

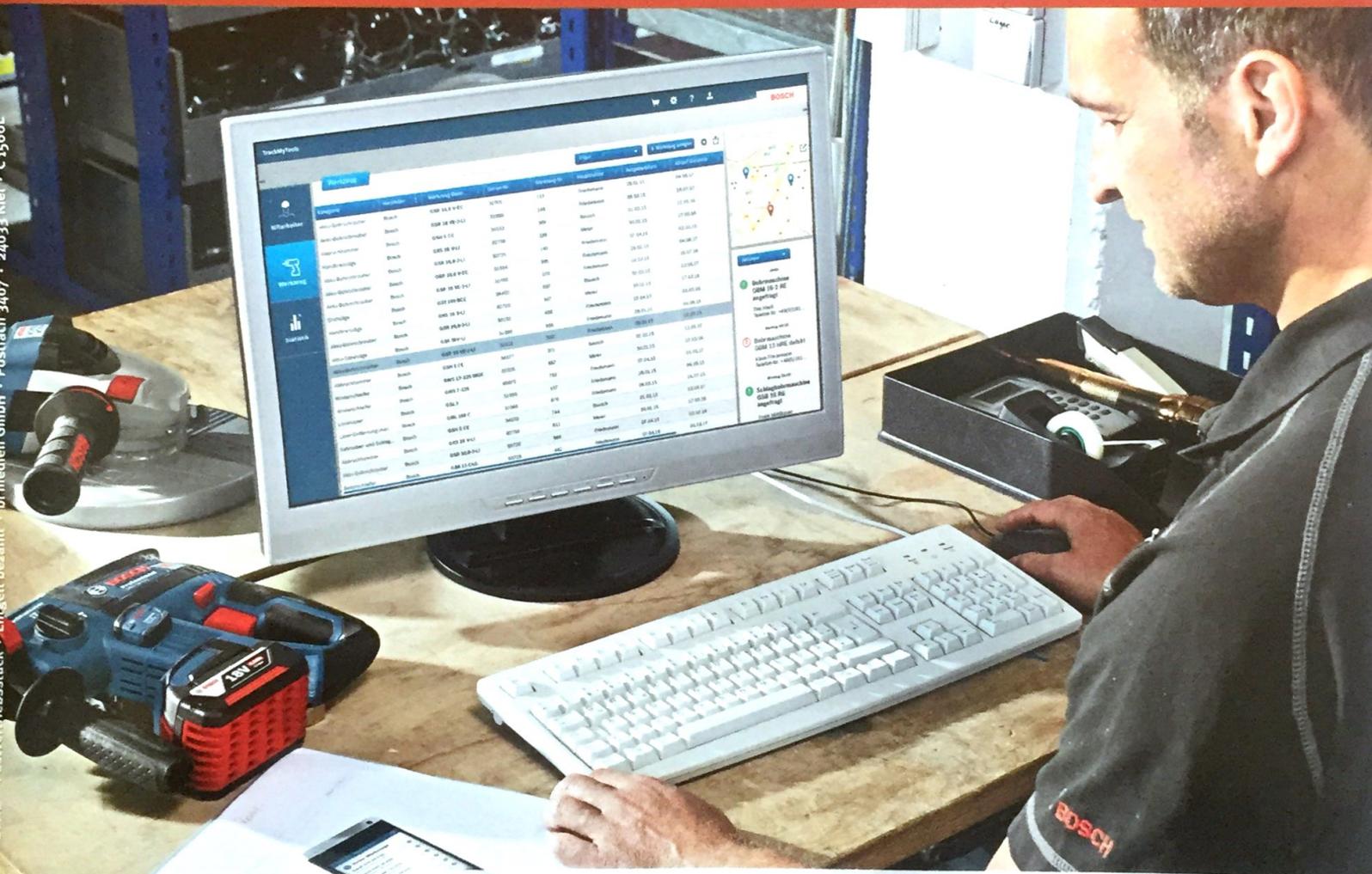
# bi BauMagazin

Fachzeitschrift für Hochbau, Tiefbau und Straßenbau

**Straßenbau** Minigrader füllt Marktlücke

**Unternehmensführung** Kein „Rettungsring“ bei Schwarzarbeit

**Radon** Unterschätzte Gefahr aus der Tiefe



## Radlader

Liebherr setzt auf  
Leistungsverzweigung

## Flüchtlingswohnen

Kieler Modell  
als Lösung



Baulicher Radonschutz

## Unterschätzte Gefahr aus der Tiefe

Eine Europäische Richtlinie schreibt vor, dass Menschen vor hohen Radonkonzentrationen in Gebäuden geschützt werden müssen. Bis zum Februar 2018 soll sie in nationales Recht umgesetzt sein, das bei Neubauten und Sanierungen hierzulande berücksichtigt werden muss. Wer meint, Radon sei allein ein Problem in Bayern und Sachsen, der irrt sich.

