

emag GmbH
z. H. Herr Klose
Hechtsheimer Straße 37

55131 Mainz

| | | |
|--------------|--|----------------------------------|
| Projekt-Nr.: | Bearbeiter / Email | Durchwahl / Mobil |
| 16-022 | Horakh Stefan s.horakh@drpfirrmann.de | 0721-38 41 58-25 0177-7786537 |

BETR.: **BEBAUUNGSPLAN**
„WOHNQUARTIER ALBERT-STOHR-STRASSE (B 166)“
HIER: **MESSUNG DER RADONAKTIVITÄTSKONZENTRATION IN DER BODENLUFT**
(RADONMESSUNG)

Sehr geehrter Herr Klose,

anbei unsere fachtechnische Stellungnahme zu den am Standort des Bauvorhabens durchgeführten Messungen der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft.

I. Veranlassung

Das Gelände der ehem. Tennishalle in der Albert-Stohr-Straße 26 in Mainz-Bretzenheim soll umgenutzt werden. Die Folgenutzung sieht eine hochwertige wohnbauliche Neubebauung des Standorts mit 20 vollunterkellerten Reihenhäusern in drei Reihenhausezeilen vor.

Das Untersuchungsgebiet umfasst ca. 6.800 qm. Es beinhaltet die ehem. Tennishalle mit Gaststättenanbau und Parkplatz (ca. 5.750 qm) sowie die im Norden anschließende Grünfläche (ca. 1.050 qm).

Das Untersuchungsgebiet ist anthropogen überprägt und lokal geringfügig aufgefüllt. Die anthropogenen Auffüllungen werden im Zuge der Neubebauung in Abhängigkeit von Ihrer bautechnischen Nutzbarkeit und umwelttechnischen Einstufung abgetragen. Der natürliche geologische Untergrund besteht aus Löß/Lößlehm unterlagert von sandig-kiesigen Flußablagerungen.

II. Untersuchung hinsichtlich Radon

Im Zuge der Bauleitplanung ist zu prüfen, ob das Untersuchungsgebiet eine erhöhte Radonkonzentration aufweist.

Von der zuständigen Fachbehörde der Landeshauptstadt Mainz (Grünflächen- und Umweltamt) wurde hierfür eine Langzeitmessung der Radonkonzentration in der Bodenluft über mind. zwei Wochen an fünf Messpunkten vorgeschlagen. Die Lage der einzelnen Messpunkte wurde von der Fachbehörde vorgegeben.

Ziel der Untersuchungen war:

- Die Überprüfung der bisherigen Zuordnung des Standorts in einen Bereich mit „erhöhtem Radonpotential“.
- Die Zuordnung des Untersuchungsgebiets in ein **Radonvorsorgegebiet**.
- Gegebenenfalls Empfehlung der sich aus der Zuordnung ergebenden **baulichen Vorsorgemaßnahmen** für die Neubebauung des Standorts.

III. Messungen

Die vom Grünflächen- und Umweltamt der Landeshauptstadt Mainz vorgeschlagenen Langzeitmessungen wurden im Zeitraum 21.09.2017 bis 05.10.2017 vom Sachverständigenbüro Dr. Kemski aus Bonn durchgeführt.

Die Messungen erfolgten durch passive Probenahme mittels Exposimeter mit Kernspurdetektoren nach DIN ISO 11665-11 Anhang C (Entwurf 2013).

Am 21.09.2017 wurden fünf temporäre Messstellen (**Radon-1** bis **Radon-5**) errichtet. Zuerst wurde am vorgegebenen Messpunkt eine Rammkernbohrung (DN 80) bis ca. 1m u. GOK abgeteuft und in das Bohrloch ein PE-Rohr (DN 80) eingesetzt. Die PE-Rohre sind im unteren Bereich perforiert und wurden gegen die Atmosphäre abgedichtet. In die PE-Rohren wurden die Exposimeter in ca. 1m eingesetzt. Siehe hierzu auch die diesem Schreiben als **Anlage 1** und in **Anlage 2** beigefügten Lagepläne der Messstellen und die Profile der Rammkernbohrungen.

Die Expositionszeit der Exposimeter betrug zwei Wochen (21.09.2017 bis 05.10.2017). Die eigentliche Radonmessung erfolgte gemäß DIN ISO 11665-4 mittels Exposimeter mit Kernspurdetektoren.

Die Details zum Messverfahren und zu den Befunden können der gutachterlichen Stellungnahme des Sachverständigenbüros Dr. Kemski entnommen werden, die diesem Schreiben als **Anlage 3** beiliegen.

IV. Ergebnisse

Die in den einzelnen Messstellen gemessenen Radonkonzentrationen liegen zwischen 26.000 und maximal 39.000 Bq/cbm im Bereich niedrigen bis mäßigem Radonpotentialen. Erhöhte Befunde (> 40.000 Bq/cbm) wurden nicht ermittelt.

In den einzelnen Messstellen wurden folgende Radongehalte gemessen:

- Messpunkt RADON-1: 34.000 Bq/cbm.
- Messpunkt RADON-2: 29.000 Bq/cbm.
- Messpunkt RADON-3: 26.000 Bq/cbm.
- Messpunkt RADON-4: 39.000 Bq/cbm.
- Messpunkt RADON-5: 33.000 Bq/cbm.

Die ermittelten Befunde liegen mit maximal 39.000 Bq/cbm in der oberen Hälfte des Radonvorsorgegebiets I. Eine räumliche Systematik der Radonmesswerte in der Bodenluft ist nicht ableitbar. Es handelt sich hierbei um natürliche Schwankungen, die auch kleinräumig möglich sind.

