

Der Feind aus dem Keller

Maßnahmen gegen Radoneintritt in Bestandsgebäude ■ Radon ist ein radioaktives Edelgas und nach Rauchen die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs. Die Radonbelastung in Gebäuden sollte deshalb stets minimiert werden. Beim Neubau kann vor allem durch gasdicht verlegte und verschweißte Radonenschutzfolien oder -bahnen oder durch Einbau einer gitterartig verlegten Bodenluftdrainage der Radoneintritt ins Gebäude verhindert werden. Diese Möglichkeiten bestehen im Altbau nicht, denn hier ist man an die vorgegebenen baulichen Verhältnisse gebunden. Man versucht zunächst die Eintrittspfade des Radons aufzuspüren und zu kappen beziehungsweise abzudichten. Ergänzend ist der Einbau eines Radonbrunnens oder -saugers eine typische Lösung zum Radonenschutz im Bestandsbau. Sie ist häufig die effektivste und kostengünstigste Lösung des Radon-Problems. **Gerhard Binker**



Abb.: Binker



Abb.: Binker, Deller

Abb. 1/2: Radoneintrittspfade lassen sich mit sogenannten Sniffern aufspüren. Mit ihnen werden Kurzzeitmessungen der kurzlebigsten Radonisotope durchgeführt.

Radon gelangt überwiegend aus dem Baugrund ins Gebäude. Die dortige Radonkonzentration ist vor allem von der Radonbildung im Baugrund, der Quellstärke, den Eigenschaften der dort vorkommenden Materialien, die den Radontransport bestimmen, sowie die Bauweise und -qualität abhängig. Der Jahresmittelwert der Radonkonzentration beträgt in Deutschland in Aufenthaltsräumen durchschnittlich 50 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m^3).

Prinzipielle Maßnahmen gegen Radoneintritt in Bestandsgebäude

Radon dringt durch zwei verschiedene physikalische Prozesse aus den Gebäudeuntergründen in Gebäude ein: Konvektion durch Undichtigkeiten und Diffusion. Bei der Konvektion strömt Radon als Bestandteil der Bodenluft durch Leckstellen oder Öffnungen in den erdberührten Bauteilen ins Gebäude. Voraussetzungen hierfür sind ein Druckunterschied zwischen Erdreich und Gebäude und dass Luft oberirdisch aus dem Gebäude entweichen kann.

Bei der Diffusion dringt Radon durch die Porenstruktur ins Innere der Wand- und Bodenmaterialien. Maßgebende Antriebskraft für diesen Diffusionsprozess ist ein Konzentrationsunterschied zwischen Boden und Gebäudeinnerem. Dieser Prozess vollzieht sich sehr langsam, und es werden nur kleine Mengen Radongas durch erdberührte Bauteile transportiert. Die maximal zu erwartende Größenordnung des Diffusionsanteils zur Radonbelastung im Gebäude beträgt nur circa 10 bis $100 \text{ Bq}/\text{m}^3$. Für den praktischen Radonenschutz ist deshalb das



Abb. 3: Randfugen in einem Radon-belasteten Keller lassen sich zum Beispiel mit Dichtungsmassen abdichten. Das dichte Schließen der Fugen ist wichtiger als die Wahl und Qualität des Materials.

Abb. 4: Ein leistungsfähiger Ventilator sorgt für eine gerichtete Luftführung.



Augenmerk vor allem auf die Luftdichtigkeit von erdberührenden Bauteilen zu richten, um Konvektion zu verhindern.

Hierfür sind zunächst die Eintrittspfade des Radons aufzuspüren (Abb. 1/2) und dann zu kappen oder abzudichten (Abb. 3). Ritzen, Spalten, Risse in den Bodenplatten, Kellerböden und erdberührten Wänden

werden möglichst mit bevorzugt dauerhaften Abdichtungs- und Versiegelungsmaterialien geschlossen. Die konvektiv-aktiven Öffnungen zu schließen ist dabei entscheidender, als die konkrete Wahl und Qualität des Materials.