Von Britta Brinkmeier

Schon 1980 stufte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) Radon als krebserregend ein. Es ist unbestritten, so das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), dass auch eine langjährige Radonbelastung in Wohnungen Lungenkrebs verursachen kann. Schätzungsweise werden 5 % der in Deutschland auftretenden Lungenkrebssterbefälle dem Radon zugeschrieben, das ist nach dem Rau-

chen die zweithäufigste Ursache. Rund 1.900 Menschen in Deutschland sterben pro Jahr durch Radonbelastung. Dennoch wird Radon als Gesundheitsrisiko in der Öffentlichkeit kaum wahrgenommen. Dabei ist Radon in Wohnhäusern nach dem Rauchen die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs. „Beim Thema Radon zeigt sich, wie Wahrnehmung und wissenschaftliche Erkenntnis eines Problems auseinanderfallen können“, sagt BfS-Präsident Wolfram König.

### Wie kommt Radon ins Gebäude?

Das radioaktive Edelgas Radon entsteht beim natürlichen Zerfall von Uran im Boden und steigt zur Erdoberfläche auf. Je nach Bodenbeschaffenheit und geologischer Formation kommt es in unterschiedlicher Konzentration vor. Es reichert sich in der Bodenluft an. Durch das Steigen von warmer Luft im Haus entsteht ein Kamineffekt. Dieser kann radonreiche Luft aus dem Untergrund durch die undichte Gebäudehülle ins Innere saugen. Undichte Stellen können z.B. ein im Haus liegender Brunnenschacht, Pumpensumpf, Sickergrube oder Abläufe sein, Rohr- und Leitungsdurchführungen, Risse im Boden und in Wänden oder auch materialbedingte Undichtigkeiten z.B. Hohlziegel, Erdwärmetauscher etc.

### Kein regional begrenztes Problem

Entscheidend sind der Urangehalt im Boden und die Bodendurchlässigkeit. Besonders uranhaltige Böden gibt es im Bayerischen Wald, im Erzgebirge, im Fichtelgebirge und im Schwarzwald. Einen gewissen Aufschluss über das Vorkommen soll die Radonkarte Deutschlands vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) geben. Aus dieser Karte kann man aber nicht auf die Radonkonzentration in der Bodenluft an einem bestimmten Standort wie z.B. einem Baugrundstück schließen. Grundsätzlich enthalten alle Bö-

### Radioaktives Gas

Radon ist ein natürliches radioaktives Edelgas, das überall im Boden vorkommt. Von dort aus kann es in Gebäude eindringen. Es ist geruchlos, geschmacklos und kann bei Menschen, die über längere Zeit hohen Konzentrationen davon ausgesetzt sind, Lungenkrebs verursachen. Bauliche Maßnahmen können das Eindringen von Radon in Neubauten verhindern. Die Radonsanierung bei Bestandsbauten ist deutlich schwieriger. Verbindliche gesetzliche Regelungen zum baulichen Radonschutz gibt es bisher nicht.



Radon-Absaugung von Radea in einem Einfamilienhaus in Kiel.

den in Deutschland genug Radon, die bei Undichtigkeiten im Gebäude zu unerwünscht hohen Konzentrationen im Innenraum führen können.

### Keine Gefahr durch Baustoffe

Werden Gesteine und Erden als Baumaterialien verwendet, können diese Baustoffe in geringen Mengen Radon freisetzen, so z.B. Natursteine, Leichtbeton oder Chemiegipse. Untersuchungen zeigen, dass die in Deutschland in großen Mengen traditionell verwendeten Baustoffe Beton, Ziegel, Porenbeton und Kalksandstein im Allgemeinen nicht die Ursache für Überschreitungen des vom Bundesamt für Strahlenschutz empfohlenen Jahresmittelwertes der Radonkonzentration in Aufenthaltsbereichen sind. In der Regel liegt laut BfS der Beitrag von Radon aus Baumaterialien zur Radonkonzentration in Wohnräumen bei ca. 10 Bq/m<sup>3</sup>, das entspricht der natürlichen Radonkonzentration im Freien. Das Deutsche Institut für Bautechnik berücksichtigt bei der Erteilung von Zulassungen auch die Belange des Strahlenschutzes.