Unter Berücksichtigung der örtlichen Begebenheiten und des angewandten Probennahem- und Messverfahrens ist der Standort in das **Radonvorsorgegebiet II** (Bodenluftkonzentrationen zwischen 40.000 bis 100.000 Bq/cbm) einzustufen.



V. Abschließende Hinweise

Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse sind aus fachtechnischer Sicht die folgenden **baulichen Maßnahmen** bei der Umsetzung der Neubebauung zu empfehlen:

Radonvorsorgegebiet I:

- Abdichten [1] der Böden und Wände im erdberührten Bereich und [2] von Durchdringungen der Bodenplatte und Hauswandungen mit radondichten Materialien.
- Mindestdicke von 15 cm für konstruktiv bewehrte und durchgehende Betonbodenplatten.
- Bei baulicher Trennung des Kellergeschosses und darüber liegenden Etagen: Dicht schließende Kellertür zum Wohnbereich und Abdichtung der Durchdringung der Kellerdecke
- Zuführung der Verbrennungsluft (Heizkessel, etc.) von außen.

Radonvorsorgegebiet II:

- Maßnahmen wie für Radonvorsorgegebiet I.
- Hinterfüllung der erdberührten Außenwände mit nicht-bindigen Materialien.

Die von der emag GmbH geplante Bauausführung der Kellergeschosse der Wohngebäude mit einer **wasser- und gasdichten Betonkonstruktion („weiße Wanne“)** entspricht den notwendigen baulichen Vorsorgemaßnahmen für ein Radonvorsorgegebiet II. Es ist hierdurch ein ausreichender Schutz gegen einen etwaigen natürlichen standörtlichen Radonaufstieg aus dem Untergrund gewährleistet.

Siehe hierzu auch die ausführliche Beschreibung und gutachterliche Stellungnahme des Sachverständigenbüros Dr. Kemski in **Anlage 3**.

Mit freundlichen Grüßen



Stefan Horakh
DIPL.-GEOLOGE

Anlage 1 Planunterlage

Anlage 2 Bohrprofile und Ausbaudaten Radonmessstellen

Anlage 3 Dr. Kemski Sachverständigenbüro, Gutachterliche Stellungnahme vom 12.10.2017



ANLAGEN

ANLAGE 1

PLANUNTERLAGEN

Legende:

- Standort der Baumaßnahme
Flurstück Nr. 728/1 [ca. 5.800 qm]
- Radon Ansatzpunkt Radonmeßstelle
- KD Strasse Kanaldeckel im Straßenbereich
[Bezugshöhe für Messpunkte im Geb.]

DrP - Unternehmensgruppe Dr. Pfirrmann



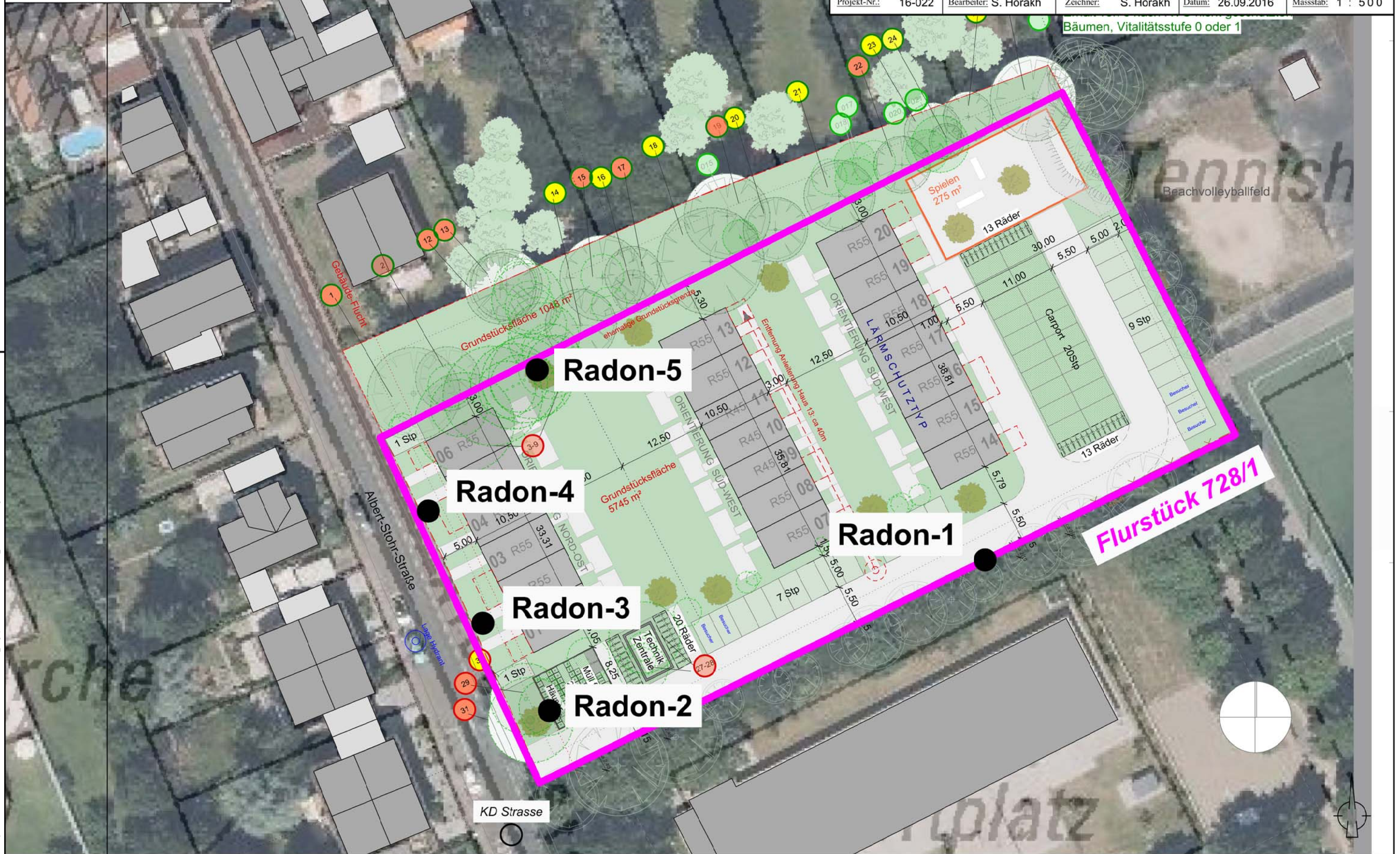
Ritterstraße 9 • D-76137 Karlsruhe
Tel.: (0721) 38 41 58-0 • Fax.: (0721) 38 41 58-10 • www.drpfirrmann.de • info@drpfirrmann.de

