



Unternehmensgruppe Dr. Pfirrmann

#### Unternehmensgruppe Dr. Pfirrmann

Ernst-Blickle-Str. 21-25  
76646 Bruchsal  
Telefon 07251-722-5520  
Telefax 07251-722-5528

[www.drpfirrmann.de](http://www.drpfirrmann.de)  
[info@drpfirrmann.de](mailto:info@drpfirrmann.de)

Bankverbindung: VR Bank Südpfalz eG  
(BLZ 548 625 00) Kto-Nr. 20 72 34 260  
IBAN: DE68 5486 2500 0207 2342 60  
BIC: GENODE61SUW  
Steuernr.: 30419/25330, FA Bruchsal

Bruchsal, den 22.05.2017

Unternehmensgruppe Dr. Pfirrmann, Ernst-Blickle-Str. 21-25, 76646 Bruchsal

**emag GmbH**  
z. H. Frau Freiberg  
Hechtsheimer Straße 37  
  
55131 Mainz

Projekt-Nr.: 17-013	Bearbeiter / Email Horakh Stefan s.horakh@drpfirrmann.de	Durchwahl / Mobil 07251-722-5525 0177-7786537
------------------------	--	---

BETR.: **BVH „WOHNEN AM HARDENBERGPARK“  
EHM. PETER-JORDAN-SCHULE  
JAKOB-STEFFAN-STRASSE, MAINZ GONSENHEIM**  
HIER: **RADONAKTIVITÄTSKONZENTRATION IN DER BODENLUFT**

Sehr geehrte Frau Freiberg,

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

## I. Veranlassung

Das ehem. Schulgelände der Peter-Jordan-Schule in Mainz-Gonsenheim soll umgenutzt werden. Die Folgenutzung sieht eine hochwertige wohnbauliche Neubebauung aus neun Mehrfamilienhäusern mit gemeinsamer Tiefgarage vor.

Das Untersuchungsgebiet umfasst ca. 24.500 qm. Es beinhaltet die ehem. Schulgebäude mit Schulhof und Parkplatz sowie den im Norden anschließenden Sportplatz und an die Schule grenzenden Grünflächen.

Das Untersuchungsgebiet ist anthropogen überprägt und wurde – soweit bekannt – aufgefüllt. Die anthropogenen Auffüllungen sollen im Zuge der Neubebauung nicht großflächig abgetragen werden und soweit abfall- und bodenschutzrechtlich möglich sowie bautechnisch geeignet vor Ort verbleiben bzw. wiederverwendet werden.

Der natürliche geologische Untergrund besteht aus quartären Kiesen und Sanden der Rhein-Terrassen.

## 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 zwölf 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 11.04.2017 bis 25.04.2017 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 11.04.2017 wurden zwölf temporäre Messstellen 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 (11.04.2017 bis 25.04.2017). 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 mit < 5.000 bis maximal 30.000 Bq/cbm im Bereich niedrigen bis mäßigem Radonpotentialen. Erhöhte Befunde (> 40.000 Bq/cbm) wurden nicht ermittelt.

Die zwölf Messstellen sind wie folgt in die Radonvorsorgegebiete einzustufen:

- 5 der 12 Messpunkte liegen im Messbereich < 20.000 Bq/cbm.
- 7 der 12 Messpunkte liegen im Messbereich des **Radonvorsorgegebiet I** (20.000 bis 40.000 Bq/cbm).

Die ermittelten Befunde liegen mit maximal 30.000 Bq/cbm in der unteren 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.

Zusammenfassend ist der Standort somit in das **Radonvorsorgegebiet I** (Bodenluftkonzentrationen zwischen 20.000 und 40.000 Bq/cbm) einzustufen.



## V. Abschließende Hinweise

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

- 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 darüberliegenden Etagen: Dicht schließende Kellertür zum Wohnbereich und Abdichtung der Durchdringung der Kellerdecke
- Zuführung der Verbrennungsluft (Heizkessel, etc.) von außen.

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** Planunterlagen

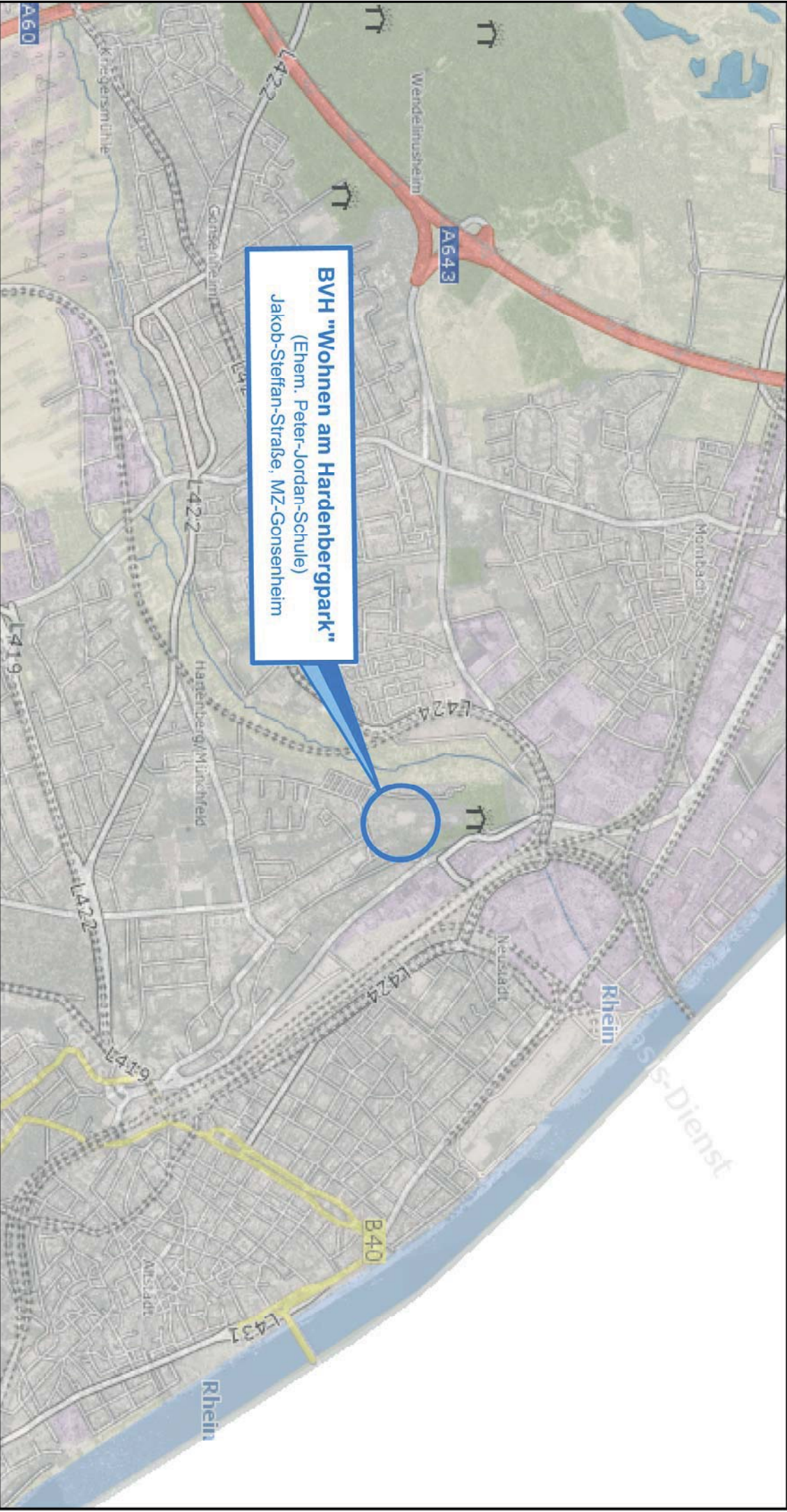
**Anlage 2** Bohrprofile und Ausbaudaten Radonmessstellen

