

B-Plan Nr. 551 „Paracelsusstraße Süd“ Ludwigshafen, Oggersheim

Umwelttechnisches Bodengutachten



Auftraggeber

Stadt Ludwigshafen am Rhein
Herrn Andreas Stöhr
Postfach 21 12 25
67012 Ludwigshafen/Rhein

Bearbeiter IGB

Katharina Storz, M. Sc.
Jasmin Riem, M. Sc.
Dipl.-Ing. Thomas Rosenberger

Projektnummer

20-5044

Datum

06.04.2021

Anschrift

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH
Heinigstraße 26
67059 Ludwigshafen am Rhein

Kontakt

T. +49 621 671 961-0
ludwigshafen@igb-ingenieure.de

www.igb-ingenieure.de

Offenlage 33(2) BauGB
gemäß § 33(2) BauGB

INHALTSVERZEICHNIS

1. VERANLASSUNG	5
2. UNTERLAGEN	5
3. Vorhandene Situation und geplante Maßnahmen	6
3.1 Lage und Standortbeschreibung.....	6
3.2 Geologische und Hydrogeologische Situation.....	7
3.3 Geplante Baumaßnahme.....	7
4. Durchgeführte Arbeiten	8
4.1 Historische Vorerkundung	8
4.2 Feldarbeiten	9
4.2.1 Kampfmittelvorerkundung.....	9
4.2.2 Erkundung der ungeordneten Ablagerung.....	9
4.2.3 Erkundung der Versickerungsfläche.....	10
4.2.4 Vermessung	11
4.2.5 Chemische Analytik.....	11
4.2.6 Bodenmechanische Laborversuche.....	11
4.2.7 Radonuntersuchungen	12
5. Umwelttechnische Erkundung	12
5.1 Untergrundaufbau.....	12
5.2 Bewertungsgrundlagen und Untersuchungsumfang	13
5.3 Ergebnisse chemische Analytik	14
5.3.1 Verdachtsfläche der ungeordneten Ablagerung.....	15
5.3.2 Versickerungsfläche	20
5.4 Bodenschutzrechtliche Bewertung.....	21
5.5 Radonuntersuchungen	22
6. Versickerungsfähigkeit	22
6.1 Versickerungsfähigkeit der Schluffe.....	23
6.2 Versickerungsfähigkeit der Sande	23
6.3 Empfehlung zur Versickerung von Oberflächenwasser.....	24
7. Fazit	26

ANLAGENVERZEICHNIS

ANLAGE 1 ÜBERSICHTSLAGEPLAN

ANLAGE 2 DETAILLAGEPLAN

ANLAGE 3 LAGEPLAN KAMPFMITTELFUND (RADONMESSUNGEN)

ANLAGE 4 BERICHT KAMPFMITTELFREIMESSUNG

ANLAGE 5 VERMESSUNGSPROTOKOLL

ANLAGE 6 ERGEBNISSE FELDARBEITEN

6.1 Bohrprofile

6.2 Schichtenverzeichnisse

ANLAGE 7 VERSICKERUNGSVERSUCHE

ANLAGE 8 BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE

ANLAGE 9 CHEMISCHE ANALYTIK

ANLAGE 10 BERICHT RADONMESSUNGEN (GEOCONSULT REIN)

Offenlage §3(2) BauGB
gemäß §3(2) BauGB

1. VERANLASSUNG

Die Stadt Ludwigshafen plant südlich der Alexander-Fleming-Straße in Ludwigshafen-Oggersheim die Ausweisung eines Wohngebietes. Derzeit wird hierfür der Bebauungsplan Nr. 551 „Paracelsusstraße Süd“ aufgestellt. Die geplante Bebauungsfläche wird aktuell überwiegend landwirtschaftlich (Ackerbau, Grünland) genutzt. Eine konkrete städtebauliche Planung liegt noch nicht vor und soll im Rahmen des Verfahrens unter Beteiligung der Öffentlichkeit erarbeitet werden.

Im Geltungsbereich des Bebauungsplans befindet sich eine altlastenverdächtige Fläche, die im Hinblick auf die Kennzeichnungspflicht nach § 9 Abs. 5 BauGB (erhebliche Belastung) zu untersuchen und bodenschutzrechtlich zu bewerten ist. Des Weiteren soll an einer ausgewiesenen Versickerungsfläche die Versickerungsfähigkeit beurteilt werden. Weiterhin sollen für den gesamten Geltungsbereich die Radonkonzentrationen in der Bodenluft ermittelt und hinsichtlich des Gefährdungspotenzials bewertet werden. Die Ergebnisse zu den vorgenannten Untersuchungen werden im Folgenden dargestellt.

2. UNTERLAGEN

- [1] Angebotsanfrage der Stadt Ludwigshafen vom 22.01.2020, Dezernat IV, Umwelt, Bodenschutz, Altlasten, mit den Anlagen:
 - Anlage 1a: Übersicht (Stadtplan): Lage B-Plan Nr. 551 Paracelsusstraße Süd
 - Anlage 1: Übersicht (Luftbild): Geltungsbereich B-Plan Nr. 551 Paracelsusstraße Süd
 - Anlage 2: B-Plan 551: Auswertung Kataster potentieller Altstandorte und Altablagerungen im Stadtgebiet Ludwigshafen.
 - Anlage 3: B-Plan 551: Paracelsusstraße Süd, Lage Versickerungsflächen
- [2] ALEX-Merkblatt 01, Untersuchungsparameter für die abfall- und wasserwirtschaftliche Untersuchung, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG), Stand März 2012
- [3] ALEX-Merkblatt 02 Orientierungswerte für die abfall- und wasserwirtschaftliche Beurteilung, Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Stand Januar 2019
- [4] ALEX-Informationsblatt 33, Mindestanforderungen an den Umfang von Gutachten im Rahmen von orientierenden Untersuchungen und Detailuntersuchungen. Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Stand Oktober 2018
- [5] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999, die zuletzt durch Artikel 126 der Verordnung vom 19. Juni 2020 geändert worden ist.
- [6] Radonmessung in der Bodenluft: Informationen und Empfehlungen zur Radonvorsorge bei Neubauten und Neubaugebieten, Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz (MUFV) Stand 2008

- [7] Anforderung an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden). Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Stand 05.11.2004
- [8] Geoportal Wasser, Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz: Messdaten zu Grundwassermessstelle 1394 Ludwigshafen am Rhein
- [9] Baugrundgutachten mit Stellungnahme zur Versickerung von Oberflächenwasser, IBES Baugrundinstitut GmbH, 13.11.1996
- [10] Luftbilder mit ausgewiesenen möglichen Bombentrichtern, GeoConsult Rein, 29.10.2020
- [11] Landesamt für Geologie und Bergbau, Rheinland-Pfalz: Hydrogeologische Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz, Abruf 11.12.2020
- [12] DWA-Regelwerk; Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Stand April 2005; DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef
- [13] Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum, Fortschreibung 1983 – 1998, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landschaft und Forsten, Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, 1999
- [14] DIN 18130-1; Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts – Teil 1: Laborversuche; Mai 1998; DIN-Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin

3. VORHANDENE SITUATION UND GEPLANTE MAßNAHMEN

3.1 Lage und Standortbeschreibung

Das Untersuchungsgebiet liegt im südöstlichen Bereich von Ludwigshafen-Oggersheim in Rheinland-Pfalz. Die genaue Lage des Gebietes kann dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden. Das Gebiet kann in der Gesamtbetrachtung als eben bezeichnet werden. Die zum geplanten Bebauungsplan gehörige Fläche misst eine ungefähre Größe von 8,6 ha. Begrenzt wird das Gebiet im Norden durch Wohnbebauung, in östlicher Richtung schließen sich dem Untersuchungsgebiet ein Feldweg und weitere Grünflächen an. Südlich wird das Gebiet von landwirtschaftlichen Flächen begrenzt. Im Westen befindet sich das Berufsgenossenschaftsklinikum Ludwigshafen.

Die Untersuchungsfläche wird aktuell vorwiegend landwirtschaftlich genutzt. Im nördlichen Bereich ist eine Bepflanzung mit Bäumen und Sträuchern vorhanden. Über eine frühere Nutzung ist nichts bekannt.

3.2 Geologische und Hydrogeologische Situation

Geologisch betrachtet liegt das Untersuchungsgebiet im nördlichen Drittel des Oberrheingrabens im Bereich der Rheinniederung. Gemäß der geologischen Karte von Rheinland-Pfalz [11] befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich der Hochflutsedimente der Altauen über den Niederrheinterrassen. Im Bereich der ehemaligen Sandbänke und Altläufe sowie Ablauffrinnen der Umlaufflächen stehen feinklastische Sedimente an, örtlich Kies mit lehmiger Deckschicht des Quartärs.

Unter den Deckschichten bestehend aus überwiegend gemischtkörnigen Böden, folgen Sande und Kiese, die dem oberen Kieslager zugeordnet werden. Das obere Kieslager bildet den Oberen Grundwasserleiter [13].

Nach der hydrogeologischen Kartierung des Rhein-Neckar-Raumes [13] gliedert sich der großräumige hydrogeologische Untergrundaufbau in den

- Oberen Grundwasserleiter, Porengrundwasserleiter, quartäre Sande und Kiese mit Mächtigkeiten bis 20 m, teilweise mit Feinsand-, Schluff- und Tonlinsen,
- oberen Zwischenhorizont, Grundwassergeringleiter, überwiegend Tone und Schluffe mit Mächtigkeiten bis 25 m,
- Mittleren Grundwasserleiter, getrennt durch zwei Zwischenhorizonte,
- ein unterer Zwischenhorizont und
- den unteren Grundwasserleiter.

Der obere Grundwasserleiter wird durch eine mäßige Durchlässigkeit von $> 1 \times 10^{-5}$ m/s bis 1×10^{-4} m/s gekennzeichnet. Die großräumige Grundwasserfließrichtung ist nach Ost bis Nordost, in Richtung Rhein gerichtet.

Nach [9] liegen im Untersuchungsgebiet bindige Deckschichten über Terrassensanden vor. Die bindigen Deckschichten weisen eine steif-halbfeste, örtlich auch weich-steife Konsistenz auf. Die Terrassensande sind generell als mitteldicht gelagert zu bezeichnen. Die bindigen Deckschichten sind, unabhängig ihrer Konsistenz als gering tragfähig einzustufen und eignen sich daher nur bedingt als Lastabtragung. Die Terrassensande hingegen sind grundsätzlich als gut tragfähig einzustufen und stellen einen belastbaren Baugrund dar.

Der Untersuchungsstandort liegt außerhalb von Wasserschutzgebieten oder anderen wasserrechtlichen Schutzzonen.

3.3 Geplante Baumaßnahme

Südlich der Alexander-Fleming-Straße in Ludwigshafen-Oggersheim plant die Stadt Ludwigshafen die Neuerrichtung eines Wohngebietes. Derzeit wird die geplante Bebauungsfläche überwiegend landwirtschaftlich mit Ackerbau und Grünlandfläche genutzt. Der Bebauungsplan Nr. 551 „Paracelsusstraße Süd“ wird zur Umnutzung der

landwirtschaftlichen Fläche zu Wohnzwecken aktuell aufgestellt. Eine konkrete städtebauliche Planung liegt noch nicht vor und soll im Rahmen des Verfahrens unter Beteiligung der Öffentlichkeit erarbeitet werden.

Anfallendes Oberflächenwasser soll im Geltungsbereich versickert werden. Gemäß Angabe der Stadt Ludwigshafen stehen die Versickerungsbereiche noch nicht explizit fest. Die ungefähre Lage der Versickerungsfläche wird im südöstlichen Geltungsbereich des B-Planes angesiedelt. Hier soll die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes überprüft werden.

4. DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN

4.1 Historische Vorerkundung

Altlastenverdachtsfläche

Durch die Stadt Ludwigshafen wurde gemäß dem Kataster potenzieller Altstandorte und Altablagerungen im Stadtgebiet Ludwigshafen (Verdachtsflächenkataster der Stadt Ludwigshafen) eine ungeordnete Ablagerung (ID 5682U073-2) festgestellt, welche sich am östlichen Rand des Plangebietes befindet. Die Fläche der ungeordneten Ablagerung umfasst ca. 400 m²; Art und Menge der abgelagerten Materialien sind unbekannt. Der Hinweis auf eine ungeordnete Ablagerung resultiert aus der Auswertung multitemporaler Luftbildaufnahmen. Die Verdachtsfläche war auf einem Luftbild aus dem Jahr 1945 ersichtlich.



Abbildung 1: Zu erkundende ungeordnete Ablagerung [1]

Die Lage der ungeordneten Ablagerung kann auch dem Detaillageplan der Anlage 2 entnommen werden.

Kampfmittel

Nach Angaben der Stadt Ludwigshafen und nach Auskunft des Kampfmittelräumdienstes Worms kann ein Vorhandensein von Kampfmitteln im Untersuchungsgebiet nicht ausgeschlossen werden. Dieser Verdacht wird durch einen Stabbrandbombenfund im Untersuchungsgebiet und möglichen Bombentrichterfunden anhand von Luftbildaufnahmen durch GeoConsult Rein bestätigt. Der Fundort der Brandbombe sowie der möglichen Bombentrichter ist Anlage 3 zu entnehmen. Die Erkundungsarbeiten waren daher kampfmitteltechnisch zu begleiten.

4.2 Feldarbeiten

Die Feldarbeiten zur Erkundung der ungeordneten Ablagerung sowie zur Versickerungsfähigkeit des Bodens erfolgten am 02.11.2020 durch die Firma WST GmbH, Eppelheim. Die Arbeiten wurden durch IGB Rhein-Neckar eingewiesen und fachgutachterlich begleitet.

4.2.1 Kampfmittelvorerkundung

Da für das Untersuchungsgebiet ein grundsätzlicher Kampfmittelverdacht besteht, waren die einzelnen Aufschlusspunkte durch einen Feuerwerker mit Befähigungsschein nach §20 SprengG freizugeben.

Die Freimessung erfolgte für die Versickerungsfläche bis in 3 m und für die Erkundung der Altlastenverdachtsfläche bis in 4 m Tiefe durch die Firma WST GmbH punktuell mittels Georadar von SPC, Modell RD1500+ von der Oberfläche aus.

Die Aufschlusspunkte der Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 7 wurden erfolgreich mit oben genanntem Georadar von der Oberfläche aus freigemessen. Keiner der Ansatzpunkte wies Anomalien aus.

Der Bericht zur Kampfmittelfreimessung ist der Anlage 4 zu entnehmen.

4.2.2 Erkundung der ungeordneten Ablagerung

Die Erkundung der Altlastenverdachtsfläche wurde anhand von fünf Rammkernsondierungen (RKS 3 – 7) vorgenommen. Die RKS wurden jeweils bis in eine Tiefe von 4 m unter Geländeoberkante (m u. GOK) niedergebracht.

Visuell konnten in der Altlastenverdachtsfläche keine Hinweise auf eine ungeordnete Ablagerung angetroffen werden.

Aus dem mit den RKS gewonnenen Bohrgut erfolgte durchgängig die Entnahme von gestörten Bodenproben. Die Bodenproben wurden dabei aus den obersten 0 – 10 cm und

10 – 35 cm des Bodens sowie schichtweise oder je Bohrmeter entnommen. Insgesamt wurden aus den RKS 34 Bodenproben entnommen.

Die Lage der Aufschlusspunkte kann Anlage 2 entnommen werden. Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse sind in Anlage 6.1 und Anlage 6.2 beigelegt.

4.2.3 Erkundung der Versickerungsfläche

Zur Feststellung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden auf der vorgesehenen Versickerungsfläche zwei RKS (RKS 1 und RKS 2) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine Tiefe von 3 m u GOK niedergebracht (vgl. Abbildung 2).

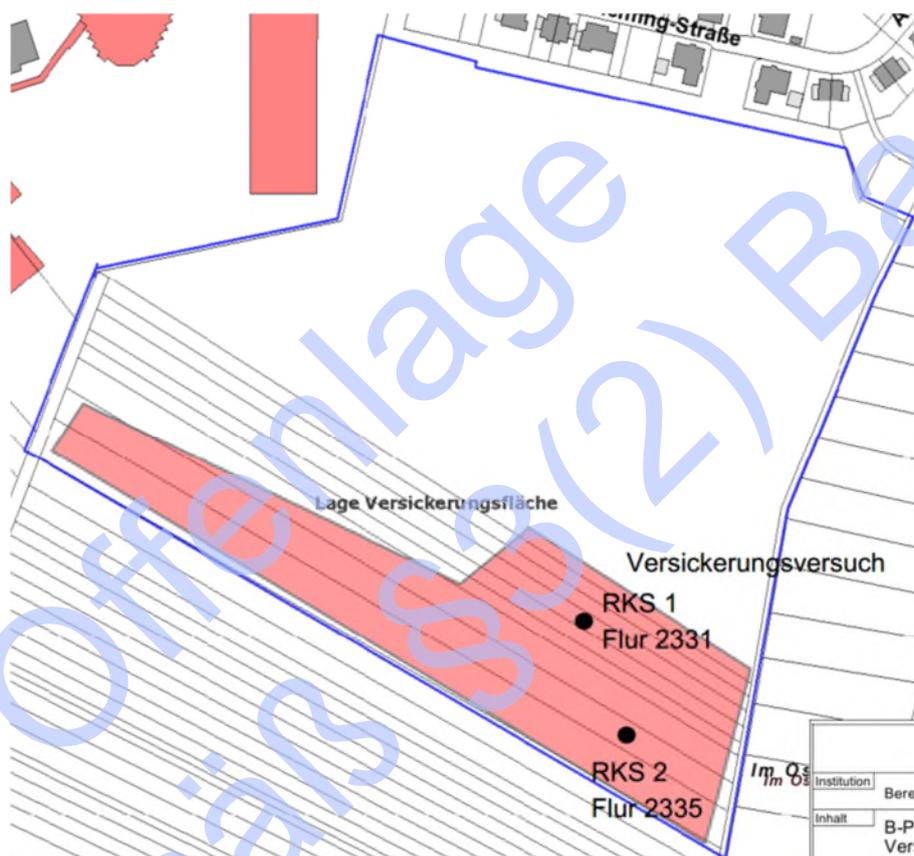


Abbildung 2: Lage der Versickerungsversuche auf der geplanten Versickerungsfläche [1]

Anhand der RKS wurden Open-End Versickerungsversuche durchgeführt. Die Protokolle der Versickerungsversuche sind Anlage 7 zu entnehmen.