Projektname: **Wohnquartier Albert-Spohr-Straße (B166), Mainz-Bretzenheim**

Plannamen: **Lageplan der Radonmessstellen (Radon-1 bis Radon-5)**

Anlage

Projekt-Nr.: 16-022 Bearbeiter: S. Horakh Zeichner: S. Horakh Datum: 26.09.2016 Masstab: 1 : 500



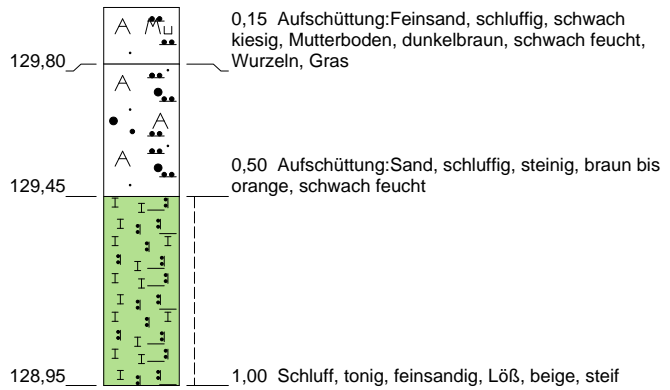
ANLAGE 2

BOHRPROFILE UND AUSBAUSATEN RADONMESSSTELLEN

129,95 m NN



Radon 1 (2017)



Höhenmaßstab: 1:20

Anlage 2.1; Blatt 1 von 1

| | |
|--|---------------------|
| Projekt: 16-022 Mainz-Bretzenheim | |
| Bohrung: Radon 1 (2017) | |
| Auftraggeber: emag GmbH, Mainz | Rechtswert: 3446241 |
| Bohrfirma: WST GmbH, Eppelheim | Hochwert: 5538374 |
| Bearbeiter: S. Horakh | Ansatzhöhe: 129,95m |
| Datum: 20.09.2017 | Endtiefe: 1,00m |

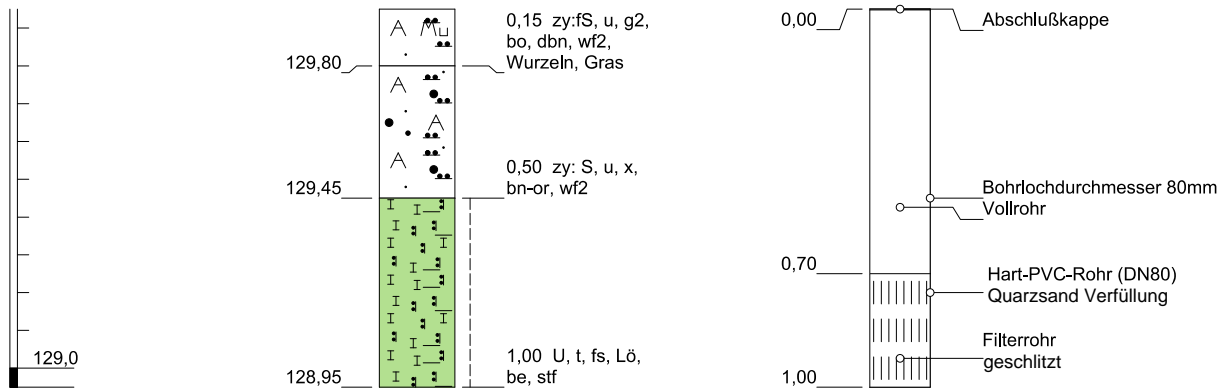
UNTERNEHMENSGRUPPE DR. PFIRRMANN



Ritterstraße 9 • D-76137 Karlsruhe
Tel.: (+49) 721 - 384158 - 0
Fax: (+49) 721 - 384158 - 10
Email: info@drpfirrmann.de


129,95 m NN

Radon 1 (2017)

