation in einer Wohnung oder einem Haus.

Hat man festgestellt, dass die Radonkonzentration in den Aufenthaltsräumen zu hoch ist, kann man mit einfachen Methoden versuchen, die Radonkonzentration zu senken. Einfache Maßnahmen beginnen damit, dass man beispielsweise offensichtliche Eindringwege des Radons in das Gebäude verschließt, wie offene Fugen und Ritzen im Keller. Auch die Kellerwanddurchbrüche für die Versorgungsleitungen (Wasser, Gas, Strom, ...) sind oftmals typische Eindringwege.

Bei sehr hohen Radonkonzentrationen sollte man zeitnah eine entsprechende bauliche Maßnahme in Betracht ziehen. In den meisten Fällen hilft es, einen sogenannten „Radonsumpf“ anzulegen und die radonhaltige Luft unter der Bodenplatte des Hauses kontinuierlich abzusaugen und damit auch für einen Druckausgleich zwischen Boden- und Kellerluft zu sorgen.

Vor umfangreichen Maßnahmen sollte man sich jedoch individuell beraten lassen. In Bayern und Sachsen wurden sogenannte „Radonfachpersonen“ ausgebildet, die die notwendige Sachkunde aufweisen (siehe <http://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/schutz/massnahmen.html>). In anderen Bundesländern sind Radoninformationsstellen bei den zuständigen Behörden etabliert worden oder befinden sich derzeit im Aufbau.

Weitere Informationen zum Thema Radon können unter http://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/radon_node.html abgerufen werden. Einen guten Überblick bietet auch die Sendung „Radon – Gefährliche Strahlung im Alltag“ aus der Reihe „Planet Wissen“ (<https://www.planet-wissen.de/video-radon--gefaehrliche-strahlung-im-alltag-100.html>, abrufbar bis 05.06.2023). ●

LITERATUR

Darby S, Hill D, Aunin A et al. (2005): Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *Bmj* 330: 223–28.

IARC – International Agency for Research on Cancer (1988): Man-made mineral fibres and radon. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Vol. 43, Lyon.

Kreuzer M (2005): Radon in Wohnungen ist wichtigster Umweltrisikofaktor für Lungenkrebs. *UMID – Umwelt + Mensch Informationsdienst* 01: 12–14.

Kreuzer M, Grosche B, Schnelzer M et al. (2010): Radon and risk of death from cancer and cardiovascular diseases in the German uranium miners cohort study: follow-up 1946–2003. *Radiation and environmental biophysics* 49: 177–85.

Menzler S, Piller G, Gruson M et al. (2008): Population attributable fraction for lung cancer due to residential radon in Switzerland and Germany. *Health physics* 95: 179–89.

KONTAKT

Maria Schnelzer
Bundesamt für Strahlenschutz
Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit
Ingolstädter Landstraße 1
85764 Oberschleißheim
E-Mail: mschnelzer[at]bfs.de

[BfS]