

Gutachterliche Stellungnahme

zur

Radonbelastung in der Bodenluft auf dem Bebauungsplangebiet „Wäldchenloch“ in Budenheim

Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Budenheim
Berliner Straße 3
55257 Budenheim

Sachverständiger: Dr. Joachim Kemski

Ausführung: 17. Juni 2014

Das Gutachten besteht aus 9 Seiten.

Dieses Gutachten darf nur vollständig inklusiver aller Abbildungen weitergegeben werden. Eine auszugsweise Weitergabe oder Nutzung einzelner Textpassagen oder Abbildungen bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Gutachters.

Gutachterliche Stellungnahme

zur

Radonbelastung in der Bodenluft

auf dem Bebauungsplangebiet „Wäldchenloch“ in Budenheim

Vorgang

Auf der Grundlage des Angebotes vom 18.3.2014 beauftragte die Gemeindeverwaltung Budenheim am 10.4.2014 den Sachverständigen Dr. J. Kemski, Euskirchener Straße 54, 53121 Bonn, mit der Durchführung von Untersuchungen zur Radonbelastung in der Bodenluft auf dem Bebauungsplangebiet „Wäldchenloch“ in Budenheim.

Untersuchungsobjekt

Das Untersuchungsgebiet umfasst eine Größe von ca. 5 ha. Hiervon entfallen ca. 4 ha auf eine geplante Wohnbebauung. Der Rest umfasst eine Grünfläche sowie ein kleines Gewerbegebiet. Das Gelände liegt in Hanglage und fällt von Süden nach Norden um ca. 20 Höhenmeter in Richtung Rhein ab. Es befindet am nordöstlichen Ortsrand von Budenheim und schließt unmittelbar an die bereits bestehende Bebauung an.

Auf einem Teil der Fläche der späteren Wohnbebauung befinden sich Obstwiesen bzw. Schrebergärten, der übrige Bereich ist von dichter und schwer zugänglicher Vegetation bedeckt.

Die Radonkonzentration in der Bodenluft ist natürlichen Ursprungs und unterliegt damit einer räumlichen Variation. Bewertungen von Flächen sind aus diesem Grund stets nur auf der Basis mehrerer Messungen durchzuführen. Deren Anzahl richtet sich im Wesentlichen nach Größe, Bauweise und geplanter Nutzung des Objekts sowie den geologisch-bodenkundlichen Verhältnissen. Insgesamt wurden an 25 Messpunkten Bodenluftproben entnommen und die Radonkonzentration untersucht.

Geologisch liegt das Untersuchungsobjekt im Mainzer Becken im Bereich der Ausbisse tertiärer Ablagerungen. Die GK 25 5915 Wiesbaden weist für dieses Areal Kalke und Mergel der tertiären Hydrobienschichten aus.

Beschreibung der grundlegenden Sachverhalte

Radon ist ein Innenraumschadstoff. Erhöhte Radonkonzentrationen in der Raumluft stellen nach dem Rauchen die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs dar. Die Quelle des Radon ist in aller Regel der geogene Untergrund. Untersuchungen zur Quellstärke, d.h. der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft, stellen die Basis für mögliche präventive Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung dar.

Die Radonbelastung in der Raumluft von Gebäuden kommt durch eine komplexe Wirkungskette unterschiedlicher Prozesse in naturbelassenen Böden und Gesteinen, im anthropogen beeinflussten Baugrund sowie im Bereich der Ankopplung des Gebäudes an den Untergrund zustande. Die Freisetzung aus Baumaterialien sowie aus Brauch- und Trinkwasser spielt für die Belastung innerhalb eines Hauses in der Regel nur eine untergeordnete Rolle. Während das Gestein und seine Verwitterungsprodukte die wesentliche Quelle des Radon darstellen, schafft das Bodengefüge die Migrationsmöglichkeit für das Gas. Die Konstruktion des Hauses bestimmt die Eintrittspfade und damit die Menge an Radon, die aus dem Boden in das Gebäude gelangen kann.

