

Umwelttechnischer Bericht

zu Radonmessungen

zum
Projekt

Sertoriusring 100

Mainz-Finthen

5. Bericht

erstattet von
Institut für Geotechnik
Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG
Egerländer Straße 44
65556 Limburg
Tel.: 06431/29490
Fax: 06431/294944

Az. 03 13 11



Inhaltsverzeichnis

1.0	Auftrag	4
2.0	Unterlagen	5
2.1	Mitgeltende Unterlagen	5
3.0	Situation	6
4.0	Geologische / Hydrogeologische Verhältnisse	8
4.1	Schichtenfolge	9
4.1.1	Oberboden	9
4.1.2	Auffüllungen	10
4.1.3	Flugsand	10
4.1.4	Tertiäre Sedimente	11
4.2	Wasserverhältnisse	11
5.0	Durchgeführte Radonuntersuchungen	13
6.0	Zusammenfassung der Ergebnisse der Radonmessungen	15

Anlagenverzeichnis

- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 2.000
- 1.2 Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 1.000
- 2.1 Profilschnitte der Kleinbohrungen, RKS/RM 17, RKS/RM 18, RKS/RM 19, RKS/RM 20, Maßstab (H/L) 1 : 25/500,
- 2.2 Profilschnitte der Kleinbohrungen, RKS/RM 16, RKS/RM 14, RKS/RM 13, RKS/RM12, Maßstab (H/L) 1 : 25/500
- 2.3 Profilschnitte der Kleinbohrungen, RKS/RM 15, RKS/RM 11, RKS/RM 10, RKS/RM 9, Maßstab (H/L) 1 : 25/500
- 3.0 Bericht Dr. Joachim Kemski, Bonn vom 20.08.2014

1.0 Auftrag

Die Firma ALDI GmbH & Co. KG, Bingen erteilte dem Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG (IfG) mit Schreiben vom 10.07.2014 den Auftrag zur Durchführung von Radonmessungen auf dem Grundstück Sertoriusring 100, Gemarkung Finthen, Flur 4, Flurstücke 562/3 und 562/5 in Mainz-Finthen.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse dieser Untersuchungen dokumentiert und bewertet und Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise ausgesprochen.

2.0 Unterlagen

2.1 Mitgeltende Unterlagen

- Historische Nutzungsrecherche des IfG zum Projekt Sertoriusring 100, Flurstücke 562/3 und 562/5 vom 22.03.2013 [U 1]
- Geotechnischer Bericht zum Projekt Sertoriusring 100, Flurstücke 562/3 und 562/5 vom 25.07.2013 [U 2]
- Bericht Bausubstanzerhebung zum Projekt Sertoriusring 100, Mainz-Finthen des IfG vom 18.07.2013, 2. Bericht, Az.: 03 13 11 [U 3]
- Umwelt-Abfalltechnischer Bericht zum Projekt Sertoriusring 100, Mainz-Finthen vom 29.07.2013 [U4]

3.0 Situation

Der Stadtrat der Stadt Mainz hat in seiner Sitzung am 07.05.2014 die Aufstellung der nachstehenden Bauleitpläne beschlossen:

1. Änderung Nr. 46 des Flächennutzungsplanes der Stadt Mainz im Bereich des Bebauungsplans „Nahversorgung Sertoriusring (F91)“ und
2. Bebauungsplan „ Nahversorgung Sertoriusring (F 91)“

Der Projektstandort befindet sich am nördlichen Randbereich von Mainz-Finthen.

Der räumliche Geltungsbereich des Bebauungsplanes „Nahversorgung Sertoriusring (F91)“, sowie die 46. Änderung des Flächennutzungsplanes wird wie folgt begrenzt

- Im Westen durch den Bolzplatz auf der Parzelle Flst. 562/6
- Im Norden durch den Lärmschutzwall zur Autobahn A 60 auf der Parzelle Flst. 562/6
- Im Osten durch die öffentliche Grünfläche auf der Parzelle Flst. 562/6
- Im Süden durch den Sertoriusring

Die Verkehrsflächen auf dem Projektgelände sind gepflastert und durch Grünstreifen aufgelockert.

In der Anlage 1.1 ist ein Übersichtslageplan, aus dem das Projektareal hervorgeht, beigefügt.

Auf den Parzellen 562/ 3 und 562/ 5 befinden sich eine Tennishalle mit Gastronomie und zugehörigen Wohnungen. Die Freiflächen stellen sich im Wesentlichen als Verkehrs- / Parkflächen mit Grünstreifen dar.

Auf der Parzelle 562/1 befinden sich 7 Tennis – Außenplätze.
Das folgende Luftbild zeigt die Situation.



Quelle: DLK GeoContent, GeoContent GmbH, Magdeburg
Aktualität: Befliegungsdatum: 01.07.2001

4.0 Geologische / Hydrogeologische Verhältnisse

Zur Erkundung der oberflächennahen Schichtenfolge und der Einbringung der Exposimeter für die Radonmessungen wurden die Kleinbohrungen:

- RKS 9 bis RKS 20

im Durchmesser 80 mm bis in Tiefen von ca. 1,1 m u GOK niedergebracht.

Die Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse ergeben sich aus dem Lageplan der Anlage 1.2 im Maßstab 1 : 1.000.

Die Aufzeichnung der Bohrprofile aus den direkten Bodenaufschlüssen ist in Schnitten in der Anlage 2 im Maßstab (H/L 1 : 25/500) aufgetragen.

Bei den im Folgenden beschriebenen Untergrundverhältnissen wird ergänzend auf die Ergebnisse der gemäß [U2 und U4] durchgeführten Bohrungen mit Tiefen bis 4,7 m u GOK zurückgegriffen.

4.1 Schichtenfolge

Auf der Basis der Profilaufnahme der durchgeführten Bohrungen sowie den Erfahrungen des IfG und den allgemein zur Verfügung stehenden Kartenunterlagen ergibt sich folgendes Bild der Untergrundsituation am Projektstandort:

Die Basis des Geländes wird durch tertiäre Sedimente eingenommen. Es handelt sich um Wechselfolgen aus Tonen, bzw. Mergelsteinen sowie schluffigen Sanden und Kiesen.

Die tertiären Sedimente werden lokal von künstlichen Auffüllungen in Form von Schluffen und Sanden sowie im Bereich der Grünflächen von einem Oberboden überlagert.

4.1.1 Oberboden

In den in den Grünstreifen niedergebrachten Bohrungen wurden ab der Geländeoberkante braun bis dunkelbraun gefärbte Oberböden festgestellt. Das Kornspektrum zeigt einen feinsandigen Schluff sowie einen schluffigen Fein- bis Mittelsand mit humosen Anteilen. Die Schichtstärke wurde im Mittel mit 0,4 m bis 0,6 m aufgeschlossen.

4.1.2 Auffüllungen

Lokal sind die Oberböden als Auffüllungen zu deklarieren, da sie offensichtlich im Zuge der Geländemodellierungen bei der Bebauung des Areals umgelagert wurden.

