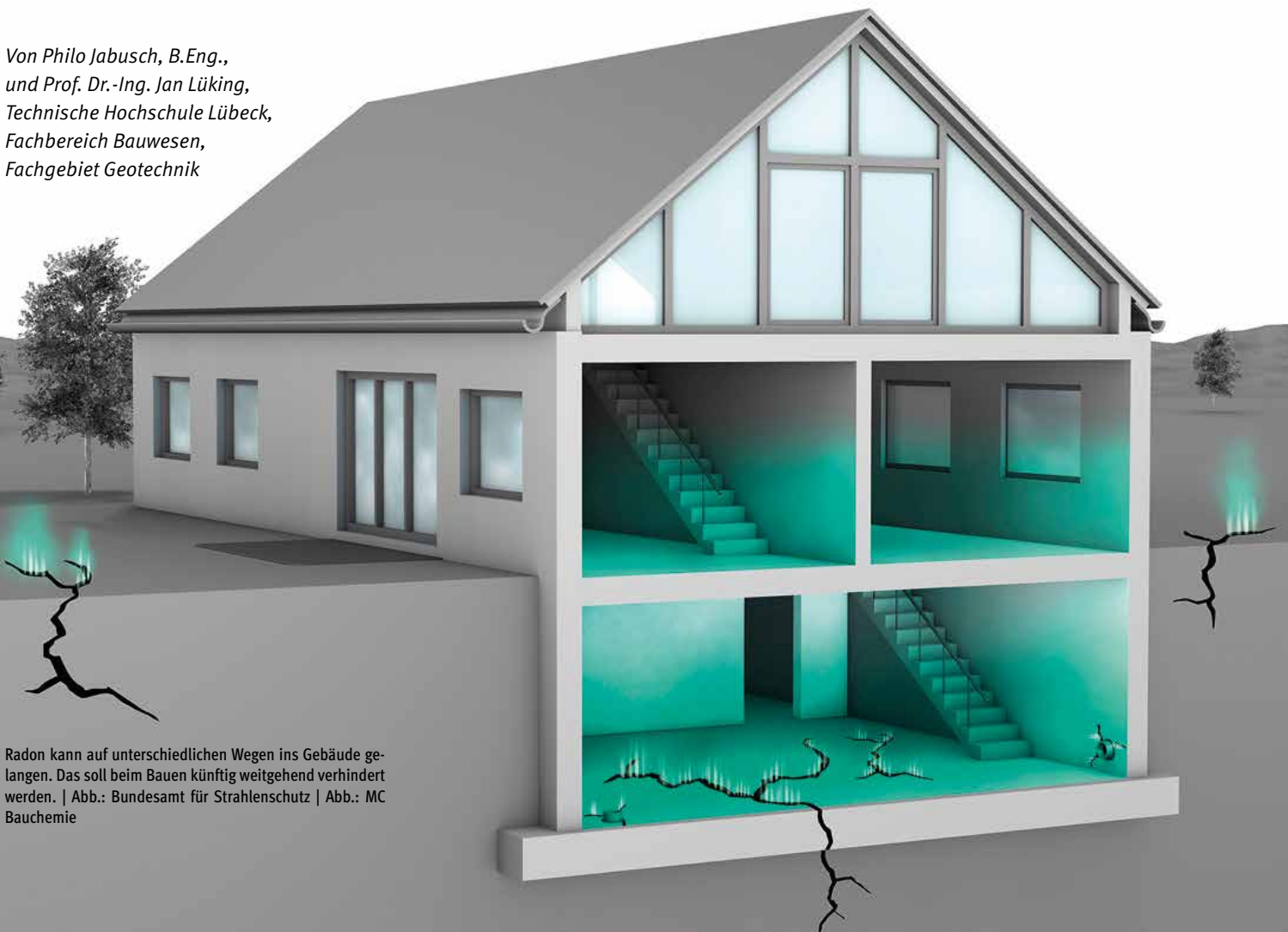


Abdichtung

Radonsicher bauen in Deutschland

Überall in Deutschland sollen Gebäude künftig radonsicher sein. Dazu müssen die Länder noch in diesem Jahr Vorsorgegebiete ausweisen. Grundlegende Ausführungsmöglichkeiten zum radongeschützten Bauen bei Neubauten und Sanierungen wird die DIN SPEC 18117 vorschreiben, die zurzeit ausgearbeitet wird. Ein aktueller Überblick.