Zwei Prozesse steuern den Radoneintritt ins Gebäude: In erster Linie gelangt radonhaltige Bodenluft konvektiv durch Spalten und Risse in Gebäudeboden und Mauerwerk sowie undichte Leitungszuführungen in den Kellerbereich eines Hauses. Der sogenannte Kamineffekt erleichtert dem Radon zusätzlich den Eintritt. Durch warme, im Haus aufsteigende Luft entsteht im Keller ein kaum spürbarer Unterdruck, der eine Sogwirkung zur Folge hat. Dadurch wird kühlere, radonhaltige Luft aus dem Untergrund angesaugt. Diese Sogwirkung kann durch Ventilatoren oder Kamine verstärkt werden. Je schlechter also die Isolation eines Hau-

ses gegenüber dem Erdboden ausgeführt ist, umso höher ist die resultierende Radonbelastung im Gebäude.

Die vorherrschenden Witterungsbedingungen sowie die Jahreszeit nehmen ebenfalls Einfluss auf die Radonkonzentration im Haus. So wird besonders in den kalten Jahreszeiten durch den starken Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außenluft der Kamineffekt noch verstärkt und somit mehr Radon ins Haus gesaugt. Durch starke Regenfälle gesättigter Oberboden behindert die Exhalation von Radon in die Atmosphäre, es reichert sich in der oberflächennahen Bodenluft an und kann somit zum verstärkten Eintritt des Gases ins Gebäude führen.

Daneben diffundiert Radon durch Wände und Böden aus dem umgebenden Erdreich ins Haus hinein. Dicke und Beschaffenheit des Wandmaterials bestimmen dabei die Radonmenge, die letztlich in die Raumluft gelangt.

Bereits durchschnittliche Radonaktivitätskonzentrationen von ca. 20.000 Bq/m³ in der Bodenluft reichen unter **ungünstigen Bedingungen** aus, um bei Vorhandensein geeigneter Wegsamkeiten in der erdberührten Gebäudehülle eine Erhöhung der Radonkonzentration im Gebäude im Bereich mehrerer Hundert Bq/m³ zu bewirken.

Bei üblicher Bauweise (u.a. mit Trennung zwischen Keller- und Erdgeschoss) nehmen die Radonkonzentrationen in einem Haus vom Keller zu den höheren Etagen ab. Der Jahresmittelwert der Radonaktivitätskonzentration in bewohnten Erdgeschossräumen in der Bundesrepublik Deutschland liegt bei ca. 50 Bq/m³.

Epidemiologische Fall-Kontroll-Studien über den Zusammenhang zwischen Radon in Gebäuden und Lungenkrebs haben einen Anstieg des Lungenkrebsrisikos in Abhängigkeit von der Höhe der Radonkonzentration nachgewiesen. Danach kommt es bereits ab Konzentrationen von 140 Bq/m³ in der Raumluft zu einem statistisch signifikanten Anstieg des Risikos.

In Deutschland existiert **kein Grenzwert** für die Radonkonzentration in Gebäuden. Aufgrund der o.g. Studienergebnisse wurde unter dem Gesichtspunkt eines notwendigen Gesundheitsschutzes der Bevölkerung von der Bundesregierung ein „Zielwert“ von 100 Bq/m³ im Jahresmittel definiert, der im Aufenthaltsbereich von Gebäuden nicht überschritten werden soll. Derselbe Wert wird auch von der Weltgesundheitsbehörde (WHO) genannt. Im Januar 2014 verabschiedete die Europäische Union die Richtlinie 2013/59/Euratom zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung. Hierin wird u.a. ein **Referenzwert** der Radonkonzentration von 300 Bq/m³ im Jahresmittel genannt, der nicht überschritten werden soll und für alle Gebäude – unabhängig von der Nutzungsart – gilt. Die Richtlinie muss bis 2018 in nationales Recht

umgesetzt werden, wobei der Referenzwert auf nationaler Ebene auch niedriger angesetzt werden kann.

In der gutachterlichen Praxis werden bei Werten ab einigen 100 Bq/m^3 im Jahresmittel in Aufenthaltsräumen unterschiedlich aufwändige Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentrationen als sinnvoll erachtet und empfohlen.