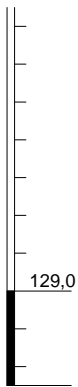


Höhenmaßstab: 1:20 Horizontalmaßstab: 1:10

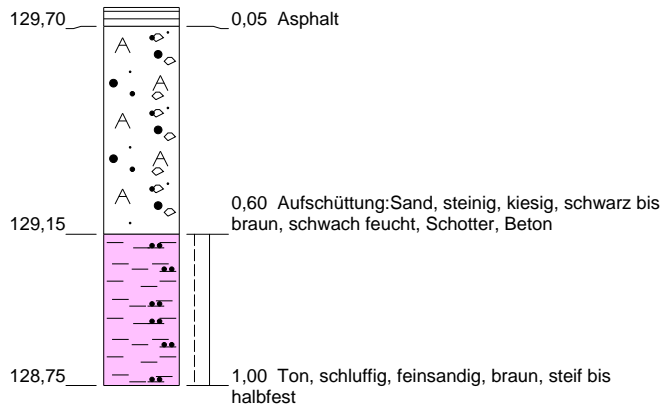
Anlage 2.1 (Blatt 1 von 1)

| | | |
|--|---------------------|--|
| Projekt: 16-022 Mainz-Bretzenheim | | UNTERNEHMENSGRUPPE DR. PFIRRMANN  Ritterstraße 9 • D-76137 Karlsruhe Tel.: (+49) 721 - 384158 - 0 Fax: (+49) 721 - 384158 - 10 Email: info@drpfirrmann.de |
| Bohrung: Radon 1 (2017) | | |
| Auftraggeber: emag GmbH, Mainz | Rechtswert: 3446241 | |
| Bohrfirma: WST GmbH, Eppelheim | Hochwert: 5538374 | |
| Bearbeiter: S. Horakh | Ansatzhöhe: 129,95m | |
| Datum: 20.09.2017 | Endtiefe: 1,00m | |

129,75 m NN



Radon 2 (2017)



Höhenmaßstab: 1:20

Anlage 2.2; Blatt 1 von 1

| | |
|--|---------------------|
| Projekt: 16-022 Mainz-Bretzenheim | |
| Bohrung: Radon 2 (2017) | |
| Auftraggeber: emag GmbH, Mainz | Rechtswert: 3446179 |
| Bohrfirma: WST GmbH, Eppelheim | Hochwert: 5538352 |
| Bearbeiter: S. Horakh | Ansatzhöhe: 129,75m |
| Datum: 20.09.2017 | Endtiefe: 1,00m |

UNTERNEHMENSGRUPPE DR. PFIRRMANN

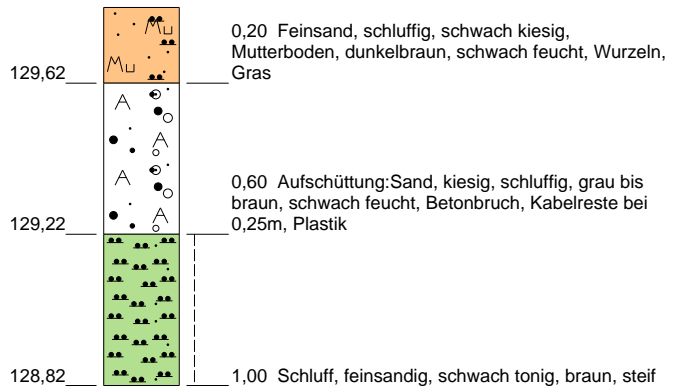


Ritterstraße 9 • D-76137 Karlsruhe
Tel.: (+49) 721 - 384158 - 0
Fax: (+49) 721 - 384158 - 10
Email: info@drpfirrmann.de

129,82 m NN




Radon 3 (2017)



Höhenmaßstab: 1:20

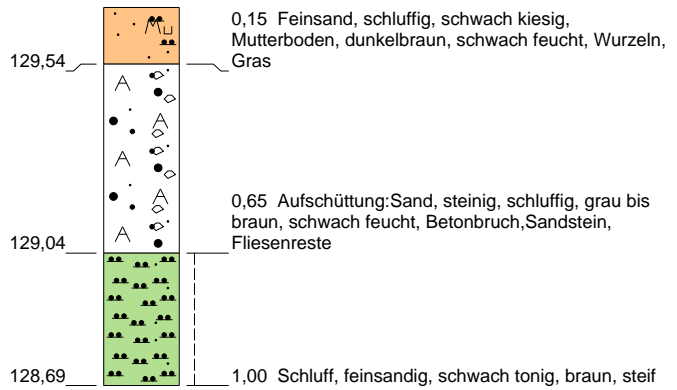
Anlage 2.3; Blatt 1 von 1

| | | |
|--|---------------------|--|
| Projekt: 16-022 Mainz-Bretzenheim | | UNTERNEHMENSGRUPPE DR. PFIRRMANN  Ritterstraße 9 • D-76137 Karlsruhe Tel.: (+49) 721 - 384158 - 0 Fax: (+49) 721 - 384158 - 10 Email: info@drpfirrmann.de |
| Bohrung: Radon 3 (2017) | | |
| Auftraggeber: emag GmbH, Mainz | Rechtswert: 3446170 | |
| Bohrfirma: WST GmbH, Eppelheim | Hochwert: 5538364 | |
| Bearbeiter: S. Horakh | Ansatzhöhe: 129,82m | |
| Datum: 20.09.2017 | Endtiefe: 1,00m | |

129,69 m NN



Radon 4 (2017)



Höhenmaßstab: 1:20

Anlage 2.4; Blatt 1 von 1

| | |
|--|---------------------|
| Projekt: 16-022 Mainz-Bretzenheim | |
| Bohrung: Radon 4 (2017) | |
| Auftraggeber: emag GmbH, Mainz | Rechtswert: 3446162 |
| Bohrfirma: WST GmbH, Eppelheim | Hochwert: 5538380 |
| Bearbeiter: S. Horakh | Ansatzhöhe: 129,69m |
| Datum: 20.09.2017 | Endtiefe: 1,00m |

UNTERNEHMENSGRUPPE DR. PFIRRMANN



Ritterstraße 9 • D-76137 Karlsruhe
Tel.: (+49) 721 - 384158 - 0
Fax: (+49) 721 - 384158 - 10
Email: info@drpfirrmann.de

ANLAGE 3

DR. KEMSKI SACHVERSTÄNDIGENBÜRO
GUTACHTERLICHE STELLUNGNAHME VOM 12.10.2017

Gutachterliche Stellungnahme

zur

Radonbelastung in der Bodenluft in Mainz-Bretzenheim, Wohnquartier Albert-Spohr-Straße

Auftraggeber: Unternehmensgruppe Dr. Pfirmann
Im Industriepark Bruchsal
Ernst-Blickle-Straße 21-25
76646 Bruchsal

Sachverständiger: Dr. Joachim Kemski

Ausführung: 12. Oktober 2017

Das Gutachten besteht aus 12 Seiten inkl. Deckblatt.