*Von Philo Jabusch, B.Eng.,
und Prof. Dr.-Ing. Jan Lüking,
Technische Hochschule Lübeck,
Fachbereich Bauwesen,
Fachgebiet Geotechnik*



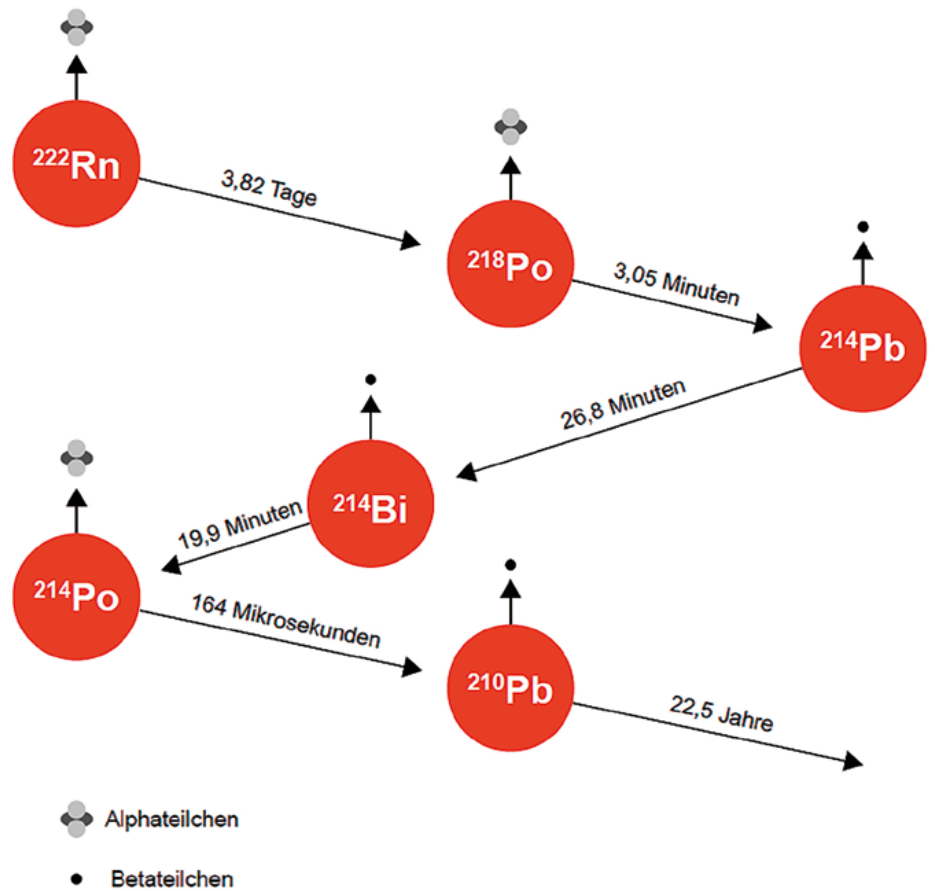
Radon kann auf unterschiedlichen Wegen ins Gebäude gelangen. Das soll beim Bauen künftig weitgehend verhindert werden. | Abb.: Bundesamt für Strahlenschutz | Abb.: MC Bauchemie