Ortsbesichtigung und Messverfahren

Zur Klärung der Frage nach der Radonbelastung war eine Ortsbegehung mit Feldmessungen notwendig. Die Untersuchungen wurden am Donnerstag, den 12.6.2014, auf dem o.g. Grundstück in Budenheim durchgeführt. Es wurde die Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft bestimmt.

Für die Probenahme und Messung der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft wurde ein standardisiertes Verfahren nach DIN ISO 11665-11 (Entwurf 2013) eingesetzt, das von uns im Rahmen von Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) zur Erstellung der Bodenluftkarte Deutschlands entwickelt und für Baugrunduntersuchungen modifiziert worden ist. Es stellt den Stand der Technik dar und wird in der o.g. DIN ISO detailliert beschrieben.

An jedem Messort wurde eine Sondierung (28 mm Durchmesser) in eine Tiefe von 1 m niedergebracht. Die Bodenluftentnahme erfolgte über eine Bodenluftsonde mit Packersystem, wodurch der Entnahmeraum definiert abgegrenzt und eine gezielte Probenahme in 1 m Tiefe ermöglicht wurde. Dieses System ist explizit in Anhang D der o.g. DIN ISO beschrieben. War es im Feld nicht möglich, die Bohrung bis in eine Tiefe von 1 m niederzubringen, erfolgte eine Korrektur des Messwertes. Dabei wurde aufgrund der im Bohrstock bestimmten Bodenart (z.B.: Sand, Lehm) und des daraus resultierenden Diffusionskoeffizienten eine Radontiefenverteilung abgeschätzt. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass mit Ausnahme hochpermeabler Böden (z.B.: grobe Sande, Kiese) in einer Tiefe von 1 m eine Verfälschung des Radonmesswertes durch die jeweils an der Erdoberfläche herrschenden meteorologischen Bedingungen sehr gering ist. Kurzfristige Witterungseinflüsse auf die Höhe der Radonkonzentration in der Bodenluft sind bei dieser Vorgehensweise minimiert, wie durch wissenschaftliche Untersuchungen belegt ist.

Vor der eigentlichen Probenahme wurden jeweils 10 l Bodenluft durch die gesamte Messkonfiguration vorgepumpt, um eine mögliche Kontamination der Bodenluft mit Atmosphärenluft beim Niederbringen und Ziehen des Bohrgestänges und beim Einbringen der Bodenluftsonde auszuschließen. Bevor die Bodenluft in die Messkammer eingeleitet wurde, wurden

Staub und feste Radonfolgeprodukte durch geeignete Filter zurückgehalten. Als Messkammern wurden Lucas-Zellen verwendet. Die Messung erfolgte in einem Szintillationszähler nach Einstellung des radioaktiven Gleichgewichtes zwischen Radon und seinen Folgeprodukten - also frühestens drei Stunden nach der Probenahme. An jedem Messpunkt wurden aus Gründen der Qualitätssicherung zwei Bodenluftproben entnommen; für die Bewertung wurde der Mittelwert der beiden Messungen verwendet. Die Messunsicherheit des Verfahrens kann aufgrund empirischer Untersuchungen mit ca. 20 % angegeben werden.

Das Verfahren liefert für die jeweiligen geologischen Verhältnisse belastbare, repräsentative und reproduzierbare Ergebnisse, die zudem eine unmittelbare Vergleichbarkeit mit den Deutschland-weiten Messungen ermöglichen.

In Deutschland basieren Bewertungen der geogenen Radonbelastung auf Messwerten, die mit der oben beschriebenen standardisierten Probenahme aus 1 m Tiefe und anschließender Radonmessung ermittelt wurden. Vergleiche zwischen Messergebnissen verschiedener Untersuchungen, beispielsweise im regionalen und lokalen Maßstab, sind nur dann möglich und zulässig, wenn die genannten Randbedingungen erfüllt sind. Die Einhaltung dieser Bedingungen ist die entscheidende Voraussetzung dafür, die gewonnenen Messwerte als Grundlage für anschließende Empfehlungen zum präventiven Radonschutz heranzuziehen. Der Katalog mit unterschiedlich aufwendigen baulich-technischen Einzelmaßnahmen orientiert sich an der Höhe der Radonkonzentration in der Bodenluft in 1 m Tiefe.