Der Radonanteil in der Bodenluft kann auch innerhalb kleiner Regionen schwanken – sogar von Grundstück zu Grundstück und von Haus zu Haus, je nach geologischen Verhältnissen und der Bauweise. Jüngstes Beispiel ist ein Einfamilienhaus in Kiel, bei dem Werte von über 1.000 Bq/m<sup>3</sup> gemessen wurden. Die Jahresmittelwerte in der bodennahen Außenluft liegen normalerweise bei 5 bis 30 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m<sup>3</sup>).

Die Konzentration des geruchs-, geschmacks- und farblosen Gases nimmt umso stärker ab, je weiter man sich vom Boden entfernt. In Gebäuden sammelt es sich vor allem im Keller und dem Erdgeschoss an. Ob in einem Gebäude erhöhte Radonkonzentrationen vorkommen, hängt vom Baugrund, von der Dichtigkeit des Hauses sowie den Lüftungsgewohnheiten der Bewohner ab.

### Diskussion um den Referenzwert

Laut BfS liegt der bundesweite Jahresmittelwert der Radonkonzentration in Wohnräumen in Deutschland schätzungsweise bei 50 Bq/m<sup>3</sup>. Ungefähr 5-10 % der Wohnungen weisen Werte von über 100 Bq/m<sup>3</sup> auf, und ein sehr geringer Anteil Werte von über 1.000 Bq/m<sup>3</sup>. Der Europäische Rat hat in der Richtlinie 2013/59/Euratom einen Referenzwert für Innenräume festgelegt, der 300 Bq/m<sup>3</sup> im Jahresmittel betragen darf. Die EU-Staa-

ten dürfen aber einen niedrigeren Referenzwert festlegen. Der Wert ist hoch angesetzt, wenn man berücksichtigt, dass die WHO, das BfS und der Ausschuss für Innenraumrichtwerte AIR übereinstimmend einen Referenzwert von 100 Bq/m<sup>3</sup> empfehlen. Denn schon ab einer Konzentration von 100 Becquerel sei statistisch ein erhöhtes Gesundheitsrisiko nachweisbar, so das BfS in einer Pressemitteilung vom Oktober. Die Diskussion um die Höhe eines deutschen Referenzwertes sei noch nicht abgeschlossen, heißt es da. Das BfS schätzt, dass in ca. 90 Prozent der Gebäude in Deutschland die Radonkonzentration um 100 Bq/m<sup>3</sup> liegt, also nur ein geringer Teil wirklich betroffen sein wird.

### Verbindliche Regelungen fehlen

Bis Anfang 2018 soll der Schutz der Gebäudenutzer vor Radon in Gebäuden nach der Richtlinie 2013/59/Euratom im nationalen Strahlenschutzrecht verankert sein. Die Radonkonzentration in bestehenden Gebäuden soll vermindert und neue Gebäude so errichtet werden, dass ein Radoneintritt mit „ge-

„**Ich habe bisher noch jedes Haus unter 100 Bq/m<sup>3</sup> bekommen.**“

Dirk Jung, Radea

eigneten“ Maßnahmen verhindert wird. Von der neuen Richtlinie wird die komplette Wertschöpfungskette am Bau betroffen sein. Konkrete Haftungs- und Gewährleistungsfragen, vor allem bei Überschreitung des Referenzwertes, sind jedoch noch unregelt. Das stellt die Bauwirtschaft vor neue Aufgaben. Bei Architekten und Ingenieuren sind Kenntnisse zu der Gesundheitsgefährdung durch Radon nur sporadisch vorhanden. Es fehlen verbindliche Regelungen zum baulichen Radonschutz. Nur selten formulieren Bauherren den Radonschutz als Ziel der Planung und der Bauausführung. Der geringe Kenntnisstand führt deshalb häufig zu fehlerhaften

Lösungen beim baulichen Radonschutz. Um das zu ändern, wurde Anfang 2015 im Deutschen Institut für Normung (DIN) ein Arbeitsausschuss „Radongeschütztes Bauen“ eingerichtet, der Planungs- und Ausführungshilfen erarbeiten soll.

