

## Radon in Häusern – Teil I

### Informationen über ein natürliches Risiko

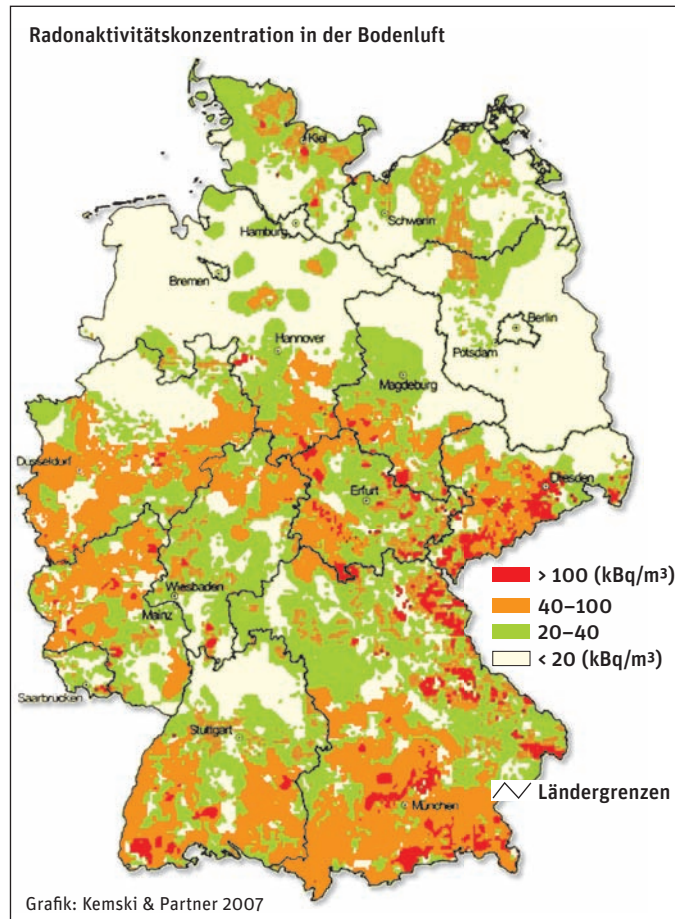
Bei ionisierender Strahlung und Radioaktivität denken viele Menschen in erster Linie an Kernkraftwerke oder Atomwaffentests. Dagegen fehlt im öffentlichen Bewusstsein meist, dass es auch natürlich vorhandene, radioaktive Stoffe in der Umwelt gibt. Hierbei ist besonders das Edelgas Radon zu nennen, das aus dem Untergrund in Häuser eindringen und eine Gefährdung für die Gesundheit darstellen kann.

#### Radon: Eigenschaften und Vorkommen

Radon ist ein natürliches, überall vorkommendes radioaktives Edelgas, das farb-, geruch- und geschmacklos ist. Es ist ein Zerfallsprodukt des in Böden und Gesteinen natürlich vorkommenden radioaktiven Schwermetalls Uran. Aus Gesteinen und Böden kann es relativ leicht entweichen und sich über die Bodenluft oder gelöst in Wasser ausbreiten.

#### In welchen Regionen können erhöhte Radonkonzentrationen auftreten?

Radon kommt vermehrt in Gebieten mit höheren Urangelhalten im Boden vor. Deshalb sind hauptsächlich die Mittelgebirge aus Granitgestein Regionen mit erhöhter Radonkonzentration in der Bodenluft, so z.B. das Erzgebirge, das Fichtelgebirge, der Bayerische Wald und der Schwarzwald. Aber auch im Alpenvorland und nördlich von München kommt



#### Übersichtskarte des geogenen Radonpotenzials in Deutschland

Quelle: Kemski & Partner, 2007

Radon vermehrt im Boden vor. Die nebenstehende Deutschland-Karte kann jedoch nur einen regionalen Überblick der Radonkonzentration in der Bodenluft liefern. Ableitungen zur Radonbelastung einer Gemeinde oder gar eines einzelnen Hauses sind auf Basis dieser Karte nicht möglich!