Ergebnisse

Die Messpunkte liegen ausschließlich im Bereich der späteren Wohnbebauung (Abb. 1). Aufgrund der sehr dichten Vegetation konnten die Punkte räumlich nicht annähernd gleichverteilt werden, sondern konzentrierten sich auf die oben beschriebenen besser zugänglichen Bereiche des Areals.

Bei den Böden handelt es sich fast durchgehend um sandige Substrate, vereinzelt mit einem höheren schluffigen Anteil, stellenweise mit zahlreichen kleineren Gesteinsbruchstücken. Hinweise auf Stauwasserbeeinflussung oder lokale erhöhte stärkere Durchfeuchtungen waren nicht zu beobachten.

Die gemessenen Radonaktivitätskonzentrationen in der Bodenluft bewegten sich in einem Bereich zwischen 12.000 und 28.000 Bq/m³ (Abb. 1). Eine Abhängigkeit der Werte von der Position des Messpunktes am Hang (Ober-, Mittel-, Unterhang) ließ sich nicht erkennen.

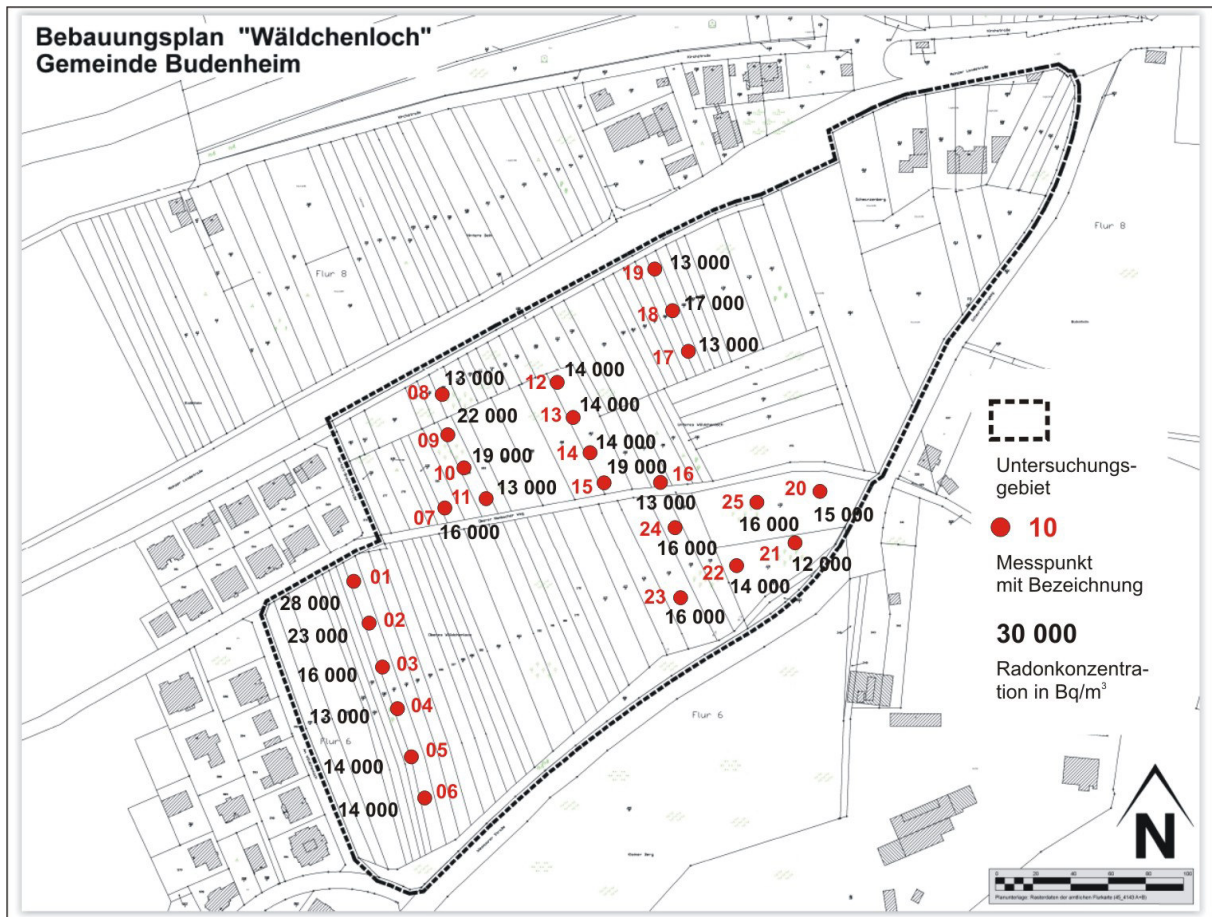


Abb. 1: Lage der Messpunkte und Höhe der Radonkonzentration in der Bodenluft (Karte vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt)

Bewertung der Ergebnisse und Empfehlungen

Feldmessungen zur Bestimmung der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft haben den Zweck, Gebiete hinsichtlich ihres geogenen Radonpotenzials zu charakterisieren. Eine laterale Variation der Radonaktivitätskonzentrationen ist auch bei gleichbleibender Geologie und gleichem Bodenaufbau vorhanden; letzteres gilt auch für anthropogen überprägte Areale. Daher ist für eine Bewertung stets eine ausreichende und u.a. von Größe, geplanter Nutzung und Geologie des Untersuchungsgebietes abhängige Anzahl von Messungen notwendig.

Der Medianwert der Radonkonzentration in Böden in der Bundesrepublik Deutschland liegt bei ca. 35.000 Bq/m³. Man geht davon aus, dass jeweils ca. 30 % der Fläche Radonwerte in der Bodenluft unter 20.000 Bq/m³, von 20.000 bis 40.000 Bq/m³ sowie von 40.000 bis 80.000 Bq/m³ aufweisen. Lediglich 10 % haben höhere Werte. Statistische Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass die Anzahl der Häuser mit erhöhten Raumluftkonzentrationen mit der Höhe der Bodenluftkonzentration ansteigt. Dabei findet man höhere Radon-gehalte in älteren, nicht isolierten Häusern deutlich häufiger als in jüngeren Gebäuden mit einer besseren Abdichtung gegenüber dem Erdreich.