Am 31.12.2018 traten die neuen gesetzlichen Regelungen zum Schutz vor Radon als Teil des Strahlenschutzgesetzes in Kraft. In einigen Fällen können diese Regelungen jedoch erst nach einer Übergangszeit von zwei Jahren angewendet werden, da die Länder sogenannte Radonvorsorgegebiete ausweisen müssen. Diese Ausweisung hat spätestens bis zum 31.12.2020 zu erfolgen. Dazu zählen zum Beispiel einzuhaltende Referenzwerte und deren Nachweispflicht, sowie bauliche Schutzmaßnahmen. Ziel ist es, die Bevölkerung vor Radon und seinen gesundheitlichen Folgen zu schützen. Verschiedene Informationskampagnen haben im Vorfeld auf das Thema aufmerksam gemacht. Insbesondere das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat zur allgemeinen Aufklärung zum Thema Radon beigetragen.

Radon - Grundlagen

Radon ist ein sehr bewegliches, radioaktives Edelgas, das weder gesehen, gerochen oder geschmeckt werden kann. Es entsteht beim radioaktiven Zerfall von natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen im Boden, wie bei Uran. Uran ist ein natürlicher Bestandteil der Erdkruste und findet sich in vielen Gesteinen und Mineralien und daher auch im Boden, Wasser und in der Luft wieder. Für den Menschen ist vor allem das stabilste Isotop Radon-222 aus der Uran-Radium-Reihe von Bedeutung. Oft wird dieses Isotop auch einfach als „Radon“ bezeichnet.

Gelangt Radon aus dem Boden an die Oberfläche, verteilt sich das Edelgas in der Atmosphäre. Durch die Vermischung mit der Umgebungsluft nimmt die Konzentration stark ab und führt in der Regel zu einer relativ geringen unbedenklichen Strahlenbelastung. Gelangt Radon über Undichtigkeiten in ein Gebäude, kann es sich jedoch dort ansammeln. Gerade in unbelüfteten oder selten gelüfteten Räumen kann die Radonaktivitätskonzentration (ugs. Radonkonzentration) stark ansteigen. Beim Zerfall von Radon entstehen weitere radioaktive Folgeprodukte, wie Polonium, Bismut und Blei (Bild 1). Durch die Einatmung gelangt Radon und dessen Folgeprodukte in den menschlichen Körper, wobei es jedoch größtenteils wieder ausgeatmet wird. Die Radonfolgeprodukte können sich jedoch am empfindlichen Lungengewebe ablagern. Dort zer-



Beim Zerfall von Radon entstehen weitere radioaktive Folgeprodukte, wie Polonium, Bismut und Blei. Diese Stoffe können sich am Lungengewebe ablagern und Krebs erzeugen.

fallen diese Stoffe weiter und senden zusätzliche Alphastrahlung aus, die die Zellen der Lunge und besonders auch das darin enthal-

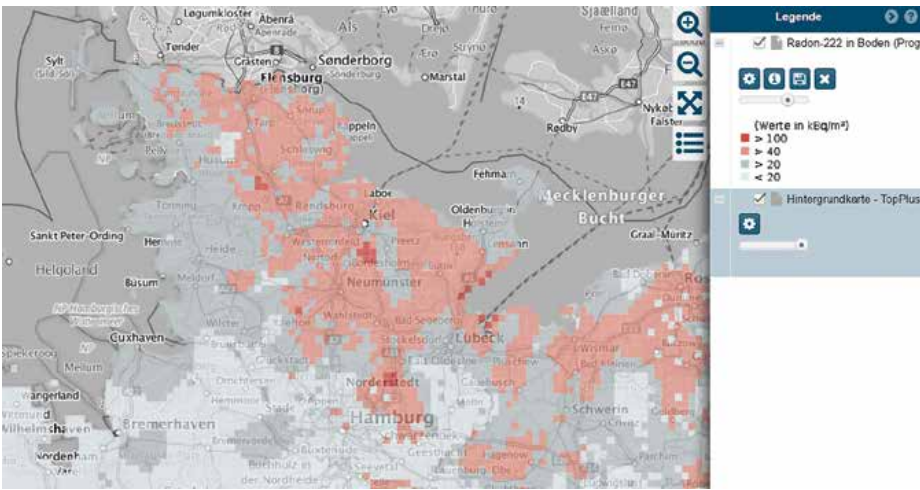
tene Erbgut angreifen. In der Lunge können diese radioaktiven Belastungen Lungenkrebs verursachen. Das Lungenkrebsrisiko durch Radon ist dabei stark abhängig von der ausgesetzten Höhe und Dauer der Radonkonzentration. Statistisch betrachtet ist Radon nach dem Rauchen die zweitgrößte Ursache für Lungenkrebs (siehe [1] und [2]).