**Anlage 3** Dr. Kemski Sachverständigenbüro, Gutachterliche Stellungnahme vom 15.05.2017

# ANLAGEN

# **ANLAGE 1**

PLANUNTERLAGEN



**BVH "Wohnen am Hartenbergpark"**  
 (Ehem. Peter-Jordan-Schule)  
 Jakob-Steffan-Straße, MZ-Gonsenheim



**DrP - Unternehmensgruppe Dr. Pfirmann**  
 Im Fränkle/Pfirmann Industriegebiet Bruchsal • Ernst-Blicke-Str. 21-25 • D-76646 Bruchsal  
 Tel.: (07251) 722-5520 • Fax: (07251) 722-5528 • www.drpfirma.de • info@drpfirma.de

Projektname: **BVH "Wohnen am Hartenbergpark" (Ehem. Peter-Jordan-Schule)**  
 Jakob-Steffan-Schule, MZ-Gonsenheim

Planname: **Übersichtslageplan**

Projekt-Nr.:	17-013	
Maßstab:	1 : 25.000	
Datum:	22.05.2017	
Bearbeiter:	S. Horak	
Zeichner:	N. Förderer	Anlage 1.1

**Legende:**

● 1 Messstelle



**DrP - Unternehmensgruppe Dr. Pfirrmann**

Im Fränkle/Pfirrmann Industriepark Bruchsal • Ernst-Blickle-Str. 21-25 • D-76646 Bruchsal  
 Tel.: (07251) 722-5520 • Fax.: (07251) 722-5528 • www.drpfirrmann.de • info@drpfirrmann.de

Projektname: **BVH "Wohnen am Hartenbergpark" (Ehem. Peter-Jordan-Schule)**  
 Jakob-Steffan-Shule, MZ-Gonsenheim

Planname: **Lageplan der Messpunkte (Bestand)**

Projekt-Nr.: 17-013

Maßstab: 1 : 750

Datum: 22.05.2017

Bearbeiter: S. Horakh

Zeichner: N. Förderer



**Anlage 1.2**

**Legende:**

● 1 Messstelle



VORHANDENDE BUSHALTESTELLE  
 Basis-Dienst mit vereinfachter Darstellung  
 © LVermGeo



**DrP - Unternehmensgruppe Dr. Pfirrmann**

Im Fränkle/Pfirrmann Industriepark Bruchsal • Ernst-Blickle-Str. 21-25 • D-76646 Bruchsal  
 Tel.: (07251) 722-5520 • Fax.: (07251) 722-5528 • www.drpfirrmann.de • info@drpfirrmann.de

Projektname: **BVH "Wohnen am Hartenbergpark" (Ehem. Peter-Jordan-Schule)**  
 Jakob-Steffan-Schule, MZ-Gonsenheim

Planname: **Lageplan der Messpunkte (Neubebauung)**

Projekt-Nr.: 17-013

Maßstab: 1 : 750

Datum: 22.05.2017

Bearbeiter: S. Horakh

Zeichner: N. Förderer



**Anlage 1.3**



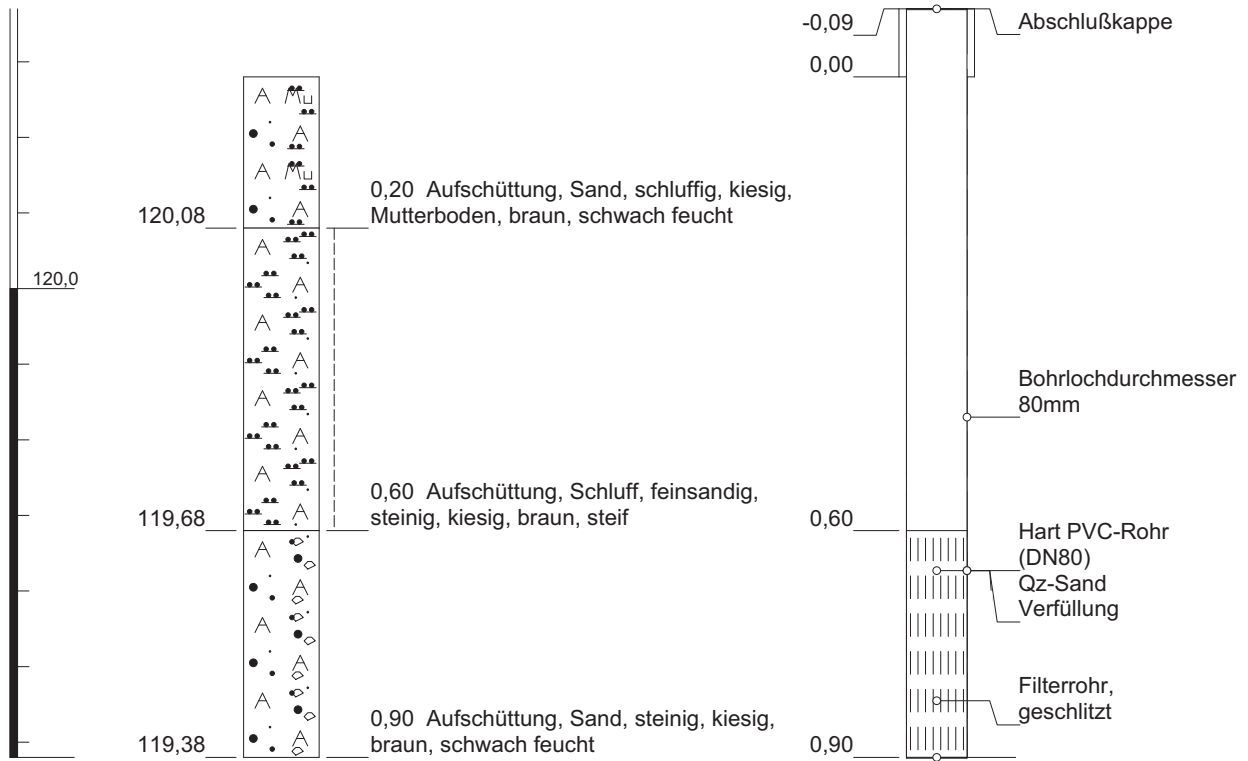
# **ANLAGE 2**

## **BOHRPROFILE UND AUSBAUDATEN RADEONMESSSTELLEN**

(120,28 m NN)