#### Wie wirkt sich Radon auf die Gesundheit aus?

Über die Luft eingeatmetes Radongas wird zum überwiegenden Teil gleich wieder ausgeatmet. Das größte gesundheitliche Risiko geht daher nicht vom radioaktiven Edelgas Radon selbst aus, sondern von den Zerfallsprodukten des Radons, kurzlebigen, ebenfalls radioaktiven Schwermetallen (z.B. Polonium und Wismut). Die in der Raumluft vorhandenen Zerfallsprodukte lagern sich an luft-

getragene Schwebstoffe an. Beim Atmen werden die Zerfallsprodukte und die Schwebstoffe mit den anhaftenden Radon-Zerfallsprodukten in der Lunge abgelagert. Von dort senden sie ionisierende Strahlung aus, die das unmittelbar umgebende Lungengewebe schädigen und letztendlich Lungenkrebs auslösen kann. Nach dem Rauchen (ca. 90 %) sind Radon bzw. seine Zerfallsprodukte (ca. 7 %) die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs.

#### Radon in Innenräumen: Wie und wo kommt Radon ins Haus?

Radon entweicht aus dem Erdreich und verdünnt sich in der Atmosphäre. Im Freien beträgt die Radonkonzentration zwischen 8 und 30 Becquerel pro Kubikme-

ter Luft (Bq/m<sup>3</sup>). Aus dem Boden kann Radon jedoch über undichte und durchlässige Fundamentbodenplatten, Risse in erdbeberührten Wänden oder über Kabel- und Rohrdurchführungen aus dem Baugrund auch in Gebäude gelangen und sich in der Raumluft anreichern, wenn kein ausreichender Luftwechsel gewährleistet ist. Die Radonkonzentration ist daher in der Regel in bodenberührenden Gebäudebereichen (Keller, nicht unterkellerte Räume) am höchsten und nimmt nach oben hin ab.

Die durchschnittliche Radonkonzentration beträgt in Wohnräumen in Deutschland etwa 50 Bq/m<sup>3</sup>. Die Messwerte reichen von wenigen bis zu einigen Tausend Bq/m<sup>3</sup>. Die Höhe der Radonkonzentration in der Innenraumluft hängt von verschiedenen Faktoren ab:

#### – Beschaffenheit des Untergrunds:

Neben der Zusammensetzung von Boden und Gestein spielt vor allem die Durchlässigkeit des Untergrundes eine wichtige Rolle. In gut durchlässigen und klüftigen Materialien kann radonhaltige Bodenluft leicht an die Oberfläche gelangen. In wenig durchlässigen, nicht geklüfteten Gesteinen ist die Ausbreitung und Freisetzung stark eingeschränkt.

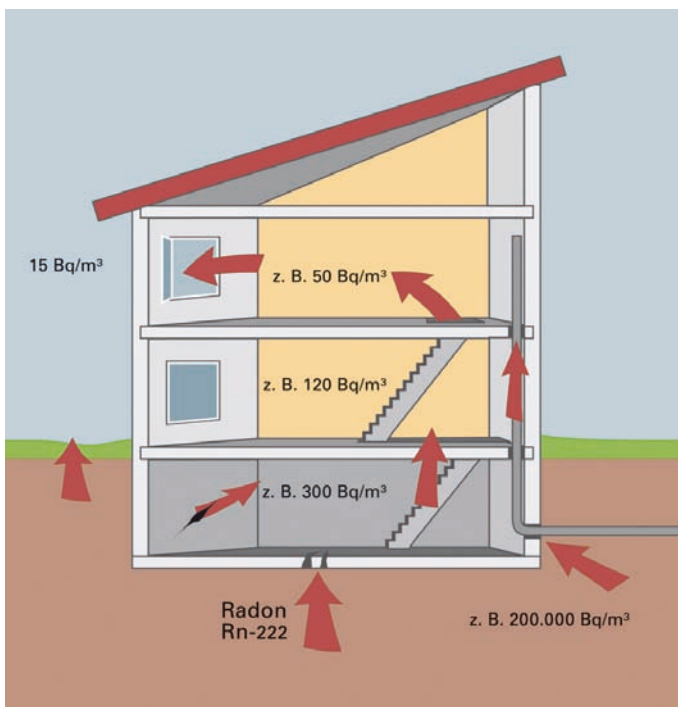
#### – Gebäudezustand:

Entscheidend ist eine möglichst geringe Durchlässigkeit des Fundaments und der erdbeberührten Gebäudeteile gegenüber der Bodenluft. Eindringmöglichkeiten gibt es beispielsweise über Spalten und Risse sowie entlang von Kabel- und Rohrdurchführungen. Durch einen im Gebäude entstehenden Unterdruck (Kamineffekt) aufgrund von Temperaturdifferenzen zwischen Raumluft und Außenluft bzw. durch Winddruck) wird das Eindringen von radonhaltiger Bodenluft in das Gebäude gefördert. Ist der Kellerbereich gegenüber den anderen Stockwerken offen, so kann sich Radon



Radonexposimeter werden in regelmäßig genutzten Räumen ausgelegt und nach mind. 2–3 Monaten Messdauer zur Auswertung eingeschickt

Foto: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg



Über durchlässige erdberührte Bereiche dringt Radon ins Gebäude ein und kann sich bei nicht ausreichendem Luftwechsel anreichern

Grafik: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg

besonders leicht nach oben ausbreiten.

#### – Luftwechsel im Gebäude:

Der Austausch der Raumluft gegen die Außenluft hat einen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der Radonkonzentration in Innenräumen. Die Luftwechselrate wird z.B. durch häufiges Lüften gesteigert. Auch undichte Fenster und Türen führen zu höheren Luftwechselraten. Wird der Luftwechsel dagegen verringert, z.B. durch ungenügendes Lüften oder aber durch den Einbau dicht schließender Fenster und Türen, so kann die Raumluftkonzentration von Radon beachtlich ansteigen, wenn im Fundament vorhandene Ra-

donzutrittswege nicht abgedichtet werden.

#### Wie messe ich die Radonkonzentration im Gebäude?

Die Messung von Radon in Innenräumen erfolgt in der Regel mit sogenannten passiven Radon-Exposimetern. Diese Exposimeter sind sehr klein, kostengünstig und in der Messdurchführung ausgesprochen einfach. Die Exposimeter und eine genaue Gebrauchsanweisung sind von den unten genannten Messstellen zu erhalten. Für die Messung in einem Einfamilienhaus werden mindestens zwei Exposimeter empfohlen. Sie werden im untersten Wohngeschoss in Räumen aufge-

stellt, die am häufigsten genutzt werden (i.d.R. Wohn-, Schlaf- oder Kinderzimmer). Wenn auch im Kellergeschoss Räume liegen, die häufig genutzt werden, sollte auch dort gemessen werden. Optimal ist eine Messdauer von einem Jahr, um die jahreszeitlichen Schwankungen zu berücksichtigen. Eine kürzere Messdauer sollte wenigstens zwei bis drei Monate betragen und vorzugsweise in der Heizperiode liegen.

Bei anerkannten Messstellen (siehe Kasten rechts\*) sind die oben genannten Exposimeter zu beziehen.

#### Richtwerte: Ab welcher Radonkonzentration werden Maßnahmen empfohlen?

Die untenstehende Tabelle zeigt Empfehlungen verschiedener nationaler und internationaler Institutionen. In Deutschland gibt es für die Höhe der Radonkonzentration in Häusern keinen gesetzlichen Grenzwert.

In „Radon in Häusern – Teil II“ (nächste Ausgabe) wird dargestellt, wie sich die Radonkonzentration bei einer Gebäudesanierung verändern kann und welche Maßnahmen zu deren Reduzierung ergriffen werden können.

Michael Loch,  
Dr. Christiane Reifenhäuser,  
Elisabeth Albrecht, Bayerisches  
Landesamt für Umwelt, Augsburg

#### Empfehlungen zur Radonkonzentration in Wohnräumen

Institution	Richtwerte für Radon im Jahresmittel [Bq/m³]	Empfehlungen
Europäische Kommission (1990)	200 400	Maximaler Wert für Neubauten Maximaler Wert für bestehende Gebäude
Deutsche Strahlenschutz-Kommission (2006)	< 250 250–1000 > 1000	bei Maßnahmen berücksichtigen einfache Maßnahmen Sanierung empfohlen
Weltgesundheitsorganisation (2009)	100	in Ausnahmefällen bis 300 Bq/m³