Aus dem gewonnenen Bohrgut wurden durchgängig gestörte Bodenproben entnommen. Die Beprobung erfolgte dabei aus den obersten 0 – 10 cm und 10 – 35 cm des Bodens sowie schichtweise und je Bohrmeter. Insgesamt wurden 13 Bodenproben entnommen.

Die Lage der Aufschlusspunkte kann Anlage 2 entnommen werden. Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse sind in Anlage 6.1 und Anlage 6.2 beigelegt.

4.2.4 Vermessung

Die Aufschlusspunkte wurden nach Lage und Höhe mittels GPS im UTM Koordinatensystem eingemessen. Die Einmessung der Höhenpunkte erfolgte nach DHHN 16 (m ü. NH).

Die Aufschlusspunkte liegen auf einer Geländehöhe von 91,47 m ü. NH (RKS 1) bis 91,89 m ü. NH (RKS 7). Die Geländehöhen der einzelnen Sondierpunkte können Anlage 5 entnommen werden.

4.2.5 Chemische Analytik

Die chemische Analytik wurde im Labor Eurofins Umwelt Südwest GmbH, Speyer durchgeführt. Folgendes Untersuchungsprogramm wurde durchgeführt.

- MP 0,0 – 0,10 m: Grundparameter + Stufe 1 nach ALEX Merkblatt 01
BBodSchV Anhang 2 Tabelle 1.4 Wirkungspfad Boden – Mensch
Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium
Organochlorpestizide
- MP 0,10 – 0,35 m: Grundparameter + Stufe 1 nach ALEX Merkblatt 01
BBodSchV Anhang 2 Tabelle 1.4 Wirkungspfad Boden – Mensch
Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium
Organochlorpestizide
- MP Versickerung (0,0 – 0,6 m): Grundparameter + Stufe 1 nach ALEX Merkblatt 01
- RKS 5 0,35 – 0,6 m: Grundparameter + Stufe 1 nach ALEX Merkblatt 01
- RKS 5 0,6 – 1,5 m: Grundparameter + Stufe 1 nach ALEX Merkblatt 01

Bei den Rammkernsondierungen wurden keine organoleptischen Auffälligkeiten festgestellt, sodass keine weitergehende Analytik erforderlich war.

Die Laborprotokolle der chemischen Analytik können der Anlage 9 entnommen werden.

4.2.6 Bodenmechanische Laborversuche

Die bodenmechanischen Laborversuche wurden durch S-BB Baustoffprüfung GmbH, Höheinöd durchgeführt:

Vier Proben aus den Rammkernsondierungen auf Sieb- und Schlämmanalyse (Korngrößenverteilung) nach DIN 18123. Die Proben wurden aus den folgenden Tiefenbereichen analysiert:

- RKS 1 1,0 – 2,2 m
- RKS 1 2,6 – 3,0 m
- RKS 2 1,2 – 2,3 m
- RKS 2 2,3 – 3,0 m

Die Laborprotokolle können der Anlage 8 entnommen werden.

4.2.7 Radonuntersuchungen

Für die Radonuntersuchungen wurde die Fa. GeoConsult Rein, Oppenheim beauftragt. Durch GeoConsult wurde die Untersuchungsfläche am 13. und 14.10.2020 in 1 m Höhe über dem Boden auf Anomalien der Gammastrahlung untersucht, um Hinweise auf oberflächennahe Materialwechsel des Baugrundes zu erhalten.

Die Gaspermeabilität wurde jeweils unmittelbar vor der Anfertigung der Radonmessbohrungen in einem Meter Tiefe gemessen. Die Ansatzpunkte der Gaspermeabilitätssonden wurden anschließend überbohrt.

Am 10., 12. und 19.11.2020 wurden insgesamt 51 Radonmessbohrungen abgeteuft. Die Bohrungen hatten einen Durchmesser von 60 mm und reichten bis in 1 m Tiefe.

Die Langzeitmessungen der Radon-222-Aktivitätskonzentration erfolgten mit zertifizierten Kernspurdetektoren. Das Bohrgut aus der Lagerungstiefe der Dosimeter wurde als Probe für Korngrößenanalysen und zur Bestimmung des Wassergehaltes entnommen, des weiteren Oberflächenproben zur Bestimmung des Wassergehaltes. Nach Einbringen der Sonden wurden die Bohrungen mit dem gekerntem Bodenmaterial rückverfüllt.

Die Bergung der Dosimeter und eine erneute Bodenprobenentnahme unmittelbar unter der Messtiefe sowie des Oberbodens erfolgten am 02. und 03.12.2020. Die Auslagedauer betrug 21 bzw. 23 Tage.

Für die detaillierte Beschreibung der durchgeführten Arbeiten sowie die Ergebnisse und deren Bewertung wird auf Anlage 10 verwiesen.

5. UMWELTECHNISCHE ERKUNDUNG

5.1 Untergundaufbau

Mit den durchgeführten Erkundungsaufschlüssen wurde in absteigender Reihenfolge folgender vereinfachter Aufbau des Untergrundes festgestellt:

- Auffüllung: Oberboden (Schicht 1)
- Schluff (Schicht 2)
- Mittelsande und Sande (Schicht 3)

Details zu Ausbildung und Beschaffenheit können den Bohrprofilen in Anlage 6.1 und den Schichtenverzeichnissen in Anlage 6.2 entnommen werden.

Auffüllung: Oberboden (Schicht 1)

Die in allen Aufschlüssen angetroffene Auffüllung stellt sich als Oberboden der landwirtschaftlichen Fläche dar. Die Auffüllungen reichen bis in eine Tiefe von 0,6 m u. GOK. Die Auffüllung zeichnet sich durch ein schluffiges, stark toniges und teils sandiges Bodensubstrat aus. Der Oberboden weist humose Anteile auf und ist nahezu frei von mineralischen Fremdbestandteilen (wie z.B. Ziegelbruch). Vereinzelt wurden Ziegelbruchstücke oder Schlacke vorgefunden, die weniger als 1% mineralischen Fremdanteil im Boden ausmachen. Durchsetzt wird die Auffüllung durchgängig von Wurzeln. Die Farbe des Oberbodens weist ein Dunkelbraun auf, aufgrund der zum Zeitpunkt der Erkundung herrschenden Witterung ist der Boden als erdfeucht bis feucht zu beschreiben.

Schluff (Schicht 2)

Unterhalb des Oberbodens wurden als oberstes Schichtpaket des natürlich anstehenden Untergrunds Schluffe mit zum Teil stark tonigen und feinsandigen Anteilen erbohrt. Die Schicht 2 wurde über die gesamte Fläche angetroffen.

Mit zunehmender Tiefe wird der Anteil an Sanden in der Schluffschicht größer und der tonige Anteil nimmt ab

Die Schluffe reichen bis in eine Tiefe von maximal 2,6 m u. GOK (RKS 1) und zeichnen sich durch eine braune Färbung aus.

Mittelsande und Sande (Schicht 3)

Unterhalb der Schluffe stehen in Mächtigkeiten von mehreren Metern quartäre Sande an. Mit fortschreitender Tiefe werden die Sande zunehmend grobkörniger und feinkiesiger. Bis zur Endteufe wurden Mittelsande und Sande mit grobsandigen und feinsandigen und zum Teil kiesigen Anteilen mit grauer, teils rötlicher Farbe vorgefunden.

5.2 Bewertungsgrundlagen und Untersuchungsumfang

Für die Feststellung möglicher Schadstoffbelastungen wurden ausgewählte Bodenmischproben analysiert. Die Auswahl der Bodenproben bezieht sich zum einen auf die gemäß BBodSchV zu untersuchenden Tiefenbereiche (0-0,1 m; 0,1 – 0,35 m), zum anderen war vorgesehen, Proben aus der zu untersuchenden ungeordneten Ablagerung zu analysieren. Da die ungeordnete Ablagerung augenscheinlich nicht angetroffen wurde, wurden exemplarisch zwei Proben aus dem Bereich der vermuteten ungeordneten Ablagerung analysiert (RKS 5 0,35 - 0,6 m und RKS 5 0,6 – 1,5 m). So sollte eine organoleptisch nicht erkennbare Belastung des Untergrundes ausgeschlossen werden.

Weiterhin wurde aus dem Bereich der geplanten Versickerungsfläche eine Bodenmischprobe analysiert, da Versickerungen nur in nachweislich unbelasteten Bereichen zulässig sind.

Der nachfolgenden Tabelle sind die Probenbezeichnung und die Zusammensetzung der umwelttechnisch untersuchten Mischproben zu entnehmen.

Tabelle 1: Übersicht Zusammenstellung Mischproben

Mischprobe	Probenzusammensetzung	Material
MP 0,0 – 0,1 m	RKS 3 (0,00 – 0,10) RKS 4 (0,00 – 0,10) RKS 5 (0,00 – 0,10) RKS 6 (0,00 – 0,10) RKS 7 (0,00 – 0,10)	Auffüllung (Schicht 1)
MP 0,1 – 0,35 m	RKS 3 (0,10 – 0,35) RKS 4 (0,10 – 0,35) RKS 5 (0,10 – 0,35) RKS 6 (0,10 – 0,35) RKS 7 (0,10 – 0,35)	MP 0,1 – 0,35 m
MP Versickerung	RKS 1 (0,00 – 0,10) RKS 1 (0,10 – 0,35) RKS 2 (0,00 – 0,10) RKS 2 (0,10 – 0,35) RKS 2 (0,35 – 0,60)	MP Versickerung
RKS 5 0,35 – 0,6 m	RKS 5 (0,35 – 0,60)	Auffüllung
RKS 5 0,6 – 1,5 m	RKS 5 (0,6 – 1,5)	Schluff

Bewertungsgrundlage für die Bodenproben aus dem Tiefenbereich 0 – 0,1 m und 0,1 – 0,35 m sind die Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch aus Tab. 1.4 Anhang 2, BBodSchV [5].

Bewertungsgrundlage der übrigen Bodenmischproben stellt das ALEX-Merkblatt 02 [3] dar. Da es sich auf dem Areal des B-Plangebietes um eine zukünftige Wohnbebauung handeln soll, werden die Prüfwerte oPW2 für die Zielebene 2 (Gefahrenabwehr für den Menschen, sensible Nutzung z.B. Wohnbebauung) zur Bewertung der Analysenergebnisse im Feststoff herangezogen.

Außerdem werden die vorliegenden Untersuchungsergebnisse herangezogen, um weitere Wirkungspfade gemäß BBodSchV [5] zu bewerten:

- Da bei der geplanten Wohnfolgenutzung die Nutzung von Gärten als Nutzgarten nicht ausgeschlossen werden kann, ist der Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze ebenfalls zu betrachten.
- Die Fläche wird zukünftig voraussichtlich nicht vollständig versiegelt sein, daher ist ein möglicher Eintrag über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser ebenfalls zu betrachten.

5.3 Ergebnisse chemische Analytik

Die Analysenergebnisse sind Anlage 9 beigelegt.

5.3.1 Verdachtsfläche der ungeordneten Ablagerung

Visuell konnten in der Altlastenverdachtsfläche keine Hinweise auf eine ungeordnete Ablagerung angetroffen werden. Die Analysenergebnisse aus vier untersuchten Tiefenbereichen werden nachfolgenden bewertet.

5.3.1.1 Oberflächennahe Bodenproben

Die Analysenergebnisse für die aus den Tiefenbereichen 0 – 0,1 m und 0,1 – 0,35 m zusammengestellten Bodenmischproben für den Wirkungspfad Boden-Mensch sind in nachstehender Tabelle 2 zusammengestellt.

Wirkungspfad Boden-Mensch

Aus den Analysenergebnissen der Mischproben aus den Tiefenbereichen 0,0 – 0,1 m und 0,1 – 0,35 m lassen sich keine Überschreitungen der für das Untersuchungsgebiet relevanten Prüfwerte für Wohngebiete nach BBodSchV, Anhang 2 Tab. 1.4 feststellen.

Weiterhin werden außerdem die strengeren Prüfwerte zur Nutzung der Fläche als Kinderspielplatz eingehalten. Eine Gefährdung des Schutzgutes Mensch ist daher nicht zu besorgen.

Tabelle 2: Prüfwerte gem. BBodSchV Anhang 2 Tab. 1.4 und Analysenwerte (vgl. Anlage 9)

Parameter	Prüfwert Kinderspielfläche	Prüfwert Wohngebiet	MP 0 – 0,1 m	MP 0,1 – 0,35 m
Arsen	25 mg/kg	50 mg/kg	10,3 mg/kg	10,7 mg/kg
Blei	200 mg/kg	400 mg/kg	26 mg/kg	26 mg/kg
Cadmium	2 mg/kg	2 mg/kg	0,3 mg/kg	0,3 mg/kg
Cyanide	50 mg/kg	50 mg/kg	< BG	< BG
Chrom	200 mg/kg	400 mg/kg	35 mg/kg	38 mg/kg
Nickel	70 mg/kg	140 mg/kg	29 mg/kg	30 mg/kg
Quecksilber	10 mg/kg	20 mg/kg	0,11 mg/kg	0,13 mg/kg
Aldrin	2 mg/kg	4 mg/kg	< BG	< BG
Benzo(a)pyren	2 mg/kg	4 mg/kg	0,07 mg/kg	< BG
DDT	40 mg/kg	80 mg/kg	< BG	< BG
Hexachlorbenzol	4 mg/kg	8 mg/kg	< BG	< BG
Hexachlorcyclohexan	5 mg/kg	10 mg/kg	< BG	< BG
Pentachlorphenol	50 mg/kg	100 mg/kg	< BG	< BG
PCB ₆	0,4 mg/kg	0,8 mg/kg	< BG	< BG

< BG: Unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze

Für die Bewertung nach BBodSchV ist der Wert aus der Originalsubstanz, Fraktion < 2 mm heranzuziehen.

Bewertung nach ALEX-Merkblatt 02

Die Analysenergebnisse für die aus den Tiefenbereichen 0 – 0,1 m und 0,1 – 0,35 m zusammengestellten Bodenmischproben für die Grundparameter + Stufe 1 sind in nachstehender Tabelle 3 zusammengestellt. Einstufungsrelevant für die geplante Folgenutzung ist der orientierende Prüfwert oPW2.

Tabelle 3 Grundparameter + Stufe 1 nach ALEX 01, bewertet nach ALEX 02

Feststoff-Parameter	Einheit	oPW1 ¹⁾	oPW2	MP 0 – 0,1 m	MP 0,1 – 0,35 m
Arsen	mg/kg TM	40	60	9,4	10,3
Blei	mg/kg TM	200	500	30	25
Cadmium	mg/kg TM	2	10	0,3	0,3
Chrom (gesamt)	mg/kg TM	100	200	32	31
Kupfer	mg/kg TM	100	200	18	16
Nickel	mg/kg TM	100	200	29	29
Quecksilber	mg/kg TM	2	10	0,13	0,13
Zink	mg/kg TM	300	600	64	62
PAK nach EPA ₁₋₁₆	mg/kg TM	10	20	1,87	0,19
PAK nach EPA ₁₁₋₁₆	mg/kg TM	0,5	1	0,65	0,06
HKW (gesamt)	mg/kg TM	3	5	< BG	< BG
Mineralöl-KW (GC-FID)	mg/kg TM	300	600	< BG	< BG
Eluat-Parameter	Einheit	oPW		MP 0 – 0,1 m	MP 0,1 – 0,35 m
pH-Wert		<6,5 - >9,5		7,7	7,8
EL-Leitfähigkeit	µS/cm	2.000		466	391
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	0,5		< BG	< BG
Chlorid	mg/l	100		12	6,5
Nitrat als NO ₃ ⁻	mg/l	50		30	30
Sulfat	mg/l	240		15	12
Cyanide (gesamt)	mg/l	0,05		< BG	< BG
DOC	mg/l	4		6,5	6,3
Phenolindex	mg/l	0,001 ²⁾		< BG	< BG

< BG: Unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze

¹⁾ Die Prüfwerte oPW1 werden rein informativ angegeben und sind hier nicht einstufigsrelevant

²⁾ Gem. [2] ist für den Phenolindex der Prüfwert für Phenole (wasserdampflich) heranzuziehen.

Für die Bewertung nach den ALEX Merkblättern sind die Werte aus der Originalsubstanz heranzuziehen.

Hinsichtlich der nach ALEX Merkblatt 01 analysierten Grundparameter + Stufe 1 konnten keine Überschreitungen der für das Untersuchungsgebiet relevanten Prüfwerte oPW2 für Feststoffe festgestellt werden.

Mit Ausnahme des Parameters DOC (oPW: 4 mg/l) wird auch bei den Eluat-Analysen der oPW gemäß [3] eingehalten. Die Gehalte des DOC in den oberflächennahen Proben sind auf die Zusammensetzung des Oberbodens mit Wurzeln und organischen Bestandteilen zurückzuführen. Eine Schadstoffbelastung ist durch den DOC-Gehalt nicht zu befürchten.

Gemäß [3] ist bei einer Einhaltung des oPW2 eine sensible Nutzung möglich (z.B. Wohnbebauung).

Darüber hinaus werden, mit Ausnahme der Parameter PAK₁₁₋₁₆ in der Probe MP 0 – 0,1 m, auch die strengeren Prüfwerte des oPW1 eingehalten, die eine multifunktionelle Nutzung wie z.B. auch Kinderspielplätze ermöglichen würde. Vor dem Hintergrund, dass alle übrigen Prüfwerte des oPW1 eingehalten werden und außerdem der in der BBodSchV für Kinderspielplätze hinterlegte Prüfwert für Benzo(a)pyren von 2 mg/kg deutlich eingehalten ist, führt aus gutachterlicher Sicht die geringfügige Überschreitung der Parameter PAK₁₁₋₁₆ nicht zu einer Einschränkung möglicher Folgenutzungen. Weiterhin ist anzumerken, dass die oberen Dezimeter bei einer Folgenutzung ohnehin abgetragen werden würden.