## RKS 1

## Ausbau RKS 1 - RKS 12



Höhenmaßstab: 1:10

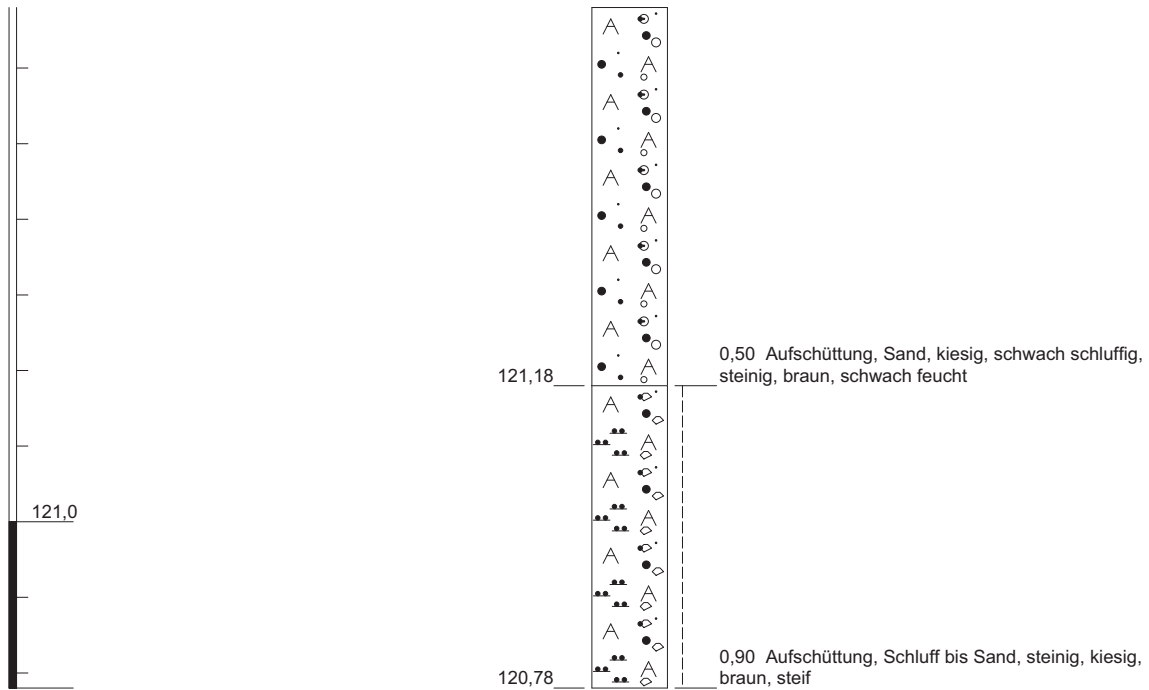
Horizontalmaßstab: 1:10

Anlage 2.1

<b>Projekt:</b> 17-013 BV Wohnen am Hartenbergpark, Mainz-Gonsenheim		
<b>Bohrung:</b> RKS 1		
Auftraggeber: emag GmbH, Mainz	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: WST GmbH Eppelheim	Hochwert: 0	
Bearbeiter: S. Horakh	Ansatzhöhe: 120,28m	
Datum: 12.04.2017	Anlage 2	Endtiefe: 0,90 m

121,68 m + NN

## RKS 2a



Höhenmaßstab: 1:10

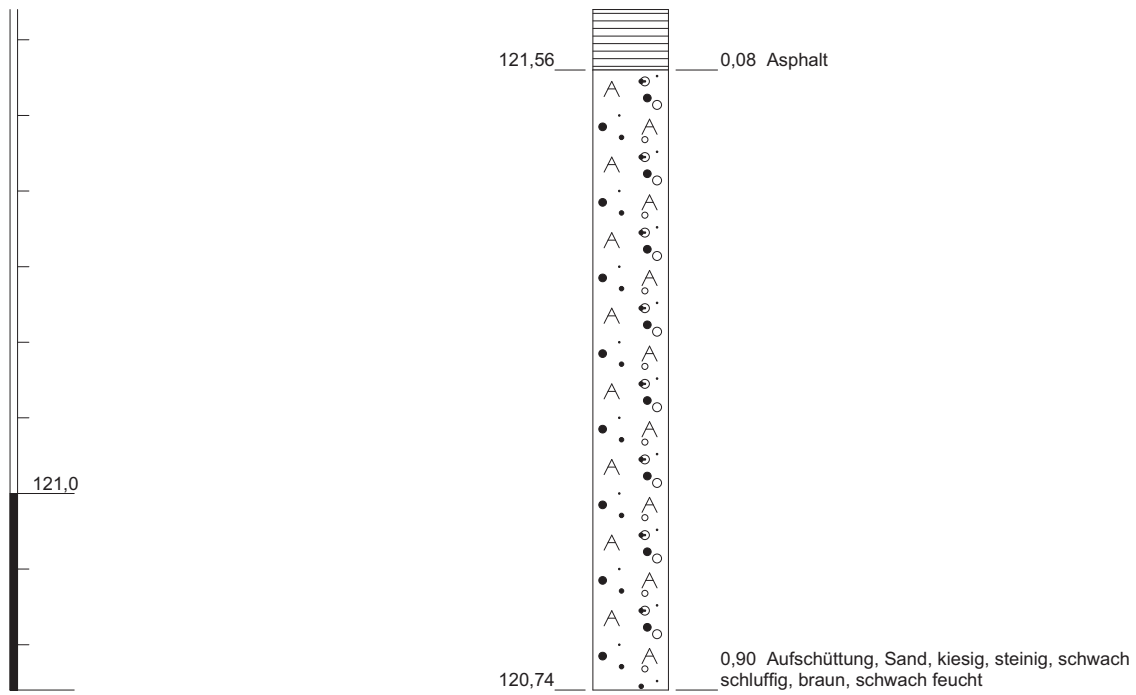
Anlage 2.2a

<b>Projekt:</b> 17-013 Mainz-Gonsenheim Hartenbergpark		
<b>Bohrung:</b> RKS 2a		
Auftraggeber: emag GmbH, Mainz	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: WST GmbH Eppenheim	Hochwert: 0	
Bearbeiter: S. Horakh	Ansatzhöhe: 121,68m	
Datum: 12.04.2017	Anlage 2	Endtiefe: 0,90 m



121,64 m + NN

### RKS 3



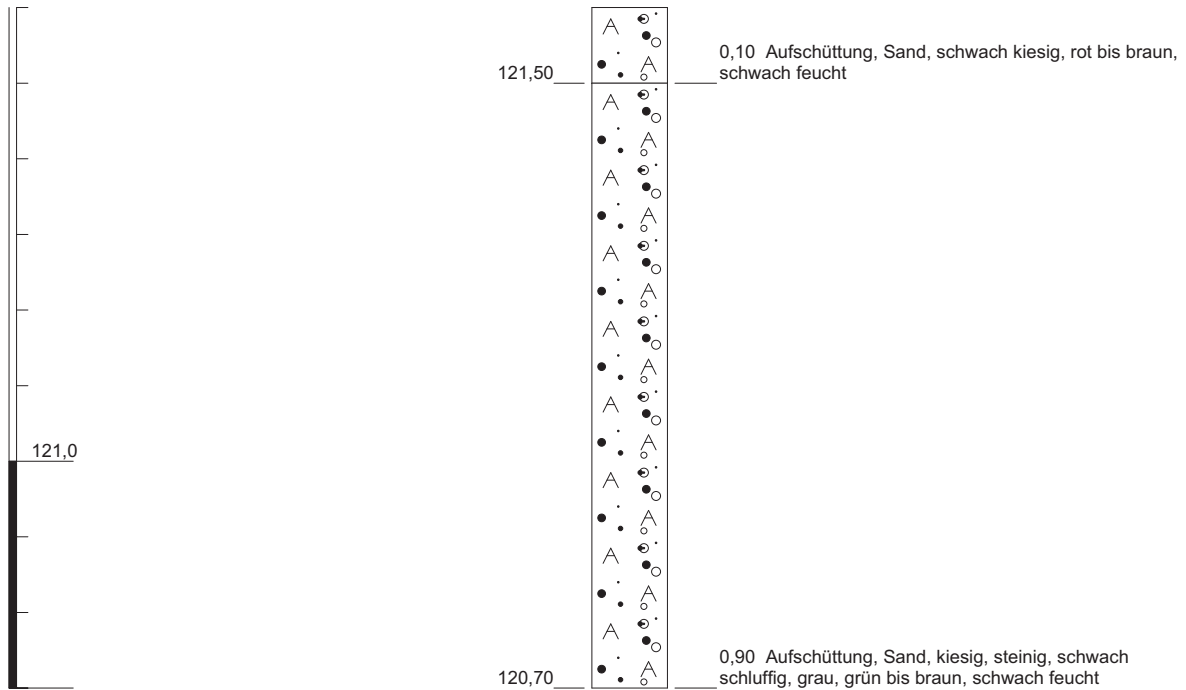
Höhenmaßstab: 1:10

Anlage 2.3

<b>Projekt: 17-013 Mainz-Gonsenheim Hartenbergpark</b>			
<b>Bohrung: RKS 3</b>			
Auftraggeber: emag GmbH, Mainz	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: WST GmbH Eppelheim	Hochwert: 0		
Bearbeiter: S. Horakh	Ansatzhöhe: 121,64m		
Datum: 12.04.2017	Anlage 2	Endtiefe: 0,90 m	