Da es oft schwierig und aufwendig ist, die Eintrittspfade des Radons in einem Gebäu-

de auszumachen, bietet sich das Aufspüren der Gebäudeleckagen bei gerichteter Luftführung an. Mit einem leistungsfähigen großen Gebläse wird eine starke, gerichtete Luftströmung erzeugt (Abb. 4). Damit vervielfacht sich auch der Lufteintritt an den undichten Stellen der Gebäudehülle. So kann gezielt in allen Räumen nach Radon- >>

EIGENSCHAFTEN VON RADON

Radon (chemisches Elementsymbol Rn, Ordnungszahl 86 im chemischen Periodensystem) ist ein unsichtbares, geruch- und geschmackloses radioaktives Edelgas und ein natürliches Radionuklid (Rn-222) aus der Uran-Zerfallsreihe U-238. Es wurde erst im Jahre 1900 entdeckt. „Edelgas“ signalisiert eine geringe chemische Reaktionsfähigkeit.

Radon ist allerdings ein instabiles Radionuklid und zerfällt kernphysikalisch. Das Gefährliche ist, dass Radon und seine radioaktiven Zerfallsprodukte über die menschliche Lunge beim Atmen aus der Luft aufgenommen werden. Erhöhte Radonkonzentrationen in Wohnräumen können das Lungenkrebsrisiko erhöhen.

Alle Isotope des Radons sind ebenfalls radioaktiv. Das stabilste Isotop ist Rn-222. Es zerfällt unter Aussendung von Alphateilchen mit einer Halbwertszeit von 3,823 Tagen zu radioaktivem Polonium Po-218. Die Quellen des Radons sind letztendlich Spuren von Uran und Thorium im Gestein und im Erdreich, die langsam zerfallen. Rn-222 entsteht dabei als α -Zerfallsprodukt aus dem Erdkrustenelement Radium (Isotop Ra-226), das über das Zerfallsgleichgewicht an Uran gekoppelt ist (geologisches Radonpotenzial).

Da sich die drei relativ häufigen Isotope von Radon (Rn-219, Rn-220 und Rn-228) in Gebäuden ansammeln können, stellen sie eine ernste Gefahr für die menschliche Gesundheit und eine erhebliche Radonbelastung dar. Gesundheitsgefährdend sind besonders die kurzlebigen Radonzerfallsprodukte (radioaktive Schwermetalle), die sich im menschlichen Atemtrakt ablagern können. Vor allem die Polonium-Isotope aus der Radon-Zerfallsreihe tragen durch Alphastrahlung am meisten zur Belastung bei.

Radongas weist eine hohe Dichte auf und dringt in Gebäude überwiegend über Keller oder erdberührte Wände ein. Es kann sich so in Kellern und den unteren Stockwerken vor allem bei schlechter Belüftung in physiologisch bedeutsamen Mengen ansammeln.

Übliche mineralische Baumaterialien für Gebäude, wie Beton, Ziegel, Gips und Porenbeton, enthalten natürliche Radionuklide. Eine gesundheitlich relevante Strahlenbelastung für die Bewohner des Hauses entsteht dadurch normalerweise nicht, wenngleich es Ausnahmen gibt, wie zu Bauzwecken verwendete Schlacken als Bodenfüllmaterial oder Granitblöcke. Neuere Studien zeigen auch, dass Baumaterialien wie ungebrannter Lehm größere Rn-220-Mengen auch in oberen Stockwerken von Gebäuden freisetzen können. Der Uran- oder Thorium-Gehalt im Lehm ist zwar nicht grundsätzlich höher als in anderen mineralischen Baustoffen, doch hat Lehm wegen seiner Feinkörnigkeit eine größere Oberfläche. Dadurch kann Lehm mehr Radon-Isotope in die Raumluft abgeben als beispielsweise gebrannte Lehmziegel.