### Beim Neubau schützen einfache Maßnahmen

Obwohl das Thema Radonschutz ganz Deutschland betrifft, kümmern sich bisher nur Fachleute in Sachsen und Bayern um dieses Thema. Hier werden seit 2014 Weiterbildungskurse zur „Radonfachperson“ angeboten. Eine solche vom Bayerischen Landesumweltamt zertifizierte Radon-Fachperson ist Dirk Jung. Er wurde mit seiner Firma Radea im Juni 2015 mit dem Innovationspreis „Top 100“ ausgezeichnet. Der von ihm gegründete Spezialistenverbund Radea Union hat Radonsauger, radondichte Ringabdichtungen, radonfeste Wandfarben und Schutzfolien für Gebäudefundamente entwickelt. Die Diskussion um den Referenzwert empfindet er als einseitig geführt: Denn mit der von einigen Spezialisten favorisierten Abdichtungstechnik sei ein Grenzwert von unter 300 Becquerel kaum oder nur sehr schwer zu erreichen. Wird er bei einem Neubau hinzugezogen, empfiehlt er deshalb grundsätzlich den Einbau einer speziellen Radon-Schutzplane unter der Bodenplatte. Sie ist zugleich Feuchtigkeitsschutz und nach DIN zugelassen. „Ich habe bisher noch jedes Haus unter 100 Bq/m<sup>3</sup> bekommen“, sagt Jung.

Die Plane, die seine Firma bei Neubauten ein-



Die Pumpe der Absauganlage wurde von Dirk Jung leicht modifiziert.

baut, ist eine reine Butylkautschukplane und wird in Schweden hergestellt. Dort lässt Jung sie nach individuellen Gebäudemaßen konfektionieren, geliefert wird sie komplett am Stück. „Mit ihr wird das Haus eingepackt wie mit Geschenkpapier“, erläutert der Radonfachmann. Sie wird umlaufend aufgehend an der Kellerwand hochgezogen, 20 cm über die weiße Wanne, bei Ziegelmauerwerk bis zur Oberkante des Erdreichs. Ihr Preis von knapp 23,- Euro pro Quadratmeter und die relativ schnelle Verlegung machen das radonsichere Bauen laut Jung annähernd kostenneutral oder sogar günstiger als mit einer normalen Abdichtung, „weil man sich die Bitumenschweißbahn komplett sparen kann“. Der Radonschutz fungiert gleichzeitig als Abdichtung, die sowieso notwendig ist. Andererseits, meint Jung, funktioniert das allerdings nicht: „Was gasdicht ist, ist auch waserdicht. Aber eben nicht umgekehrt.“ Der Markt für Radonschutzfolien ist jedoch unübersichtlich, es fehlen Gütesiegel und

### Maßnahmen zum Radonschutz (Bayerisches Umweltamt)

Vorsorgliche Maßnahmen bei Neubauten:

- Einbau einer radondichten Sperrschicht zwischen Untergrund und Gebäude oder zumindest zwischen Keller und Wohnbereich mittels Kunststofffolien, Beschichtungen und Bitumenbahnen im Fundamentbereich.
- Absaugen der radonhaltigen Bodenluft durch Verlegung einer Drainage unterhalb des Fundaments.
- Durchgehende Bodenplatte statt Streifenfundament.
- Mechanische Luftabführung im Unterbau oder unter dem Gebäude.
- Leitungsdurchführungen (Wasser, Elektrizität, TV, Erdsonden etc.) ins Erdreich sorgfältig abdichten, eventuell oberirdisch verlegen.
- Radondichte Folie unter der Bodenplatte auslegen.
- Dichte Türen zwischen Kellerräumen und Wohnräumen anbringen.
- Abgeschlossene Treppenhäuser.

#### Sanierung:

Installation eines Radonbrunnens mit geeigneter Entlüftung in der Nähe des Hauses, um die radonhaltige Bodenluft von den erdberührten Wänden des Hauses fernzuhalten.