Becquerel (Bq)

Die Messgröße der Radioaktivität ist die Aktivität, d.h. die Anzahl der pro Zeiteinheit auftretenden Kernumwandlungen eines Radionuklids oder Radionuklidgemisches. Die Einheit ist das Becquerel (Bq), das einer Kernumwandlung pro Sekunde entspricht. Oftmals wird das Becquerel auf ein Volumen bezogen, um ein genaueres Maß bzw. eine Konzentration zu definieren. Weitere Grundlagen sind [3] zu entnehmen.

Rechtliche Grundlagen

Die Grundlage des Radonschutzes in Europa findet sich in der europäischen Richtlinie 2013/59/EURATOM wieder. Die Umsetzung auf nationaler Ebene in Deutschland erfolgte mit der Erlassung des Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG) am 27.06.2017, das überwiegend am 01.10.2017 in Kraft getreten ist. Die Regelungen bzw. Gesetze des Strahlenschutzgesetzes zum Schutz vor Radon sind ab dem 31.12.2018 daher gültig. Ergänzt wurde das Strahlenschutzgesetz durch die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV). Diese trat am 31.12.2018 in Kraft und regelt die



Einen Überblick über das Radonvorkommen verschafft die Radonkarte im BFS-Geoportal. Diese Daten basieren aber nur auf Schätzungen, nicht auf Messungen.

Umsetzung des Strahlenschutzgesetzes (siehe [4]).

Laut Strahlenschutzgesetz müssen zwei Jahre nach Inkrafttreten der Rechtsverordnung Gebiete festgelegt werden, in denen die festgelegten Referenzwerte in einer beträchtlichen Zahl von Gebäuden mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen überschritten werden. Diese Gebiete werden Radonvorsorgegebiete genannt. Um die Radonvorsorgegebiete festzulegen, werden umfangreiche Messungen von Bodenluft und Permeabilität, sowie Gebäudeinnenluftmessungen benötigt. Die Länder sind verpflichtet, diese Gebiete bis zum 31.12.2020 auszuweisen. Erst mit der Ausweisung der Gebiete können die daran geknüpften Regelungen umgesetzt werden.

Allgemein wird nach dem Strahlenschutzgesetz [5] in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen ein Referenzwert für die über das Jahr gemittelte Radonkonzentration in der Luft von 300 Bq/m^3 vorgeschrieben. Zukünftig werden in Radonvorsorgegebieten an Arbeitsplätzen, im Erd- und Kellergeschoss, repräsentative Messungen über zwölf Monate verlangt, um die Radonbelastung einschätzen zu können. Darüber hinaus müssen Messungen an besonderen Arbeitsplätzen durchgeführt werden. Hierbei ist es nicht von Belang, ob diese Arbeitsplätze in ausgewiesenen Gebieten liegen. Zu den besonderen Arbeitsplätzen zählen Arbeitsplätze in untertägigen Bergwerken, Schächten und Höhlen, einschließlich Besucherbergwerken, Arbeitsplätze in Radonheil-

bädern und Radonheilstollen und Arbeitsplätze in Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung.