Berechnungen zeigen, dass Radon in Wohnungen in Deutschland etwa 1.900 Todesfälle pro Jahr verursacht, während es für die Europäische Union circa 20.000 Todesfälle sind. Laut WHO gibt es keine ungefährliche Radon-Dosis. Radon ist somit nach Rauchen die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs.

Angegeben wird die Belastung in Becquerel (Bq). Die Einheit gibt die mittlere Zahl der Atomkerne an, die pro Sekunde radioaktiv zerfallen (1 Bq = 1 Zerfall s^{-1} , das heißt 1 Becquerel entspricht einem radioaktiven Zerfall pro Sekunde).



Abb.: Binkler, Thumulla



Abb.: Binkler



Abb.: Binkler



Abb.: Binkler

Abb. 5: Anschließend wird mit Radonsniffing nach Radon-Eintrittsstellen gesucht.

Abb. 6: Mit solchen Manschettenlösungen kann man Kabel und Leitungen durch erdbeurte Kellerwände gas- und damit auch radondicht abdichten.

Abb. 7: Über offene Treppenhäuser verteilt sich Radon in die oberen Stockwerke.

Abb. 8: Beim externen Radonbrunnen wird der zur Absaugung eingesetzte Rohrventilator meist direkt auf das Abluftrohr aufgesetzt.

eintrittsstellen gesucht werden (Abb. 5). Mit dieser Methode lassen sich auch die Quellstärken des Radons ermitteln.

Eine typische Eintrittsstelle sind Leitungsdurchführungen für die Hausinfrastruktur. Diese müssen ebenfalls gasdicht versiegelt werden. Hierfür gibt es mittlerweile sehr dichte Ringraumdichtungen, Systemdeckel, Flansche, Manschettenlösungen und ähnliches (Abb. 6) [1].

Eingedrungenes Radon-Gas verteilt sich in Bestandsgebäuden vom Keller aus häufig über offene Treppenhäuser in die darüber liegenden Geschosse, vor allem wenn Bodenöffnungen vorhanden sind (Abb. 7).

Radonbrunnen erzeugen Unterdruck und verhindern Radoneintritt

Generell wird zur Reduzierung der Radonbelastung in Gebäuden versucht, die ein-

strömende radonbelastete Luft aus dem Erdreich zu verdünnen. Als wirkungsvolle Maßnahme hat sich hierfür erwiesen, die Druckverhältnisse zwischen innen und außen so zu steuern, dass sie dem Radoneintritt ins Gebäude entgegenwirken [2]. Die radonhaltige Luft wird durch einen permanenten Unterdruck im Erdreich daran gehindert, über den Keller einzudringen. Ungünstige Druckdifferenzen, Kamineffekte oder Belüftungsvorgänge durch übliche Nutzung in den Wohnräumen werden so ausgeschaltet.

Ein derartiger Unterdruck kann zum Beispiel mit einem Radonbrunnen erzeugt werden, wobei man zwischen einem internen und einem externen Brunnen unterscheidet. Beim internen Brunnen wird ein Absaugrohr in einen Hohlraum (Brunnen) unter das Fundament des Gebäudes

geführt. Ein angeschlossener Ventilator erzeugt dann einen Unterdruck unter der Bodenplatte, so dass das Radon im Boden permanent ins Freie absaugt wird.

Beim externen Radonbrunnen befinden sich das senkrecht ins Erdreich verlegte Absaugrohr und der Absaughohlraum in unmittelbarer Gebäudenähe. Die zur Absaugung eingesetzten Rohrventilatoren werden meist direkt auf das Abluftrohr aufgesetzt (Abb. 8).

Beim Bau eines Radonbrunnens ist darauf zu achten, einen Kurzschluss zu vermeiden, damit der Brunnen keine bodennahe Luft aus der Atmosphäre ansaugt. Die Ventilatoren sollten geräusch- und vibrationsarm arbeiten, um Geräuschbelastigungen für die Nachbarschaft und im eigenen Haus (Brummgeräusche) zu vermeiden. Da Böden oft äußerst luft-



Abb. 9/10: Radonsauger werden im Keller installiert und erzeugen im Vergleich zum Keller im Erdreich einen Unterdruck, um den Eintritt von Radon zu verhindern.

durchlässig sind, können mit einem einzigen Radonbrunnen Areale bis in einem Umkreis von 20 bis 50 Metern erfasst werden.