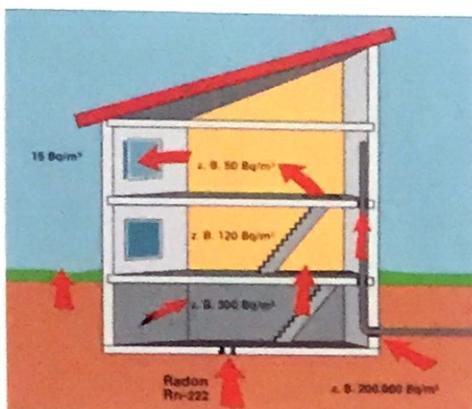
NEU!

### BETOPLAN® top MF SCHALUNGSPLETTEN

Wirtschaftlich, resistent und tadellos im Sichtbetonergebnis dank Melaminfilmbeschichtung

Postfach 26 29 | 33375 Rheda-Wiedenbrück | Germany  
 Tel. +49 5242 17-1000 | Fax +49 5242 17-71000  
 www.westag-getalit.de | betoplan@westag-getalit.de

**WESTAG & GETALIT AG**



Der Weg des Radons vom Boden ins Gebäude. Je weiter man nach oben kommt, desto geringer wird die Radonkonzentration in der Luft. | Grafik: Bayerisches Landesamt für Umwelt

geprüfte Zertifikate. Jung bemängelt, dass bei anderen Herstellern der teure Butylanteil meist geringer sei als bei seiner schwedischen Platte. Solche Folien seien zwar druckwasser-, aber nicht gasdicht. Große Premihersteller wie beispielsweise Dörken bieten für Deutschland bisher gar keine gasdichte Bahn an, sondern nur Dränbahnen,

die in erster Linie gegen Methan eingesetzt werden. Eine Radonsperre habe man nur für den skandinavischen Markt im Programm, so Heinz-Peter Raidt, Leiter Anwendungstechnik bei Dörken.

### Sanierung: Nachträgliche Abdichtung ist problematisch

Deutlich schwieriger wird der Radonschutz bei Sanierungen. Je nachdem, ob die betroffenen Räume erdberührend liegen oder nicht, ob eine Sanierung mit einem neuen Fußbodenunterbau möglich ist und ob der Untergrund des Gebäudes sehr durchlässig ist oder nicht, sind unterschiedliche Maßnahmen nötig, auch in Kombination. Zum Einsatz kommen Abdichtung zwischen Keller und Wohnräumen, Verschließen von Öffnungen und Rissen, Druckausgleich innen/außen, Unterdruckerzeugung im Kellergeschoss, Unterboden-Absaugung (Radondrainage), Zuluftanlagen sowie Zwischenboden- und Wandabsaugungen. Hier ist die Beratung durch eine Radonfachperson und eine



Dirk Jung ist zertifizierte Radon-Fachperson und wurde mit seiner Firma Radea im Juni 2015 mit dem Innovationspreis „Top 100“ ausgezeichnet. | Fotos: bb/bi

fachkundige Ausführung vonnöten.

Allerdings gibt es unterschiedliche Auffassungen, welche Maßnahmen in der Sanierung denn nun tatsächlich greifen. So kritisiert Dirk Jung, dass Abdichtungsmaßnahmen allein kaum funktionieren würden und dazu noch viel zu aufwändig seien. Hier würde ein „großes Geschäft“ gemacht, ohne

## „Im schlimmsten Fall reichen schon kleine Undichtigkeiten“

**Dr. Joachim Kemski ist seit über zehn Jahren öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger zum Thema Radon in Deutschland. Wir fragten ihn nach baulichen Maßnahmen zum Schutz vor Radon, die wirklich funktionieren.**

*bi: Herr Dr. Kemski, Sie haben umfangreiche Erfahrungen im Messen von Radon in Gebäuden aller Varianten bundesweit. Welche Maßnahmen sind aus Ihrer Sicht beim Neubau wichtig, um zu den Eintritt von Radon in Gebäude sicher zu verhindern? Reichen die bisher üblichen Bauverfahren dafür aus?*

**Dr. Kemski:** Verschiedentlich wird gesagt, dass bei einer Bauweise nach den aaRdT in Deutschland kein Radonproblem im Haus auftreten sollte, d.h. also keine gesonderten Maßnahmen zu ergreifen wären. Dies setzt voraus, dass alle Maßnahmen fach- und normgerecht ausgeführt werden. Zum präventiven Radonschutz können oftmals Maß-

nahmen zum Einsatz kommen, die Stand der Technik sind, d.h. also auch allgemein bekannt sein sollten. Eine durchgehende Bodenplatte ist hier besser als ein Streifenfundament. Eine Außenabdichtung gegenüber Bodenfeuchte nach DIN 18 195 stellt zumindest ein „Radonhindernis“ dar. Eine solche Abdichtung muss dann den ganzen erdberührten Bereich umfassen (z.B. Kellerboden und -wände).