Im Untergrund der befestigten Verkehrsflächen wurden aufgefüllte Sande und Kiese, lokal mit geringen Bauschuttresten erbohrt. Teilweise handelt es sich auch um eingebrachte Schottermaterialien.

Im Untergrund der Gebäude [U2] wurde unterhalb der Bodenplatte eine Tragschicht aus Frostschutz- und Schottermaterialien festgestellt. Die aufgefüllten Materialien in den direkt an die Bebauung angrenzenden Randstreifen weisen eine ähnliche Zusammensetzung, jedoch mit höheren Sandanteilen auf.

In den Bohrungen, die für die Radonmessungen niedergebracht wurden, wurden die Auffüllungen mit Stärken zwischen 0,1 m und max. 0,6 m festgestellt.

4.1.3 Flugsand

Unterhalb des Oberbodens bzw. der Auffüllungen wurden mit Ausnahme der Bohrung RKS 4 [U2] hellbraun gefärbte Flugsande erfasst. Das Kornspektrum zeigt überwiegend Feinsande mit geringen Schluff – und Mittelsandanteilen.

Die Mächtigkeit dieser Sande nimmt in östlicher bzw. südlicher Richtung zu, wobei die Schicht im Nordwesten (RKS 4) auskeilt. Die Schichtunterkante der Flugsande verläuft in den Bohrungen auf Höhen zwischen rd. 181 mNN im nordwestlichen Sektor des Projektareals und etwa 178 mNN im Ostteil des geplanten Anwesens.

4.1.4 Tertiäre Sedimente

Im Liegenden der Flugsande, lokal auch unmittelbar unterhalb der Auffüllungen, setzen am Projektstandort die tertiären Sedimente ein. Überwiegend handelt es sich um Mergel und Kalksteine in unterschiedlichen Zersetzungsgraden.

Lokal wurden auch tertiäre Tone und Sande (RKS 4) erfasst.

Bis zur maximalen Erkundungstiefe von ca. 177,5 mNN wurde die Schichtunterkante der tertiären Sedimente nicht erreicht.

4.2 Wasserverhältnisse

Zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten im Juli 2013 [U2 und U4] wurde bei den Sondierarbeiten kein Grund-, Schicht- und Stauwasser angetroffen.

Die wenig durchlässigen Mergel und Tone bilden einen potentiellen Grundwasserstauer gegenüber den Flugsanden. Trotz der vergleichsweise feuchten Witterungsperioden wurde allerdings an der Basis der Flugsande kein Wasser festgestellt.

Die Ursachen hierfür dürften einerseits darin begründet sein, dass am Projektareal ein relativ hoher Versiegelungsgrad durch die großflächige Überbauung vorliegt. Darüber hinaus deutet dieses Untersuchungsergebnis darauf hin, dass die Tertiäroberfläche in östlicher bzw. südlicher Richtung weiter abfällt, sodass in die

Flugsande infiltrierendes Wasser relativ rasch entlang der Tertiäroberfläche abfließen kann.

Grundwasser in geschlossener Form ist somit im bauwerksrelevanten Tiefenbereich nicht zu erwarten. Mit dem lokalen und periodischen Antreffen von Schicht- und Stauwasserhorizonten, insbesondere in den Basispartien der Flugsande muss allerdings gerechnet werden.

5.0 Durchgeführte Radonuntersuchungen

Die Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse der für die Radonmessungen einzubauenden Exposimeter wurden unter Berücksichtigung der folgenden Kriterien festgelegt:

- Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse,
- Erfassung von lokalen Bereichen mit anstehenden tertiären Sedimenten < 1m u. GOK (RKS 13 und RKS 19) und mit tiefer anstehenden tertiären Sedimenten (restl. Bohrungen)
- rasterförmige Erfassung des Gesamtareals

Die Exposimeter wurden am 24.07.2014 wie folgt eingebaut:

- Durchführung einer Kleinbohrung im Durchmesser 80 mm bis in Tiefenlagen von rd. 1,1 m u. GOK
- Einbringen eines PE-Rohres im Durchmesser 70 mm (1 m Länge, untere 0,5 m als Filterrohr, perforierte Bodenkappe)
- Verfüllung des Ringraumes mit Bohrgut (Flugsand) bis 0,25 m u GOK, Abdichtung gegenüber der Oberfläche mit quellfähigem Tonmaterial ab 0,25 m U GOK
- Einbringen des unmittelbar vorher aus der Schutzverpackung entnommenen Exposimeters (mit Seilsicherung zur Abschlusskappe des Rohres)
- Unverzögliche Verfüllung des PE – Rohres mit Quarzsand
- Abschluss des PE- Rohres mit Kunststoffkappe
- Kontrolle der Abdichtung

Beim Ausbau der Exposimeter am 11.08.2014 wurde das gesamte PE – Rohr mit der Verfüllung aus Quarzsand und der Exposimeter gezogen, welche geborgen und unverzüglich in die Schutzverpackung luftdicht verpackt wurden.

Alle 12 Exposimeter wurden am Tage des Ausbaus dem Sachverständigenbüro Dr. Joachim Kemski, Bonn übergeben.

6.0 Zusammenfassung der Ergebnisse der Radonmessungen

Folgende Radonwerte wurden festgestellt:

Exp.-Nr.	Messort	Messbeginn	Messende	Radon [Bq/m ³]	Bemerkung
480747	RM 9	24.7.2014	11.8.2014	8.000	
701736	RM 10	24.7.2014	11.8.2014	7.000	
694388	RM 11	24.7.2014	11.8.2014	10.000	
727204	RM 12	24.7.2014	11.8.2014	10.000	Sonde feucht
560561	RM 13	24.7.2014	11.8.2014	52.000	
694408	RM 14	24.7.2014	11.8.2014	9.000	
506624	RM 15	24.7.2014	11.8.2014	6.000	
329711	RM 16	24.7.2014	11.8.2014	5.000	
727866	RM 17	24.7.2014	11.8.2014	9.000	Sonde feucht
708609	RM 18	24.7.2014	11.8.2014	10.000	
243324	RM 19	24.7.2014	11.8.2014	7.000	Sonde feucht
428456	RM 20	24.7.2014	11.8.2014	7.000	

Tab. 1: Radonaktivitätskonzentrationen in der Bodenluft

Die Bodenluftkonzentrationen auf dem untersuchten Gelände lagen relativ einheitlich in Bereichen zwischen 5.000 und 10.000 Bq/m³.

Dies stellt einen - im Verhältnis zu den bislang in der Bundesrepublik Deutschland gemessenen Radonkonzentrationen von durchschnittlich 35.000 Bq/m³ - vergleichsweise geringen Wert dar.

Lediglich in der Messposition RKS 13 wurde ein höherer Wert von 52.000 Bq/m³ gemessen. Nach Aussagen des Sachverständigen handelt es sich hierbei um einen „Ausreißer“, welcher grundsätzlich nicht repräsentativ ist bzw. vernachlässigt werden kann.