Radonsicher bauen

Generell soll in Deutschland überall radonsicher gebaut werden. Befinden sich zukünftig Bauvorhaben in Radonvorsorgegebieten, müssen für Neubauten geeignete Maßnahmen getroffen werden, um den Zutritt von Radon aus dem Baugrund zu verhindern oder erheblich zu erschweren. Neben der Ausführung des Feuchteschutzes nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik, muss daher mindestens eine weitere Radon-schutzmaßnahme getroffen werden. Diese Maßnahmen sind im Strahlenschutzgesetz [6] und in der Strahlenschutzverordnung [7] geregelt und sehen zum Beispiel vor, die Radonkonzentration unter dem Gebäude zu verringern. Außerdem kann die Luftdruckdifferenz zwischen Gebäudeinnerem und Bodenluft gezielt beeinflusst werden, sofern der diffusive Radoneintritt aufgrund des Standorts oder der Konstruktion begrenzt ist. Weitere Möglichkeiten bestehen darin, die Rissbildung in Wänden und Böden mit Erdkontakt in Kombination mit diffusionshemmender Betonsorten zu begrenzen. Zudem sind Absaugungen von Radon an Randfugen oder unter Abdichtungen, sowie der Einsatz von diffusionshemmender, konvektionsdicht verarbeiteter Materialien oder Konstruktionen geeignet.

Technische Regelwerke

Die momentan in Vorbereitung befindliche DIN SPEC 18117 [10] beinhaltet Planungs- und Ausführungshinweise zum radongeschützten Bauen. Dies erfolgt unter der Berücksichtigung der Anforderungen des bereits genannten Strahlenschutzgesetzes. Dabei wird auf bauliche und lüftungstechnische Lösungen eingegangen, die für Neubauten oder Sanierungen möglich sind. Zukünftig sollen technische Lösungen zum radongeschützten Bauen vereinheitlicht und festgelegt werden. Die Anwendung muss mit weiteren Bereichen der bau- und lüftungstechnischen Gewerke daher abgestimmt werden. Dabei sind besonders Normen zum Thema Wärmeschutz, Abdichtungen und Lüftungen zu beachten. Entsprechende Ansprechpartner zum Thema Radonsanierungen im Bestand und zum radonsicheren Neubau sind sogenannte „Radonfachpersonen“, die überwiegend aus den

Referenzwert

Referenzwerte werden international verschieden definiert. In Deutschland wird im Strahlenschutzgesetz der Referenzwert für die Radonkonzentration als festgelegter Wert definiert, der als Maßstab für die Prüfung der Angemessenheit von Maßnahmen dient. Wichtig ist, dass der Referenzwert kein Grenzwert ist, siehe [8]. Alle Definitionen der unterschiedlichen Institutionen wie Weltgesundheitsorganisation (WHO), Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) oder Europäische Atomgemeinschaft (EURATOM) sagen jedoch aus, dass nicht erst gehandelt werden soll, wenn der Referenzwert überschritten wurde, sondern dass auch unterhalb des Referenzwertes Maßnahmen sinnvoll sind, siehe [9]. Die Referenzwerte genannter Institutionen wurden in der Vergangenheit immer mal wieder aktualisiert und liegen in einer Größenordnung von 100 bis 300 Bq/m^3 .

Bereichen des Bauwesens kommen und eine entsprechende Fortbildung vorzuweisen haben.

Radonaufkommen in Deutschland

Das Radonaufkommen ist in Deutschland sehr verschieden. Hauptgrund ist der unterschiedliche Uran- und Radiumgehalt in den Böden. Vermehrt kommen erhöhte Radonkonzentrationen im Boden in der Norddeutschen Tiefebene, in vielen Mittelgebirgen und in Süddeutschland im Alpenvorland vor. Die Entstehung und Ausbreitung von Radon im Boden sind von der Permeabilität bzw. der Lagerung des Bodens, dem Feuchtegehalt im Boden und der Witterung abhängig. Baumaterialien und das Trinkwasser können ebenfalls Radon mit sich führen. Ihre Einflüsse sind sehr gering und müssen nur in Ausnahmefällen mitbetrachtet werden. Die Radonkonzentration in Kombination mit der Permeabilität des Bodens ist ausschlaggebend für die Radonkonzentration im Gebäude. Darüber hinaus beeinflussen Druckunterschiede, die Dichtigkeit der Gebäudehülle, auftretende Diffusionseffekte, die Luftwechselrate und die Raumlage das Eindringen von Radon. Einen guten Überblick verschafft die Radonkarte im BfS-Geoportal (Bild 2). Wichtig ist, dass diese Daten lediglich Schätzungen auf Grundlage von Berechnungen sind. Vor Ort kann die Radonsituation lokal unterschiedlich ausfallen. Die tatsächliche Radonkonzentration im Boden kann daher nur über Messungen im Baufeld bestimmt werden (siehe [11] und [12]).