Mit Lüftungssystemen Radonbelastung gering halten

Auch mit internen Lüftungssystemen kann der Radonbelastung in den Wohnräumen entgegen gewirkt werden. Bei reversierend arbeitenden Einzelraumlüftern (Pendellüftern) muss darauf geachtet werden, dass sie eine ausgeglichene Luftmengenbilanz aufweisen. Es müssen immer zwei gekoppelte Pendellüfter eingesetzt werden. Im Wohnraum entsteht somit kein Unterdruck und es besteht damit nicht die Gefahr, dass radonbelastete Luft angesaugt wird, zum Beispiel aus dem Keller. Durch den kontinuierlichen Luftaustausch sinkt die Radonbelastung in den Wohnräumen.

In radonbelasteten Gebäuden sollten keine reinen Abluftanlagen eingesetzt werden, denn durch sie könnte sich die Radonsituation in den Wohnbereichen verschlechtern, indem sie Radonluft aus den Kellern ansaugen. Mit Komfortlüftungen [3] kann dagegen die Radonbelastung im Gebäude deutlich reduziert werden, da sie einen regelmäßigen Luftaustausch gewährleisten. In ausgewiesenen Radongebieten sollte die Frischluft mindestens drei Meter über dem Erdreich angesaugt werden, um keine natürliche Radonluft anzusaugen.

Erdwärmetauscher sollten als Sole-Erdwärmetauscher und nicht als Luft-Erdwärmetauscher ausgeführt werden. Einen ersten Anhaltspunkt, ob mit erhöhten Radonkonzentrationen in der Raumluft von Gebäuden gerechnet werden muss, erhält man über die Radonpotenzial- und Radonrisiko-Karten einzelner Länder [4, 5]. Ob in einem Gebäude aber tatsächlich ein Radonproblem vorliegt, kann nur durch eine Messung der Radonkonzentrationen im Gebäude ermittelt werden, insbesondere durch eine Langzeitmessung [6].

Überdruckmethode kann Feuchteschäden nach sich ziehen

Kritisch ist die sogenannte Überdruckmethode zu sehen. Bei dieser wird im Keller oder im ganzen Gebäude mit Ventilationssystemen ein leichter Überdruck von circa fünf Pascal aufrechterhalten, um Radongas am Eintritt ins Gebäude zu hindern. Durch den permanenten Überdruck kann aber feucht-warme Luft leicht über undichte Stellen in kältere Gebäudehohlräume eindringen. Dort kann Wasser kondensieren oder es kommt zu hohen oberflächennahen Luftfeuchten. Bei aw-Werten von mehr als 0,7–0,8 besteht die Gefahr einer Schimmelbildung.

Bei energetischen Sanierungen auch Radon Aufmerksamkeit schenken

Besonders bei energetischen Sanierungen muss man auch dem Radonproblem Aufmerksamkeit schenken. Denn wenn sich

der Luftwechsel durch den Einbau dicht schließender Fenster und Türen verringert, kann die Konzentration von Radon in der Raumluft erheblich ansteigen.

Besonders fehlerbehaftet ist das unfachmännische Anbringen einer thermischen Fassadenisolierung. Radongas aus dem Erdreich kann nämlich über Hohlräume zwischen Wärmeisolierung und Außenmauerwerk bis in höhere Stockwerke strömen und dort über Undichtigkeiten, Kabeldurchführungen und ähnliche Öffnungen in die Wohnräume gelangen.