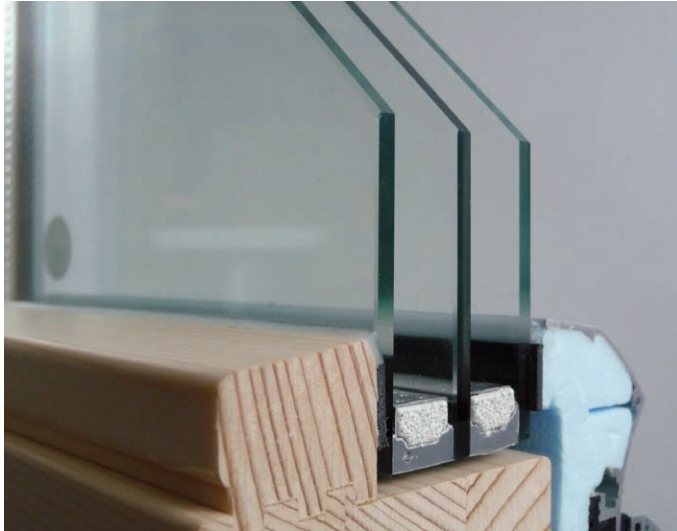
#### Anbieter von Exposimetern

- **Helmholtz Zentrum München**  
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH) – Auswertungsstelle  
Ingolstädter Landstr. 1  
85761 Oberschleißheim  
Tel.: (089) 31 87-22 20  
[www.helmholtz-muenchen.de/awst/](http://www.helmholtz-muenchen.de/awst/)
- **TÜV Süd Industrie Service GmbH**  
Westendstraße 199  
80686 München  
Tel.: (089) 57 91-12 46  
[www.tuev-sued.de/](http://www.tuev-sued.de/)
- **ALTRAC Radon-Messtechnik**  
Dorothea-Viehmänn-Str. 28, 12524 Berlin  
Tel.: (030) 67 98 97 37  
[www.altrac.de](http://www.altrac.de)
- **Forschungszentrum Karlsruhe GmbH**  
Hauptabteilung Sicherheit – Radonlabor  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen  
Tel.: (07247) 82 46 60  
oder (07247) 38 54  
[www.fzk.de](http://www.fzk.de)
- **Kemski & Partner**  
Euskirchener Str. 54  
53121 Bonn  
Tel.: (0228) 9 62 92 41  
[www.kemski-bonn.de](http://www.kemski-bonn.de)  
[www.radon-info.de](http://www.radon-info.de)
- **Materialprüfungsamt Nordrheinwestfalen**  
Laboratorium  
Abteilung 3  
44287 Dortmund  
Te.: (0231) 4 50 25 39  
[www.mpanrw.de](http://www.mpanrw.de)

\*Liste ist nicht abschließend

## Radon in Häusern – Teil II

### Auswirkungen von Gebäudesanierungen



**Moderne, gut abgedichtete Bauteile können den unkontrollierten Luftwechsel in einem Gebäude erheblich reduzieren**

Fotos: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg

Mit dem CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm unterstützt die Bundesregierung energieeffizientes Bauen und Sanieren in Deutschland. Seit dem Programmstart 2006 wurden mit Hilfe von Fördermitteln über 1,5 Millionen Wohneinheiten (Stand: 03/2010) in Deutschland wärmetechnisch modernisiert. Die Nachfrage nach KfW-Fördermitteln nimmt bei Eigentümern, Vermietern und Kommunen ständig zu, trotz der verschärften Anforderungen an Gebäude durch die neue Energieeinsparverordnung (EnEV 2009). Die energetischen Ansprüche an die Wärmedämmung der Gebäudehülle wurden dadurch um durchschnittlich 15 % erhöht.

Für Eigenheimbesitzer ist eine energetische Modernisierung ihres Hauses – trotz oder gerade wegen der erhöhten Aufwendungen – eine Investition in die Zukunft:

- Heizkosten werden eingespart,
  - Wohnkomfort und Behaglichkeit steigen,
  - Attraktivität und Wert der Immobilie nehmen zu und
  - der Ausstoß des klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-Gases wird reduziert.
- Eine umfassende energetische Sanierung beinhaltet einerseits die Wärmedämmung des Gebäudes

(Außenwand, Fenster etc.), um die Transmissionswärmeverluste zu reduzieren. Andererseits gehört zu einer weiteren Verbesserung des Wärmeschutzes die Abdichtung der Gebäudehülle.