Für Radonvorsorgegebiete werden grundsätzlich folgende Klassen definiert:

Radonvorsorgegebiet I: 20.000 bis 40.000 Bq/m³

Radonvorsorgegebiet II: 40.000 bis 100.000 Bq/m³

Radonvorsorgegebiet III: > 100.000 Bq/m³

Somit ist das zur Umnutzung vorgesehene Areal nicht als Radonvorsorgegebiet einzustufen.

Besondere Schutzmaßnahmen werden für die geplante Nutzung folglich nicht erforderlich.

Grundsätzlich mögliche, präventive Schutzmaßnahmen werden im Bericht des Sachverständigen Dr. Kemski, S. 7 ff. beschrieben.

Der Bericht ist nur in seiner Gesamtheit und mit allen Anlagen verbindlich.

Limburg, 21.08.2014

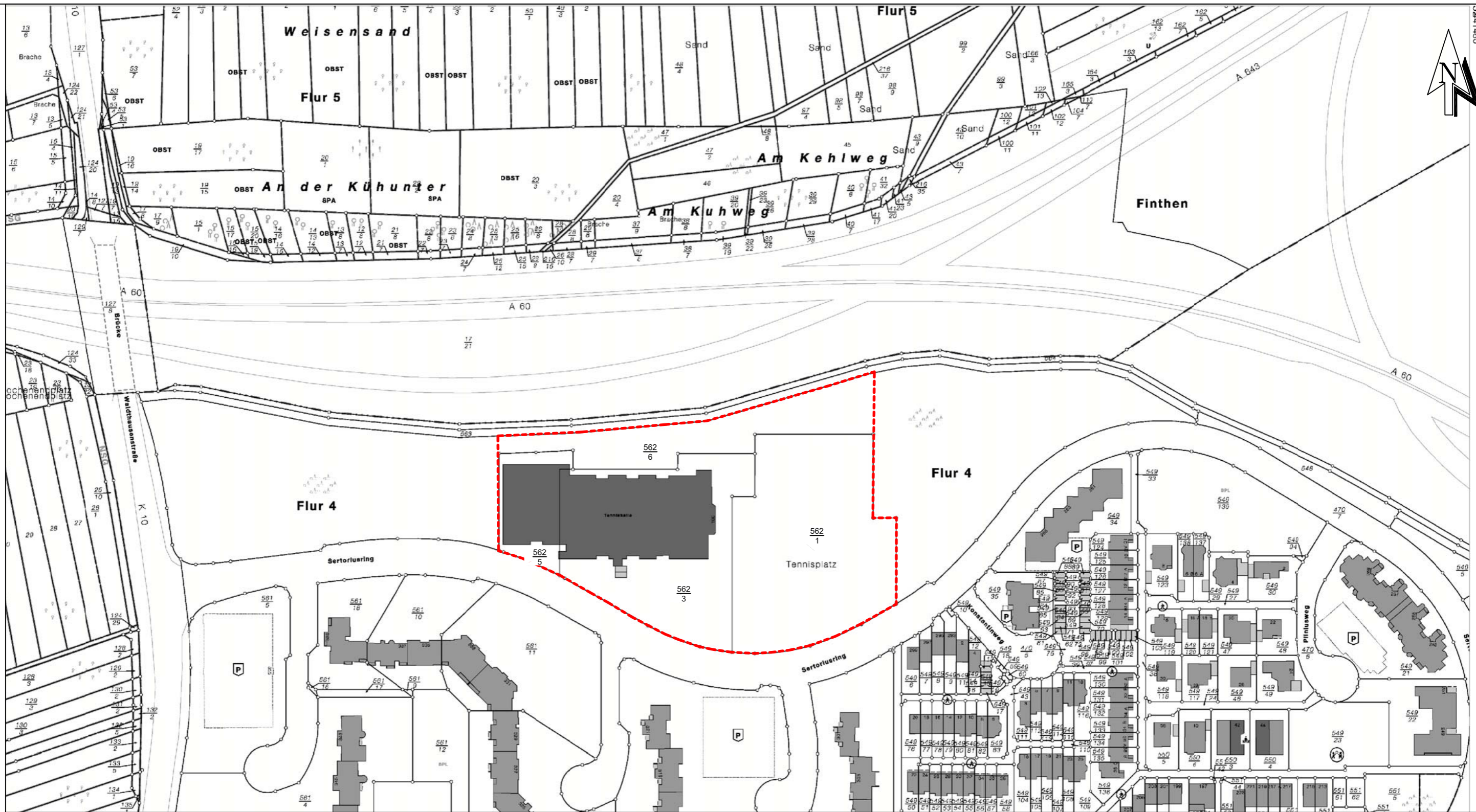


Ralph Schäffer
(Dipl.-Ing.)



Christian Zirfas
(Bachelor of Engineering)
(M.A. European Business)

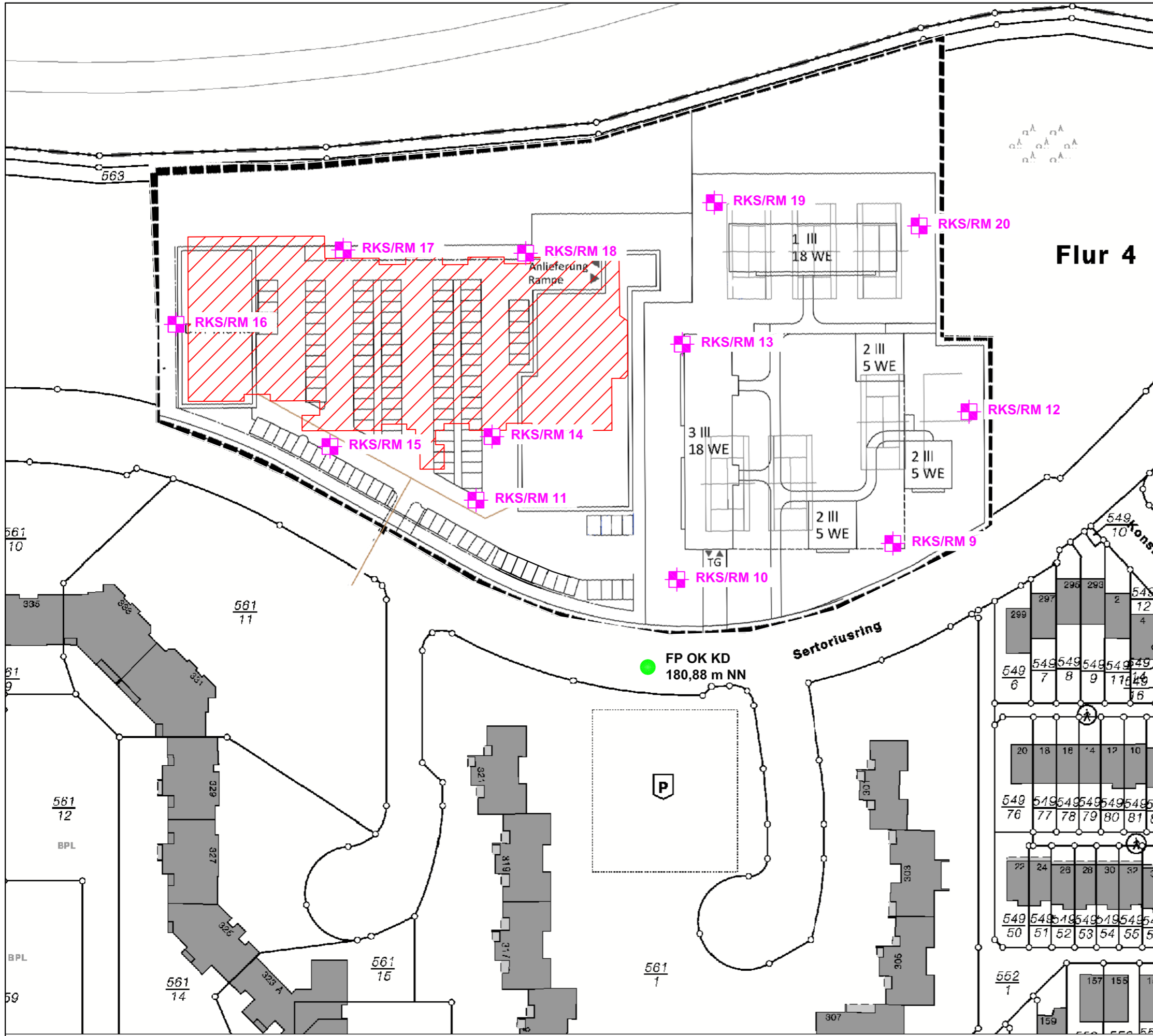
Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas
GmbH & Co. KG