Radonproblem effektiv und kostengünstig mit Radonsaugern lösen

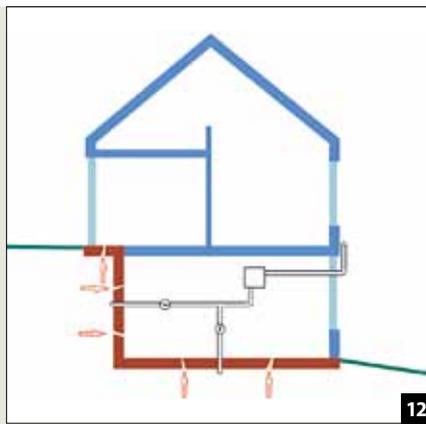
Radonsauger sind häufig die effektivste und kostengünstigste Lösung des Radon-Problems für viele unterschiedliche Radoneintrittsszenarien (Abb. 9/10). Grundlage für die Radon-Saugtechnik sind Erfahrungen auf dem Gebiet der Gebäudetrocknung und Kriechkeller-Belüftung in bestehenden Gebäuden, vor allem in der Schweiz, in Schweden, England und den USA [7]. Mit dem Radonsauger wird ein im Vergleich zum Keller oder Gebäude niedriger Luftdruck unter der Bodenplatte erzeugt. Auf dem Markt sind für unterschiedliche Gegebenheiten verschiedene Modelle erhältlich.

In vielen Fällen ist es nützlich, mit einem Radonsauger mehrere radonluftthaltige Areale des Gebäudes zu erfassen. Beispielsweise lassen sich in die Ansaugleitungen zum Radonsauger Weichen und Verzweigungen einbauen. Um den Durchfluss der »



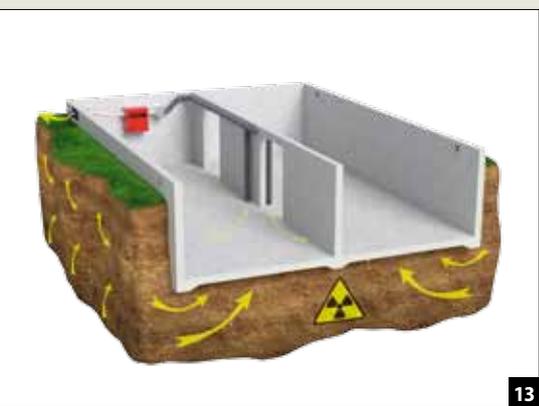
11

Abb.: Binkler



12

Abb.: Binkler, Fröba



13

Abb.: Corroventa



14

Abb.: Binkler

Abb. 11: In die Ansaugleitungen zum Radonsauger lassen sich Weichen und Verzweigungen einbauen. Der Durchfluss der einzelnen Teilströme wird mit Regelungs- und Absperrventilen gesteuert.

Abb. 12: Gerade bei Gebäuden in Hanglage bieten sich Radonabsaugungen mit Weichentechnik an.

Abb. 13: Installationsskizze für einen in einem privaten Wohnhaus eingesetzten Radonsauger

Abb. 14: Interne Brunnen in Bestandskellern sollten mit Ventilatoren und Rohrsystemen ins Freie belüftet werden, so wie hier mit einem Radonsauger.

einzelnen Teilströme zu steuern, werden Regelungs- und Absperrventile zwischengeschaltet (Abb. 11). Diese Technik bietet sich oft bei Gebäuden mit Hanglage an (Abb. 12).

Durch Radonsauger wird in vielen Anwendungsfällen eine Reduktion der Radonkonzentration um 90 Prozent erreicht. Dafür ein Beispiel: Ein privates Wohnhaus mit Bodenplatte aus Beton verfügt über zwei Stockwerke mit Keller mit jeweils circa 100 Quadratmeter Fläche. Es gibt keine mechanischen Belüftungssysteme. Das Radon tritt hauptsächlich über den Keller ein und gelangt durch Konvektion auch in die Wohnräume.

Da der Untergrund porös ist, war in diesem Fall die Durchflussrate beziehungsweise die Förderleistung des Radonsaugers wichtiger als seine Pressung. Außerdem war der Einbau einer kurzen Abluftleitung möglich. Diese Parameter waren wichtig, um ein passendes Gerät zu wählen.