Pestizide und Düngemittel

Aufgrund der vorwiegend landwirtschaftlichen Nutzung der Fläche kann es zu einem vermehrten Eintrag und daraus resultierenden Belastung des Bodens mit Düngemittel und Pestiziden kommen. Für eine diesbezgl. Erkundung wurden die folgenden Parameter untersucht:

- Stickstoff (Zweck als Düngemittel: Förderung des Bodenlebens)
- Phosphor (Zweck als Düngemittel: Förderung der Krümelbildung; Bodenstabilisator; Brücken zwischen Humusteilchen)
- Kalium (Zweck als Düngemittel: K⁺ -Ionen wirken in hoher Konzentration krümelzerstörend, weil sie Ca²⁺ -Ionen verdrängen – Antagonismus)
- Magnesium (Zweck als Düngemittel: Förderung der Krümelstabilität durch Verdrängung der Hydroniumionen von Austauschplätzen)

Die nachgewiesenen Gehalte an Stickstoff, Phosphor, Kalium und Magnesium sind in nachstehender Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4: Für die Feststellung von Düngemitteln und Pestiziden durchgeführte Analysen

Parameter	MP 0 – 0,1 m	MP 0,1 – 0,35 m
Stickstoff	0,13 mg/kg	0,12 mg/kg
Phosphor	697 mg/kg	687 mg/kg
Kalium	3.630 mg/kg	3.610 mg/kg
Magnesium	8.270 mg/kg	8.650 mg/kg
Organochlorpestizide	Unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze	Unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze

Im Detail lassen sich keine erhöhten Gehalte in den untersuchten Parametern feststellen. Die Gehalte an Düngemitteln (Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium) zeigen in den untersuchten Bodenproben keine wesentlichen Unterschiede bzw. keine in sich schwankenden Gehalte an Schadstoffen auf. Die Werte liegen in für landwirtschaftliche Flächen üblichen Größenordnungen vor. Organochlorpestizide oberhalb der Bestimmungsgrenze wurden nicht festgestellt.

5.3.1.2 Tiefere Bodenproben

Bewertung nach ALEX-Merkblatt 02

Die Analyseergebnisse für die aus den Tiefenbereichen 0,35 – 0,6 m und 0,6 – 1,5 m zusammengestellten Bodenmischproben für die Grundparameter + Stufe 1 sind in nachstehender Tabelle 5 zusammengestellt. Einstufungsrelevant für die geplante Folgenutzung ist der orientierende Prüfwert oPW2.

Tabelle 5: Grundparameter + Stufe 1 nach ALEX 01, bewertet nach ALEX 02

Feststoff-Parameter	Einheit	oPW1 ¹⁾	oPW2	RKS5: 0,35 – 0,6 m	RKS 5: 0,6 – 1,5 m
Arsen	mg/kg TM	40	60	9,4	10,1
Blei	mg/kg TM	200	500	23	23
Cadmium	mg/kg TM	2	10	0,3	0,2
Chrom (gesamt)	mg/kg TM	100	200	36	46
Kupfer	mg/kg TM	100	200	17	19
Nickel	mg/kg TM	100	200	33	43
Quecksilber	mg/kg TM	2	10	0,13	< BG
Zink	mg/kg TM	300	600	65	76
PAK nach EPA ₁₋₁₆	mg/kg TM	10	20	< BG	< BG
PAK nach EPA ₁₁₋₁₆	mg/kg TM	0,5	1	< BG	< BG
HKW (gesamt)	mg/kg TM	3	5	< BG	< BG
Mineralöl-KW (GC-FID)	mg/kg TM	300	600	< BG	< BG
Eluat-Parameter	Einheit	oPW		RKS5: 0,35 – 0,6 m	RKS 5: 0,6 – 1,5 m
pH-Wert		<6,5 - >9,5		8,0	8,1
EL-Leitfähigkeit	µS/cm	2.000		251	253
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	0,5		< BG	< BG
Chlorid	mg/l	100		2,8	8,4
Nitrat als NO ₃ ⁻	mg/l	50		10	12
Sulfat	mg/l	240		7,2	20
Cyanide (gesamt)	mg/l	0,05		< BG	< BG
DOC	mg/l	4		2,9	1,3
Phenolindex	mg/l	0,001 ²⁾		< BG	< BG

< BG: Unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze

¹⁾ Die Prüfwerte oPW1 werden rein informativ angegeben und sind hier nicht einstufigsrelevant

²⁾ Gem. [2] ist für den Phenolindex der Prüfwert für Phenole (wasserdampfflüchtig) heranzuziehen.

Für die Bewertung nach den ALEX Merkblättern sind die Werte aus der Originalsubstanz heranzuziehen.

Visuell sowie anhand der Analysenergebnisse aus RKS 5 im Tiefenbereich von 0,35 – 1,5 m, in welchem die ungeordnete Ablagerung vermutet wurde, lassen sich keine Hinweise auf das Vorliegen einer ungeordneten Ablagerung feststellen. In den beiden analysierten Bodenproben halten alle Parameter die nach ALEX Merkblatt 02 [3] festgelegten Prüfwerte oPW2 für Feststoffe ein. Weiterhin werden auch die strengeren Prüfwerte oPW1 durchgängig eingehalten.

Auch im Eluat lassen sich keine Überschreitungen der oPW feststellen.

5.3.2 Versickerungsfläche

Bewertung nach ALEX-Merkblatt 02

Die Analysenergebnisse für die Mischprobe aus dem Bereich der geplanten Versickerungsfläche aus dem Tiefenbereich 0 – 0,6 m für die Grundparameter + Stufe 1 sind in nachstehender Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6: Grundparameter + Stufe 1 nach ALEX 01, bewertet nach ALEX 02

Feststoff-Parameter	Einheit	oPW1 ¹⁾	oPW2	MP Versickerung
Arsen	mg/kg TM	40	60	12,8
Blei	mg/kg TM	200	500	27
Cadmium	mg/kg TM	2	10	0,3
Chrom (gesamt)	mg/kg TM	100	200	42
Kupfer	mg/kg TM	100	200	20
Nickel	mg/kg TM	100	200	36
Quecksilber	mg/kg TM	2	10	0,08
Zink	mg/kg TM	300	600	74
PAK nach EPA ₁₋₁₆	mg/kg TM	10	20	< BG
PAK nach EPA ₁₁₋₁₆	mg/kg TM	0,5	1	< BG
HKW (gesamt)	mg/kg TM	3	5	< BG
Mineralöl-KW (GC-FID)	mg/kg TM	300	600	< BG
Eluat-Parameter	Einheit	oPW		MP Versickerung
pH-Wert		<6,5 - >9,5		7,8
EL-Leitfähigkeit	µS/cm	2.000		391
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	0,5		< BG
Chlorid	mg/l	100		6,0
Nitrat als NO ₃ ⁻	mg/l	50		37
Sulfat	mg/l	240		18
Cyanide (gesamt)	mg/l	0,05		< BG
DOC	mg/l	4		4,7
Phenolindex	mg/l	0,001 ²⁾		< BG

< BG: Unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze

¹⁾ Die Prüfwerte oPW1 werden rein informativ angegeben und sind hier nicht einstufigsrelevant

²⁾ Gem. [2] ist für den Phenolindex der Prüfwert für Phenole (wasserdampflich) heranzuziehen.

Für die Bewertung nach den ALEX Merkblättern sind die Werte aus der Originalsubstanz heranzuziehen.

Die Mischprobe der Versickerungsfläche aus dem Tiefenbereich 0,0 – 0,6 m hält die Prüfwerte oPW2 im Feststoff nach ALEX Merkblatt 02 [3] ein. Auch werden die strengeren Prüfwerte oPW1 im Feststoff ebenfalls eingehalten.

Im Eluat lassen sich, bis auf DOC, keine Überschreitungen der oPW feststellen. DOC überschreitet mit 4,7 mg/l den festgelegten oPW von 4 mg/l. Der erhöhte Gehalt an DOC ist auch hier auf die Zusammensetzung des Oberbodens mit Wurzeln und organischen Bestandteilen zurückzuführen. Eine Schadstoffbelastung ist durch den DOC-Gehalt nicht zu befürchten.

5.4 Bodenschutzrechtliche Bewertung

Anhand der aus den RKS gewonnenen und auf die Parameter nach BBodSchV Anhang 2 Tabelle 1.4 und Grundparameter + Stufe 1 nach ALEX Merkblatt 01 analysierten Proben lässt sich keine umwelttechnische Belastung des Bodens in der geplanten Versickerungsfläche und der Verdachtsfläche der ungeordneten Ablagerung feststellen.

Anhand der vorliegenden Analysen wird eine Bewertung nach den Wirkungspfaden der BBodSchV abgeleitet:

Wirkungspfad Boden-Mensch:

Die Prüfwerte nach Tab. 1.4 Anhang 2, BBodSchV werden für die vorliegenden Analyseergebnisse eingehalten. Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Mensch besteht nicht. Weiterhin konnte keine Gefährdung durch Pestizide nachgewiesen werden.

Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze:

Der Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze wurde aufgrund der untergeordneten Bedeutung nicht als Gesamtpaket untersucht. Aus den ohnehin vorliegenden Analyseergebnissen können jedoch einzelne Prüfwerte herangezogen und abgeglichen werden. Dies ist für die Parameter Arsen, Quecksilber und Benzo(a)pyren möglich, die, wie in der BBodSchV gefordert, mittels Königswasseraufschluss bestimmt wurden. Die Parameter Cadmium, Blei und Thallium sind gem. BBodSchV im Ammoniumnitrat aufzuschließen und können daher mit den vorliegenden Analyseergebnissen nicht bewertet werden.

Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze kann mit den vorliegenden und vergleichbaren Analyseergebnissen nicht abgeleitet werden.

Wirkungspfad Boden-Grundwasser:

Gemäß ALEX-Merkblatt 02 [3] ist bei einer Unterschreitung des oPW1 in der Regel davon auszugehen, dass auch keine Grundwassergefährdung zu besorgen ist.

Mit Ausnahme einer geringfügigen Überschreitung des oPW1 bei dem Parameter PAK₁₁₋₁₆ in der MP 0 – 0,1 m im Bereich der erkundeten Ablagerung wird der oPW1 im Untersuchungsgebiet eingehalten. Die geringfügige Überschreitung des oPW1 für den Parameter PAK₁₁₋₁₆ konnte in der unmittelbar darunter entnommenen Mischprobe (MP 0,1 – 0,35 m) bereits nicht mehr nachgewiesen werden, was sich mit der sehr geringen Wasserlöslichkeit langkettiger PAK erklären lässt. Ohnehin ist davon auszugehen, dass die oberen Dezimeter des derzeit vorliegenden Ackerbodens im Zuge der Folgenutzung

abgetragen werden. Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser ist daher aus gutachterlicher Sicht nicht zu besorgen.

Die Überschreitungen des Prüfwertes für DOC in den Proben des Oberbodens und der Versickerungsfläche lassen sich auf die Zusammensetzung des Bodens zurückführen. Der Oberboden ist mit Wurzeln durchzogen und weist weiterhin einen hohen organischen Bestandteil auf. Eine Schadstoffbelastung ist durch den DOC-Gehalt nicht zu befürchten.

Aus den durchgeführten Analysen lassen sich keine Gefährdungen über die Wirkungspfade Boden-Mensch, Boden-Nutzpflanze und Boden-Grundwasser ableiten. Aufgrund der Einhaltung der oPW2 im Feststoff und oPW im Eluat ist eine sensible Nutzung (z.B. Wohnbebauung) möglich.

Versickerung

Im Bereich der geplanten Versickerung wurde keine Bodenbelastung festgestellt, sodass aus bodenschutzrechtlicher Sicht keine Einwände gegen eine Versickerung im vorgesehenen Bereich bestehen.

5.5 Radonuntersuchungen

Die Ergebnisse der Radonuntersuchungen sind den Ausführungen der Fa. GeoConsult Rein in Anlage 10 zu entnehmen.

In Anlage 10 werden für den Bebauungsplan zum derzeitigen Erkenntnisstand Radonpräventionsmaßnahmen RVK II empfohlen. Eine Ausführung der empfohlenen Präventivmaßnahmen ist ebenfalls in Anlage 10 aufgeführt.

Sollten Gebäude im Bereich der Bohrpunkte LUP-07, LUP-37 und LUP-38 vorgesehen werden, sind durch die Fa. GeoConsult Rein weitergehende Untersuchungen angeraten sowie eine Prüfung, ob die geplante Bauausführung für das Bauvorhaben bereits die Anforderungen der Schutzmaßnahmen für RVK III erfüllen. Ist eine Unterkellerung in diesem Bereich geplant, sollte gemäß Anlage 10 ebenfalls unbedingt ein Radongutachter konsultiert werden.

6. VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT

Nach DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 138 [12] sind Böden, deren Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von $k_f = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ bis $k_f = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ liegen, für die Ausbildung von Versickerungsanlagen geeignet. Dieser Bereich wird im Regelwerk als entwässerungstechnisch relevanter Versickerungsbereich bezeichnet.

6.1 Versickerungsfähigkeit der Schluffe

Um die Versickerungsfähigkeit der Schluffe (Schicht 2) in der geplanten Versickerungsfläche abzuschätzen, wurde aus den Rammkernsondierungen der Versickerungsfläche je eine repräsentative Probe der kombinierten Sieb- und Schlämmanalyse nach DIN 18123 zur Bestimmung der Korngrößenverteilung und daraus des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wertes) zugeführt. Die Proben stammen dabei aus dem anstehenden Boden. Bei der Auswahl der Proben ist davon ausgegangen worden, dass der Oberboden durch die Baumaßnahme abgetragen wird. Das Laborprotokoll mit den aufgetragenen Körnungslinien ist Anlage 8 zu entnehmen.

Auf der Grundlage empirischer Formeln (Hazen, Beyer, Zieschang) ließen sich für die untersuchten Proben (Schluffe) aus der Körnungslinie folgende Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f berechnen:

Tabelle 7: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte Schicht 2

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	k_f -Wert (Näherungswert) [m/s]	Durchlässigkeit nach DIN 18130
RKS 1	1,0 – 2,2	$\approx 7,0 \times 10^{-9}$	Sehr schwach durchlässig
RKS 2	1,2 – 2,3	$\approx 1,5 \times 10^{-8}$	Schwach durchlässig

Die vorgehend genannten Werte geben rein die zu erwartenden Größenordnungen der Wasserdurchlässigkeiten der natürlich anstehenden Böden im jeweiligen Erkundungsbereich wieder.

Nach DIN 18130-1 [14] sind die Schluffe der Schicht 2 gemäß Sieb- und Schlämmanalyse als sehr schwach bis schwach durchlässig einzustufen und nach dem DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 138 [12] für die Ausbildung von Versickerungsanlagen nicht geeignet. Die Ergebnisse liegen vergleichbar zu den in [9] getroffenen Aussagen.

6.2 Versickerungsfähigkeit der Sande

Zur Verifizierung einer ausreichenden Wasserdurchlässigkeit in der geplanten Versickerungsfläche wurden aus den Rammkernsondierungen der Versickerungsfläche je eine repräsentative Probe der Schicht 3 der kombinierten Sieb- und Schlämmanalyse nach DIN 18123 zur Bestimmung der Korngrößenverteilung und daraus des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wertes) zugeführt.

Auf der Grundlage empirischer Formeln (Hazen, Beyer, Zieschang) ließen sich für die untersuchten Proben (Schluffe) aus der Körnungslinie folgende Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f berechnen:

Tabelle 8: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte Schicht 3

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	k_f -Wert (Näherungswert) [m/s]	Durchlässigkeit nach DIN 18130
RKS 1	2,6 – 3,0	$\approx 3,5 \times 10^{-5}$	durchlässig
RKS 2	2,3 – 3,0	$\approx 2,8 \times 10^{-4}$	durchlässig

Das Laborprotokoll mit den aufgetragenen Körnungslinien ist Anlage 8 zu entnehmen.

Weiterhin wurden in Schicht 3 (Sande) zwei Versickerungsversuche (Open-End-Tests) in vollverrohrten Bohrlöchern durchgeführt. In den Open-End Tests wurde der jeweils maßgebliche k_f -Wert durch wiederholte Versickerung im ausgebauten Bohrloch mit fallender Druckspiegelhöhe (instationäre Bedingungen) ermittelt. Der jeweils zweite Versuch stellt den maßgebenden Fall nach ausreichender Vorsättigung dar.

In den Sanden der Schicht 3 wurden die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte unter Berücksichtigung des Korrekturfaktor (Faktor 2) nach Arbeitsblatt DWA-A 138 [12] berechnet. Die Wasserdurchlässigkeiten der Schicht 3 können wie folgt angegeben werden:

Tabelle 9: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte Schicht 3

Versuch	k_f -Wert im Feld [m/s]	Korrekturfaktor nach DWA-A 138	k_f -Wert korrigiert [m/s]	Durchlässigkeit nach DIN 18130
RKS 1 VV	$3,84 \times 10^{-6}$	x 2	$7,6 \times 10^{-6}$	durchlässig
RKS 2 VV	$5,51 \times 10^{-6}$	x 2	$1,1 \times 10^{-5}$	durchlässig

Nach DIN 18130-1 [14] sind die Sande der Schicht 3 sowohl gemäß Sieb- und Schlämmanalyse als auch Versickerungsversuchen als durchlässig einzustufen und nach dem DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 138 [12] für die Ausbildung von Versickerungsanlagen geeignet. In Frage kommen würde z.B. eine Versickerung über eine (Mulden-)Rigolen-Versickerungsanlage, bzw. Versickerungsschächte. Es wird empfohlen, für die Bemessung einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s für die Schicht 3 anzusetzen. Die Ergebnisse liegen vergleichbar zu den in [9] getroffenen Aussagen.

Die Protokolle der Versickerungsversuche sind Anlage 7 zu entnehmen.

6.3 Empfehlung zur Versickerung von Oberflächenwasser

Soll Niederschlag zur Versickerung gebracht werden, sind Belange des Boden- und Grundwasserschutzes zu berücksichtigen. Es darf zu keinen Beeinträchtigungen, bzw. schädlichen Veränderungen der Schutzgüter Boden und Grundwasser kommen.

Die Planung, der Bau und der Betrieb von Versickerungsanlagen erfolgt in der Regel auf der Grundlage des DWA-Regelwerks Arbeitsblatt DWA-A 138 [12]. Nach dem Regelwerk sind Böden, deren Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s bis

$k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s liegen, für derartige Anlagen geeignet. Dieser Bereich wird im Regelwerk als entwässerungstechnisch relevanter Versickerungsbereich bezeichnet.

Nach DIN 18130-1 sind die unterhalb des Oberbodens lagernden Schluffe als sehr schwach bis schwach durchlässig einzustufen und liegen somit außerhalb des versickerungsrelevanten Bereiches nach DWA-A 138 [12]. Diese Böden lassen das von oben dem Untergrund zutretende Wasser nur verzögert versickern und wirken in umgekehrter Richtung gegen einen Anstieg von Grundwasser behindernd bzw. sperrend. Bei k_f -Werten von kleiner 10^{-6} m/s sind gem. [12] ergänzende Ableitungsmöglichkeiten vorzusehen, da in diesem Fall die Versickerungsanlagen zu lange einstauen. Dadurch können anaerobe Verhältnisse im Sickerraum auftreten, die das Rückhalte- und Umwandlungsvermögen weiter ungünstig beeinflussen. Eine Versickerung in diesen Schichten ist grundsätzlich nicht zu empfehlen.