Zeichenerklärung / Legende

----- Projektgelände

Projekt: Sertoriusring 100 MAINZ - FINTHEN		
Planbezeichnung/Maßstab: Übersichtslageplan Radonuntersuchungen 1:2000		
Anlage: 1.1 Blattgröße: A 3	Projekt-Nr.: 03 13 11 Datei: Anlage 1.1	
Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG Egerländer Straße 44 65556 Limburg Telefon: 06431/29490 Telefax: 06431/294944	Bearbeiter: kt Gezeichnet: fh Geändert1: Geändert2: Geändert3: Gesehen1: ra-kt Gesehen2: Gesehen3: Gesehen4:	Datum: 05.08.14 05.08.14



- Höhenbezugspunkt
- Kleinbohrung / Radonmessstelle (RKS/RM)
- Bestandsgebäude

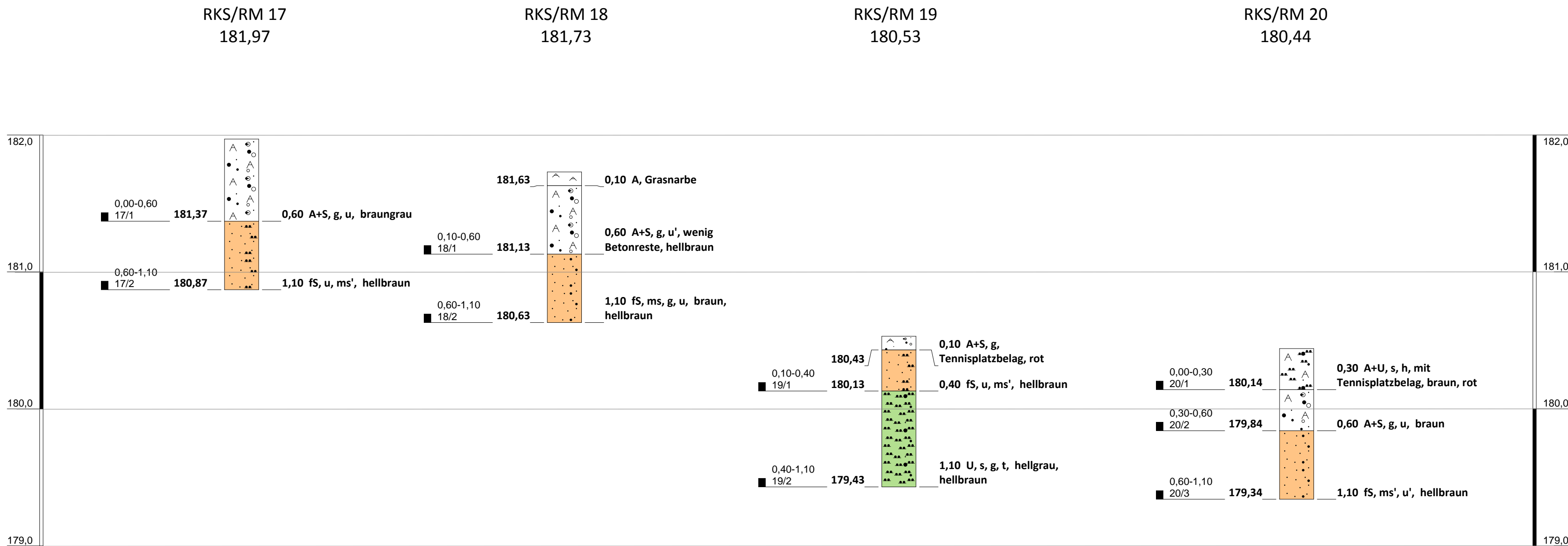
Zeichenerklärung / Legende

Projekt:
Sertoriusring 100
M A I N Z - F I N T H E N

Planbezeichnung/Maßstab:
Lageplan der Messpunkte der Radonmessungen
1:1000

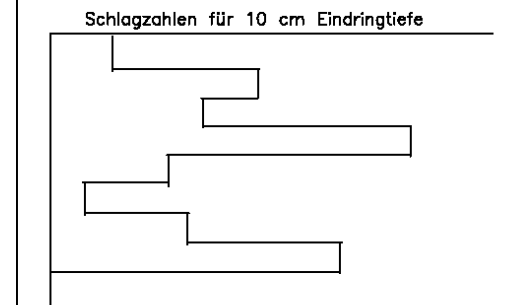
Anlage: 1.2	Projekt-Nr.: 03 13 11
Blattgröße: A 3	Datei: Anlage 1.2
Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zifras GmbH & Co. KG	Bearbeiter: kt Datum: 05.08.14
Egerländer Straße 44	Gezeichnet: fh
65556 Limburg	Geändert1:
Telefon: 06431/29490	Geändert2:
Telefax: 06431/294944	Geändert3:
	Gesehen1: rs-kt 05.08.14
	Gesehen2:
	Gesehen3:
	Gesehen4:





Rammsondierung nach DIN EN 22476-2

ET Endtiefe
M Mächtigkeit der DPH



	DPL	DPM	DPH
Spitzendurchmesser	3.57 cm	4.37 cm	4.37 cm
Spitzenquerschnitt	10.00 cm ²	15.00 cm ²	15.00 cm ²
Gestängedurchmesser	2.20 cm	3.20 cm	3.20 cm
Rambbürgewicht	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg
Fallhöhe	50.00 cm	50.00 cm	50.00 cm

▽ 2,35 01 07 13 Grundwasser (nach Ende der Bohrung)
▼ 2,35 01 07 13 Grundwasser (Ruhe)

Legende:

- breiig
- steif
- weich - steif
- halbfest
- fest
- mitteldicht
- dicht
- Kies (G)
- Feinkies (fG)
- Mittelkies (mG)
- Sand (S)
- Feinsand (fS)
- Mittelsand (mS)
- Schluff (U)
- Mutterboden (Mu)
- Auffüllung (A)
- Ton (T)
- Fels (Z)
- Hangschutt (HS)

INSTITUT FÜR GEOTECHNIK
DR. JOCHEN ZIRFAS
GMBH & CO. KG

EGERLÄNDER STRASSE 44
65556 LIMBURG
TEL: 06431/2949-0
E-MAIL: IFG@IFG.DE

Projekt: Sertoriusring 100
MAINZ - FINTHEN

Planbezeichnung: Profilschnitt der Kleinbohrungen, Radonmessstelle
RKS/RM 17, RKS/RM 18, RKS/RM 19, RKS/RM 20

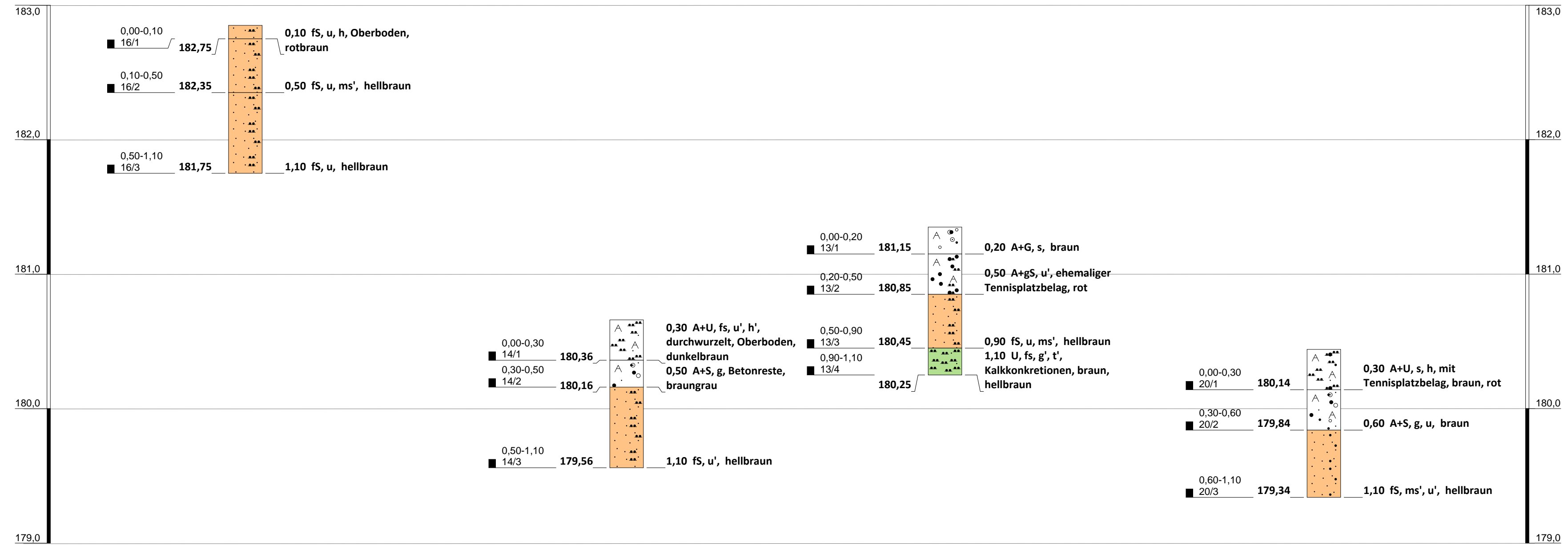
Aktenzeichen:	03 13 11	Sachbearbeiter:	KT
Anlagen Nr.:	2.1	Zeichner:	FH
Plan Nr.:	1/3	Gezeichnet am:	05.08.14
Maßstab (H/L):	1: 25/500	Geprüft am:	05.08.14

RKS/RM 16
182,85

RKS/RM 14
180,66

RKS/RM 13
181,35

RKS/RM 12
179,73



Rammsondierung nach DIN EN 22476-2

ET Endtiefe
M Mächtigkeit der DPH

	DPL	DPM	DPH
Spitzendurchmesser	3,57 cm	4,37 cm	4,37 cm
Spitzenquerschnitt	10,00 cm ²	15,00 cm ²	15,00 cm ²
Gestängedurchmesser	2,20 cm	3,20 cm	3,20 cm
Rammbürgewicht	10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg
Fallhöhe	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm

Grundwasser (nach Ende der Bohrung) 2.35.01.07.13
Grundwasser (Ruhe) 2.35.01.07.13

Legende:

- breiig
- steif
- weich - steif
- halbfest
- fest
- mitteldicht
- dicht
- Kies (G)
- Feinkies (fG)
- Mittelkies (mG)
- Sand (S)
- Feinsand (fs)
- Mittelsand (mS)
- Schluff (U)
- Mutterboden (Mu)
- Auffüllung (A)
- Ton (T)
- Fels (Z)
- Hangschutt (HS)

INSTITUT FÜR GEOTECHNIK
DR. JOCHEN ZIRFAS
GMBH & CO. KG

EGERLÄNDER STRASSE 44
65556 LIMBURG
TEL: 06431/2949-0
E-MAIL: IFG@IFG.DE

Projekt: Sertoriusring 100
MAINZ - FINTHEN

Planbezeichnung: Profilschnitt der Kleinbohrungen, Radonmessstelle
RKS/RM 16, RKS/RM 14, RKS/RM 13, RKS/RM 12