121,60 m + NN

## RKS 4



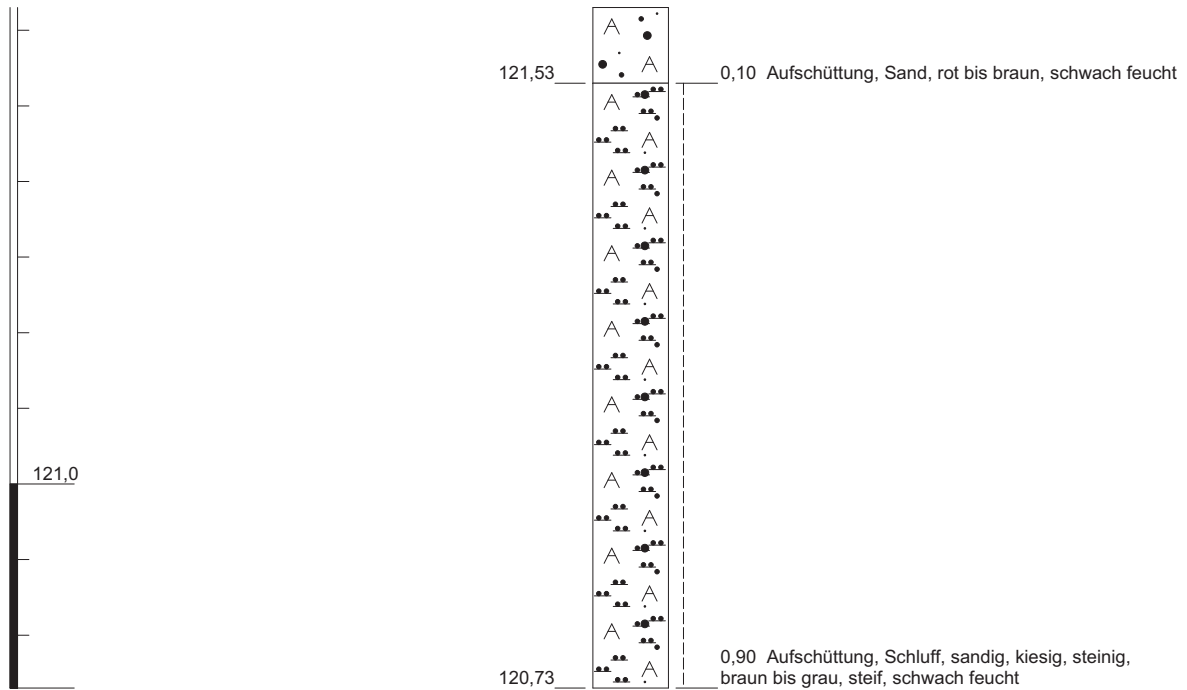
Höhenmaßstab: 1:10

Anlage 2.4

<b>Projekt: 17-013 Mainz-Gonsenheim Hartenbergpark</b>			
<b>Bohrung: RKS 4</b>			
Auftraggeber: emag GmbH, Mainz	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: WST GmbH Eppelheim	Hochwert: 0		
Bearbeiter: S. Horakh	Ansatzhöhe: 121,60m		
Datum: 12.04.2017	Anlage 2	Endtiefe: 0,90 m	

121,63 m + NN

## RKS 5



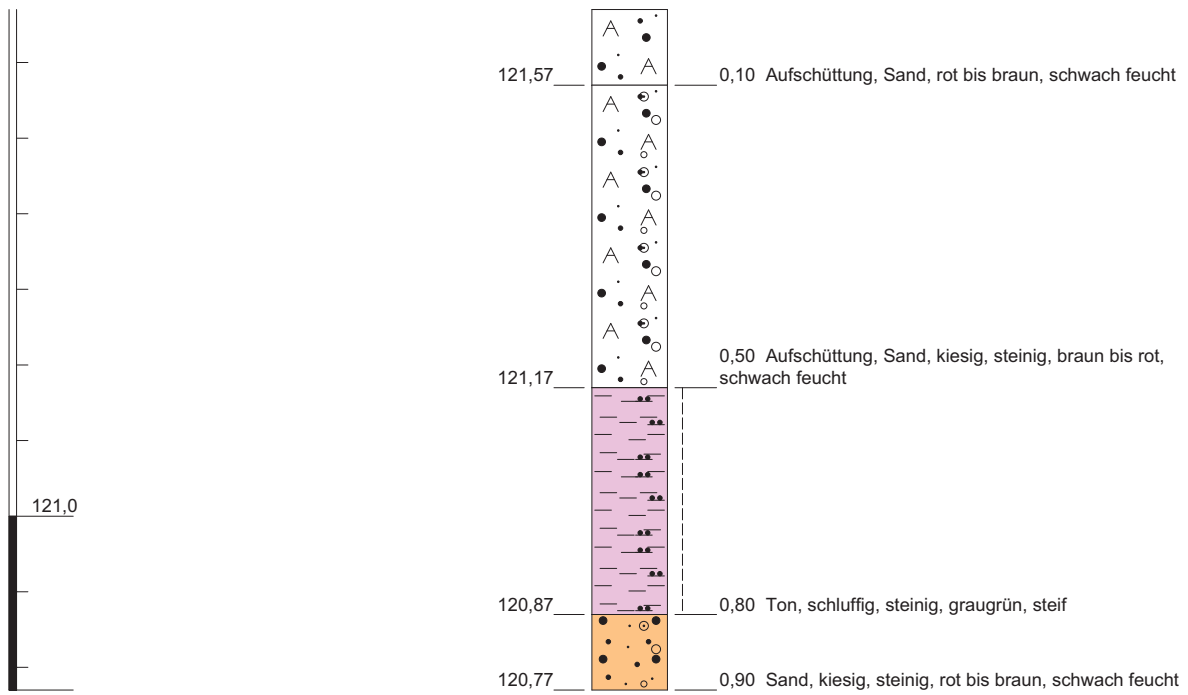
Höhenmaßstab: 1:10

Anlage 2.5

<b>Projekt: 17-013 Mainz-Gonsenheim Hartenbergpark</b>			
<b>Bohrung: RKS 5</b>			
Auftraggeber: emag GmbH, Mainz	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: WST GmbH Eppelheim	Hochwert: 0		
Bearbeiter: S. Horakh	Ansatzhöhe: 121,63m		
Datum: 12.04.2017	Anlage 2	Endtiefe: 0,90 m	