Für gezielte Versickerungen im Sinne des DWA-Regelwerkes würden sich nach den obigen Angaben die örtlich anstehenden Sande (Schicht 3) eignen. In Frage kommen würde z.B. eine Versickerung über eine (Mulden-)Rigolen-Versickerungsanlage oder Versickerungsschächte.

Nach Freilegung der Aushubsohle im Bereich der angedachten Rigolen bzw. eines Bodenaustausches sind die anstehenden Böden (Schicht 3) durch einen geotechnischen Sachverständigen zu begutachten und deren ausreichende Durchlässigkeit zu bestätigen. Alle Sohlen müssen im Bereich der Schicht 3 zum Liegen kommen. Entsprechend sind bindige Böden der Schicht 2 auszuschachten und ggf. durch durchlässige Böden ($k_f > 1 \times 10^{-5}$ m/s) auszutauschen.

Nach dem Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 138 ist bereits bei der Planung von Versickerungsanlagen darauf zu achten, dass die zur Reinigung der eingeleiteten Niederschlagswässer notwendige ungesättigte Zone weitgehend erhalten bleibt. Die Mächtigkeit des Sickerraums sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW), grundsätzlich mindestens 1 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Es wird darauf hingewiesen, dass Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser grundsätzlich zu beantragen sind und einer Genehmigung bedürfen, zudem sind nach Arbeitsblatt DWA-A 138 [12] Grenzabstände zu Grundstücksgrenzen und Bauwerken einzuhalten.

Nach Festlegung der endgültigen Lage und Art der Versickerungseinrichtung sind die Gegebenheiten durch den geotechnischen Sachverständigen im Zuge der weiteren Planung zu überprüfen. Eine Nacherkundung in Form von weiteren Baugrundaufschlüssen und Versickerungsversuchen wird im Zuge der weiteren Planung erforderlich werden.

7. FAZIT

Die Stadt Ludwigshafen plant südlich der Alexander-Fleming-Straße in Ludwigshafen-Oggersheim die Ausweisung eines Wohngebietes. Derzeit wird hierfür der Bebauungsplan Nr. 551 „Paracelsusstraße Süd“ aufgestellt. Im Geltungsbereich des Bebauungsplans befindet sich eine alllastenverdächtige Fläche, die im Hinblick auf die Kennzeichnungspflicht nach § 9 Abs. 5 BauGB (erhebliche Belastung) zu untersuchen und bodenschutzrechtlich zu bewerten war.

Anhand der durchgeführten Erkundung konnten keine Hinweise auf die ungeordnete Ablagerung (ID 5682U073-2) festgestellt werden. Unterhalb des landwirtschaftlichen Oberbodens stehen natürliche Böden in Form von Schluffen und Sanden an.

Die aus den Sondierungen entnommenen Bodenproben halten durchgängig den für eine Wohnfolgenutzung relevanten oPW2 nach ALEX Merkblatt 02 ein.

Eine Gefährdung nach den Wirkungspfaden Boden – Mensch, Boden - Nutzpflanze und Boden – Grundwasser konnte nicht festgestellt werden. Ebenfalls konnte keine Gefährdung durch Düngemittel oder Pestizide festgestellt werden.

Anhand der festgestellten k_r -Werte auf der geplanten Versickerungsfläche ist eine Versickerung auf der Fläche lediglich in den Sanden (Schicht 3) unter Einhaltung der genannten Empfehlungen zur Versickerung von Oberflächenwasser möglich. Die anstehenden Sande können als durchlässig und damit versickerungsfähig eingestuft werden. Eine Versickerung in den anstehenden Schluffen (Schicht 2) ist aufgrund der sehr schwachen bis schwachen Durchlässigkeit nicht möglich. Hier sind ergänzende Ableitungsmöglichkeiten zu schaffen oder der Schluff auszuschachten und ggf. durch durchlässigen Boden auszutauschen.

Radonuntersuchungen wurden durch die Fa. GeoConsult Rein durchgeführt. Für den Bebauungsplan werden zum derzeitigen Erkenntnisstand Radonpräventionsmaßnahmen RVK II empfohlen.

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH

i. V.



Katharina Storz, M. Sc.

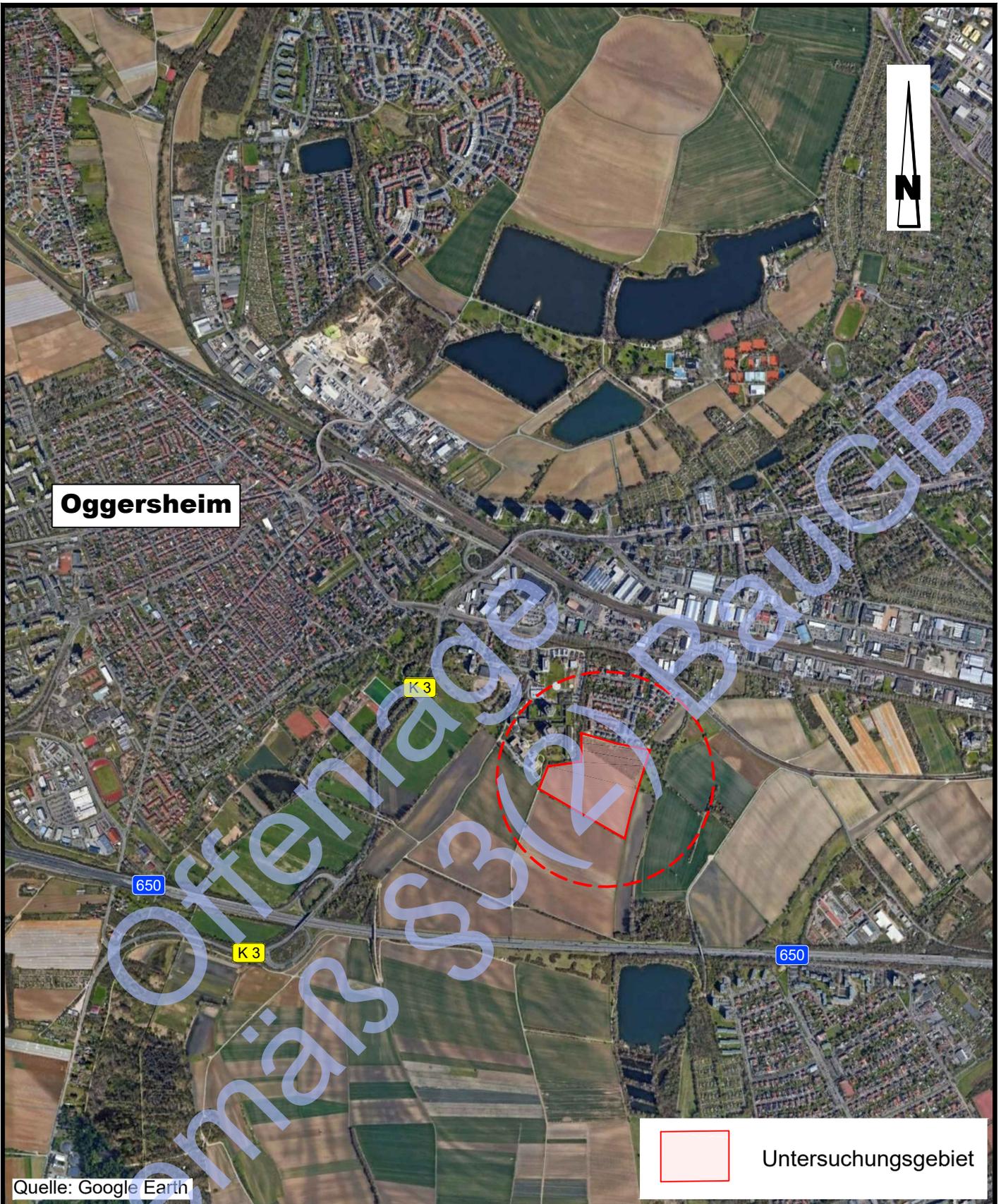
i. A.



Jasmin Riem, M. Sc.

Anlage 1

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB



Oggersheim

K 3

650

K 3

650



Untersuchungsgebiet

Quelle: Google Earth



www.igb-ingenieure.de

Datum 08.12.2020

gez. Dun

gepr. Rm

B-Plan "Paracelsusstraße Süd" , Ludwigshafen-Oggersheim

Maßstab 1 : 20.000

umwelttechnisches Bodengutachten

Anlage 1

Übersichtslageplan

Zeichnungs-Nr.
20-5044 10 ÜLP 101

Anlage 2

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB



Plangrundlage:
 Google Earth Bildaufnahme

Legende:

-  ungeordnete Ablagerung aus der Luftbildauswertung
-  Rammkernsondierungen



www.igb-ingenieure.de

B-Plan "Paracelsusstraße Süd", Ludwigshafen-Oggersheim

umwelttechnisches Bodengutachten

Lage der Untergroundaufschlüsse

Datum 02.12.2020

gez. Dun

gepr. Rm

Maßstab M 1 : 1.250

Anlage 2

Zeichnungs-Nr.
 20-5044 10 LP 102

Anlage 3

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

455600 455650 455700 455750 455800 455850 455900 455950 456000



Verdachtsstrukturen

-  Stabbrandbomben-Fund
-  Bombenrichter?
-  Geltungsbereich

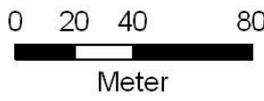
5481550
5481500
5481450
5481400
5481350
5481300
5481250
5481200
5481150
5481100
5481050
5481000
5480950

5481550
5481500
5481450
5481400
5481350
5481300
5481250
5481200
5481150
5481100
5481050
5481000
5480950

Luftbild u. Liegenschaftskarte:
©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2020), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [ergänzt 2020]



GeoConsult Rein
Gartenstraße 26-28
55276 Oppenheim
Germany



ETRS89_UTM32N

Anlage 4

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstraße Süd; Ludwigshafen
Datum: 02.11.2020
WST-Projekt-Nr: 201122
Auftraggeber: IGB Rhein-Neckar
Ausführung: M. Ring

Kampfmittelerkundung - punktuelle Oberflächenfreimessung

Die Messungen wurden mit einem Georadar von SPC Modell RD1500+ (250MHz) ausgeführt und die Radargramme Projekt 1 L1-L14

Sondierstelle	Datum	Radargramm	Oberflächen- freimessung
RKS 3	02.11.2020	L1/L2	unauffällig bis 4,00 m unter GOK
RKS 4	02.11.2020	L3/L4	unauffällig bis 4,00 m unter GOK
RKS 5	02.11.2020	L5/L6	unauffällig bis 4,00 m unter GOK
RKS 6	02.11.2020	L7/L8	unauffällig bis 4,00 m unter GOK
RKS 7	02.11.2020	L9/L10	unauffällig bis 4,00 m unter GOK
RKS 1	02.11.2020	L11/L12	unauffällig bis 3,00 m unter GOK
RKS 2	02.11.2020	L13/L14	unauffällig bis 3,00 m unter GOK

Unauffällig, d. h. keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel

Die WST - GmbH besitzt die Erlaubnis gemäß §7 SprengG. zum Umgang und zum Verkehr mit explosionsgefährlichen Stoffen. Die Arbeiten wurden nach Stand der Technik ausgeführt.
 Wir machen darauf aufmerksam, dass die erfolgte Kampfmittelerkundung nur zur Risikominderung beiträgt. Eine Aussage über das Vorhandensein von Kampfmitteln im Untergrund ist nur auf das unmittelbare Umfeld der jeweiligen Kampfmittelsondierung /-freimessung beschränkt.
 Kampfmittelfunde jeglicher Art können bei anschließenden Bohr- oder Bauarbeiten nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Eppelheim, den 02.11.2020



Marcus Ring
 §20 SprengG. - Befähigungsschein 03/2019
 Stadt Heidelberg

Anlage 5

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstraße Süd, LU-Oggersheim
WST-Proj.-Nr: 201122
AG-Proj.-Nr: 20-5044
Datum: 02.11.2020
Ausführender: S. Katzenberger, M.Sc. Geowiss.

GPS-Koordinaten und NH-Höhen

Sondierung	UTM-Koordinaten		Höhe [m ü. NH*]
	Rechtswert	Hochwert	
RKS 2_1	32455973,69	5481202,61	91,55
RKS 1_1	32455953,36	5481255,39	91,47
RKS 5	32456048,46	5481342,73	91,81
RKS 6	32456030,38	5481366,93	91,83
RKS 7	32456026,46	5481360,42	91,89
RKS 3	32456040,43	5481354,73	91,73
RKS 4	32456052,89	5481350,31	91,84

*DHHN 16

Offentl. BauGB
 gemäß §3(2)

Anlage 6

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

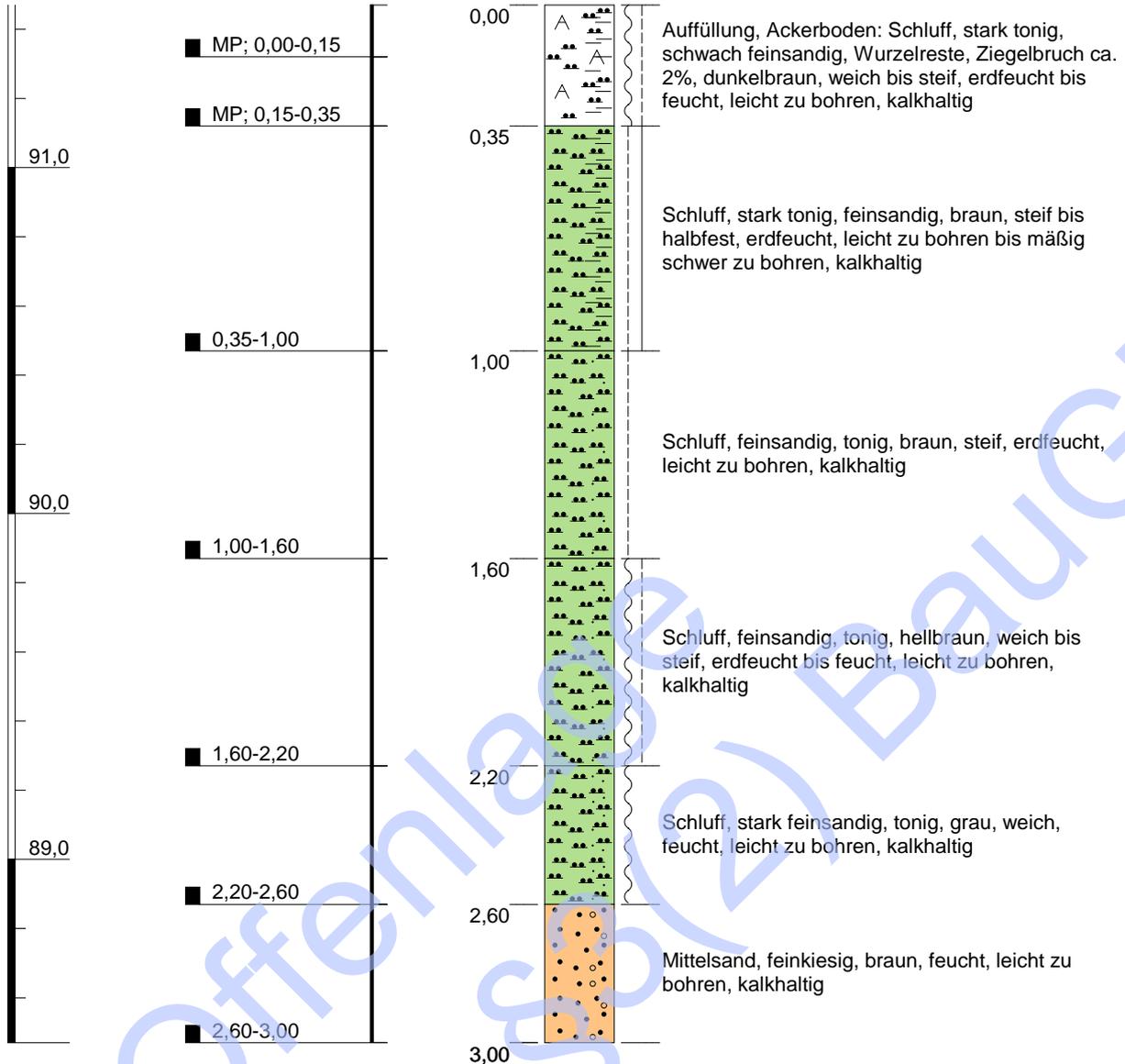
Anlage 6.1

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

m ü. NH

RKS 1 VV

Bohransatzpunkt: 91,47 m+NH



B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 190712
Gez.	03.11.2020	L. Krupp	Maßstab: 1:20
Bearb.	02.11.2020	S. Katzenberger	
Gepr.			Blattgröße: DIN A4
Ges.			