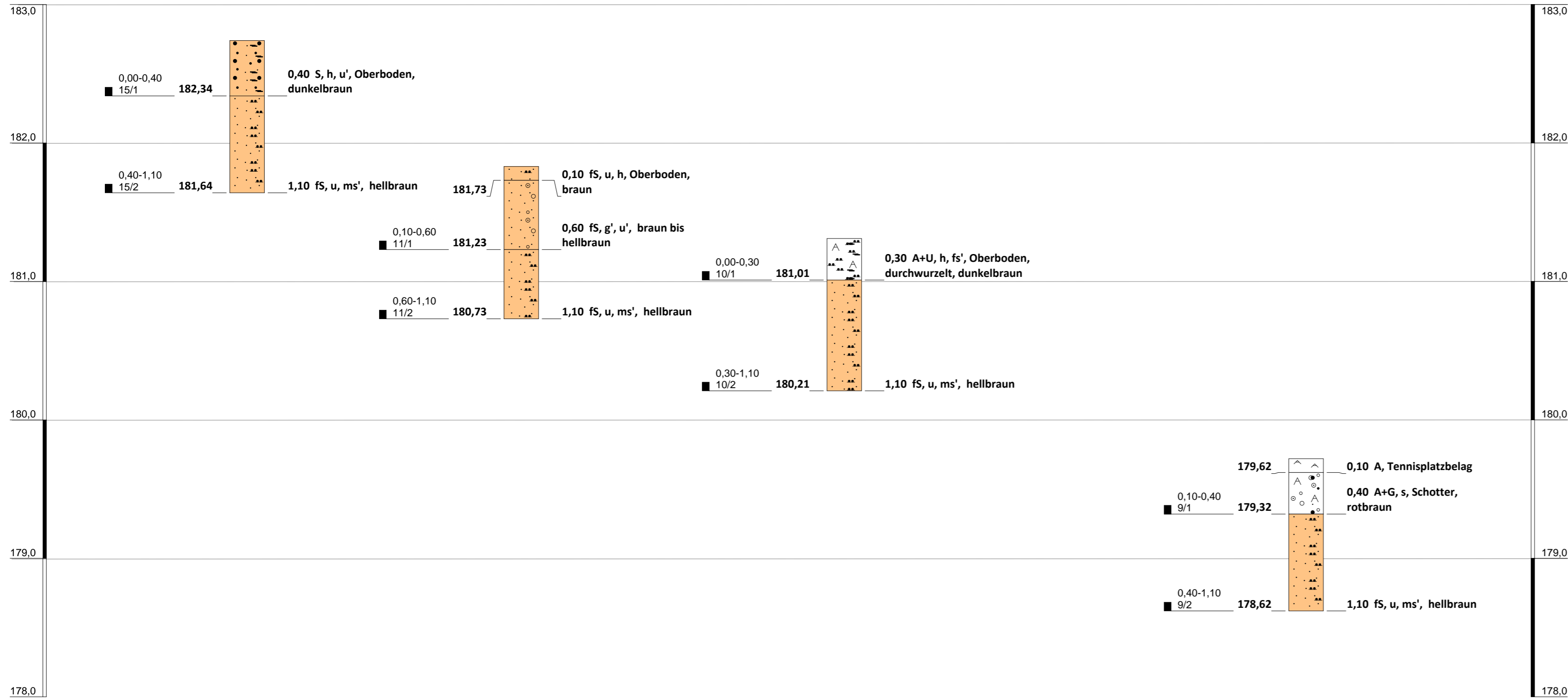
Aktenzeichen:	03 13 11	Sachbearbeiter:	KT
Anlagen Nr.:	2.2	Zeichner:	FH
Plan Nr.:	2/3	Gezeichnet am:	05.08.14
Maßstab (H/L):	1: 25/650	Geprüft am:	05.08.14

RKS/RM 15
182,74

RKS/RM 11
181,83

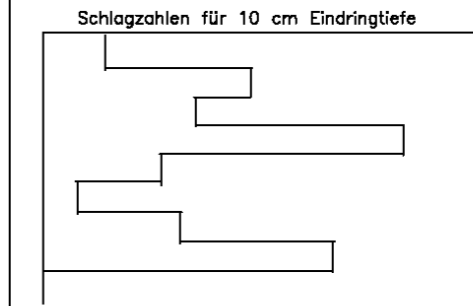
RKS/RM 10
181,31

RKS/RM 9
179,72

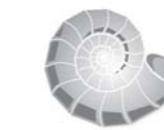
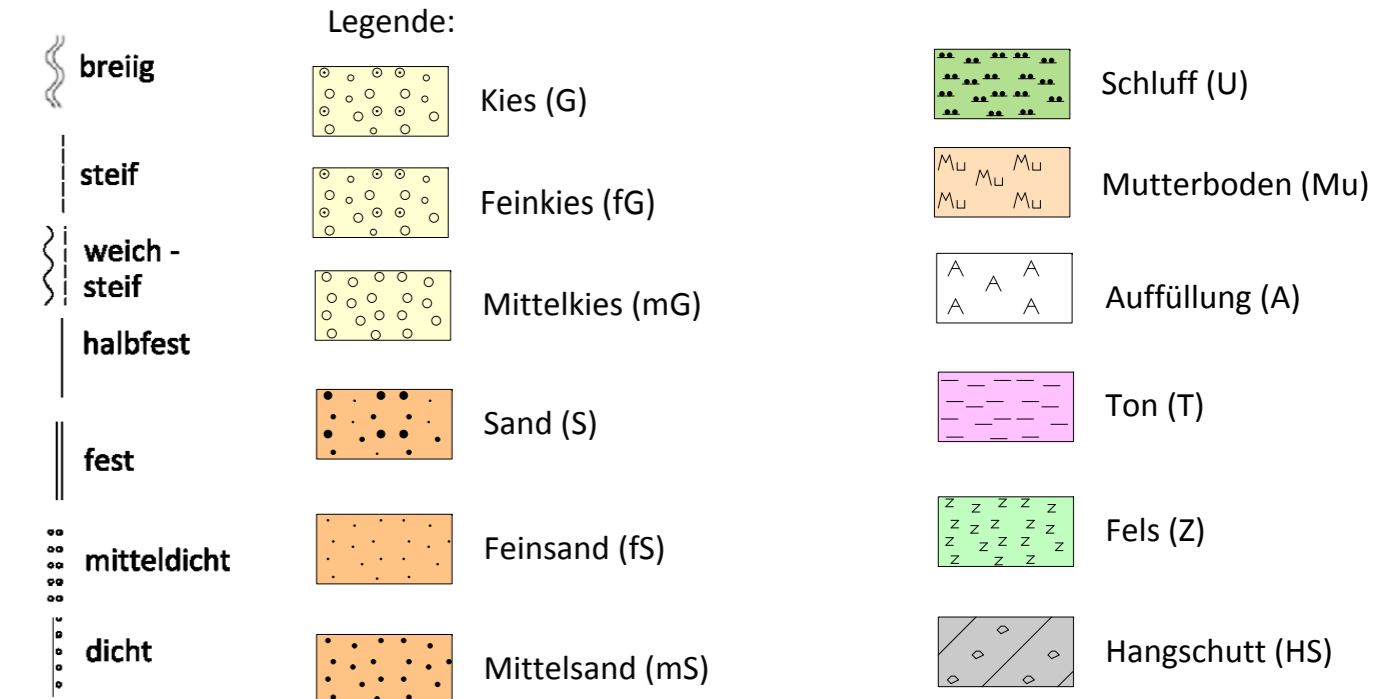