121,67 m + NN

## RKS 6



Höhenmaßstab: 1:10

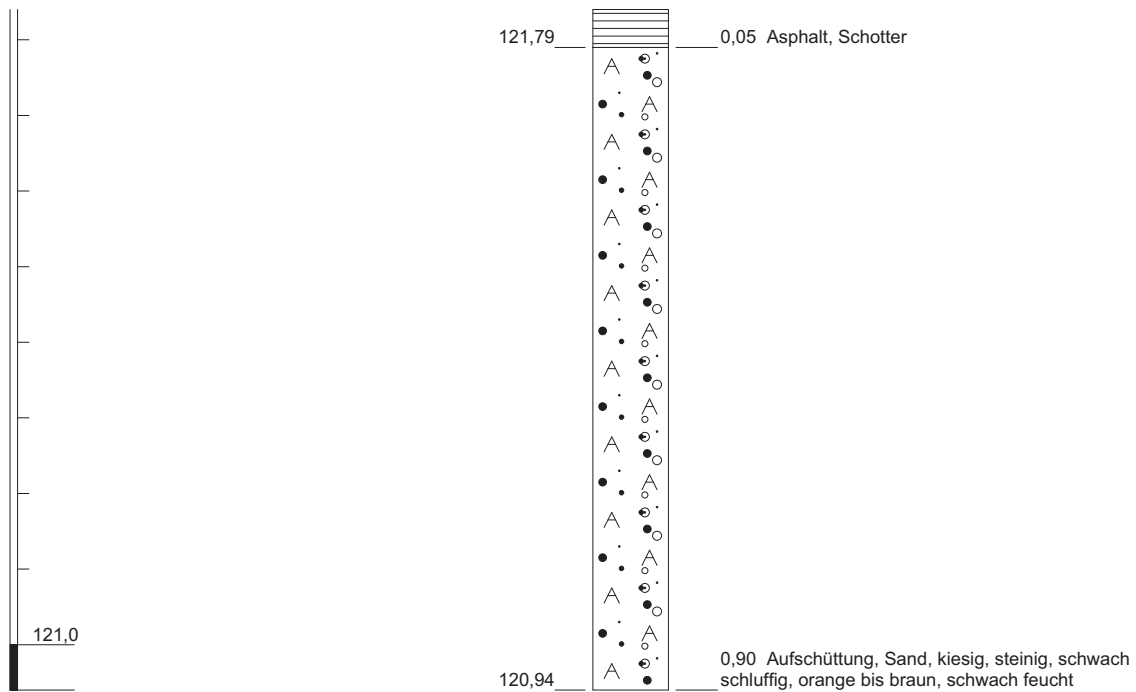
Anlage 2.6

<b>Projekt:</b> 17-013 Mainz-Gonsenheim Hartenbergpark		
<b>Bohrung:</b> RKS 6		
Auftraggeber: emag GmbH, Mainz	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: WST GmbH Eppenheim	Hochwert: 0	
Bearbeiter: S. Horakh	Ansatzhöhe: 121,67m	
Datum: 12.04.2017	Anlage 2	Endtiefe: 0,90 m



121,84 m + NN

## RKS 7



Höhenmaßstab: 1:10

Anlage 2.7

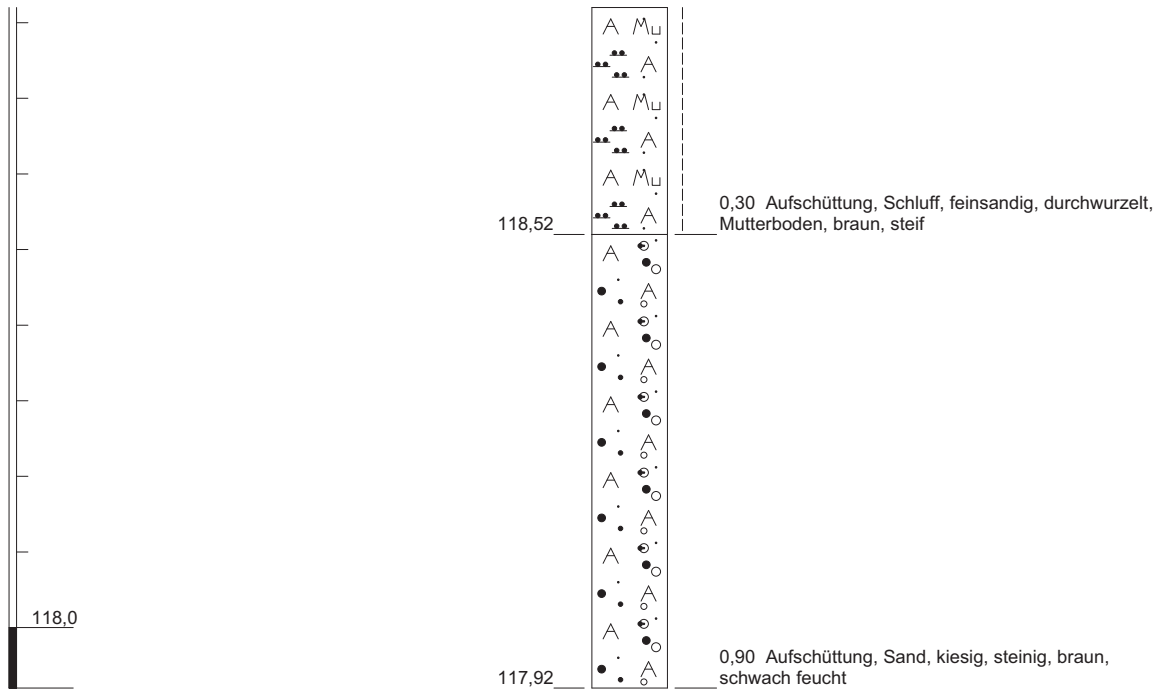
<b>Projekt:</b> 17-013 Mainz-Gonsenheim Hartenbergpark		
<b>Bohrung:</b> RKS 7		
Auftraggeber: emag GmbH, Mainz	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: WST GmbH Eppelheim	Hochwert: 0	
Bearbeiter: S. Horakh	Ansatzhöhe: 121,84m	
Datum: 12.04.2017	Anlage 2	Endtiefe: 0,90 m