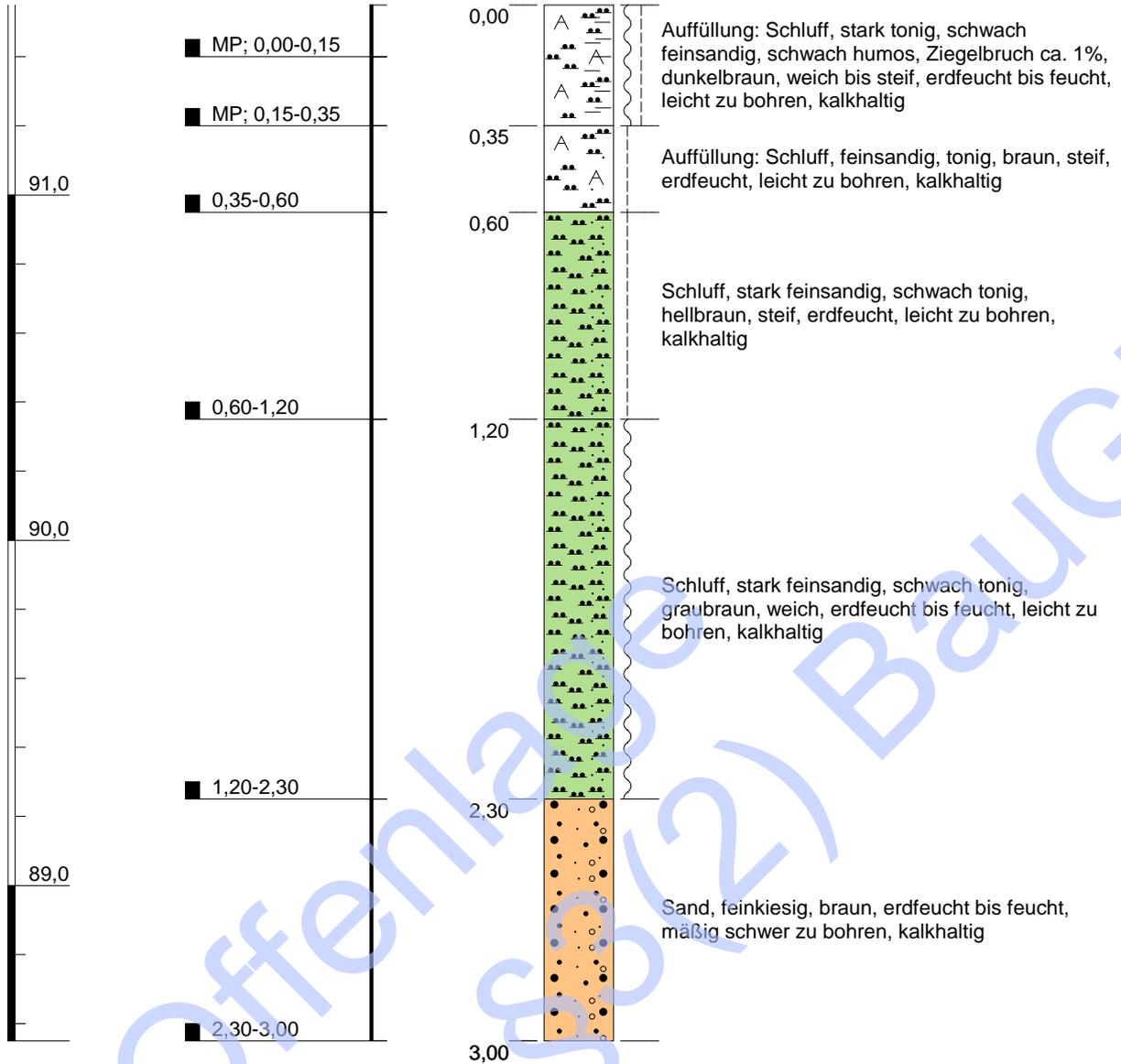
WST-GmbH
 Elly-Beinhorn-Str.6
 69124 Eppelheim
 Tel.: 06221 - 181780
 Fax: 06221 - 181784
 E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

Umweltgeol. und Hydrogeol. Erkundungen
 WST - GmbH
 Reg. MA 335840

m ü. NH

RKS 2 VV

Bohransatzpunkt: 91,55 m+NH



B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 190712
Gez.	03.11.2020	L. Krupp	Maßstab: 1:20
Bearb.	02.11.2020	S. Katzenberger	
Gepr.			Blattgröße: DIN A4
Ges.			

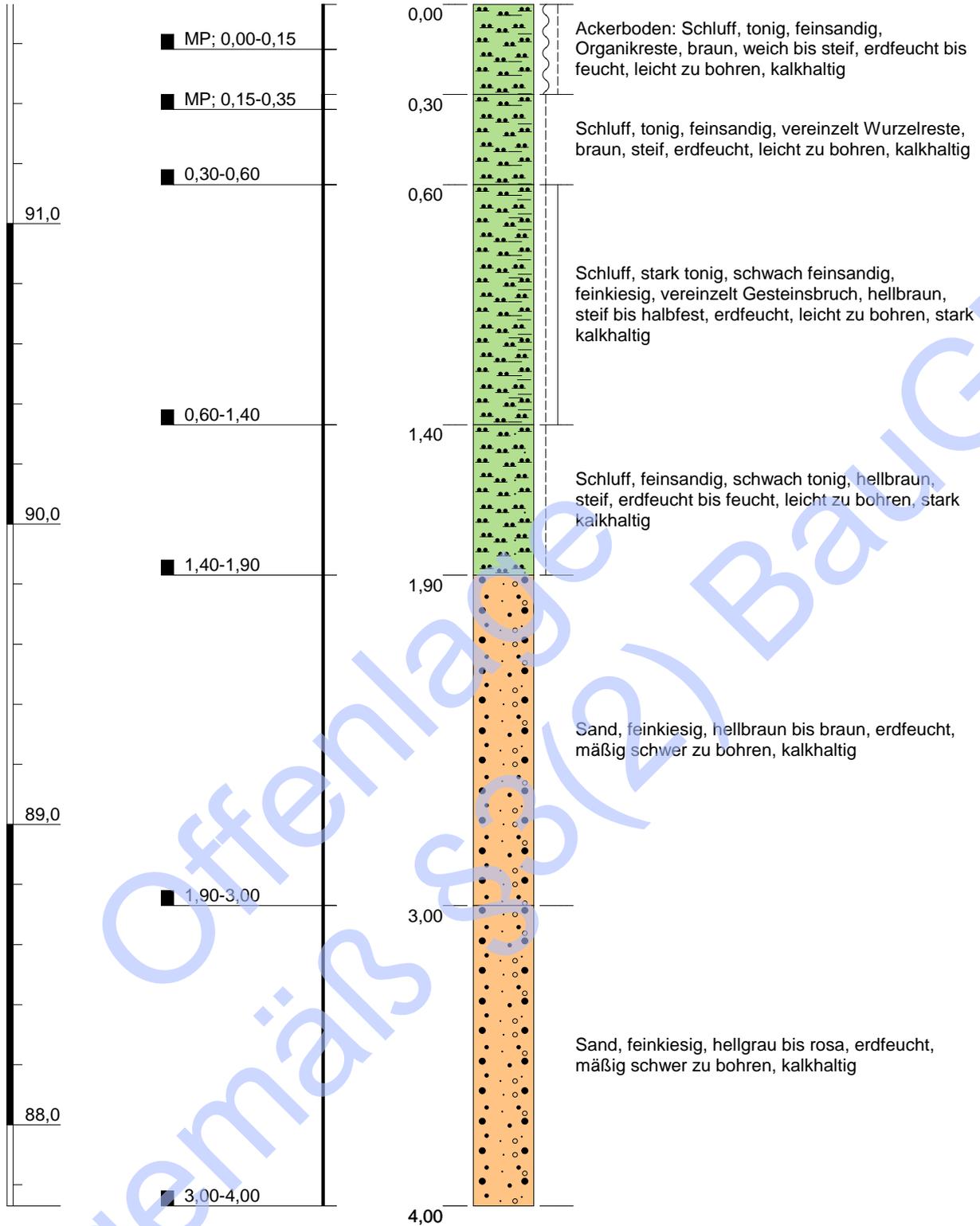
WST-GmbH
 Elly-Beinhorn-Str.6
 69124 Eppelheim
 Tel.: 06221 - 181780
 Fax: 06221 - 181784
 E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

Umweltgeol. und Hydrogeol. Erkundungen
 WST - GmbH
 Reg. MA 335840

m ü. NH

RKS 3

Bohransatzpunkt: 91,73 m+NH

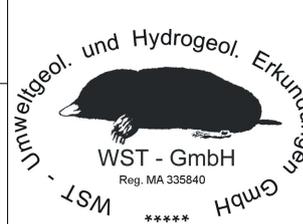


B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 190712 Maßstab: 1:20 Blattgröße: DIN A4
Gez.	03.11.2020	L. Krupp	
Bearb.	02.11.2020	S. Katzenberger	
Gepr.			
Ges.			



WST-GmbH

Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

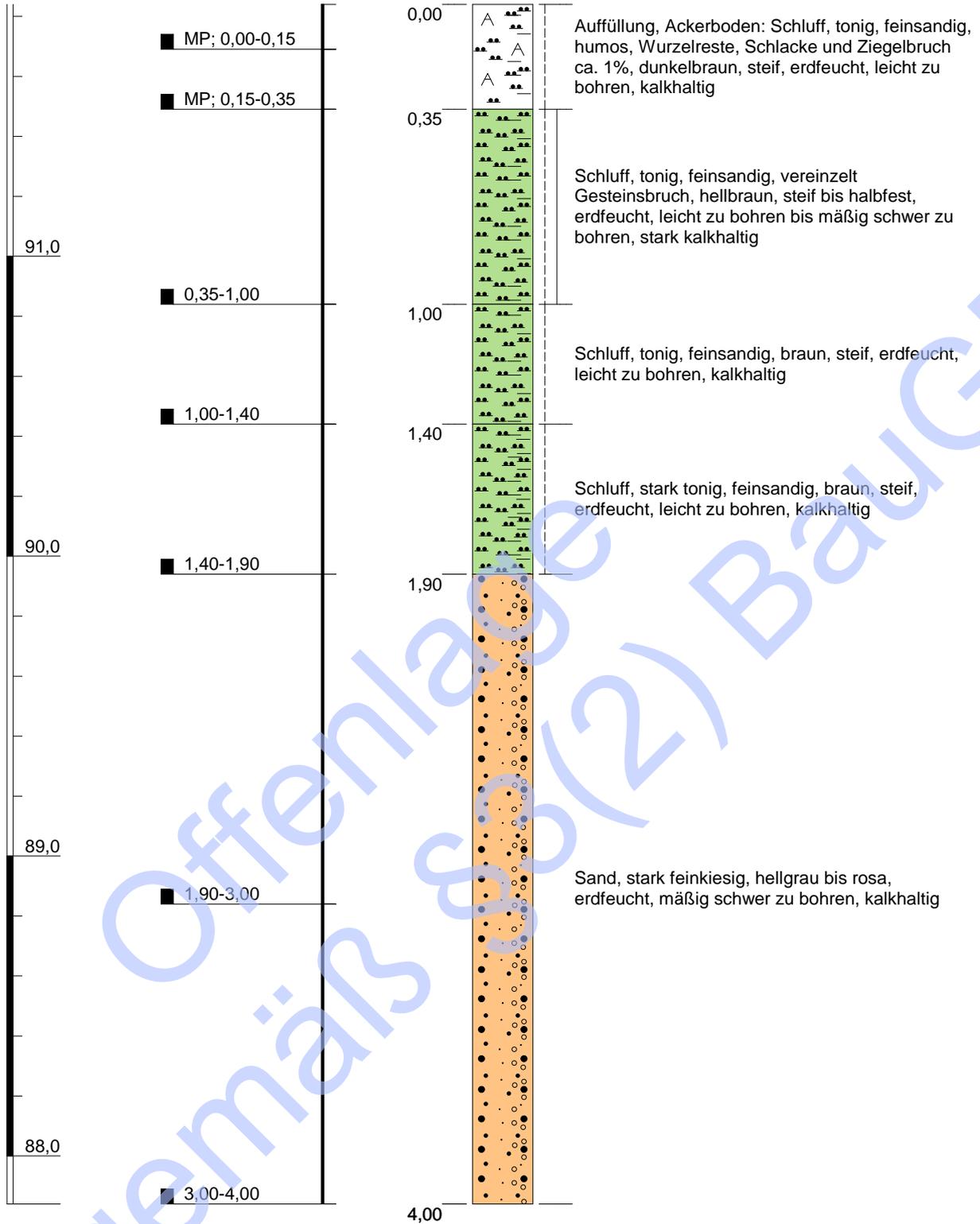
Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

m ü. NH

RKS 4

Bohransatzpunkt: 91,84 m+NH



B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 190712
Gez.	03.11.2020	L. Krupp	
Bearb.	02.11.2020	S. Katzenberger	Maßstab: 1:20
Gepr.			
Ges.			Blattgröße: DIN A4

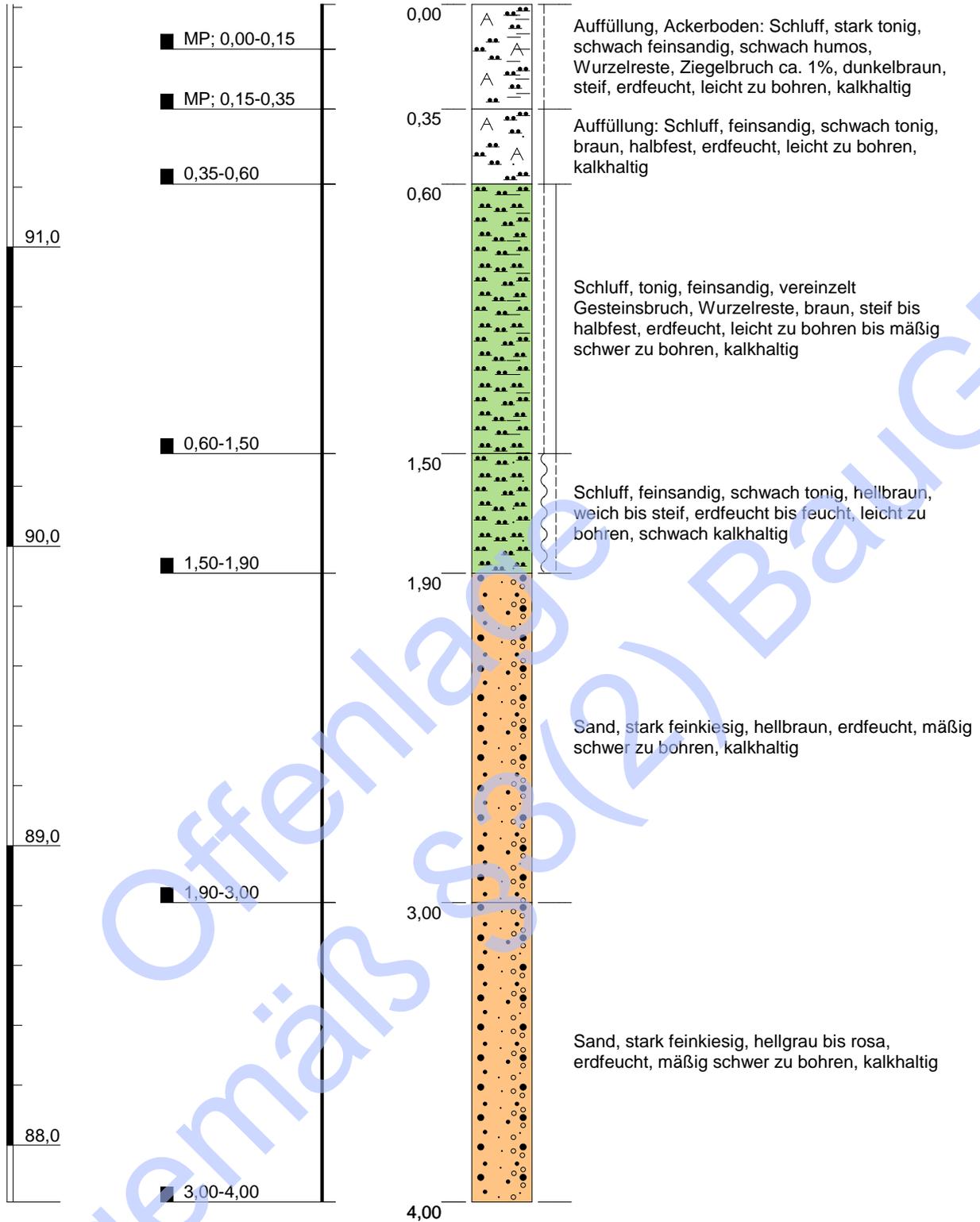
WST-GmbH
 Elly-Beinhorn-Str.6
 69124 Eppelheim
 Tel.: 06221 - 181780
 Fax: 06221 - 181784
 E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

Umweltgeol. und Hydrogeol. Erkundungen
 WST - GmbH
 Reg. MA 335840

m ü. NH

RKS 5

Bohransatzpunkt: 91,81 m+NH



B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 190712 Maßstab: 1:20 Blattgröße: DIN A4
Gez.	03.11.2020	L. Krupp	
Bearb.	02.11.2020	S. Katzenberger	
Gepr.			
Ges.			

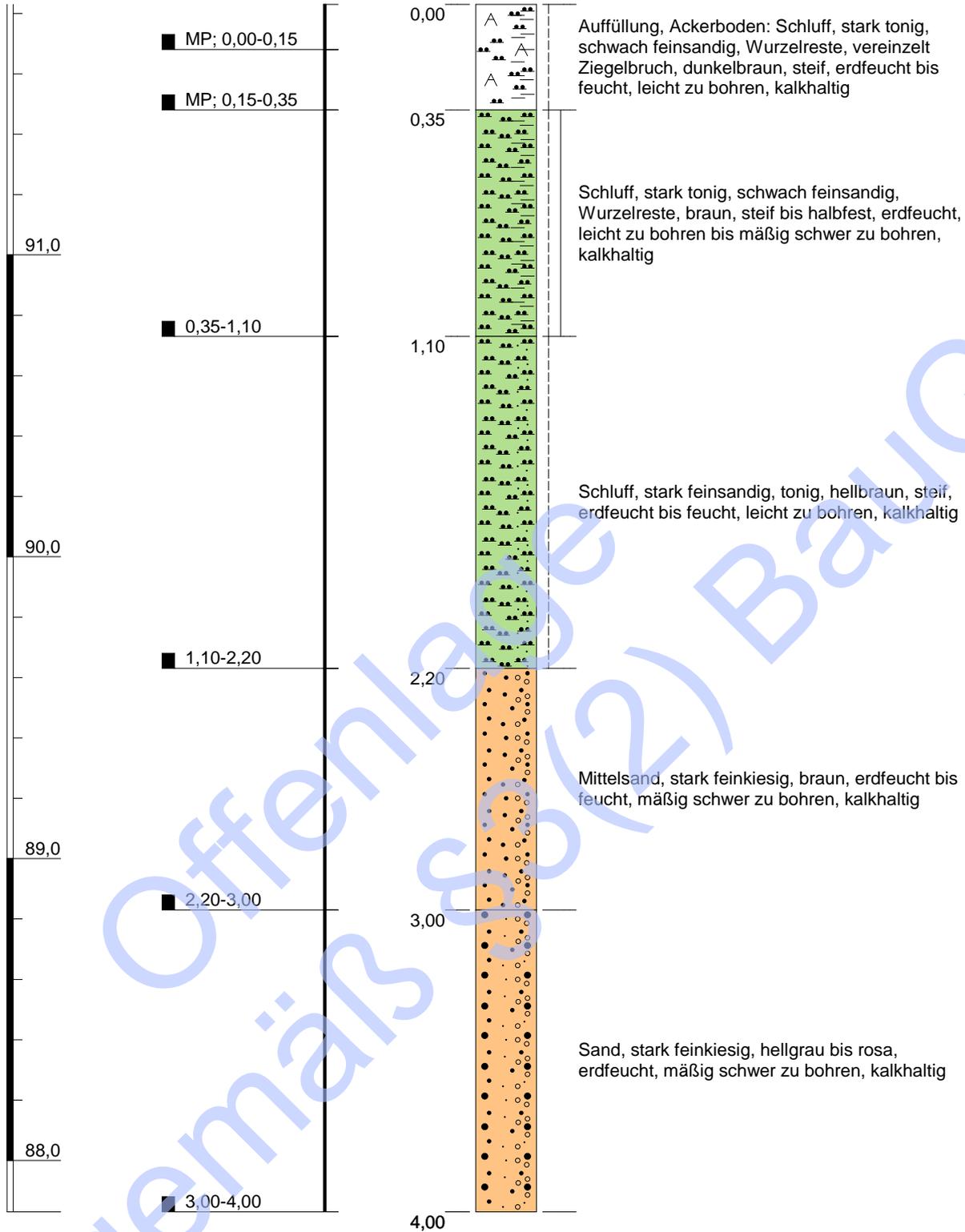
WST-GmbH
 Elly-Beinhorn-Str.6
 69124 Eppelheim
 Tel.: 06221 - 181780
 Fax: 06221 - 181784
 E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

Umweltgeol. und Hydrogeol. Erkundungen
 WST - GmbH
 Reg. MA 335840

m ü. NH

RKS 6

Bohransatzpunkt: 91,83 m+NH



B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 190712 Maßstab: 1:20 Blattgröße: DIN A4
Gez.	03.11.2020	L. Krupp	
Bearb.	02.11.2020	S. Katzenberger	
Gepr.			
Ges.			