Ein wichtiger Punkt sind die Durchdringungen (z.B.: Gas, Wasser, Strom) in der Gebäudehülle. Diese sollten gasdicht ausgeführt werden, z.B. mittels Mehrspartendurchführungen. In radonbelasteten Gebäuden im Bestand zeigt sich oftmals, dass genau dies die Eintrittspfade sind.

Eine Maßnahme, die in den letzten Jahren beispielsweise in der Schweiz und in Österreich vermehrt zum Einsatz kommt, ist die prophylaktische Anlage einer Radondrainage unter der Bodenplatte (Verlegung von Drainagerohren in einer Kiesschicht). Ziel

ist es, die Druckverhältnisse zwischen Boden und Gebäude umzukehren. Die Drainage kann nachträglich - falls erhöhte Raumluftwerte im Haus festgestellt werden - aktiviert werden. Mittels eines kleinen Ventilators wird die Bodenluft unter dem Fundament abgesaugt und über ein Rohr in die Atmosphäre abgeleitet. Beim Einsatz von Lüftungsanlagen sollte darauf geachtet werden, dass diese im leichten Überdruck betrieben werden können, um sicherzustellen, dass nicht durch etwaige Undichtigkeiten in der erdberührten Gebäudehülle ungewollt radonhaltige Bodenluft ins Haus gesaugt wird.

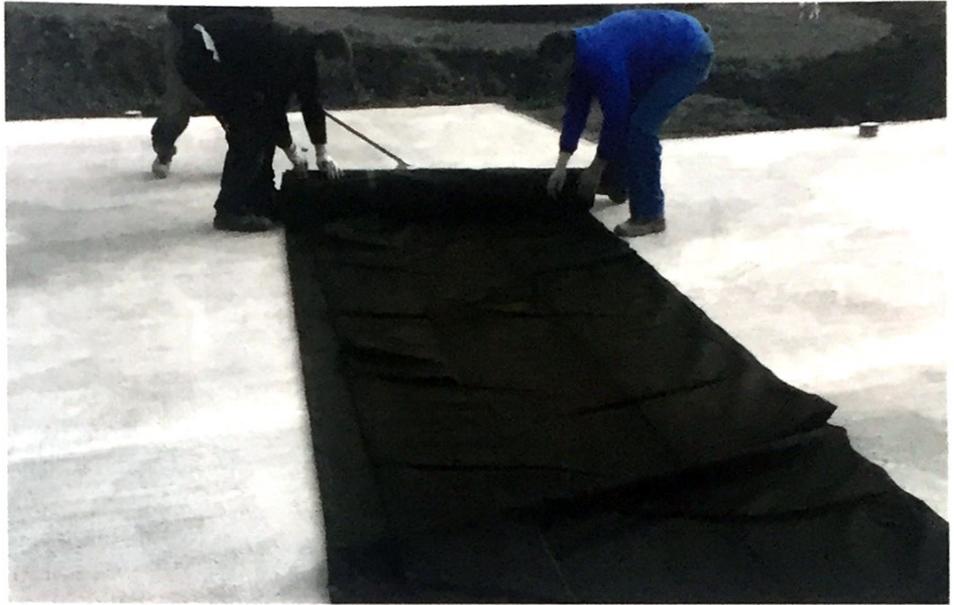
*bi: Warum reicht es nicht aus, Gebäude gegen Wasser zu schützen?*

**Kemski:** Der Schutz gegen Bodenfeuchte ist unter dem Gesichtspunkt des Radonschutzes zumindest ein Hindernis und daher als positiv zu bewerten. Aus einer „Wasserdichtigkeit“ automatisch auf eine „Gasdichtheit“ zu

wirklich dauerhaften Erfolg beim Radon-schutz zu erzielen. Er dagegen verwendet die Absaugetechnik. In dem oben erwähnten Kieler Einfamilienhaus installierte er eine Unterbodenabsaugung (mit einem sogenannten Radonbrunnen) und eine Absauganlage im Keller. Das Haus weist mittlerweile dauerhaft Werte unter  $100 \text{ Bq/m}^3$  aus, und das mit einem verhältnismäßig geringem Aufwand.