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 in Mainz-Bretzenheim, Wohnquartier Albert-Spohr-Straße

1 Vorgang

Auf der Grundlage des Angebotes vom 20.2.2017 beauftragte die Unternehmensgruppe Dr. Pfirmann am 30.8.2017 den Sachverständigen Dr. J. Kemski, Euskirchener Straße 54, 53121 Bonn, mit der Durchführung von Untersuchungen zur Radonbelastung in der Bodenluft in Mainz-Bretzenheim auf dem Gelände der Tennishalle in der Albert-Spohr-Straße.

2 Untersuchungsgebiet

Auf dem Gelände steht zur Zeit eine Tennishalle mit angeschlossener Gastronomie. Die Halle liegt unmittelbar an die Albert-Spohr-Straße. Das Gelände besitzt eine Größe von ca. 6 500 m² und ist eben.

Zukünftig soll das Gelände für eine Wohnbebauung mit mehreren Reihenhauszeilen genutzt werden.

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 der Objekte sowie den geologisch-bodenkundlichen Verhältnissen.

Laut Auskunft des Auftraggebers wünschte das zuständige Grünflächen- und Umweltamt der Stadt Mainz im vorliegenden Fall eine Untersuchung im derzeitigen, oben beschriebenen Zustand des Geländes – also mit Bebauung der Fläche.

Es sollten Messungen der Radonkonzentration in der Bodenluft mittels Exposimeter über 2 Wochen an 5 Messpunkten durchgeführt werden. Die Lage der Messpunkte wurde seitens der Stadt vorgegeben.

Das Untersuchungsgebiet liegt geologisch im Mainzer Becken südwestlich des Rheins im Stadtgebiet von Mainz. Laut geologischer Karte (GK 25 6015, Blatt Mainz) finden sich hier Lössablagerungen.

3 Beschreibung der grundlegenden Sachverhalte

3.1 Gesundheitliche Gefährdung

Radon ist ein **Innenraumschadstoff**. Es handelt sich um ein natürlich vorkommendes radioaktives Edelgas. Es ist farb-, geschmack- und geruchlos und kann mit den menschlichen Sinnen nicht wahrgenommen werden.

Weltweite epidemiologische Studien haben einen Zusammenhang zwischen Radonkonzentrationen in der Raumluft von Gebäuden und dem Lungenkrebsrisiko nachgewiesen. Ab einem Jahresmittelwert von 140 Bq/m^3 ist dort ein statistisch signifikanter Anstieg des Lungenkrebsrisikos zu erkennen. Eine Erhöhung der Radonkonzentration in der Raumluft um 100 Bq/m^3 führt demnach zu einem Anstieg des Risikos um ca. 10 %, bei Berücksichtigung von Unsicherheiten in der Expositionsabschätzung sogar um 16 %. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen sich am besten mit einer linearen Dosis-Wirkungsbeziehung erklären, bei der es keinen Schwellenwert gibt (LNT-Hypothese: *linear, no threshold*). Danach können bereits kleinste Dosen zu einer Zellschädigung und damit zu einer Induzierung von Krebs führen.

Man geht derzeit davon aus, dass in Deutschland jährlich ca. knapp 2.000 Lungenkrebsfälle auf erhöhte Radonkonzentrationen in Innenräumen zurückzuführen sind. Radon stellt somit - nach dem Rauchen - die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs dar. Ein Einfluss auf die Erkrankung anderer Organsysteme ist nach heutigem Kenntnisstand nicht gesichert.

3.2 Radoneintritt ins Gebäude

Die **Hauptquelle** für Radon im Gebäude ist in aller Regel der **geogene Untergrund**. Untersuchungen zur Quellstärke, d.h. der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft, stellen daher die Basis für mögliche präventive Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung dar.

Die tatsächliche Radonbelastung in der Raumluft 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 (z.B.: Unterkellerung, Hanglage, Erdberührung) und der Zustand der Bausubstanz, insbesondere der erdberührten Gebäudeteile (z.B.: Vorhandensein von Rissen und/oder Leitungsdurchführungen), bestimmen die Eintrittspfade und damit die Menge an Radon, die aus dem Boden in das Gebäude gelangen kann. Die tatsächliche Höhe der Radonkonzentration im Gebäude wird nicht zuletzt natürlich auch vom Nutzerverhalten (z.B.: Luftwechselrate bzw. Lüftung) beeinflusst.

Kontraproduktiv kann in diesem Zusammenhang die Erhöhung der Dichtigkeit der Gebäudehülle sein, wie sie beispielsweise im Rahmen baulicher Maßnahmen zur energetischen Erhöhung von Gebäuden durchgeführt werden. Hierbei kann es zu einer unerwünschten Anreicherung von Innenraumschadstoffen kommen.

Zwei Prozesse steuern den Radoneintritt ins Gebäude: In erster Linie gelangt radonhaltige Bodenluft konvektiv durch Spalten und Risse in Fundament 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 radonhaltige Luft aus dem Untergrund angesaugt. Diese Sogwirkung kann durch Ventilatoren oder Kamine verstärkt werden. Je schlechter also die Isolation eines Hauses gegenüber dem

Erboden ausgeführt ist, umso höher kann die resultierende Radonbelastung im Gebäude sein.