Da der Untergrund die Hauptquelle für erhöhte Radonkonzentrationen in der Raumluft darstellt, hat das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) unter dem Gesichtspunkt präventiver Radonschutzmaßnahmen bei Neubauten sogenannte Radonvorsorgegebiete definiert. Dazu zählen alle Flächen in Deutschland, für die Radonkonzentrationen in der Bodenluft über 20.000 Bq/m³ prognostiziert werden. Die Radonvorsorgegebiete werden ihrerseits nach der Höhe der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft klassifiziert. Diese Einteilung orientiert sich an der erwarteten Überschreitungshäufigkeit einer Radonkonzentration von 100 Bq/m³ in Aufenthaltsräumen. Hierbei wird aber nicht näher ausgeführt, wie diese Grenzen bei größeren Flächen genau anzuwenden sind. Folgende Klassen werden definiert:

Radonvorsorgegebiet I: 20.000 bis 40.000 Bq/m³

Radonvorsorgegebiet II: über 40.000 bis 100.000 Bq/m³

Radonvorsorgegebiet III: über 100.000 Bq/m³

Bei der Ausweisung von Neubaugebieten bzw. der Erteilung von Baugenehmigungen sollen entsprechende Maßnahmen zum radongeschützten Bauen empfohlen werden. Art und Umfang der Maßnahmen sollen sich an dieser Klasseneinteilung orientieren. Dabei gilt, dass die Effizienz der Präventionsmaßnahmen umso größer sein muss, je höher die Radonkonzentrationen in der Bodenluft sind und die daraus resultierende Überschreitungswahrscheinlichkeit eines Referenzwertes in Neubauten. Ziel ist es, neu zu errichtende Gebäude so zu planen, dass in Aufenthaltsräumen – unabhängig davon, in welcher Etage sie sich befinden – eine Radonkonzentration von 100 Bq/m³ im Jahresmittel dauerhaft und nachhaltig nicht überschritten wird. Oftmals reichen hierbei Maßnahmen aus, die bereits den gegenwärtigen Stand der Technik darstellen und daher mit keinem unvertretbar hohen Aufwand für den Bauherrn verbunden sind.