Festkörperspuredetektoren eignen sich zur Messung der jährlichen durchschnittlichen Radonkonzentration.

Messmethoden

Radonmessungen können in integrierende-, kontinuierliche- und Punktmessverfahren eingeteilt werden.

Integrierende Messverfahren weisen den Durchschnittswert der Radonaktivitätskonzentration nach. Je nach Dauer der Probenahme eignen sich verschiedene Geräte mit ihren eigenen Nachweisverfahren. Festkörperspuredetektoren sind für Innen- oder Außenräume geeignet und werden für Messungen verwendet, die einige Wochen bis einige Monate andauern. Sie weisen die Radonkonzentration über latente Spuren nach, die beim Zerfall von Radon entstehen. Der Elek-

trondetektor misst die Radonkonzentration in Außen- oder Innenräumen und ist für Messdauern von wenigen Tagen bis einigen Monaten geeignet. Dabei kann über Spannungsdifferenzen auf die Radonkonzentration geschlossen werden. Messgeräte mit Aktivkohle ermitteln die Radonkonzentration über Gammaemissionsraten. Ihre Messdauer beträgt wenige Tage. Messungen mit Festkörperspuredetektoren eignen sich sehr gut, um eine Aussage der jährlichen durchschnittlichen Radonkonzentration zu bekommen (Bild 3). Kontinuierliche Messverfahren zeichnen die zeitliche Veränderung der Radonkonzentrationen auf. Überwiegend werden Geräte mit Ionisationskammern verwendet. Beim Zerfall von Radon wird Energie freigesetzt, die Ionenpaare bilden. Dies erzeugt einen Ionisationsstrom, der gemessen werden kann. Über die Proportionalität zwischen Ionisationsstrom und der Anzahl der Radonotope, kann auf die Radonkonzentration geschlossen werden. Dieses Messverfahren eignet sich, um ausgeführte Schutzmaßnahmen zu überprüfen und um festzustellen, wie schnell die Radonkonzentration in Räumen ansteigen kann. Punktmessverfahren werden angewendet, um die Radonkonzentration in wenigen Minuten in der Luft zu bestimmen. Die Ergebnisse durch Punktmessverfahren sind nur für den Messort zum Zeitpunkt der Messung repräsentativ. Vorwiegend werden Szintillationskammern verwendet, um die Radonkonzentration zu messen. Abgegebene Photonen werden in elektrische Impulse umgewandelt, um die Aktivitätskonzentration zu bestimmen.

Bodenluftmessungen können mit aktiven oder passiven Probenahmen durchgeführt werden. Dazu wird eine Sonde in den Boden eingebracht und die Luft an ein Nachweisgerät transportiert. Dort kann die Radonkonzentration der Bodenluft nachgewiesen werden. In Deutschland werden für Bodenluftmessungen häufig Packer-Sonden verwendet.

Geräte können über verschiedene Messlabore bestellt werden, die oft auch die Auswertungen der Ergebnisse übernehmen. Für Radonmessungen an Arbeitsplätzen bedarf es einer Anerkennung vom Bundesamt für Strahlenschutz. Entsprechende Messlabore können auf der Internetseite des BfS gefunden werden (siehe [13]).