Hierbei werden alle Undichtigkeiten (z.B. Übergang Fenster/Fensterbank, Leckagen an Bauteilübergängen, Kabel- und Rohrdurchführungen) abgedichtet, um die unkontrollierte Luftströmung, also den direkten Luftaustausch zwischen innen und außen, zu beseitigen. Dadurch werden unbehagliche Zugluft und große Lüftungswärmeverluste durch ausströmende warme Raumluft ver-

mieden und außerdem ein besserer Schutz der Bausubstanz vor Feuchteschäden gewährleistet. Der folglich verminderte Luftwechsel in einem abgedichteten Gebäude muss jedoch besondere bauphysikalische Beachtung finden, insbesondere im Hinblick auf Schimmelbildung, sowie einen Anstieg der Luftschadstoffe und der Radonkonzentration.

Radon kann sich in einem abgedichteten Wohngebäude vor allem dann in der Raumluft anreichern, wenn bereits Radoneintrittsstellen im Keller in Form von Spalten und Rissen vorhanden sind. Entsprechende Maßnahmen, wie z.B. die Abdichtung von im Fundament vorhandenen Radoneintrittswegen sind dann angezeigt.

Außerdem stellt eine Lüftungsanlage bei einer sorgfältigen Projektierung und Ausführung den hygienischen Mindestluftwechsel wieder her. Sie beugt im abgedichteten Gebäude Feuchteschäden und einer Erhöhung der Luftschadstoffe vor. Zusätzlich kann die Radonkonzentration dadurch reduziert werden.

#### Vorgehen bei geplanten energetischen Sanierungen Abfrage des geologischen Radonpotenzials

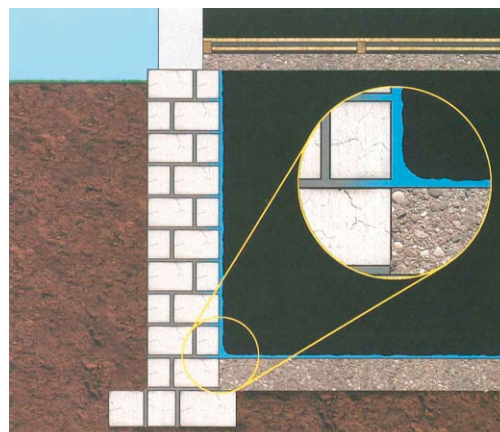
Einen ersten Anhaltspunkt, ob mit erhöhten Radonkonzentrationen in der Raumluft bestehender

Gebäude gerechnet werden muss, kann über eine landkreisbezogene Einteilung des Radonrisikos unter <http://www.radon-info.de/shtml/wohnotort.shtml> vorgenommen werden. Die hier gegebenen Empfehlungen beruhen allerdings auf einer Abschätzung, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Radonkonzentration von 100 Bq/m<sup>3</sup> in der Raumluft überschritten würde.

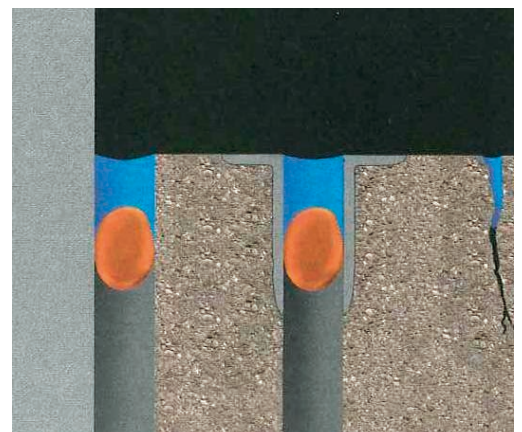
Die von Kemski & Partner erstellte Karte kann nur einen groben Anhaltspunkt zur Radonkonzentration in der Bodenluft geben. Durch lokale Variationen in der Gesteins- und Bodenzusammensetzung können deutliche Abweichungen – in beide Richtungen – auftreten.