Der Radonsauger wurde mit einer Ansaugleitung zur Bodenplatte versehen (Abb. 13). Sie führt über eine angelegte Kernbohrung unter die Bodenplatte. Von Bau Technikern wurde dies als bautechnisch und statisch unproblematisch angesehen. Die geförderte Bodenluft wird über ein Abluftrohrleitungssystem ins Freie befördert. Durch den Sauger wird der Druck unter der Bodenplatte niedriger als im Gebäude gehalten und der Radoneintritt ins Gebäude so gehemmt. Zusätzlich wurde der Radonsauger mit einem Schalldämpfer ausgerüstet [11]. Darüber hinaus wurden Ritzen, Spalten, Öffnungen und sonstige Radoneintrittspfade im Keller des Gebäudes abgedichtet.

Die Radon-Konzentrationen lagen vor dem Einbau des Radonsaugers bei circa 800 Bq/m³. Sie konnten auf etwa ein Zehntel dieses Wertes reduziert werden.

Da sich Radongas in einem Gebäude über viele Wege ausbreitet, ist eine eindeutige Vorhersage über die Wirksamkeit einer durchgeführten Radonreduktionsmaßnahme nicht möglich. Die Wirkung der umgesetzten Sanierung kann letztlich nur durch eine Kontrollmessung – am besten eine Langzeitmessung – überprüft werden [6, 9].

BEISPIELE FÜR RADONSAUGER

Corroventa bietet zwei Abluftgeräte an, um Bodenluft unter der Bodenplatte abzusaugen: Den „Corroventa RS 400“ (Abb. 9) und den „RS 100“ (Abb. 10). Die beiden circa 20 Kilogramm schweren Absaugsysteme verfügen über unterschiedlichen Eigenschaften: Der „RS 100“ ist für kompakte Untergründe und Böden geeignet. Er kommt zum Einsatz, wenn lange Absaugleitungen erforderlich sind und weist hierzu eine hohe Pressung von maximal 20.000 Pascal auf. Der maximale Volumenstrom liegt bei circa 80 m³/h, seine Leistung bei circa 200 – 250 Watt und die maximale Lautstärke unter voller Last bei circa 45 dB(A).

Dem gegenüber ist der „RS 400“ energieeffizienter. Er kommt bei porösen Untergründen und leicht durchlässigen Böden zum Einsatz. Seine Pressung liegt bei circa 500 Pascal mit einem Volumenstrombereich von circa 50 – 370 m³/h. Seine Leistung beträgt circa 10 – 25 Watt, die Lautstärke wird vom Hersteller bei Vollast mit 30 dB(A) angegeben.

Brunnen und Baumaterialien sind weitere Radonquellen

Das Erdreich ist nicht die einzige Radonquelle. So kann auch eine Radonbelastung aus dem Wasser eines externen Brunnens



Abb.: Binker



Abb.: Binker, Haumann, Thumulla

Abb. 15: Vermutet man bei einem Baustoff Radonemissionen, kann man einen Bohrkern ziehen, um sie in der Emissionskammer zu bestimmen.

Abb. 16: Mit dem Aufsetzen von Messzellen kann man die Radon-Konzentration in Baustoffen bestimmen. Hier werden gleichzeitig exhalierendes Radon aus einer erdberührten Außenwand sowie Radon- und Thorongase in der Raumluft gemessen.

vorliegen. In diesen Fällen muss das Brunnenwasser zum Radonaustrieb vor dem Eintritt ins Gebäude belüftet werden. Interne Brunnen in Bestandsgebäuden sollten mit Ventilatoren und Rohrsystemen ins Freie belüftet werden (Abb. 14). Ein Eintritt von Radon ins Gebäude wird somit vermieden.

Auch aus Baumaterialien kann Radongas stammen, das in Gebäuden radioaktive Belastungen verursacht. Eine Möglichkeit diese Belastung zu verringern, ist eine verstärkte Gebäude-Belüftung, bevorzugt eine Belüftung der emittierenden Oberflächen, zum Beispiel mittels Bodenkonvektoren. Dies führt aber zu verstärkten Wärmeverlusten, die sich wiederum mit einer Wärmerückgewinnung reduzieren lassen.