Rammsondierung nach DIN EN 22476-2

ET Endtiefe
M Mächtigkeit der DPH



	DPL	DPM	DPH
Spitzendurchmesser	3.57 cm	4.37 cm	4.37 cm
Spitzenquerschnitt	10.00 cm ²	15.00 cm ²	15.00 cm ²
Gestängedurchmesser	2.20 cm	3.20 cm	3.20 cm
Rambbärgewicht	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg
Fallhöhe	50.00 cm	50.00 cm	50.00 cm



INSTITUT FÜR GEOTECHNIK
DR. JOCHEN ZIRFAS
GMBH & CO. KG

EGERLÄNDER STRASSE 44
65556 LIMBURG
TEL: 06431/2949-0
E-MAIL: IFG@IFG.DE

Projekt: Sertoriusring 100
MAINZ - FINTHEN

Planbezeichnung: Profilschnitt der Kleinbohrungen, Radonmessstelle
RKS/RM 15, RKS/RM 11, RKS/RM 10, RKS/RM 9

Aktenzeichen:	03 13 11	Sachbearbeiter:	KT
Anlagen Nr.:	2.3	Zeichner:	FH
Plan Nr.:	3/3	Gezeichnet am:	05.08.14
Maßstab (H/L):	1: 25/500	Geprüft am:	05.08.14

Anlage 3

**Bericht Dr. Joachim Kemski, Bonn
vom 20.08.2014**

Bewertung

von

Messungen der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft im Bereich des Bebauungsplans „Nahversorgung Sertoriusring (F 91)“ in Mainz

Auftraggeber: Institut für Geotechnik
Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG
Egerländer Straße 44
65556 Limburg-Staffel

Sachverständiger: Dr. Joachim Kemski

Ausführung: 20. August 2014

Die Stellungnahme besteht aus 8 Seiten.

Diese Stellungnahme darf nur vollständig inklusiver aller Abbildungen und Tabellen weitergegeben werden. Eine auszugsweise Weitergabe oder Nutzung einzelner Textpassagen, Abbildungen oder Tabellen bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verfassers.

Bewertung

von

Messungen der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft im Bereich des Bebauungsplans „Nahversorgung Sertoriusring (F 91)“ in Mainz

Vorgang

Auf der Grundlage des Angebotes vom 30.6.2014 beauftragte das Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG am 15.7.2014 den Sachverständigen Dr. J. Kemski, Euskirchener Straße 54, 53121 Bonn, mit der Bereitstellung und Auswertung der Radonexposimeter und der anschließenden Bewertung der Messungen, die in dem o.g. Gebiet durchgeführt worden waren, ggf. ergänzt um Empfehlungen zum radonsicheren Bauen.

Untersuchungsgebiet

Das Gelände wird zur Zeit als Tennisanlage mit Außenplätzen, Halle und Gastronomiegebäude mit einer zugehörigen Wohnung genutzt.

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. Laut Bebauungsplan soll das Gelände zukünftig z.T. gewerblich (Einkaufsmärkte), z.T. für Wohnbebauung genutzt werden. Insgesamt wurden vom Auftraggeber an von ihm festgelegten 12 Messpunkten Radonexposimeter für einen Zeitraum von 18 Tagen ausgebracht.

Geologisch liegt das Untersuchungsgebiet im Mainzer Becken im Bereich quartärer Flugsande über tertiären Mergeln und Kalksteinen. Diese Ablagerungen sind stellenweise von wenigen Dezimetern mächtigen anthropogenen Auffüllungen überlagert.

Einzelheiten zur Lage und zur Nutzungssituation sowie Details zu den geologischen Verhältnissen sind dem Gutachten des Auftraggebers zu entnehmen.

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. Je schlechter also die Isolation eines Hauses gegenüber dem Erdboden ausgeführt ist, umso höher ist die resultierende Radonbelastung im Gebäude. In aller Regel vernachlässigbar ist die Diffusion von 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.

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/m^3 in der Raumluft zu einem statistisch signifikanten Anstieg des Risikos.

In Deutschland existiert **kein Grenzwert** für die Radonkonzentration in der Bodenluft oder in Gebäuden. Aufgrund der Ergebnisse umfangreicher wissenschaftlicher Studien zum Radonrisiko wurde unter dem Gesichtspunkt eines notwendigen Gesundheitsschutzes der Bevölkerung von der Bundesregierung ein „Zielwert“ von 100 Bq/m^3 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/m^3 im Jahresmittel genannt, der nicht überschritten werden darf und für alle Gebäude – unabhängig von der Nutzungsart – gilt. Die Richtlinie muss bis 2018 in nationales Recht umgesetzt werden.

Messverfahren

Die Messungen erfolgten nach einer passiven Probenahme mittels Kernspurdetektoren.

In der DIN ISO 11665-11 (Entwurf) sind unterschiedliche Verfahren zur Probenahme von Bodenluft beschrieben. Explizit wird auf die Notwendigkeit standardisierter Messprotokolle hingewiesen, „um genaue und konsistente Messergebnisse für Radon in der Bodenluft zu erhalten, die sowohl örtlich als auch zeitlich vergleichbar sind“. Passive Probenahmeverfahren sind in der DIN ISO nur exemplarisch beschrieben. Die praktische Durchführung vor Ort ist damit dem Probennehmer überlassen. Dies bedeutet, dass die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen anderer Probenahmeverfahren nicht zwangsläufig gegeben sein muss! Eine mögliche systematische Fehlerquelle bei passiven Verfahren wird in der DIN ISO benannt: Aufgrund des Zerfalls von Radon auf dem Weg zum Detektor kann es zu einer signifikanten Unterschätzung der „wahren“ Radonkonzentration in der Bodenluft kommen.

Die Radonexposimeter wurden in PE-Rohre in Bohrungen eingebracht. Die Rohre waren unten offen und im unteren Teil perforiert; über diesen Bereich konnte ein diffusiver Zutritt der Bodenluft erfolgen. Die Messgeräte wurden so in den Rohren installiert, dass sie sich in einer Tiefe von ca. 1 m unter GOK befanden. An den Messpunkten RM 13 und RM 19 standen die tertiären Sedimente in weniger als 1 m Tiefe an, an den anderen Messpunkten in größerer Tiefe. Die Rohre selbst wurden außen mit Quellton abgedichtet, um Randläufigkei-

ten auszuschließen. Der Hohlraum im Rohrinne zwischen den Expositoren in der Tiefe und der GOK wurde vollständig mit Quarzsand verfüllt; an der GOK wurde das Rohr mit einer dicht schließenden Kunststoffkappe abgedichtet. Von einer Kontamination des Probenraums in der Tiefe mit radonarmer Atmosphärenluft ist daher nicht auszugehen. Weil der Quarzsand fast ausschließlich aus SiO_2 besteht, kann auch eine Radonfreisetzung aus dem Füllmaterial ausgeschlossen werden.

Details zur Niederbringung der Vorbohrungen und zur Installation der Rohre für die Einbringung der Messgeräte sind dem Gutachten des Auftraggebers zu entnehmen.