**Prüfung des Gebäudezustands**  
Neben der Beschaffenheit des Untergrunds ist der Gebäudezustand wesentlich für die Radonkonzentration in Innenräumen verantwortlich. Die Prüfung des Gebäudezustandes umfasst deshalb:

- Radonwegsamkeiten in Kellerräumen und ggf. nicht unterkellerten Gebäudeteilen
- Probleme mit Feuchtigkeit (undichte Stellen im Keller)
- sichtbare Risse und Fugen
- nicht dicht schließende Rohr- und Leitungsdurchführungen
- naturbelassener Fußboden
- Versickerungsröhre, zum Boden offene Gullys



**Technische Möglichkeiten, Radonzutrittspfade in erdberührten Gebäudeteilen abzudichten: Beschichtungen/Anstriche; Dauerelastische Kittmassen in Fugen**



Grafik: Bundesamt für Strahlenschutz



**Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung auch für kleinere Eigenheime sorgen nach einer Sanierung für den hygienischen Mindestluftwechsel und können die Radonkonzentration senken**

- Radonwegsamkeiten zu den oberirdischen Gebäudeteilen
- offene (Treppen-)Verbindungen zwischen Keller und den übrigen Stockwerken
- nicht dicht schließende (Holz-)Fußböden (ggf. mit Fehlbodenfüllung)
- Belüftungs-/Abzugsrohre zwischen Keller und anderen Stockwerken.

#### Messung der Radonkonzentration im Gebäude

Die tatsächliche Radonkonzentration im Gebäude kann letztlich nur durch eine Messung ermittelt werden. Bei Gebäudeabdichtungsmaßnahmen sollte daher vorher immer eine Messung der Radonkonzentration im Gebäude erfolgen. Nur bei sehr dichten Ausführungen des erdberührten Bereichs (z.B. Weiße Wanne) sind Messungen nicht zwingend erforderlich.

#### Durchführung einer energetischen und radontechnischen Sanierung

Ergeben die Messungen erhöhte Radonkonzentrationen in der Raumluft (siehe Richtwerte, Teil I, Ausgabe 7/10, S. 207), sind im Zuge der geplanten energetischen Sanierung auch Maßnahmen zum Schutz vor Radon angezeigt. Der Einbau von z.B. dichten Fenstern und Türen kann – ohne Berücksichtigung einer ausreichenden Luftwechselrate und ohne Beseitigung der Undichtigkeiten im Fundament – zu einer Erhöhung der Radonkonzentration in Innenräumen führen. Ein wichtiger Schritt ist daher die Ermittlung und Be-

seitigung von Radoneintrittspfaden. Grundsätzlich gilt: Je höher die gemessene Radonkonzentration, desto umfassender sollten die Sanierungsmaßnahmen sein. Als Maßnahmen kommen beispielsweise in Frage\*\*:

#### einfachere Maßnahmen

- Abdichten potenzieller, auch kleiner, Eintrittsstellen für Radon wie Risse, Fugen, Spalten und Rohrdurchführungen im Keller (Bodenplatte und erdberührte Wände) mit dauerelastischen Kittmassen
- Abdichten der Ausbreitungspfade für Radon vom Keller in die Wohnräume, mittels elastischer Fugen- und Klebebänder (bei Leitungsdurchführungen, Wand-Decke-Verbindungen) oder mittels elastischer Dichtungsprofilen für bewegliche Bauteile (Türen zwischen Keller und Wohnraum inkl. Schwellen und Schlüssellocher)
- Lüftungsmaßnahmen im Keller, wenn Keller und Wohnräume gegeneinander abgedichtet werden können

#### aufwändigere Maßnahmen

- Einbau von Kunststoffolien, Beschichtungen und Bitumenbahnen im Fundamentbereich zur Errichtung einer radondichten Sperrschicht zwischen Untergrund und Gebäude oder Keller und Wohnraum
- Verlegung einer Radon-Drainage unterhalb des Fundaments zur Absaugung von radonhaltiger Bodenluft
- Installation eines Radonbrunnens mit geeigneter Entlüftung in der Nähe des Hauses
- Kontrollierte Zu- und Abluftanlage für das gesamte Wohngebäude (grundsätzlich auch zur Vermeidung von Schimmelbildung und zur Energieeinsparung); Vorsicht bei reinen Abluftanlagen: sie können einen Unterdruck im Gebäude erzeugen und dadurch verstärkt radonhaltige Bodenluft in das Gebäude saugen.