Die Witterungsbedingungen (z.B.: Temperatur, Luftdruck, Wind) 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 kann Radon durch Wände und Böden aus dem umgebenden Erdreich ins Haus hinein diffundieren. Dicke und Beschaffenheit des Wandmaterials bestimmen dabei die Radonmenge, die letztlich in die Raumluft gelangt. Dieser Prozess spielt in aller Regel aber nur eine untergeordnete Rolle.

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 Radonkonzentrationen im Gebäude im Bereich einiger Hundert Bq/m³ zu verursachen.

Bei einer Bauweise 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 Deutschland liegt bei ca. 50 Bq/m³.

3.3 Rechtliche Grundlagen

In Deutschland existiert **kein Grenzwert** für die Radonkonzentration in Gebäuden. Aufgrund der in Kapitel 3.1 beschriebenen Studienergebnisse wurde vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) in den vergangenen Jahren unter dem Gesichtspunkt eines notwendigen Gesundheitsschutzes der Bevölkerung 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 Zuge der Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom wurde am 3.7.2017 das Gesetz zur Neuordnung des Rechts zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung veröffentlicht. Dieses „**Strahlenschutzgesetz**“ (StrlSchG) soll zum 31.12.2018 in Kraft treten

Dr. Joachim Kemski
von der IHK Bonn/Rhein-Sieg öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Radon

(Ausnahme: Notfallregelungen). Zur Zeit werden Regelungen auf Verordnungsebene erarbeitet, in denen Einzelheiten zur Durchführung beschrieben sein werden und die zum selben Datum in Kraft treten sollen. Erstmals sind in diesem Gesetz Regelungen zum **Schutz vor Radon** enthalten. Einige werden nachfolgend kurz beschrieben, weil auf sie in der späteren Bewertung der Messungen Bezug genommen wird.

So wird u.a. ein **Referenzwert von 300 Bq/m³ im Jahresmittel** genannt. Dieser Wert gilt für **Aufenthaltsräume** und **Arbeitsplätze**. Der Referenzwert dient als Maßstab für die Prüfung der Angemessenheit von Maßnahmen. Ein Referenzwert ist **kein Grenzwert**.

Zudem wird gefordert, durch geeignete Maßnahmen (z.B. baulich-technischer Art) einen Radoneintritt aus dem Erdreich in **Neubauten** zu verhindern bzw. erheblich zu erschweren. Derzeit wird beim Deutschen Institut für Normung (DIN) eine Norm zum radongeschützten Bauen erarbeitet.

4 Ortsbesichtigung und Messverfahren

Im Zuge einer Ortsbegehung am Dienstag, den 21.9.2017, auf dem o.g. Gelände in Mainz-Bretzenheim wurden in Anwesenheit von Hr. Horakh (Unternehmensgruppe Dr. Pfirrmann) zunächst die von der Stadt vorgeschlagenen Messpunkte exakt festgelegt. Diese lagen um die bestehende Tennishalle herum. Gleichzeitig wurde seitens des Auftraggebers die Niederbringung der Sondierungen veranlasst, um die Pegel für die eigentlichen Radonmessungen setzen zu können.

Die Punkte 1, 3 und 4 lagen auf einer Wiese bzw. Rasen seitlich und vor der Halle. Am Messpunkt 2 musste die Asphaltdecke durchbrochen werden. Punkt 5 befand sich neben der Halle in einem Bereich mit Baumbewuchs. Hinweise zu den einzelnen Messpunkten sind Tabelle 1 (Spalte Nutzung) zu entnehmen.

Die Messungen erfolgten durch ein Verfahren mit passiver Probenahme mittels Exposimetern mit Kernspurdetektoren nach DIN ISO 11665-11, Anhang C (Entwurf 2013).

Um einheitliche Messbedingungen herzustellen, wurden zunächst temporäre Pegel (PE-Rohr) gesetzt, in denen die eigentlichen Radonmessgeräte (sogenannte Exposimeter) in die gewünschte Tiefe eingebracht wurden. Die Rohre waren gegen die Atmosphäre abgedichtet und im unteren Teil perforiert. Hier erfolgte der diffusive Zutritt der Bodenluft zum Exposi-

meter. Die Messgeräte wurden so in den Rohren installiert, dass sie sich in einer Tiefe von ca. 1 m unter GOK befanden. Bei dieser Vorgehensweise kann es – wie in der o.g. DIN ISO erläutert und begründet - zu einer signifikanten Unterschätzung der „wahren“ Radonkonzentration in der Bodenluft kommen.

Hinweis:

In Deutschland basieren Bewertungen des geogenen Radonpotenzials - inklusive eines Katalogs daran gekoppelter baulich-technischer Empfehlungen zum präventiven Radonschutz - auf Messwerten, die mit einem standardisierten Verfahren mittels aktiver Probenahme aus 1 m Tiefe und anschließender Radonmessung ermittelt wurden. Diese Vorgehensweise empfiehlt das BfS für derartige Untersuchungen. Vergleiche von Messwerten, die mit grundsätzlich unterschiedlichen Verfahren und damit abweichenden Randbedingungen gewonnen wurden, sind daher mit Unsicherheiten behaftet.

Die Expositionszeit betrug 2 Wochen und dauerte vom 21.9.2017 bis zum 5.10.2017.

Die eigentliche Radonmessung erfolgte mittels Exposimetern mit Kernspurdetektoren nach DIN ISO 11665-4. Die Auswertung der Detektoren wurde in einem Europa-weit akkreditierten Labor (Radonova AB, vormals Landauer Nordic AB, Uppsala/Schweden) vorgenommen, das regelmäßig und erfolgreich an europäischen Ringvergleichen teilnimmt, u.a. auch beim BfS.