Die **Bodenluftkonzentrationen** auf dem Bebauungsplangebiet „Wäldchenloch“ in Budenheim waren einheitlich und liegen zwischen 12.000 und 28.000 Bq/m³ und damit im unteren Bereich der bekannten Spannbreite von Radonmesswerten.

Die Gesamtheit der Werte führt unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten zu einer Einstufung des Areals in das **Radonvorsorgegebiet I** (Bodenluftkonzentration: 20.000 bis 40.000 Bq/m³). Aufgrund der Verteilung der Werte handelt es sich hierbei um eine *worst case*-Annahme und damit um eine konservative Bewertung.

Basierend auf den vorliegenden praktischen Erfahrungen sind folgende **einfache Maßnahmen** zu empfehlen:

- Abdichtung von Böden und Wänden im erdberührten Bereich gegen von außen angreifende Bodenfeuchte mit radondichten Materialien in Anlehnung an DIN 18 195

Anmerkung:

Der Begriff „Radondichtigkeit“ ist in Deutschland folgendermaßen definiert: Ein Material gilt als radondicht, wenn seine Dicke größer oder gleich 3 Relaxationslängen von Radon ist. In der Praxis bedeutet dies, dass dieses Material ca. 95 % des Radon zurückhält und nur ca. 5 % des Radon hindurch diffundieren kann. Die Radondichtigkeit muss vom Hersteller des Materials durch ein Zertifikat nachgewiesen werden.

- konstruktiv bewehrte, durchgehende Bodenplatte aus Beton (Dicke: mindestens 15 cm, mit Nachweis der Rissüberbrückung)
- Abdichtung von Durchdringungen der Bodenplatte und der Hauswandungen (Zu- und Ableitungen) mit radondichten Materialien
- Zuführung der Verbrennungsluft für Heizkessel u.ä. von außen
- im Falle einer baulichen Trennung von Kellergeschoss und darüber liegenden Etagen dicht schließende Kellertür zum Wohnbereich und fachgerechte Abdichtung von Durchdringungen der Kellerdecke (z.B.: Leitungen, Schächte)

Von Seiten des Radonschutzes ist generell **besonderes Augenmerk** auf die gasdichte Ausführung der Durchführungen von Versorgungsleitungen u.ä. in der Bodenplatte und in anderen erdberührten Bauteilen zu legen.

Maßnahmen zum radonsicheren Bauen stellen eine **Empfehlung** dar und sind vor allem für Gebäude in Betracht zu ziehen, in denen im erdberührten Bereich **Aufenthaltsräume** zur dauerhaften Nutzung (Wohnbereich, Arbeitsplätze) vorhanden sind. Für Gebäude bzw.

Räume, die nicht dauerhaft zu Aufenthaltszwecken genutzt werden, sind aus Sicht des Gutachters besondere Maßnahmen zum präventiven Radonschutz nicht zwingend in die Planung einzubeziehen.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Maßnahmen **nicht verpflichtend** oder gesetzlich vorgeschrieben sind.

Hinweis:

Radonfachstellen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz haben u.a. eine gemeinsame Veröffentlichung zum Thema Radonvorsorgemaßnahmen bei Neubauten erarbeitet (z.B.: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de/strahlung/radon_netzwerk/veroeffentlichungen/index.htm; zuletzt besucht am 16.6.2014). Hierin sind unterschiedliche aufwändige Maßnahmen beschrieben.

Bonn, den 17. Juni 2014



Dr. Joachim Kemski