118,82 m + NN

## RKS 8



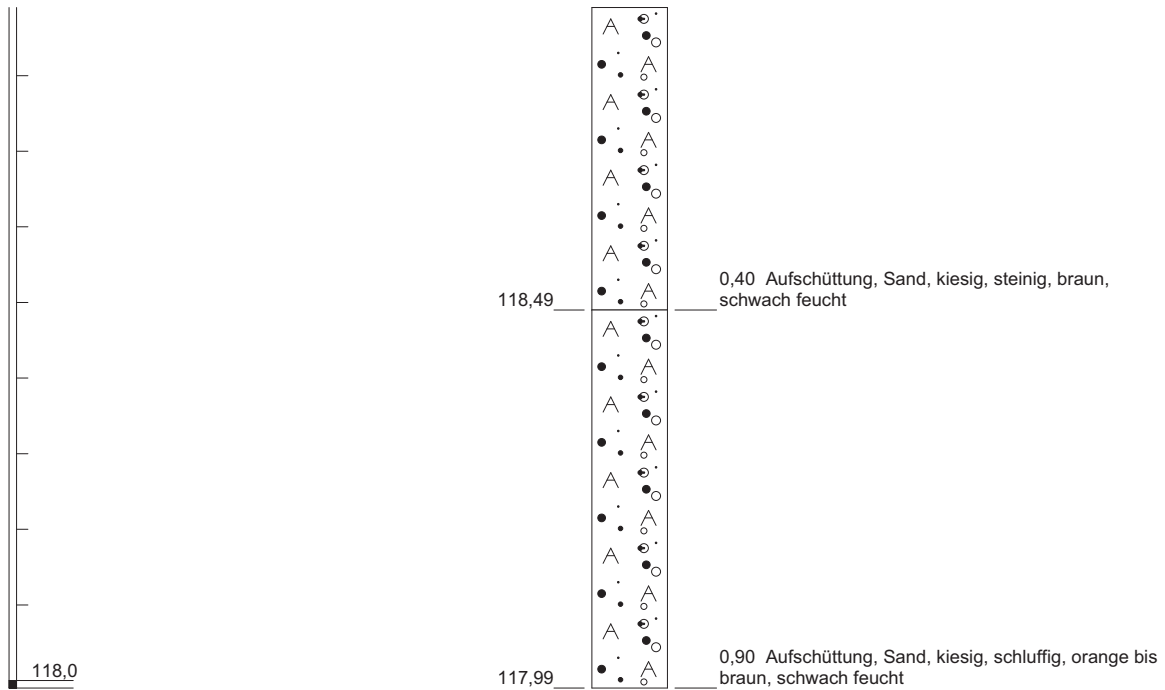
Höhenmaßstab: 1:10

Anlage 2.8

<b>Projekt: 17-013 Mainz-Gonsenheim Hartenbergpark</b>			
<b>Bohrung: RKS 8</b>			
Auftraggeber: emag GmbH, Mainz	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: WST GmbH Eppelheim	Hochwert: 0		
Bearbeiter: S. Horakh	Ansatzhöhe: 118,82m		
Datum: 12.04.2017	Anlage 2	Endtiefe: 0,90 m	

118,89 m + NN

## RKS 9



Höhenmaßstab: 1:10

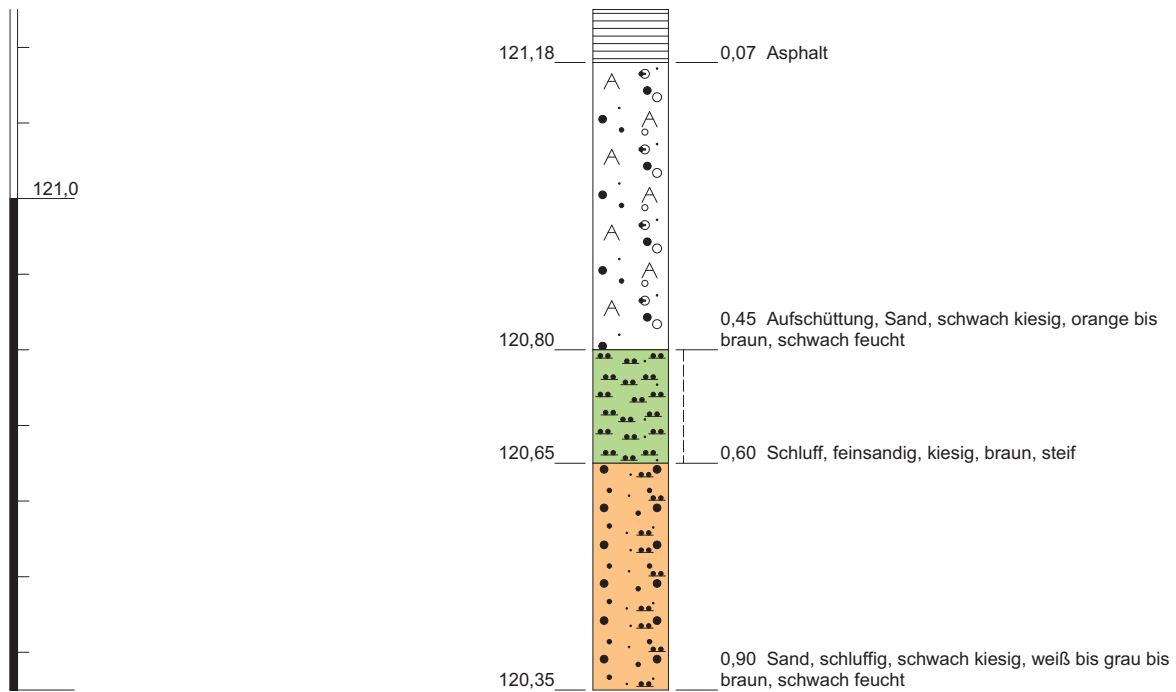
Anlage 2.9

<b>Projekt: 17-013 Mainz-Gonsenheim Hartenbergpark</b>			
<b>Bohrung: RKS 9</b>			
Auftraggeber: emag GmbH, Mainz	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: WST GmbH Eppenheim	Hochwert: 0		
Bearbeiter: S. Horakh	Ansatzhöhe: 118,89m		
Datum: 12.04.2017	Anlage 2	Endtiefe: 0,90 m	



121,25 m + NN

## RKS 11



Höhenmaßstab: 1:10

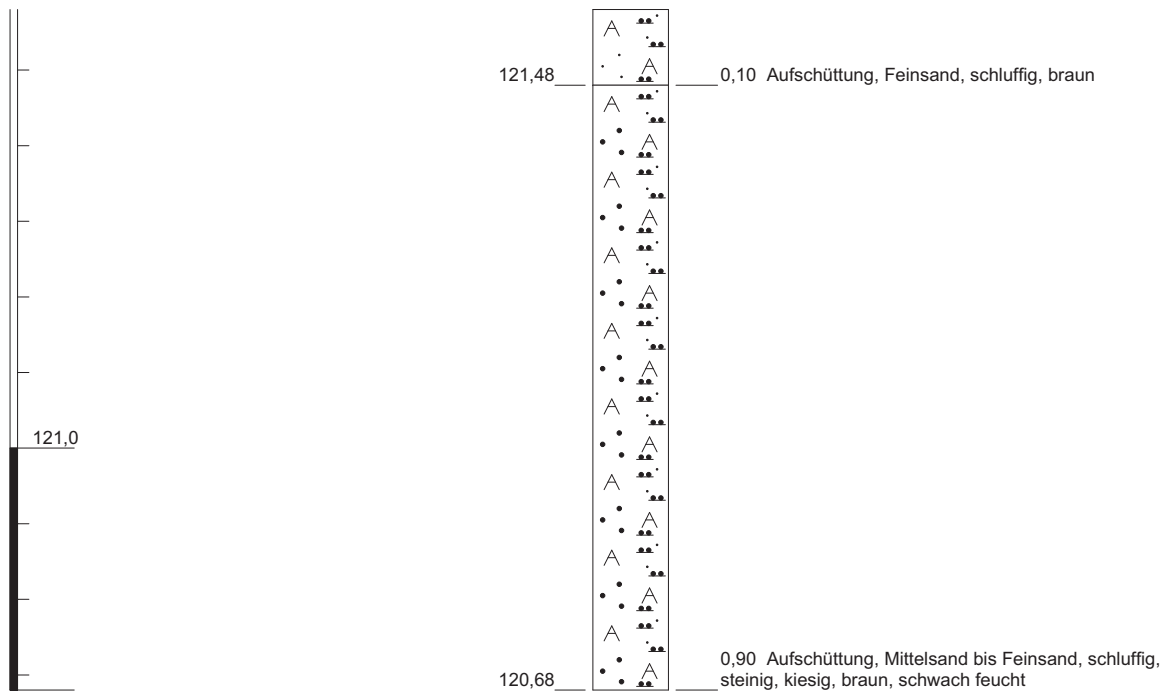
Anlage 2.11

<b>Projekt:</b> 17-013 Mainz-Gonsenheim Hartenbergpark		
<b>Bohrung:</b> RKS 11		
Auftraggeber: emag GmbH, Mainz	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: WST GmbH Eppelheim	Hochwert: 0	
Bearbeiter: S. Horakh	Ansatzhöhe: 121,25m	
Datum: 12.04.2017	Anlage 2	Endtiefe: 0,90 m