Die Ausbringung der Expositoren erfolgte am 24.7.2014, die Einsammlung am 11.8.2014, beides durch den Auftraggeber. Die Expositionszeit betrug 18 Tage.

Die Radonmessung selbst erfolgte mittels Expositoren mit Kernspurdetektoren nach DIN ISO 11665-4. Die Expositoren sind für den Einsatz bei Raumluftmessungen konzipiert, können jedoch bei Anpassung der Messzeit an die wesentlich höheren Radonkonzentrationen in der Bodenluft auch für Bodenluftmessungen eingesetzt werden. Die Auswertung der Detektoren wurde in einem zertifizierten Labor vorgenommen, das regelmäßig und erfolgreich an europäischen Ringvergleichen teilnimmt, u.a. auch beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). Die Messunsicherheit beträgt ca. 20 %.

Ergebnisse

Die Messpunkte liegen an den Rändern der Tennishalle sowie auf den Freiflächen der Außenanlage. Sie sind räumlich annähernd gleich über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilt. Die genaue Lage mit der Benennung der Messpunkte ist einer Anlage des Gutachtens des Auftraggebers zu entnehmen.

Bei den Böden handelt es sich fast ausnahmslos um sandige Substrate. Bei der Bergung der Expositoren war an den Messpunkten RM 12, RM 17 und RM 19 der untere Teil der Sonde feucht.

Die gemessenen Radonaktivitätskonzentrationen in der Bodenluft bewegten sich in einem Bereich zwischen 5.000 und 52.000 Bq/m^3 (Tab. 1).

Exp.-Nr.	Messort	Messbeginn	Messende	Radon [Bq/m ³]	Bemerkung
480747	RM 9	24.7.2014	11.8.2014	8000	
701736	RM 10	24.7.2014	11.8.2014	7000	
694388	RM 11	24.7.2014	11.8.2014	10000	
727204	RM 12	24.7.2014	11.8.2014	10000	Sonde feucht
560561	RM 13	24.7.2014	11.8.2014	52000	
694408	RM 14	24.7.2014	11.8.2014	9000	
506624	RM 15	24.7.2014	11.8.2014	6000	
329711	RM 16	24.7.2014	11.8.2014	5000	
727866	RM 17	24.7.2014	11.8.2014	9000	Sonde feucht
708609	RM 18	24.7.2014	11.8.2014	10000	
243324	RM 19	24.7.2014	11.8.2014	7000	Sonde feucht
428456	RM 20	24.7.2014	11.8.2014	7000	

Tab. 1: Radonaktivitätskonzentrationen in der Bodenluft

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 haben gezeigt, dass die Anzahl der Häuser mit erhöhten Raumluftkonzentrationen 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 Raumluft darstellt, hat das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) unter dem Gesichtspunkt präventiver Radon Schutzmaßnahmen bei Neubauten sogenannte Radonvorsorgegebiete definiert. Dazu zählen alle Flächen in Deutschland, für die Radonkonzentrationen in der Bodenluft über 20.000 Bq/m^3 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/m^3 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/m^3

Radonvorsorgegebiet II: über 40.000 bis 100.000 Bq/m^3

Radonvorsorgegebiet III: über 100.000 Bq/m^3

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/m^3 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 untersuchten Gelände in Mainz waren sehr einheitlich und lagen fast ausnahmslos zwischen 5.000 und 10.000 Bq/m^3 und damit im unteren Bereich der bekannten Spannweite von Radonmesswerten. Lediglich an Punkt RM 13 wurde ein Wert von 52.000 Bq/m^3 verzeichnet; dieser ist als Ausreißer zu bewerten. Durch kleinräumige Variationen von Korngröße oder Bodenfeuchte kann es lokal zu einer verstärkten Radonfreisetzung kommen, die sich in erhöhten Bodenluftkonzentrationen widerspiegelt.

Die Höhe der Werte ($< 20.000 \text{ Bq/m}^3$) führt zu **keiner Einstufung** in eines der o.g. Radonvorsorgegebiete. Besondere Maßnahmen zum Radonschutz, neben den allgemeinen Schutzmaßnahmen im erdberührten Bereich, sind daher nicht notwendig.

Aus Sicht der Radonprävention ist es empfehlenswert, eine Abdichtung gegen von außen angreifende Bodenfeuchte mit radondichten Materialien in Anlehnung an DIN 18195 vorzunehmen.

Anmerkung:

Der Begriff „Radondichtigkeit“ ist in Deutschland wie folgt 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.

In nicht unterkellerten Gebäuden weisen die Räume unmittelbare Erdberührung auf. Hier ist es sinnvoll, eine durchgehende, konstruktiv bewehrte Betonbodenplatte (Mindestdicke: 15 cm) mit Nachweis der Rissüberbrückung zu planen. Des Weiteren ist von Seiten des Radonschutzes generell **besonderes Augenmerk** auf die gasdichte Ausführung der Durchführungen von Versorgungsleitungen u.ä. in der Bodenplatte und in anderen erdberührten Bauteilen zu legen.

Sollten Bauherren unabhängig von den o.g. Empfehlungen einen zusätzlichen präventiven Radonschutz wünschen, so kann beispielsweise die prophylaktische Verlegung einer Drainage in einem Kiesbett unter der Bodenplatte in Erwägung gezogen werden. Diese kann später in Betrieb genommen werden, wenn Radonmessungen in der Raumluft bei regulärer Nutzung des Gebäudes erhöhte Werte ergeben haben.

Anmerkung:

Ziel einer Drainage ist es, die Druckverhältnisse zwischen Gebäude und Untergrund umzukehren und dadurch ein Eindringen radonhaltiger Bodenluft ins Gebäude zu verhindern. Erreicht wird dies durch eine Luftabsaugung unter dem Gebäude, d.h. die Erzeugung eines Unterdrucks unterhalb des Fundaments gegenüber dem Hausinneren. Die abgesaugte Bodenluft wird in die Atmosphäre abgeleitet.

Beim Anlegen einer Drainage muss die Durchlässigkeit des Untergrundes in geeigneter Weise berücksichtigt werden; Verbindungen („Kurzschlüsse“) zu eventuell vorhandenen Entwässerungssystemen oder zur freien Atmosphäre müssen ausgeschlossen sein. Die Ableitung der abgesaugten Luft in die Atmosphäre erfolgt in der Regel über Vollwandrohre (z.B. in bereits vorhandenen Schächten im Gebäudeinnern oder nach-

träglich an der Gebäudeaußenseite installiert), ggf. ist der Einsatz eines Ventilators zur Erzeugung des Unterdruckes notwendig. Auslassöffnungen der abgesaugten Luft sollten stets mehr als 2 m von Türen oder Fenstern entfernt sein.

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 19.8.2014). Hierin sind unterschiedliche aufwändige Maßnahmen beschrieben.

Bonn, den 20. August 2014

J. Kemski

Dr. Joachim Kemski