Einfache Abdichtungsmaßnahmen können von geübten Heimwerkern selbst durchgeführt werden. Bei hohen Radonkonzentrationen und aufwändigeren Maßnahmen sollten jedoch erfahrene Fachleute mit der Planung und Umset-

zung von Maßnahmen beauftragt werden. Nach der energetischen und ggf. radontechnischen Sanierung sollte eine Überprüfung der Radonkonzentration mittels einer Messung durchgeführt werden.

#### Luftbrunnen

Bei einem Luftbrunnen wird Außenluft über die Rasenschicht und eine darunterliegende Kiesschicht mittels unterirdisch verlegter Drainagerohre aktiv in das Gebäude gesaugt. Luftbrunnen ermöglichen im Winter eine Vorwärmung, im Sommer eine Abkühlung der Außenluft und können dadurch die Effizienz von Lüftungsanlagen verbessern. Die umliegende Erdschicht wirkt wie ein biologischer Filter und entfernt Pollen, Staub und Gerüche aus der Luft. Außerdem wird der Feuchtigkeitsgehalt der Luft reguliert.

Es ist jedoch bei einem solchen Aufbau nicht ganz auszuschließen, dass auch radonhaltige Bodenluft mit angesaugt wird und dadurch eine Erhöhung der Radonkonzentration in den Innenräumen stattfindet. Hersteller empfehlen hinsichtlich dieser Unsicherheit, die Baugrube für den Luftbrunnen mit einer speziellen Folie auszukleiden. Erste orientierende Untersuchungen zur Veränderung der Radonkonzentration in Innenräumen bei der Benutzung eines Luftbrunnens werden zurzeit durchgeführt.

#### Fazit

Für viele Eigenheimbesitzer sind die von KfW und BAFA gewährten zinsgünstigen Kredite und Zuschüsse („Energieeffizient Sanieren“) ein starker Anreiz, eine Sanierung ihres Hauses in die Wege zu leiten. Energetische Sanierungsmaßnahmen sind bei sorgfältiger Projektierung und Ausführung eine lohnenswerte Investition in die Zukunft.

Zu einer umfassend gelungenen Gebäudesanierung gehört für Baufachleute selbstverständlich auch die Beachtung der Tatsache, dass durch eine Gebäudeabdichtung

der unkontrollierte Austausch von Innen- und Außenluft in der Regel erheblich reduziert wird. Dabei sollte neben der hygienischen Luftqualität (Feuchte, Schimmel etc.) unbedingt auch ein möglicher Anstieg der Radonkonzentration in den Wohnräumen Beachtung finden.

Gegebenenfalls sollten schon während der Bauarbeiten zur Gebäudeabdichtung auch radontechnische Sanierungsmaßnahmen erfolgen. Eine hochwertige energetische Sanierung beinhaltet schließlich auch die Installation einer Komfortlüftung mit Zu- und Abluft, verbunden mit einer Wärmerückgewinnung. Damit wird man sowohl den Anforderungen des Wärmeschutzes als auch der Radonminimierung – unter Einbeziehung der o.g. radontechnischen Maßnahmen – gerecht.

**Michael Loch,**  
**Dr. Christiane Reifenhäuser,**  
**Elisabeth Albrecht,**  
Bayerisches Landesamt für Umwelt

#### Weiterführende Informationen

- **Radon-Handbuch Deutschland; Hrsg.:** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und Bundesamt für Strahlenschutz, September 2001. <http://www.bfs.de>
- **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:** <http://www.bmu.de> (Stichwort Radon)
- **Radonmerkbblätter des Bundesamtes für Strahlenschutz (BFS):** <http://www.bfs.de/de/ion/radon>
- **Bayerisches Landesamt für Umwelt:** [http://www.lfu.bayern.de/strahlung/fachinformationen/radon\\_in\\_gebauden/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/strahlung/fachinformationen/radon_in_gebauden/index.htm)

\*\*ausführliche Informationen zu den genannten Maßnahmen finden sich im „Radon-Handbuch Deutschland“