121,58 m + NN

## RKS 12



Höhenmaßstab: 1:10

Anlage 2.12

<b>Projekt:</b> 17-013 Mainz-Gonsenheim Hartenbergpark		
<b>Bohrung:</b> RKS 12		
Auftraggeber: emag GmbH, Mainz	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: WST GmbH Eppelheim	Hochwert: 0	
Bearbeiter: S. Horakh	Ansatzhöhe: 121,58m	
Datum: 12.04.2017	Anlage 2	Endtiefe: 0,90 m



# **ANLAGE 3**

DR. KEMSKI SACHVERSTÄNDIGENBÜRO

GUTACHTERLICHE STELLUNGNAHME VOM 15.05.2017

## **Gutachterliche Stellungnahme**

**zur**

### **Radonbelastung in der Bodenluft in Mainz-Gonsenheim, ehemaliges Schulgelände Peter-Jordan-Schule**

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

**Sachverständiger:** Dr. Joachim Kemski

**Ausführung:** 15. Mai 2017

Das Gutachten besteht aus 13 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-Gonsenheim, ehemaliges Schulgelände Peter-Jordan-Schule**

#### **1 Vorgang**

Auf der Grundlage des Angebotes vom 20.2.2017 beauftragte die Unternehmensgruppe Dr. Pfirmann am 21.3.2017 den Sachverständigen Dr. J. Kemski, Euskirchener Straße 54, 53121 Bonn, mit der Durchführung von Untersuchungen zur Radonbelastung in der Bodenluft in Mainz-Gonsenheim auf dem ehemaligen Schulgelände der Peter-Jordan-Schule.

#### **2 Untersuchungsgebiet**

Auf dem Gelände stehen zur Zeit mehrere leer stehende Gebäude unterschiedlicher Größe der ehemaligen Peter-Jordan-Schule. Nördlich davon schließen Pausenhof und Sportanlage an. Südlich des Schulgeländes bis zur davor entlang laufenden Jakob-Steffan-Straße befinden sich ein Parkplatz und eine Wiese. Das gesamte Gebiet (Schulgebäude, Sportanlage, Wiese) besitzt eine Größe von ca. 20 000 m<sup>2</sup> und ist nahezu eben.

Zukünftig soll das Gelände für eine Wohnbebauung mit mehreren freistehenden Wohnhäusern 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 stellenweise mit Bebauung und Flächen wie Schulhof und Sportplatz. Hintergrund ist, dass nach dem derzeitigen Kenntnisstand die bestehenden anthropogenen Auffüllungen nicht großflächig abgetragen und das Bodenmaterial – eine abfallrechtliche und bautechnische Eignung vorausgesetzt – vor Ort wiederverwendet werden.

Es sollten Langzeitmessungen der Radonkonzentration in der Bodenluft über 2 Wochen an 12 Messpunkten durchgeführt werden. Die Lage der Messpunkte im Gelände wurde ebenfalls seitens der Stadt vorgegeben.

Das Untersuchungsgebiet liegt geologisch im Mainzer Becken südwestlich des Rheins im Stadtgebiet von Mainz. Laut geologischer Karte (GK 25, Blatt Wiesbaden) finden sich hier quartäre Sande und Kiese der Rhein-Terrassen.

### **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  $140 \text{ Bq/m}^3$  ist dort ein statistisch signifikanter Anstieg des Lungenkrebsrisikos zu erkennen. Eine Erhöhung der Radonkonzentration in der Raumluft um  $100 \text{ Bq/m}^3$  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 er-

leichtert 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 Erdboden 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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>.

### 3.3 Rechtliche Grundlagen

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/m<sup>3</sup> 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, die bis 2018 in nationales Recht umzusetzen ist. Das gesetzgeberische Verfahren für ein entsprechendes Strahlenschutzgesetz läuft zur Zeit in Deutschland. In der diskutierten Vorlage wird u.a. ein **Referenzwert von 300 Bq/m<sup>3</sup>** im Jahresmittel für **alle Räume** genannt, der nicht überschritten werden darf. Dieser Wert gilt für alle Arbeitsplätze, Wohnungen und öffentlich zugängliche Gebäude. Zudem wird gefordert, durch geeignete Maßnahmen (z.B. baulich-technischer Art) einen Radoneintritt aus dem Erdreich in **Neubauten** zu verhindern bzw. erheblich zu erschweren. Aus der Formulierung im Gesetzentwurf lässt sich ableiten, dass dies **verpflichtend** ist. Derzeit wird beim DIN eine Norm zum radongeschützten Bauen erarbeitet.

#### 4 Ortsbesichtigung und Messverfahren

Im Zuge einer Ortsbegehung am Dienstag, den 11.4.2017, auf dem o.g. Gelände in Mainz-Gonsenheim wurden in Anwesenheit von Hr. Horakh (Unternehmensgruppe Dr. Pfirrmann) zunächst die von der Stadt vorgeschlagenen Messpunkte exakt festgelegt. Die örtlichen Gegebenheiten machten es notwendig, vier Punkte (Nr. 2, 7, 8 und 10) geringfügig zu verlegen. Gleichzeitig wurde seitens des Auftraggebers die Niederbringung der Sondierungen veranlasst, um die Pegel für die eigentlichen Radonmessungen setzen zu können.

Bei dem Untersuchungsareal handelt es sich um ein fast vollständig anthropogen überprägtes und stellenweise versiegeltes Gelände. An den Messpunkten 3, 7 und 11 musste die Asphaltdecke durchbrochen werden. Die Punkte 4, 5, 6 und 12 lagen auf einem Sportplatz (Aschenplatz) mit entsprechend aufgeschüttetem Substrat. Die Punkte 1, 2, 8, 9 und 10 befanden sich am Rande von Wegen bzw. auf der Wiese südlich der Schulgebäude. Diesbezügliche Hinweise zu den einzelnen Messpunkten sind Tabelle 1 (Spalte Nutzung) zu entnehmen.

Die Messungen erfolgten durch ein Verfahren mit passiver Probenahme mittels Expositoren 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 Expositoren) 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 Expositometer. 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 Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) für derartige Untersuchungen. Vergleiche von Messwerten, die mit grundsätzlich unterschiedlichen Verfahren und damit abweichenden Randbedingungen gewonnen wurden, sind daher stets mit Unsicherheiten behaftet.

Die Expositionszeit betrug 2 Wochen und dauerte vom 11.4.2017 bis zum 25.4.2017.

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

## **5 Ergebnisse**

Die Messpunkte liegen über das gesamte Gebiet der späteren Neubebauung annähernd gleichmäßig verteilt.