Bewertung der Radonproblematik für das Bauwesen

Spätestens mit der Ausweisung der Radonvorsorgegebiete Ende des Jahres 2020 gilt es, die Gesetze zur Radonthematik vollständig umzusetzen. Das radonsichere Bauen beginnt dann mit einer Analyse des Baugrundes, die Auskunft über die vorherrschende Radonkonzentration im Boden liefern soll. Der Bauherr muss sich im Klaren sein, dass gebaute Arbeitsplätze den Referenzwert einhalten müssen. Daher könnte die Messung der Radonkonzentration im Boden ein fester Bestandteil der Baugrunderkundung werden, um die Wirtschaftlichkeit verschiedener Radonschutzmaßnahmen zu prüfen. Gleiches gilt generell auch für private Personen, da es hier um die eigene Gesundheit geht. Es bleibt auch abzuwarten, ob Mängelansprüche gel-

tend gemacht werden können, falls im Vertrag auf den Referenzwert eingegangen wird und dieser nicht eingehalten wird. Die Ausführung der Maßnahmen sollte daher in der Bauphase überprüft bzw. begleitet werden, da spätere Nachbesserungen sehr aufwendig sind. Dazu wird die DIN SPEC 18117 [10] grundlegende Ausführungsmöglichkeiten bei Neubauten oder Sanierungen vorschreiben, die geringfügige Änderungen in der Planung und Bauausführung mit sich bringen. Auch Baumaterialien werden zukünftig genauer auf ihre Radonfreisetzung bzw. auf ihren Diffusionswiderstand getestet werden.

Quellen:

- [1] Radon-Handbuch Deutschland. Salzgitter. Bundesamt für Strahlenschutz. S.6
- [2] Bundesamt für Strahlenschutz-Radon. Abgerufen am 04. 11 2019 von http://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/radon_node.html
- [3] Bundesamt für Strahlenschutz-Glossar. Abgerufen am 04. 11 2019 von http://www.bfs.de/DE/service/glossar/glossar_node.html
- [4] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Abgerufen am 04. 11 2019 von <https://www.bmu.de/pressemitteilung/bundeskabinett-beschliesst-verordnung-zur-weiteren-modernisierung-des-strahlenschutzrechts/>
- [5] StrlSchG. (2017). Kapitel 2 Schutz vor Radon. In: Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG). §124 und §126
- [6] StrlSchG. (2017). Kapitel 2 Schutz vor Radon. In: Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wir-

kung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG). S. 79-83

- [7] StrlSchV. (2018). Teil 4 - Strahlenschutz bei bestehender Expositionssituation - Kapitel 1 - Schutz vor Radon. In: Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV). S. 76-79
- [8] StrlSchG. (2017). Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG). §5 (29)
- [9] Bundesamt für Strahlenschutz-Radon. Abgerufen am 04. 11 2019 von http://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/radon_node.html
- [10] DIN SPEC 18117 (in Vorbereitung). Vermutlich aus 3 Teilen bestehend: Teil 1: Begriffe, Grundlagen und Beschreibung von Maßnahmen; Teil 2: Klassifizierung, Auswahl und Handlungsempfehlungen und Teil 3: Messung
- [11] Radon-Handbuch Deutschland. Salzgitter: Bundesamt für Strahlenschutz. S.9
- [12] Bundesamt für Strahlenschutz-Radon. Abgerufen am 04. 11 2019 von http://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/radon_node.html
- [13] DIN EN ISO 11665-1:2020-02: Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt - Luft: Radon-222 - Teil 1: Radon und seine kurzlebigen Folgeprodukte: Quellen und Messverfahren (ISO 11665-1:2019); Deutsche Fassung EN ISO 11665-1:2019.
- [14] Fesenbeck, I.; Naber, C.; Wilhelm, C. (2017). Recherche zum Thema Radon im Zusammenhang mit dem neuen Strahlenschutzgesetz (StrlSchG). Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Abgerufen am 29.03.2020 von <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/701474/Abschlussbericht+Radonrecherche+KIT/641d5884-49a2-4669-8b20-301abf22785e>