5 Ergebnisse

Die Messpunkte liegen wegen der noch existierenden Bebauung an den Rändern der Untersuchungsfläche.

Bei dem Areal handelt es sich um ein anthropogen überprägtes und stellenweise versiegeltes Gelände. Die Sondierungen zeigten einen einheitlichen Aufbau des oberflächennahen Untergrundes. Vorherrschend waren Schluffe, wie sie für Löss typisch sind. Hinweise auf Stauwasserbeeinflussung oder lokal erhöhte starke Durchfeuchtungen waren an keinem Messpunkt zu beobachten.

Die gemessenen Radonaktivitätskonzentrationen in der Bodenluft bewegten sich in einem Bereich zwischen 26.000 und 39.000 Bq/m³ (Abb. 1).

Alle Messwerte sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Die Radonmesswerte in der Bodenluft sind auf volle 1 000er Stellen gerundet angegeben. Die räumliche Lage der Messpunkte zeigt Abbildung 1.

| Messpunkt | Rechtswert | Hochwert | Tiefe [cm] | Boden | Nutzung | Radon [Bq/m ³] |
|-----------|------------|----------|------------|-------|--------------------|----------------------------|
| 1 | 3446241 | 5538374 | 100 | U | Wiese | 34000 |
| 2 | 3446179 | 5538352 | 100 | T | Asphalt (Einfahrt) | 29000 |
| 3 | 3446170 | 5538364 | 100 | U | Wiese | 26000 |
| 4 | 3446162 | 5538380 | 100 | U | Wiese | 39000 |
| 5 | 3446177 | 5538400 | 100 | U | Wald | 33000 |

Tab. 1:
Messpunkte mit Koordinaten und gemessenen Radonkonzentrationen

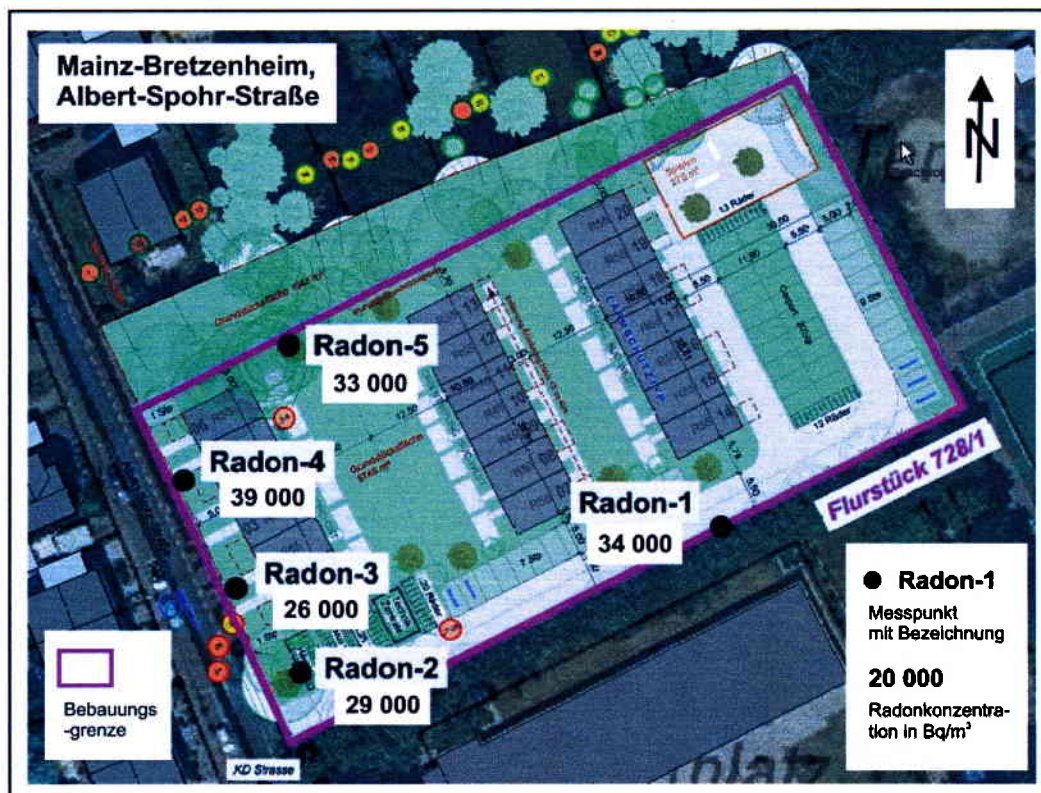


Abb. 1:
Lage der Messpunkte und Höhe der Radonkonzentration in der Bodenluft
(Karte vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt; hier ohne Maßstab)

6 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 Deutschland (jeweils die Hälfte der Messwerte ist kleiner bzw. größer) 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 haben gezeigt, dass die Anzahl der Häuser mit erhöhten Raumlufkonzentrationen mit der Höhe der Bodenluftkonzentration ansteigt. Dabei findet man höhere Radongehalte 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 Raumluf darstellt, hat das 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. Bei diesen Bodenluftgehalten wird eine Überschreitungshäufigkeit einer Radonkonzentration von 100 Bq/m³ in Aufenthaltsräumen von 1 % in Wohnhäusern erwartet. Die Radonvorsorgegebiete werden nach der Höhe der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft - und damit einer zunehmenden Überschreitungshäufigkeit - klassifiziert. 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 höher sein muss, je höher die Radonkonzentrationen in der Bodenluft sind und die damit erwartete Überschreitungswahrscheinlichkeit eines „Zielwertes“ in Neubauten. Gemäß den Erläuterungen in Kapitel 3.1 kann dies folgendermaßen interpretiert werden: Demnach sind neu zu errichtende Gebäude so zu planen, dass in Aufenthaltsräumen – unabhängig davon, in welcher Etage sie sich befinden – eine Radonkonzentration von 100 Bq/m^3 im Jahresmittel dauerhaft und nachhaltig nicht überschritten wird. Oftmals reichen hierbei Maßnahmen aus, die bereits den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen und daher mit keinem unverhältnismäßig hohen Aufwand für den Bauherrn verbunden sind. In diese Richtung zielen auch die Formulierungen im neuen Strahlenschutzgesetz, nach denen ein Radoneintritt in neue Gebäude verhindert bzw. erschwert werden soll. Eine konkrete Angabe zur Radonkonzentration in der Raumluft wird im Gesetz jedoch nicht gemacht.