Bei dem Untersuchungsgebiet handelt es sich um ein fast vollständig anthropogen überprägtes Areal. Stellenweise ist die Oberfläche versiegelt (z.B.: Schulhof) oder nutzungsbedingt aufgeschüttet (z.B.: Sportplatz). Die Sondierungen zeigten einen vergleichsweise einheitlichen Aufbau des oberflächennahen Untergrundes. Vorherrschend waren sehr schwach lehmige Sande, z.T. beinhalteten sie in geringem Maße aufgeschüttetes Fremdmaterial, im Bereich des Sportplatzes zeigten sie einen erhöhten kiesigen Anteil. 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  $< 5.000$  und  $30.000 \text{ Bq/m}^3$  (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 [ $\text{Bq/m}^3$ ]
1	3445541	5539845	100	I'S	Wiese	30000
2 a	3445573	5539899	100	sL	Wegrand	13000
3	3445577	5539946	100	I'S	Asphalt (Schulhof)	25000
4	3445578	5539989	85	xS	Sportplatz (Asche)	$< 5000$
5	3445569	5540034	100	xS	Sportplatz (Asche)	17000
6	3445561	5539991	90	xS	Sportplatz (Asche)	20000
7	3445550	5539934	85	I'S	Asphalt (Schulhof)	17000
8	3445501	5539928	100	I'S	Wegrand	25000
9	3445504	5539881	100	I'S	Wiese	23000
10	3445526	5539960	100	I'S	Wegrand	26000
11	3445583	5539873	100	S	Asphalt (Parkplatz)	24000
12	3445589	5540010	85	I'S	Sportplatz (Asche)	7000

Tab. 1:  
Messpunkte mit Koordinaten und gemessenen Radonkonzentrationen

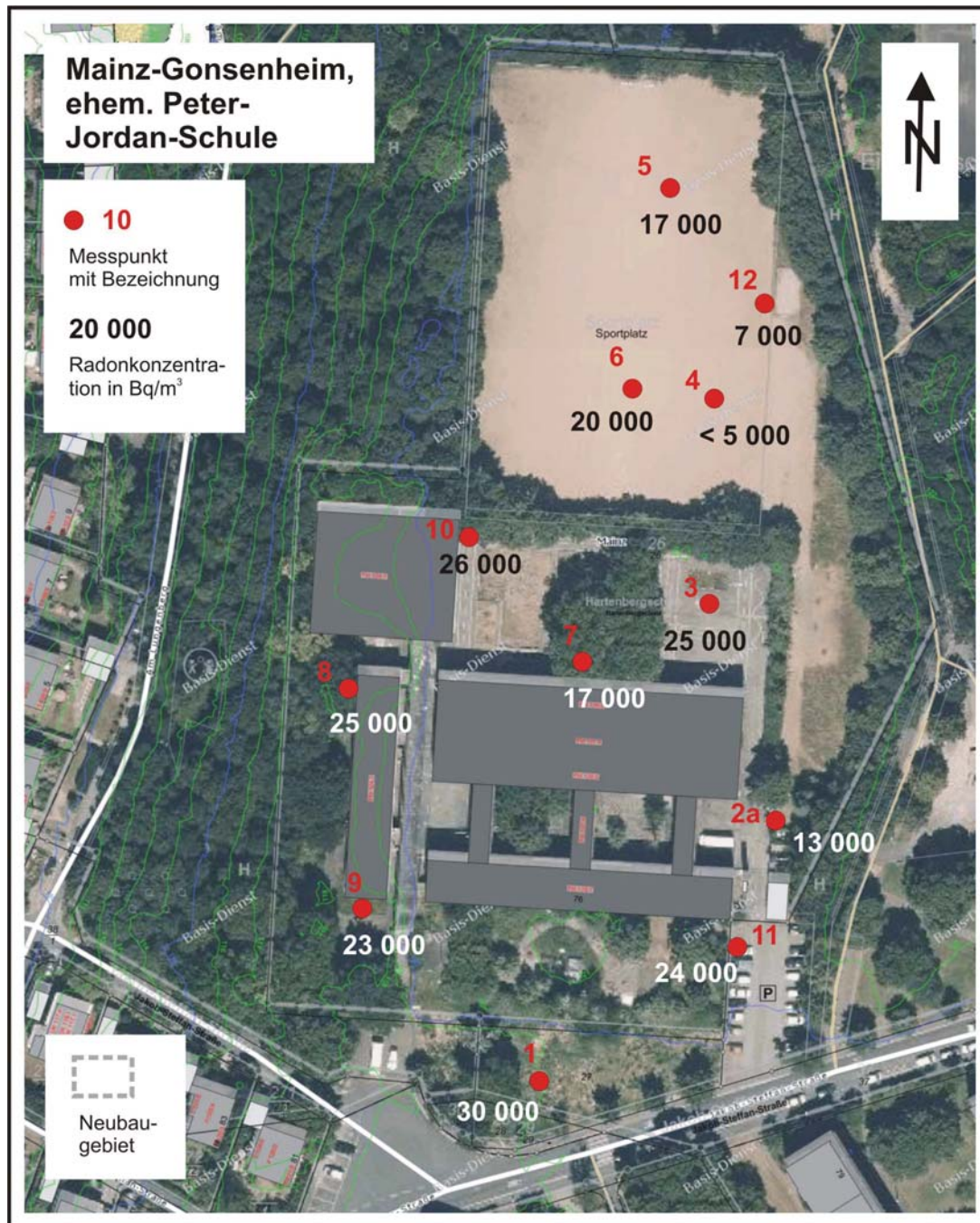


Abb. 1: Lage der Messpunkte und Höhe der Radonkonzentration in der Bodenluft (Karte vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt; hier ohne Maßstab)

## 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/m<sup>3</sup>. Man geht davon aus, dass jeweils ca. 30 % der Fläche Radonwerte in der Bodenluft unter 20.000 Bq/m<sup>3</sup>, von 20.000 bis 40.000 Bq/m<sup>3</sup> sowie von 40.000 bis 80.000 Bq/m<sup>3</sup> 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<sup>3</sup> prognostiziert werden. Bei diesen Bodenluftgehalten wird eine Überschreitungshäufigkeit einer Radonkonzentration von 100 Bq/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>
- Radonvorsorgegebiet II: über 40.000 bis 100.000 Bq/m<sup>3</sup>
- Radonvorsorgegebiet III: über 100.000 Bq/m<sup>3</sup>

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 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  $100 \text{ Bq/m}^3$  im Jahresmittel dauerhaft und nachhaltig nicht überschritten wird. In die gleiche Richtung zielt eine Vorgabe der o.g. Euratom-Richtlinie, nach der ein Radoneintritt in neue Gebäude verhindert bzw. erschwert werden soll. 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.

Im vorliegenden Fall kann aufgrund der bestehenden Bebauung und der damit verbundenen 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 Untersuchungsgebiet mit seinen speziellen Gegebenheiten wider. Sie sind daher als Grundlage für eine Bewertung des Areals im Hinblick auf mögliche Maßnahmen zum präventiven Radonschutz bei Neubauten zu nutzen.

Die **Radonkonzentrationen in der Bodenluft** auf dem Gelände des geplanten Wohngebietes in Mainz-Gonsenheim liegen durchgängig unter  $30\,000 \text{ Bq/m}^3$ . Im Vergleich mit Radonmesswerten über natürlich gewachsenen Substraten können sie als unterdurchschnittlich angesehen werden. Gleiches gilt für den Median mit ca.  $22\,000 \text{ Bq/m}^3$ , der deutlich unterhalb des deutschen Medians (s.o.) liegt. 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 Areals in das **Radonvorsorgegebiet I** (Bodenluftkonzentration: 20.000 bis 40.000 Bq/m<sup>3</sup>). Aufgrund der Verteilung der Werte mit dem o.g. niedrigen Median handelt es sich hierbei 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 (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)

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) im kommenden Jahr ist davon auszugehen, dass ein präventiver baulicher Radonschutz als verpflichtend anzusehen ist. Details werden voraussichtlich in entsprechenden Rechtsverordnungen beschrieben.

Bonn, den 15. Mai 2017

*J. Kemski*

Dr. Joachim Kemski