Die Innenflächen von Radon emittierenden Wänden können außerdem mit Spezialtapeten beklebt werden, die zum Beispiel durch eingelegte Metallschichten radonundurchlässig sind.

Optimal ist der Ausbau der radiumhaltigen Baumaterialien. Dies scheitert jedoch meist aus finanziellen Gründen, da es oft zu aufwendig ist. Teilweise ist ein Ausbau auch gar nicht möglich, zum Beispiel weil alle Außen- und Kellerwände aus Granit sind, der Radon in großen Mengen emittiert.

Üblicherweise tragen Gebäudebaustoffe bis zu 100 Bq/m^3 zur Radonbelastung im

Gebäude bei. Wurde jedoch Flossenbürger Granit als Baustoff für Massivmauerwerk im Bestandsbau verwendet, kann der Beitrag auf 500 Bq/m^3 und höher ansteigen. Dieser Granit weist eine erhöhte natürliche Radioaktivität auf, bei der Radon freigesetzt wird.

Liegt der Verdacht auf radonemittierende Baustoffe vor, kann aus dem zu untersuchenden Mauerwerk ein Bohrkern gezogen werden (Abb. 15), um in einer Emissionskammer die Emissionsrate zu bestimmen und Erkenntnisse über den Beitrag des Baustoffs zur Radonbelastung im Gebäude zu gewinnen. Radon-emittierende Baustoffe, wie Kolm (uran-/radiumhaltiger Alaun- oder Schwarzschiefer), führen zu Raumkonzentrationen von einem bis mehreren kBq/m^3 .

Eine weitere Möglichkeit, um zu ermitteln, wie viel Radon aus Baustoffen an die Raumluft abgegeben wird, ist das Aufsetzen von Messzellen auf Böden und Wände, die das emittierte Radon sammeln. Dessen Konzentration kann dann gemessen werden (Abb. 16).

Maßnahmen gegen Radon im Einzelfall planen

Je nach Radonquellen und baulichen Gegebenheiten können die getroffenen Maßnahmen unterschiedlich ausfallen. Sie sind jeweils für den Einzelfall zu planen. 

LITERATUR

- [1] www.hauff-technik.de (abgerufen 8.10.2017)
- [2] Scivyer, C. R.: Surveying dwellings with high indoor Radon levels: a BRE guide to radon remedial measures in existing dwellings. Garston: Watford, UK, 1993
- [3] www.komfortlüftung.at (abgerufen 8.10.2017)
- [4] Kemski, J.: Die Radonkarte Deutschlands, unter: www.kemski-bonn.de/downloads/Erl_Radonkarte2004.pdf (abgerufen 8.10.2017)
- [5] www.radonschutz.eu (abgerufen 8.10.2017)
- [6] Guhr, A.: Vergleichende Analyse von Verfahren zur Kurz- und Langzeitmessung der Radonkonzentration, in: Tagungsband 7. Sächsischer Radontag, 24.09.2013
- [7] Binker, G.; Zinken, R.: Kurzer Erfahrungsbericht über den Einsatz von Radonsaugern in Schweden, in: 6. Sächsischer Radontag – 8. Tagung Radonsicheres Bauen, Dresden, 11. Sept. 2012, S. 93 ff
- [8] www.corroventa.de/loesungen/wohnumfeld/radonsanierung (abgerufen 4.11.2017)
- [9] Uhlig, W.-R.: Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration?, in: Tagungsband 7. Sächsischer Radontag, 24. September 2013, Dresden

AUTOR

Dr. rer. nat. Gerhard Binker
Radonfachperson der Firma Binker Materialschutz
Lauf a. d. Pegnitz

B+B Bauen im Bestand24.de

SERVICE – ARCHIV

Thema:

Schadstoffe

Schlagworte:

Radon, Radonsanierung, Schadstoffsanierung