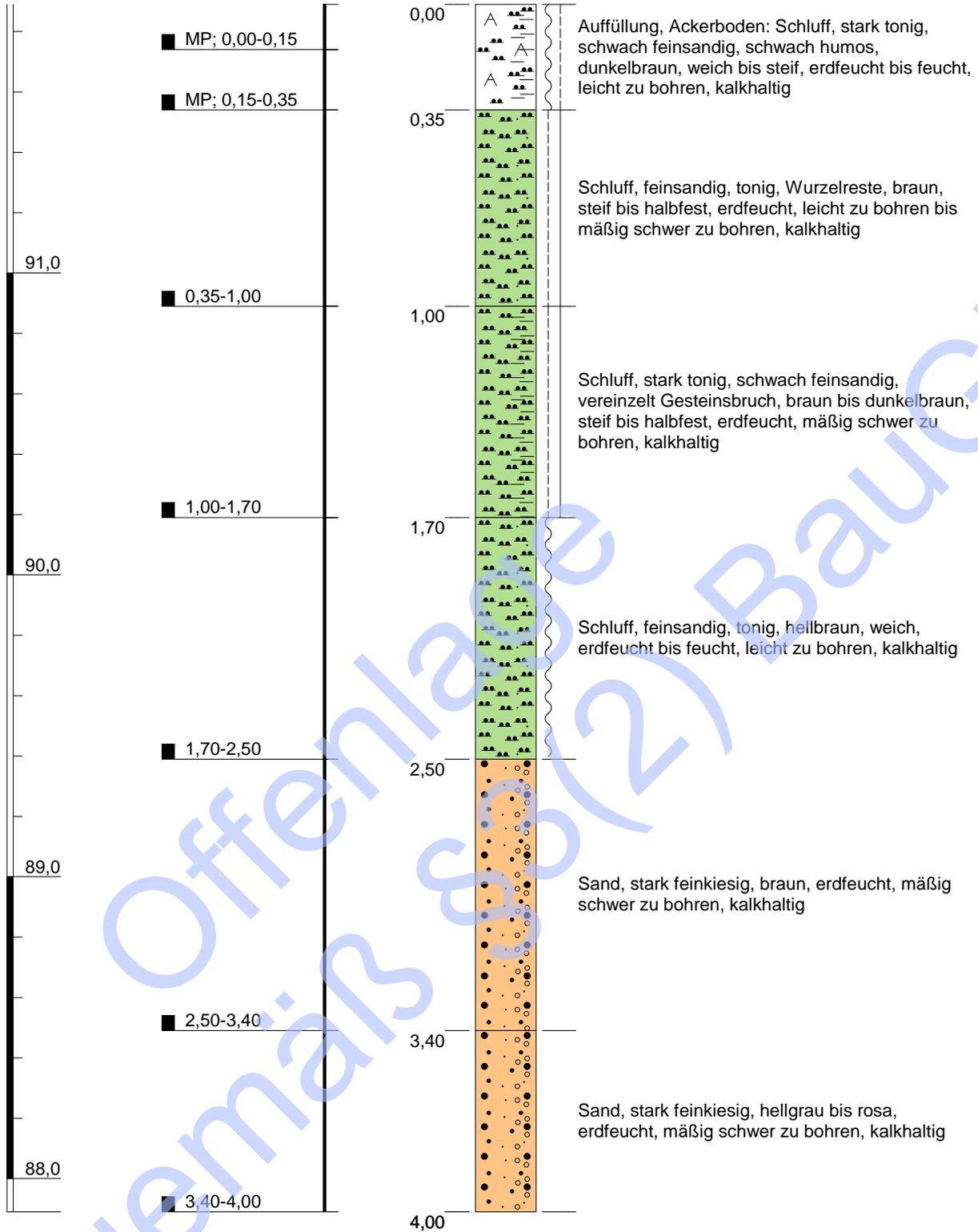
WST-GmbH
 Elly-Beinhorn-Str.6
 69124 Eppelheim
 Tel.: 06221 - 181780
 Fax: 06221 - 181784
 E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

Umweltgeol. und Hydrogeol. Erkundungen
 WST - GmbH
 Reg. MA 335840

m ü. NH

RKS 7

Bohransatzpunkt: 91,89 m+NH



B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft

Sondierprofil nach DIN 4023

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 190712
Gez.	03.11.2020	L. Krupp	Maßstab: 1:20
Bearb.	02.11.2020	S. Katzenberger	
Gepr.			Blattgröße: DIN A4
Ges.			



WST-GmbH

Elly-Beinhorn-Str.6
69124 Eppelheim

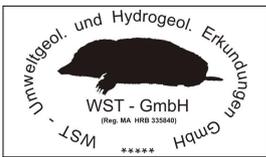
Tel.: 06221 - 181780
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

Anlage 6.2

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

1		2			3		4	5	6	
Bis		a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben			
... m unter Ansatzpunkt		b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe							
f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt						
0,35	a) Schluff, stark tonig, schwach feinsandig									
	b) Wurzelreste, Ziegelbruch ca. 2%									
	c) weich bis steif, erdfeucht bis feucht		d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun						
	f) Auffüllung		g)	h)			i) +			
1,00	a) Schluff, stark tonig, feinsandig								1,00	
	b)									
	c) steif bis halbfest, erdfeucht		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) braun						
	f)		g)	h)						i) +
1,60	a) Schluff, feinsandig, tonig								1,60	
	b)									
	c) steif, erdfeucht		d) leicht zu bohren	e) braun						
	f)		g)	h)						i) +
2,20	a) Schluff, feinsandig, tonig								2,20	
	b)									
	c) weich bis steif, erdfeucht bis feucht		d) leicht zu bohren	e) hellbraun						
	f)		g)	h)						i) +
2,60	a) Schluff, stark feinsandig, tonig								2,60	
	b)									
	c) weich, feucht		d) leicht zu bohren	e) grau						
	f)		g)	h)						i) +



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

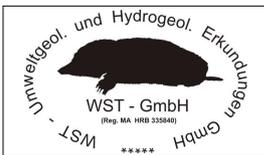
Seite: 1

Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

Datum: 02.11.2020

Bohrung: RKS 1 VV

m ü. NN 91,47m



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 2

Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

Datum: 02.11.2020

Bohrung: RKS 1 VV

m ü. NN 91,47m

1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe			i) Kalkgehalt		
3,00	a) Mittelsand, feinkiesig							3,00
	b)							
	c) feucht	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h)	i) +				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

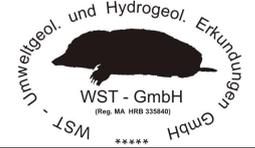
Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

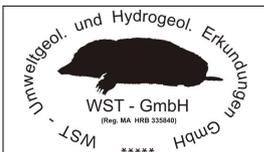
Datum: 02.11.2020

Bohrung: RKS 2 VV

m ü. NN 91,55m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,35	a) Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, schwach humos						MP MP	0,15 0,35
	b) Ziegelbruch ca. 1%							
	c) weich bis steif, erdfeucht bis feucht	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +				
0,60	a) Schluff, feinsandig, tonig							0,60
	b)							
	c) steif, erdfeucht	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +				
1,20	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig							1,20
	b)							
	c) steif, erdfeucht	d) leicht zu bohren	e) hellbraun					
	f)	g)	h)	i) +				
2,30	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig							2,30
	b)							
	c) weich, erdfeucht bis feucht	d) leicht zu bohren	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i) +				
3,00	a) Sand, feinkiesig							3,00
	b)							
	c) erdfeucht bis feucht	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h)	i) +				

		<h2 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h2> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>			Seite: 1			
Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU					Datum: 02.11.2020			
Bohrung: RKS 3					m ü. NN 91,73m			
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,30	a) Schluff, tonig, feinsandig					MP	0,15	
	b) Organikreste							
	c) weich bis steif, erdfeucht bis feucht	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h)	i) +				
0,60	a) Schluff, tonig, feinsandig					MP	0,35 0,60	
	b) vereinzelt Wurzelreste							
	c) steif, erdfeucht	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h)	i) +				
1,40	a) Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, feinkiesig						1,40	
	b) vereinzelt Gesteinsbruch							
	c) steif bis halbfest, erdfeucht	d) leicht zu bohren	e) hellbraun					
	f)	g)	h)	i) ++				
1,90	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig						1,90	
	b)							
	c) steif, erdfeucht bis feucht	d) leicht zu bohren	e) hellbraun					
	f)	g)	h)	i) ++				
3,00	a) Sand, feinkiesig						3,00	
	b)							
	c) erdfeucht	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun bis braun					
	f)	g)	h)	i) +				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 2

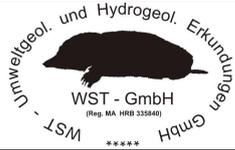
Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

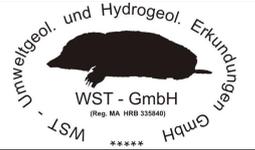
Datum: 02.11.2020

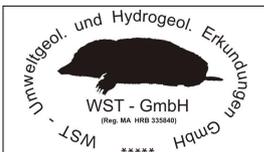
Bohrung: RKS 3

m ü. NN 91,73m

1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe			i) Kalkgehalt		
4,00	a) Sand, feinkiesig							4,00
	b)							
	c) erdfeucht	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellgrau bis rosa					
	f)	g)	h)	i) +				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

		<h2>Schichtenverzeichnis</h2> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>			Seite: 1		
Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU					Datum: 02.11.2020		
Bohrung: RKS 4				m ü. NN 91,84m			
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe		i) Kalkgehalt		
0,35	a) Schluff, tonig, feinsandig					MP MP	0,15 0,35
	b) humos, Wurzelreste, Schlacke und Ziegelbruch ca. 1%						
	c) steif, erdfeucht	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun				
	f) Auffüllung	g)	h) i) +				
1,00	a) Schluff, tonig, feinsandig						1,00
	b) vereinzelt Gesteinsbruch						
	c) steif bis halbfest, erdfeucht	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) hellbraun				
	f)	g)	h) i) ++				
1,40	a) Schluff, tonig, feinsandig						1,40
	b)						
	c) steif, erdfeucht	d) leicht zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) i) +				
1,90	a) Schluff, stark tonig, feinsandig						1,90
	b)						
	c) steif, erdfeucht	d) leicht zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) i) +				
4,00	a) Sand, stark feinkiesig						3,00 4,00
	b)						
	c) erdfeucht	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellgrau bis rosa				
	f)	g)	h) i) +				

		<h2 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h2> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>			Seite: 1			
Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU					Datum: 02.11.2020			
Bohrung: RKS 5					m ü. NN 91,81m			
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung	h) Gruppe		i) Kalkgehalt		
0,35	a) Schluff, stark tonig, schwach feinsandig						MP MP	0,15 0,35
	b) schwach humos, Wurzelreste, Ziegelbruch ca. 1%							
	c) steif, erdfeucht		d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun				
	f) Auffüllung		g)	h)				
0,60	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig							0,60
	b)							
	c) halbfest, erdfeucht		d) leicht zu bohren	e) braun				
	f) Auffüllung		g)	h)				
1,50	a) Schluff, tonig, feinsandig							1,50
	b) vereinzelt Gesteinsbruch, Wurzelreste							
	c) steif bis halbfest, erdfeucht		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) braun				
	f)		g)	h)				
1,90	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig							1,90
	b)							
	c) weich bis steif, erdfeucht bis feucht		d) leicht zu bohren	e) hellbraun				
	f)		g)	h)				
3,00	a) Sand, stark feinkiesig							3,00
	b)							
	c) erdfeucht		d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun				
	f)		g)	h)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 2

Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

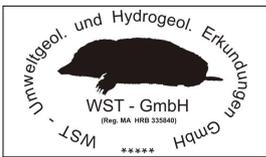
Datum: 02.11.2020

Bohrung: RKS 5

m ü. NN 91,81m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
4,00	a) Sand, stark feinkiesig							4,00
	b)							
	c) erdfeucht	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellgrau bis rosa					
	f)	g)	h)	i) +				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1		2			3		4	5	6	
Bis		a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben			
... m unter Ansatzpunkt		b) Ergänzende Bemerkungen					Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe							
f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt						
0,35	a) Schluff, stark tonig, schwach feinsandig									
	b) Wurzelreste, vereinzelt Ziegelbruch									
	c) steif, erdfeucht bis feucht		d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun						
	f) Auffüllung		g)	h)			i) +			
1,10	a) Schluff, stark tonig, schwach feinsandig								1,10	
	b) Wurzelreste									
	c) steif bis halbfest, erdfeucht		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) braun						
	f)		g)	h)						i) +
2,20	a) Schluff, stark feinsandig, tonig								2,20	
	b)									
	c) steif, erdfeucht bis feucht		d) leicht zu bohren	e) hellbraun						
	f)		g)	h)						i) +
3,00	a) Mittelsand, stark feinkiesig								3,00	
	b)									
	c) erdfeucht bis feucht		d) mäßig schwer zu bohren	e) braun						
	f)		g)	h)						i) +
4,00	a) Sand, stark feinkiesig								4,00	
	b)									
	c) erdfeucht		d) mäßig schwer zu bohren	e) hellgrau bis rosa						
	f)		g)	h)						i) +



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

Datum: 02.11.2020

Bohrung: RKS 6

m ü. NN 91,83m

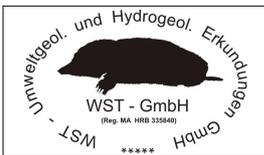
Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU

Datum: 02.11.2020

Bohrung: RKS 7

m ü. NN 91,89m

1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe			i) Kalkgehalt		
0,35	a) Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, schwach humos						MP MP	0,15 0,35
	b)							
	c) weich bis steif, erdfeucht bis feucht	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Auffüllung	g)	h)					
1,00	a) Schluff, feinsandig, tonig							1,00
	b) Wurzelreste							
	c) steif bis halbfest, erdfeucht	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) braun					
	f)	g)	h)					
1,70	a) Schluff, stark tonig, schwach feinsandig							1,70
	b) vereinzelt Gesteinsbruch							
	c) steif bis halbfest, erdfeucht	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun bis dunkelbraun					
	f)	g)	h)					
2,50	a) Schluff, feinsandig, tonig							2,50
	b)							
	c) weich, erdfeucht bis feucht	d) leicht zu bohren	e) hellbraun					
	f)	g)	h)					
3,40	a) Sand, stark feinkiesig							3,40
	b)							
	c) erdfeucht	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h)					



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 2

Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstr. Süd LU Datum: 02.11.2020

Bohrung: RKS 7 m ü. NN 91,89m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
4,00	a) Sand, stark feinkiesig							4,00
	b)							
	c) erdfeucht	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellgrau bis rosa					
	f)	g)	h)	i) +				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Anlage 7

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

WST-GmbH, Elly-Beinhorn-Str. 6, 69214 Eppelheim

Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstraße Süd, LU-Oggersheim
WST-Proj.-Nr: 201122
Ausführung: M. Ring
Datum: 02.11.2020

VV im schloffenen Vollrohr

Versuch Nr.: 1	RKS 1	Versuchstiefe: 2,66	m u. GOK	Open-End-Test in ungesättigter Bodenzone
----------------	-------	---------------------	----------	--

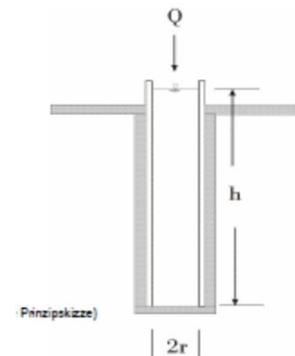
h = Wassersäule im Rohr [m]	t = Zeit [sek.]	Absenkung im Vollrohr [m]	Q [m³] gesamt	Q [m³/s]	
3,000	0	0,000	0	0	Mittelwert Q [m³/s]: 1,50E-06
2,990	5	0,010	1,59E-05	3,18E-06	
2,980	10	0,020	3,18E-05	3,18E-06	
2,970	15	0,030	4,77E-05	3,18E-06	
2,965	20	0,035	5,57E-05	1,59E-06	Höhe d. Wassersäule zu Beginn [m] 3,00
2,965	25	0,035	5,57E-05	0,00E+00	Durchmesser Messrohr [m]: 0,045
2,960	30	0,040	6,36E-05	1,59E-06	1 cm Absenkung = m³ 1,59E-05
2,940	60	0,060	9,54E-05	1,06E-06	1 cm Absenkung = ml 15,90
2,885	120	0,115	1,83E-04	1,46E-06	Radius Messrohr [m] 0,023
2,855	180	0,145	2,31E-04	7,95E-07	Mittelwert h [m] 2,876
2,805	240	0,195	3,10E-04	1,33E-06	
2,770	300	0,230	3,66E-04	9,28E-07	
2,635	600	0,365	5,81E-04	7,16E-07	
2,550	900	0,450	7,16E-04	4,51E-07	

Auswertung (nach Prinz 1977, S. 76/77 2.85.c):

$$k_f = \frac{Q \text{ [m}^3\text{/s]}}{5,5 \times r \text{ [m]} \times h \text{ [m]}}$$

Mit: Q = Wasserzugabe
r = Radius Messrohr
h = Höhe Wassersäule
5,5 = Formelkonstante

$$k_f = \frac{1,50E-06 \text{ m}^3\text{/s}}{0,356 \text{ m}^2} = \underline{\underline{4,20E-06 \text{ m/s}}}$$



Verdichtung während der Bohrung kann zu veränderten Versickerungsraten führen!