### Problem: Vereinbarkeit mit energetischer Sanierung

Neue Richtlinien führen meist zu Mehraufwand beim Bauen. Heikel wird es, wenn gesetzliche Vorgaben einander zuwiderlaufen. So hat Klaus Pöllath, Vizepräsident des Hauptverbandes der Bauindustrie, bereits auf dem Radontag in Dresden im Dezember 2013 darauf aufmerksam gemacht, dass besonders die Vereinbarkeit von Radonschutz und energetischer Sanierung eine Herausforderung ist: „Energiesparmaßnahmen sind möglicherweise für den Radonschutz kontraproduktiv.“ So könne die in der EnEV ge-



Die Radonsperrplane von Radea besteht aus Butylkautschuk. | Foto: Radea

forderte dauerhaft luftundurchlässige Abdichtung der oberirdischen Gebäudehülle zur Verringerung des Luftaustauschs führen, und damit zu einer Anreicherung von Schad-

stoffen wie Radon im Innenraum. Pöllath: „Dies ist eine der größten Herausforderungen, die die Radonschutzlinien mit sich bringen werden.“ ■

schließen, ist nicht zulässig, da Radonotope und Wassermoleküle unterschiedlich groß sind und daher auch unterschiedlich „mobil“ sind.

*bi: Liegt man mit radonsicherer Folie auf der sicheren Seite?*

Kemski: Theoretisch ja. Die Praxis zeigt allerdings, dass dies mitunter nicht ganz so einfach ist (z.B. der dichte Anschluss ans Mauerwerk) und so die Wirkung der Folie außer Kraft gesetzt wird. Nichtsdestotrotz sollte man dies pragmatisch sehen: Die Folie ist zumindest ein zusätzliches Radonhindernis, im besten Fall ein Radonschutz. Zu berücksichtigen hierbei ist, dass noch keine Langzeiterfahrungen vorliegen, ob und in welchem Maße eine solche Folie auch nach vielen Jahren noch ihre Funktion erfüllt.

*bi: Warum sind bei einer Sanierung die Ergebnisse des Abdichtens häufig so unbefriedigend, auch wenn sehr viel Geld dafür ausgegeben wird?*

*digend, auch wenn sehr viel Geld dafür ausgegeben wird?*

Kemski: Dies kann in der Tat geschehen. Meiner Meinung nach ist eine Ursache, dass zunächst alle Radoneintrittspfade lokalisiert werden müssten, bevor man an die eigentliche Abdichtung gehen kann. Ob man diese immer in allen Fällen findet, ist wahrscheinlich nicht zwingend. Die andere und vermutlich weitaus wichtigere ist, dass im zweiten Schritt dann die fachgerechte Ausführung der Abdichtung zu gewährleisten wäre. Dies ist technisch nicht immer ganz einfach, weil man es bei Radon mit einem sehr mobilen Gas zu tun hat. Im schlimmsten Fall reichen schon kleine Undichtigkeiten, um der radonhaltigen Luft ein Eindringen in den Raum zu erlauben, weil ja im Raum stets ein geringer Unterdruck gegenüber der umgebenden Bodenluft existiert und diese dann ins Gebäude „hineingsaugt“ wird. ■

### Über Dr. Joachim Kemski, Bonn

Die Firma Kemski & Partner Beratende Geologen ist seit 1998 korporatives Mitglied im Berufsverband Deutscher Geowissenschaftler e.V. Dr. Kemski und Dr. Klingel sind seit 2005 ö.b.u.v. Sachverständige zum Thema Radon in Deutschland. Beide waren mit der wissenschaftlichen Planung, Organisation und Durchführung zahlreicher großer Forschungsvorhaben mehrerer Bundes- und Landesbehörden auf dem Gebiet der Umwelt-radioaktivität betraut. Kemski & Partner ist seit 2007 von der Landesanstalt für Arbeitsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen als Messstelle für Radon-222 gemäß der Strahlenschutzverordnung anerkannt. [www.kemski-bonn.de](http://www.kemski-bonn.de)