Im vorliegenden Fall kann aufgrund der stellenweisen Versiegelung des Untergrundes nicht von einem geogenen Radonpotenzial i.e.S. gesprochen werden. Inwieweit sich geogene Gehalte aus dem Untergrund in den oberflächennahen Bereich „durchpausen“, lässt sich nicht pauschal beantworten und kann von Fall zu Fall schwanken. Bei Vergleichen mit Werten über natürlich gewachsenen Böden ist dies zu berücksichtigen.

Nichtsdestotrotz spiegeln die absolut gemessenen Radonkonzentrationen in der Bodenluft die Situation im Untersuchungsareal mit seinen speziellen Gegebenheiten wider. Sie sind daher als Grundlage für eine Bewertung des Geländes im Hinblick auf mögliche Maßnahmen zum präventiven Radonschutz bei Neubauten zu nutzen.

Es wird darauf hingewiesen, dass eine höhere Messpunktdichte wünschenswert gewesen wäre. Untersuchungen mit nur 5 Messungen können nicht sicherstellen, dass die natürliche Spannweite der Radonkonzentration in der Bodenluft adäquat erfasst wurde.

Die **Radonkonzentrationen in der Bodenluft** auf dem Gelände der geplanten Wohnbebauung in Mainz-Bretzenheim liegen durchgängig unter $40\,000 \text{ Bq/m}^3$. Im Vergleich mit Radonmesswerten über natürlich gewachsenen Substraten können sie als durchschnittlich angesehen werden. Der Median mit ca. $33\,000 \text{ Bq/m}^3$ entspricht nahezu dem bundesdeutschen

Median (s.o.). Ähnliche Konzentrationen sind aus anderen Teilen des Mainzer Beckens über natürlich gewachsenen Substraten bekannt.

Eine systematische und deutliche räumliche Abhängigkeit der Messwerte war nicht zu erkennen.

Die Gesamtheit der Werte führt unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und des eingesetzten Probenahme- und Messverfahrens zu einer Einstufung des Areal in das **Radonvorsorgegebiet II** (Bodenluftkonzentration: 40.000 bis 100.000 Bq/m³). Aufgrund der geringen Anzahl von Messungen und der anthropogenen Überprägung des Geländes handelt es sich hierbei um eine konservative Bewertung.

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

Radonvorsorgegebiet I:

- Abdichtung von Böden und Wänden im erdberührten Bereich gegen von außen angreifende Bodenfeuchte mit radondichten Materialien in Anlehnung an DIN 18 195 (Hinweis: eine neue Abdichtungsnorm DIN 18 533 befindet sich z.Zt. in Vorbereitung)

Anmerkung:

Der Begriff „Radondichtigkeit“ wird in Deutschland aus der messtechnischen Bestimmung des Radondiffusionskoeffizienten abgeleitet und *per definitionem* wie folgt festgelegt: Ein Material gilt als radondicht, wenn seine Dicke größer oder gleich 3 Diffusionslängen von Radon ist. Die Radondichtigkeit muss vom Hersteller des Materials durch ein Zertifikat oder Prüfzeugnis 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)

Dr. Joachim Kemski
von der IHK Bonn/Rhein-Sieg öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Radon

Radonvorsorgegebiet II:

- Maßnahmen wie im Radonvorsorgegebiet I
- Hinterfüllungen vor erdberührten Außenwänden mit nicht-bindigen Materialien

Im vorliegenden Fall sollen aus bautechnischen Gründen die Keller mit wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton, „weiße Wanne“) ausgeführt werden. Eine solche Bauweise stellt unter den gegebenen Bedingungen einen ausreichenden präventiven Radonschutz dar. Die Dicke sollte 25 cm betragen. Fugen sind hierbei abzudichten, um einen konvektiven Radoneintritt zu verhindern.

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. Gleiches gilt auch für potenzielle Ausbreitungswege innerhalb des Gebäudes selbst (z.B.: Leerrohre, Schächte).

Maßnahmen zum radonsicheren Bauen sind vorrangig für Gebäude in Betracht zu ziehen, in denen **im erdberührten Bereich Aufenthaltsräume** zur dauerhaften Nutzung (Wohnbereich, Arbeitsplätze) vorhanden sind.

Zur Zeit stellen sie eine **Empfehlung** dar und sind nicht verpflichtend oder gesetzlich vorgeschrieben. Mit dem Inkrafttreten des neuen „Strahlenschutzgesetzes“ (Gesetz zur Neuordnung des Rechts zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung) zum Ende kommenden Jahres ist davon auszugehen, dass bei Neubauten ein präventiver baulicher Radonschutz einzuplanen ist. Details sollen in entsprechenden Rechtsverordnungen beschrieben werden.

Bonn, den 12. Oktober 2017

J. Kemski

Dr. Joachim Kemski