WST-GmbH, Elly-Beinhorn-Str. 6, 69214 Eppelheim

Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstraße Süd, LU-Oggersheim
WST-Proj.-Nr: 201122
Ausführung: M. Ring
Datum: 02.11.2020

VV im schloffenen Vollrohr

Versuch Nr.: 2	RKS 1	Versuchstiefe: 2,66	m u. GOK	Open-End-Test in ungesättigter Bodenzone
----------------	-------	---------------------	----------	--

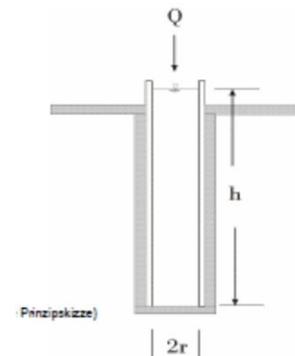
h = Wassersäule im Rohr [m]	t = Zeit [sek.]	Absenkung im Vollrohr [m]	Q [m³] gesamt	Q [m³/s]	
3,000	0	0,000	0	0	Mittelwert Q [m³/s]: 1,37E-06
2,995	5	0,005	7,95E-06	1,59E-06	
2,990	10	0,010	1,59E-05	1,59E-06	
2,985	15	0,015	2,39E-05	1,59E-06	
2,975	20	0,025	3,98E-05	3,18E-06	Höhe d. Wassersäule zu Beginn [m] 3,00
2,975	25	0,025	3,98E-05	0,00E+00	Durchmesser Messrohr [m]: 0,045
2,965	30	0,035	5,57E-05	3,18E-06	1 cm Absenkung = m³ 1,59E-05
2,940	60	0,060	9,54E-05	1,33E-06	1 cm Absenkung = ml 15,90
2,890	120	0,110	1,75E-04	1,33E-06	Radius Messrohr [m] 0,023
2,860	180	0,140	2,23E-04	7,95E-07	Mittelwert h [m] 2,884
2,810	240	0,190	3,02E-04	1,33E-06	
2,780	300	0,220	3,50E-04	7,95E-07	
2,645	600	0,355	5,65E-04	7,16E-07	
2,570	900	0,430	6,84E-04	3,98E-07	

Auswertung (nach Prinz 1977, S. 76/77 2.85.c):

$$k_f = \frac{Q \text{ [m}^3\text{/s]}}{5,5 \times r \text{ [m]} \times h \text{ [m]}}$$

Mit: Q = Wasserzugabe
 r = Radius Messrohr
 h = Höhe Wassersäule
 5,5 = Formelkonstante

$$k_f = \frac{1,37E-06 \text{ m}^3\text{/s}}{0,357 \text{ m}^2} = \underline{\underline{3,84E-06 \text{ m/s}}}$$



Verdichtung während der Bohrung kann zu veränderten Versickerungsraten führen!

Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstraße Süd, LU-Oggersheim
WST-Proj.-Nr: 201122
Ausführung: M. Ring
Datum: 02.11.2020

VV im schloffenen Vollrohr

Versuch Nr.: 1	RKS 2	Versuchstiefe: 2,78	m u. GOK	Open-End-Test in ungesättigter Bodenzone
----------------	-------	---------------------	----------	--

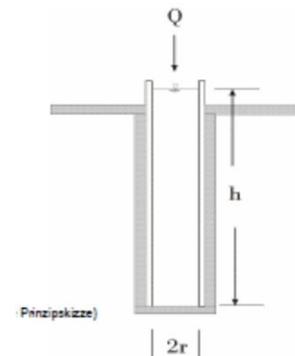
h = Wassersäule im Rohr [m]	t = Zeit [sek.]	Absenkung im Vollrohr [m]	Q [m³] gesamt	Q [m³/s]	
3,000	0	0,000	0	0	Mittelwert Q [m³/s]: 2,10E-06
2,990	5	0,010	1,59E-05	3,18E-06	
2,980	10	0,020	3,18E-05	3,18E-06	
2,980	15	0,020	3,18E-05	0,00E+00	
2,965	20	0,035	5,57E-05	4,77E-06	Höhe d. Wassersäule zu Beginn [m] 3,00
2,950	30	0,050	7,95E-05	2,39E-06	Durchmesser Messrohr [m]: 0,045
2,940	40	0,060	9,54E-05	1,59E-06	1 cm Absenkung = m³ 1,59E-05
2,930	50	0,070	1,11E-04	1,59E-06	1 cm Absenkung = ml 15,90
2,910	60	0,090	1,43E-04	3,18E-06	Radius Messrohr [m] 0,023
2,835	120	0,165	2,62E-04	1,99E-06	Mittelwert h [m] 2,813
2,765	180	0,235	3,74E-04	1,86E-06	
2,685	240	0,315	5,01E-04	2,12E-06	
2,630	300	0,370	5,88E-04	1,46E-06	
2,400	600	0,600	9,54E-04	1,22E-06	
2,230	900	0,770	1,22E-03	9,01E-07	

Auswertung (nach Prinz 1977, S. 76/77 2.85.c):

$$k_f = \frac{Q \text{ [m}^3\text{/s]}}{5,5 \times r \text{ [m]} \times h \text{ [m]}}$$

Mit: Q = Wassergabe
r = Radius Messrohr
h = Höhe Wassersäule
5,5 = Formelkonstante

$$k_f = \frac{2,10E-06 \text{ m}^3\text{/s}}{0,348 \text{ m}^2} = \underline{\underline{6,04E-06 \text{ m/s}}}$$



Verdichtung während der Bohrung kann zu veränderten Versickerungsraten führen!

Projekt: B-Plan 551 Paracelsusstraße Süd, LU-Oggersheim
WST-Proj.-Nr.: 201122
Ausführung: M. Ring
Datum: 02.11.2020

VV im schloffenen Vollrohr

Versuch Nr.: 2	RKS 2	Versuchstiefe: 2,78	m u. GOK	Open-End-Test in ungesättigter Bodenzone
-----------------------	--------------	----------------------------	-----------------	---

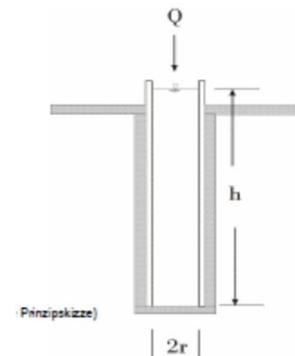
h = Wassersäule im Rohr [m]	t = Zeit [sek.]	Absenkung im Vollrohr [m]	Q [m³] gesamt	Q [m³/s]	
3,000	0	0,000	0	0	Mittelwert Q [m³/s]: 1,93E-06
2,990	5	0,010	1,59E-05	3,18E-06	
2,980	10	0,020	3,18E-05	3,18E-06	
2,970	15	0,030	4,77E-05	3,18E-06	
2,965	20	0,035	5,57E-05	1,59E-06	Höhe d. Wassersäule zu Beginn [m] 3,00
2,950	30	0,050	7,95E-05	2,39E-06	Durchmesser Messrohr [m]: 0,045
2,935	40	0,065	1,03E-04	2,39E-06	1 cm Absenkung = m³ 1,59E-05
2,925	50	0,075	1,19E-04	1,59E-06	1 cm Absenkung = ml 15,90
2,915	60	0,085	1,35E-04	1,59E-06	Radius Messrohr [m] 0,023
2,850	120	0,150	2,39E-04	1,72E-06	Mittelwert h [m] 2,834
2,790	180	0,210	3,34E-04	1,59E-06	
2,730	240	0,270	4,29E-04	1,59E-06	
2,680	300	0,320	5,09E-04	1,33E-06	
2,480	600	0,520	8,27E-04	1,06E-06	
2,350	900	0,650	1,03E-03	6,89E-07	

Auswertung (nach Prinz 1977, S. 76/77 2.85.c):

$$k_f = \frac{Q \text{ [m}^3\text{/s]}}{5,5 \times r \text{ [m]} \times h \text{ [m]}}$$

Mit: Q = Wasserzugabe
r = Radius Messrohr
h = Höhe Wassersäule
5,5 = Formelkonstante

$$k_f = \frac{1,93E-06 \text{ m}^3\text{/s}}{0,351 \text{ m}^2} = \underline{\underline{5,51E-06 \text{ m/s}}}$$



Verdichtung während der Bohrung kann zu veränderten Versickerungsraten führen!

Anlage 8

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

S-BB Baustoffprüfung GmbH - Auf dem Land 10 - 66989 Höheinöd

Büro Westpfalz / SaarlandAuf dem Land 10, 66989 Höheinöd
Tel.: 0 6333 27 54 83 - 0 / Fax: - 20**IGB****Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH**
Heinigstraße 26**67059 Ludwigshafen a.Rhein**Büro Rhein-MainWaldstraße 40, 65451 Kelsterbach
Tel.: 0 6107 30 85 44 - 1 / Fax: - 2

www.s-bb.de

stracke@s-bb.de

Ihr Zeichen

Unser Zeichen

Datum

be

25.11.2020

UNTERSUCHUNGSBERICHT**B201566****Auftraggeber:****IGB****Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH**
Heinigstraße 26
67059 Ludwigshafen a.Rhein**Bauvorhaben:****NBG Paracelsusstraße, Projekt-Nr. 20-5044****Prüfungen:****Korngrößenverteilung nach DIN 18123****Prüf- / Entnahmedatum:****02.11.2020**

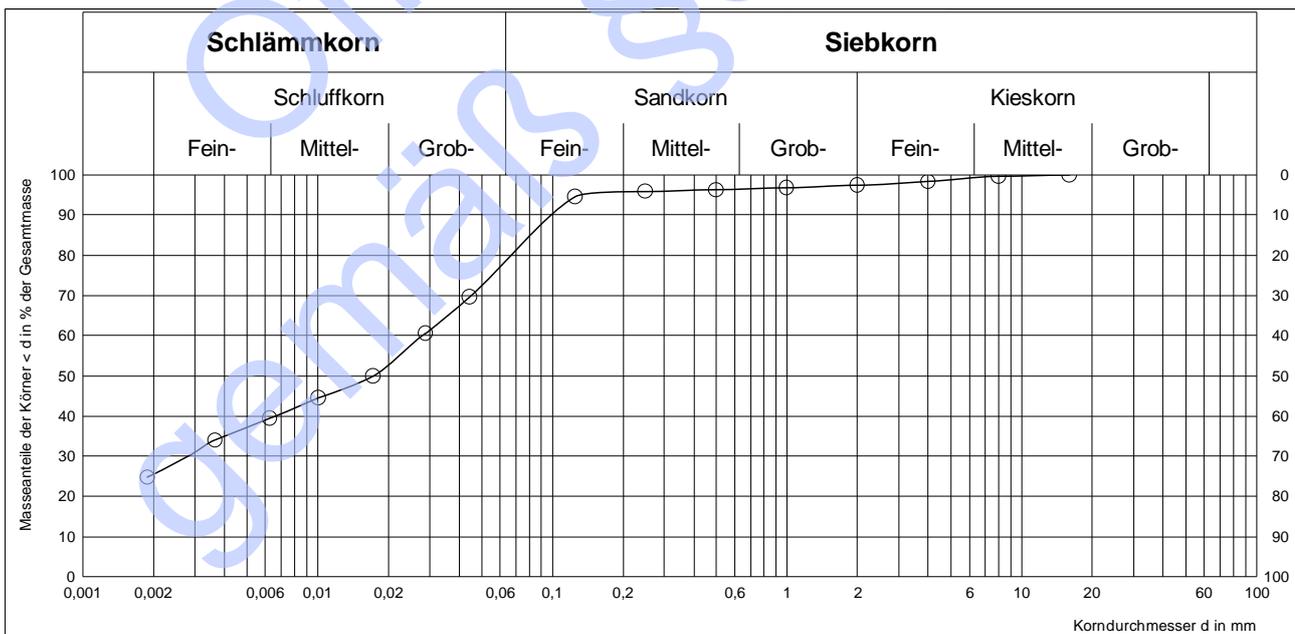
S-BB Baustoffprüfung GmbH



Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123:2011-04

Prüfnummer:	20-08968	Entnahmestelle:	RKS 1
Auftraggeber:	IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH	Lage:	-
		Tiefe:	1,00m bis 2,20m
		Bodenart:	Schluff, tonig, sandig, schw. kiesig, UM-TM
Baustelle:	NBG Paracelsusstraße, Projekt-Nr. 20-5044	Art der Entnahme:	
		Entnahmedatum:	02.11.2020
		Entnahme durch:	WST
Bemerkung:		Prüfdatum:	20.11.2020
		Prüfung durch:	Fabis, Krzysztof

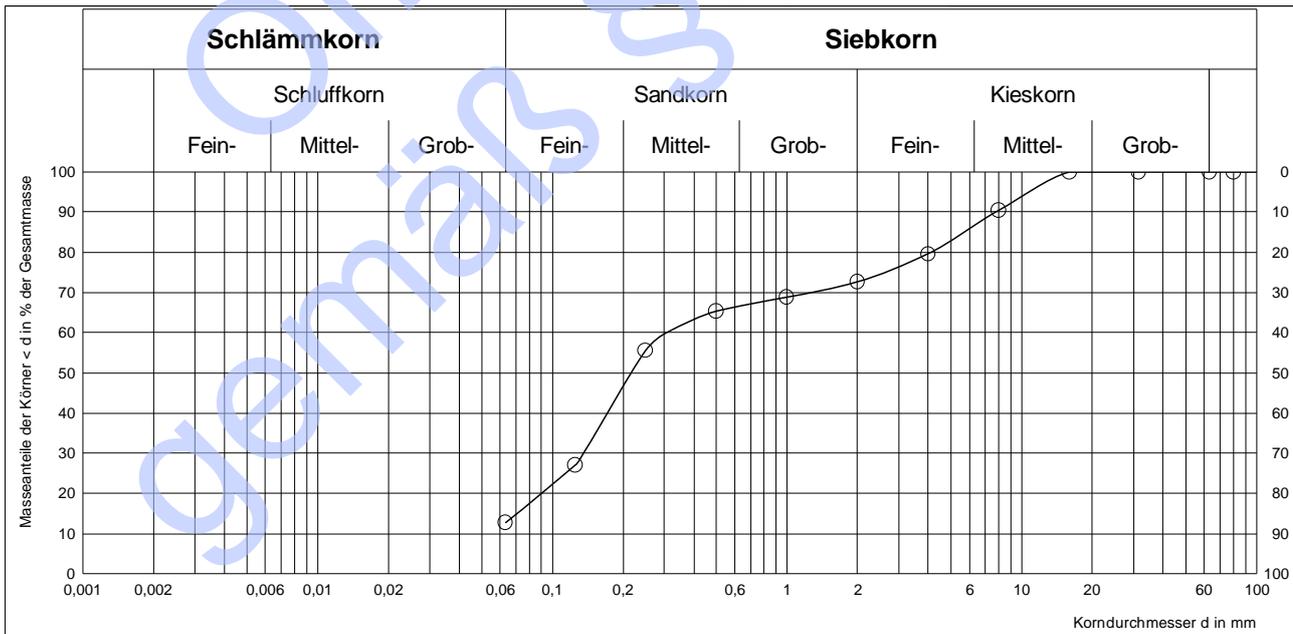
Kornklassen		Anteil in %	Siebdurchgang (in %)		
von (mm)	bis (mm)		Ist	Soll Min Max	
63	80				
31,5	63				
16	31,5		100,0		
8	16	0,3	99,7		
4	8	1,3	98,4		
2	4	1,0	97,4		
1	2	0,7	96,7		
0,5	1	0,5	96,2		
0,25	0,5	0,4	95,8		
0,125	0,25	1,2	94,6		
0,063	0,125	0,6	94,0		
0	0,063	94,0			
Summe:					
Siebverlust:					



Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123:2011-04

Prüfnummer:	20-08967	Entnahmestelle:	RKS 1
Auftraggeber:	IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH	Lage:	-
Baustelle:	NBG Paracelsusstraße, Projekt-Nr. 20-5044	Tiefe:	2,60m bis 3,00m
Bemerkung:		Bodenart:	Sand, kiesig, schluffig, SU
		Art der Entnahme:	
		Entnahmedatum:	02.11.2020
		Entnahme durch:	WST
		Prüfdatum:	20.11.2020
		Prüfung durch:	Fabis, Krzysztof

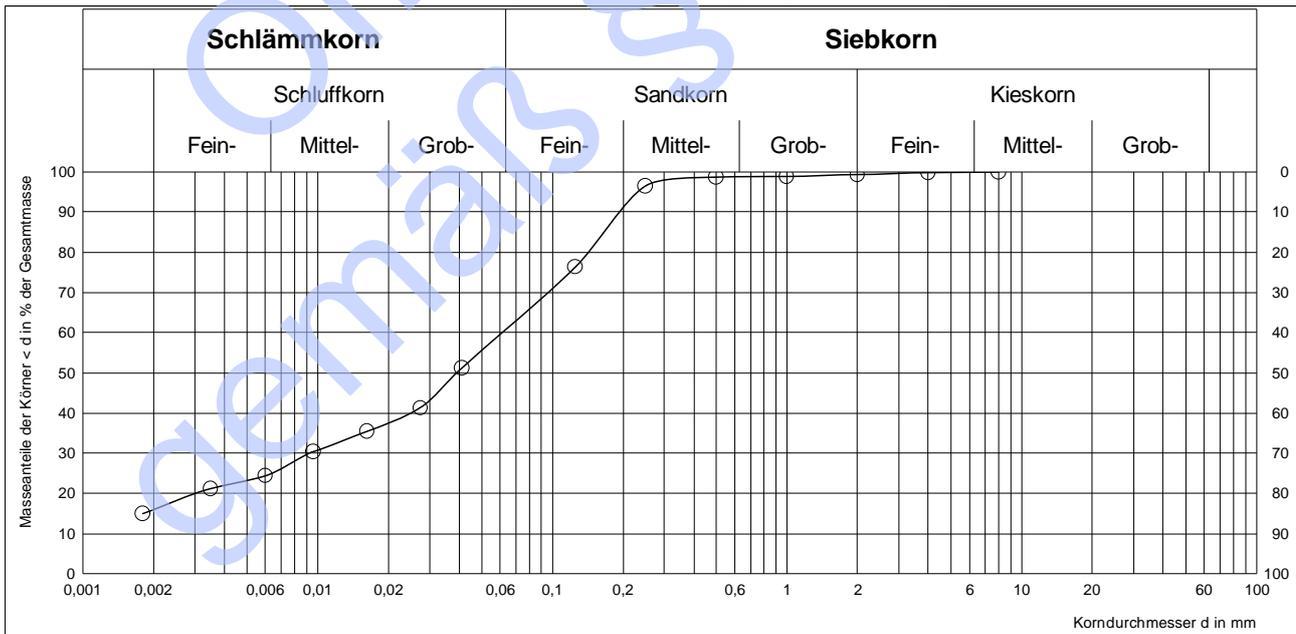
Kornklassen		Anteil in %	Siebdurchgang (in %)		
von (mm)	bis (mm)		Ist	Soll	
				Min	Max
63	80				
31,5	63				
16	31,5		100,0		
8	16	9,6	90,4		
4	8	10,9	79,5		
2	4	6,9	72,6		
1	2	3,7	68,9		
0,5	1	3,6	65,3		
0,25	0,5	9,7	55,6		
0,125	0,25	28,5	27,1		
0,063	0,125	14,4	12,7		
0	0,063	12,7			
Summe:					
Siebverlust:					



Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123:2011-04

Prüfnummer:	20-08969	Entnahmestelle:	RKS 2
Auftraggeber:	IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH	Lage:	-
		Tiefe:	1,20m bis 2,30m
		Bodenart:	Schluff, st. sandig, tonig, schw. kiesig, UM
Baustelle:	NBG Paracelsusstraße, Projekt-Nr. 20-5044	Art der Entnahme:	gestört
		Entnahmedatum:	02.11.2020
		Entnahme durch:	WST
Bemerkung:		Prüfdatum:	20.11.2020
		Prüfung durch:	Fabis, Krzysztof

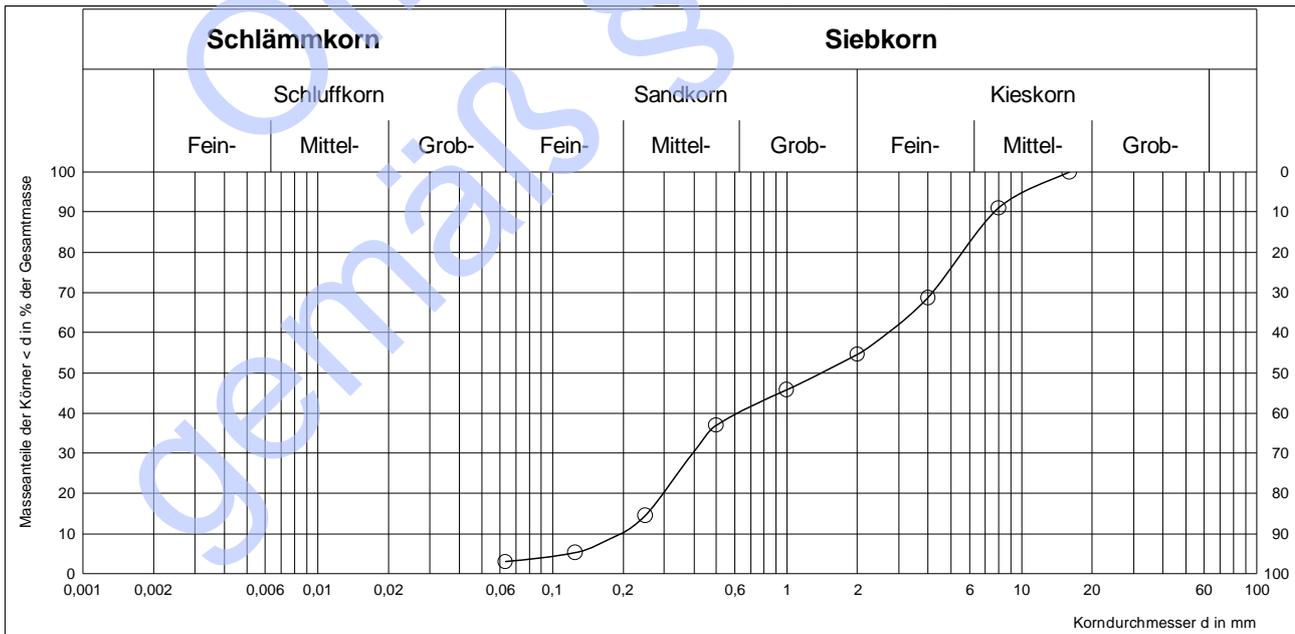
Kornklassen		Anteil in %	Siebdurchgang (in %)		
von (mm)	bis (mm)		Ist	Soll Min Max	
63	80				
31,5	63				
16	31,5				
8	16		100,0		
4	8	0,3	99,7		
2	4	0,5	99,2		
1	2	0,3	98,9		
0,5	1	0,2	98,7		
0,25	0,5	2,2	96,5		
0,125	0,25	20,1	76,4		
0,063	0,125	18,5	57,9		
0	0,063	57,9			
Summe:					
Siebverlust:					



Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123:2011-04

Prüfnummer:	20-08970	Entnahmestelle:	RKS 2
Auftraggeber:	IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH	Lage:	-
Baustelle:	NBG Paracelsusstraße, Projekt-Nr. 20-5044	Tiefe:	2,30m bis 3,00m
Bemerkung:		Bodenart:	Sand, st. kiesig, schw. schluffig, GI
		Art der Entnahme:	gestört
		Entnahmedatum:	02.11.2020
		Entnahme durch:	WST
		Prüfdatum:	20.11.2020
		Prüfung durch:	Fabis, Krzysztof

Kornklassen		Anteil in %	Siebdurchgang (in %)		
von (mm)	bis (mm)		Ist	Soll	
				Min	Max
63	80				
31,5	63				
16	31,5		100,0		
8	16	9,0	91,0		
4	8	22,3	68,7		
2	4	14,1	54,6		
1	2	8,9	45,7		
0,5	1	8,8	36,9		
0,25	0,5	22,4	14,5		
0,125	0,25	9,3	5,2		
0,063	0,125	2,1	3,1		
0	0,063	3,1			
Summe:					
Siebverlust:					



Anlage 9

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

Eurofins Umwelt Südwest GmbH - Hasenpfühlweide 16 - DE-67346 - Speyer

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH
Heinigstraße 26
67059 Ludwigshafen

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02057431
Prüfberichtsnummer: AR-20-JN-013694-01

Auftragsbezeichnung: 20-5044 NBG Paracelsusstr.

Anzahl Proben: 5
Probenart: Boden
Probenahmedatum: 02.11.2020
Probenehmer: Auftraggeber

Probeneingangdatum: 16.11.2020
Prüfzeitraum: 16.11.2020 - 01.12.2020

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Marcel Schädler
Prüfleiter
Tel. +49 62328767711

Digital signiert, 01.12.2020
Marcel Schädler
Prüfleitung

Probenbezeichnung	MP 0-0,1 m	MP 0,1-0,35	RKS 5 0,35-0,6 m
Probenahmedatum/ -zeit	02.11.2020	02.11.2020	02.11.2020
Probennummer	020237783	020237789	020237790

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

Probenvorbereitung Feststoffe

Fraktion < 2 mm	AN/f	LG004	DIN ISO 11464: 2006-12	0,1	%	97,2	86,6	-
Fraktion > 2 mm	AN/f	LG004	DIN ISO 11464: 2006-12	0,1	%	2,8	13,4	-

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Klassifikation (qualitativ)	FR/f		DIN 18196: 2011-05			schwach toniger Lehm	lehmiger Schluff	lehmiger Schluff
Konsistenz	AN/f		QM-SAA 151: 2017-01			fest	fest	halbfest
Homogenität	AN/f		QM-SAA 151: 2017-01			inhomogen	inhomogen	homogen
Farbe qualit.	AN/f		DIN EN ISO 14688-1: 2018-05			braun	braun	braun
Geruch (qualitativ)	AN/f		DIN EN ISO 14688-1: 2018-05			ohne	ohne	erdig
Trockenmasse	AN	LG004	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	82,1	84,1	87,4

Anionen aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

Cyanide, gesamt	AN/f	LG004	DIN ISO 17380: 2011	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	-
-----------------	------	-------	---------------------	-----	----------	-------	-------	---

Elemente aus der Originalsubstanz

Stickstoff, gesamt	FR/f	RE000 FY	DIN EN 16168: 2012-11	0,05	Ma.-% TS	0,13	0,12	-
--------------------	------	-------------	-----------------------	------	----------	------	------	---

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

Arsen (As)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	9,4	10,3	9,4
Blei (Pb)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	30	25	23
Cadmium (Cd)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	0,3	0,3	0,3
Chrom (Cr)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	32	31	36
Kalium (K)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	5	mg/kg TS	3630	3610	-
Kupfer (Cu)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	18	16	17
Magnesium (Mg)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	30	mg/kg TS	8270	8650	-
Nickel (Ni)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	29	29	33
Phosphor (P)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	10	mg/kg TS	697	687	-
Quecksilber (Hg)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	0,13	0,13	0,13
Zink (Zn)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	64	62	65

Elemente aus Königswasseraufschluss nach DIN ISO 11466: 1997-06 (Fraktion <2mm)[#]

Arsen (As)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,8	mg/kg TS	10,3	10,7	-
Blei (Pb)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	2	mg/kg TS	26	26	-
Cadmium (Cd)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,2	mg/kg TS	0,3	0,3	-
Chrom (Cr)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	35	38	-
Nickel (Ni)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	29	30	-
Quecksilber (Hg)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	0,11	0,13	-

Probenbezeichnung	MP 0-0,1 m	MP 0,1-0,35	RKS 5 0,35-0,6 m
Probenahmedatum/ -zeit	02.11.2020	02.11.2020	02.11.2020
Probennummer	020237783	020237789	020237790

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

EOX	AN/f	LG004	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
POX (ausblasbare organische Halogenverbindungen)	FR/f		DIN 38414-17 (S17): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
HKW (gesamt) (EOX+POX)	AN/f	LG004	berechnet	1,2	mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/f	LG004	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/f	LG004	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,14	< 0,05	< 0,05
Anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,07	< 0,05	< 0,05
Fluoranthen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,36	0,07	< 0,05
Pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,27	0,06	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,22	< 0,05	< 0,05
Chrysen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,16	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,21	0,06	< 0,05
Benzo[k]fluoranthen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,10	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,16	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,08	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,10	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	1,87	0,19	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	1,87	0,19	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	MP 0-0,1 m	MP 0,1-0,35	RKS 5 0,35-0,6 m
Probenahmedatum/ -zeit	02.11.2020	02.11.2020	02.11.2020
Probennummer	020237783	020237789	020237790

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
PAK aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)								
Naphthalin	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	-
Acenaphthylen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	-
Acenaphthen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	-
Fluoren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	-
Phenanthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	-
Anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	-
Fluoranthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,14	0,06	-
Pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,12	0,06	-
Benzo[a]anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,09	< 0,05	-
Chrysen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,07	< 0,05	-
Benzo[b]fluoranthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,08	0,06	-
Benzo[k]fluoranthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	-
Benzo[a]pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,07	< 0,05	-
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,06	< 0,05	-
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	-
Benzo[ghi]perylen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	-
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	0,63	0,18	-
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	0,63	0,18	-

PCB aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

PCB 28	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	-
PCB 52	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	-
PCB 101	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	-
PCB 153	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	-
PCB 138	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	-
PCB 180	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	-
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	-
PCB 118	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	-
Summe PCB (7)	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	-

Phenole aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

Pentachlorphenol (PCP)	FR/f	RE000 FY	DIN ISO 14154: 2005-12	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	-
------------------------	------	-------------	------------------------	------	----------	--------	--------	---

Probenbezeichnung	MP 0-0,1 m	MP 0,1-0,35	RKS 5 0,35-0,6 m
Probenahmedatum/ -zeit	02.11.2020	02.11.2020	02.11.2020
Probennummer	020237783	020237789	020237790

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	-------	---------	----	---------	--	--	--

Organochlorpestizide aus der Originalsubstanz

Aldrin	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
Chlordan, cis-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	-
Chlordan, trans-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	-
DDT, o,p'-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
DDT, p,p'-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
DDD, o,p-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
DDD, p,p-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
DDE, o,p-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
DDE, p,p'-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
Dieldrin	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,5 ²⁾	< 0,5 ²⁾	-
alpha-Endosulfan	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	-
beta-Endosulfan	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	-
Endrin	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	-
Heptachlor	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
Heptachlorepoxyd, cis-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	-
Heptachlorepoxyd, trans-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	-
HCH, alpha-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
HCH, beta-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
HCH, gamma- (Lindan)	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
HCH, delta-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
HCH, epsilon-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
Hexachlorbenzol (HCB)	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
Methoxychlor	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	-
Mirex	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	-

Organochlorpestizide aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

Aldrin	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	-
DDT, o,p'-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
DDT, p,p'-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,1	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	-
DDT (Summe)	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	-
HCH, alpha-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	-
HCH, beta-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	-
HCH, gamma- (Lindan)	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	-
HCH, delta-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	-
HCH, epsilon-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	-
Summe Hexachlorcyclohexane (HCH a-e)	AN/f	LG004	berechnet		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	-
Hexachlorbenzol (HCB)	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,4	mg/kg TS	< 0,4	< 0,4	-

Probenbezeichnung	MP 0-0,1 m	MP 0,1-0,35	RKS 5 0,35-0,6 m
Probenahmedatum/ -zeit	02.11.2020	02.11.2020	02.11.2020
Probennummer	020237783	020237789	020237790

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

Physikalisch-chem. Kenngrößen aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2009-01

pH-Wert	AN/f	LG004	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			7,7	7,8	8,0
Temperatur pH-Wert	AN/f	LG004	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	21,6	21,6	19,5
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/f	LG004	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	466	391	251

Anionen aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2009-01

Chlorid (Cl)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	12	6,5	2,8
Nitrat (NO ₃)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	30	30	10
Sulfat (SO ₄)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	15	12	7,2
Cyanide, gesamt	AN/f	LG004	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Kationen aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2009-01

Ammonium	AN/f	LG004	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,06	mg/l	< 0,06	< 0,06	< 0,06
----------	------	-------	-----------------------------------	------	------	--------	--------	--------

Organische Summenparameter aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19527: 2012-08

Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	AN/f	LG004	DIN EN 1484: 2019-04	1,0	mg/l	6,5	6,3	2,9
Phenolindex	FR/f	RE000 FY	DIN 38409-H16-1: 1984-06	0,010	mg/l	< 0,020 ²⁾	< 0,020 ²⁾	< 0,030 ²⁾

Offenlage §3(2)
gemäß

Probenbezeichnung	RKS 5 0,6-1,5 m	MP Versickerung
Probenahmedatum/ -zeit	02.11.2020	02.11.2020
Probennummer	020237791	020237797

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit		
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--

Probenvorbereitung Feststoffe

Fraktion < 2 mm	AN/f	LG004	DIN ISO 11464: 2006-12	0,1	%	-	-
Fraktion > 2 mm	AN/f	LG004	DIN ISO 11464: 2006-12	0,1	%	-	-

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Klassifikation (qualitativ)	FR/f		DIN 18196: 2011-05			lehmiger Schluff	schwach toniger Lehm
Konsistenz	AN/f		QM-SAA 151: 2017-01			halbfest	breiig
Homogenität	AN/f		QM-SAA 151: 2017-01			inhomogen	inhomogen
Farbe qualit.	AN/f		DIN EN ISO 14688-1: 2018-05			braun	braun
Geruch (qualitativ)	AN/f		DIN EN ISO 14688-1: 2018-05			leicht erdig	erdig
Trockenmasse	AN	LG004	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	83,9	84,1

Anionen aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

Cyanide, gesamt	AN/f	LG004	DIN ISO 17380: 2011	0,5	mg/kg TS	-	-
-----------------	------	-------	---------------------	-----	----------	---	---

Elemente aus der Originalsubstanz

Stickstoff, gesamt	FR/f	RE000 FY	DIN EN 16168: 2012-11	0,05	Ma.-% TS	-	-
--------------------	------	-------------	-----------------------	------	----------	---	---

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

Arsen (As)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	10,1	12,8
Blei (Pb)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	23	27
Cadmium (Cd)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	0,2	0,3
Chrom (Cr)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	46	42
Kalium (K)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	5	mg/kg TS	-	-
Kupfer (Cu)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	19	20
Magnesium (Mg)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	30	mg/kg TS	-	-
Nickel (Ni)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	43	36
Phosphor (P)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	10	mg/kg TS	-	-
Quecksilber (Hg)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	< 0,07	0,08
Zink (Zn)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	76	74

Elemente aus Königswasseraufschluss nach DIN ISO 11466: 1997-06 (Fraktion <2mm)[#]

Arsen (As)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,8	mg/kg TS	-	-
Blei (Pb)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	2	mg/kg TS	-	-
Cadmium (Cd)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,2	mg/kg TS	-	-
Chrom (Cr)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	-	-
Nickel (Ni)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	-	-
Quecksilber (Hg)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	-	-

Probenbezeichnung	RKS 5 0,6-1,5 m	MP Versickerung
Probenahmedatum/ -zeit	02.11.2020	02.11.2020
Probennummer	020237791	020237797

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit		
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

EOX	AN/f	LG004	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0
POX (ausblasbare organische Halogenverbindungen)	FR/f		DIN 38414-17 (S17): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2
HKW (gesamt) (EOX+POX)	AN/f	LG004	berechnet	1,2	mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/f	LG004	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/f	LG004	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Fluoranthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Chrysen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	RKS 5 0,6-1,5 m	MP Versickerung
Probenahmedatum/ -zeit	02.11.2020	02.11.2020
Probennummer	020237791	020237797

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit		
PAK aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)							
Naphthalin	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Acenaphthylen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Acenaphthen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Fluoren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Phenanthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Fluoranthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Benzo[a]anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Chrysen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Benzo[b]fluoranthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Benzo[k]fluoranthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Benzo[a]pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Benzo[ghi]perylen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	-	-
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	-	-
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN/f	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	-	-

PCB aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

PCB 28	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	-	-
PCB 52	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	-	-
PCB 101	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	-	-
PCB 153	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	-	-
PCB 138	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	-	-
PCB 180	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	-	-
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05		mg/kg TS	-	-
PCB 118	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05	0,01	mg/kg TS	-	-
Summe PCB (7)	AN/f	LG004	DIN 38414-S20: 1996-01/DIN ISO 10382: 2003-05		mg/kg TS	-	-

Phenole aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

Pentachlorphenol (PCP)	FR/f	RE000 FY	DIN ISO 14154: 2005-12	0,05	mg/kg TS	-	-
------------------------	------	-------------	------------------------	------	----------	---	---

Probenbezeichnung	RKS 5 0,6-1,5 m	MP Versickerung
Probenahmedatum/ -zeit	02.11.2020	02.11.2020
Probennummer	020237791	020237797

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit		
-----------	------	-------	---------	----	---------	--	--

Organochlorpestizide aus der Originalsubstanz

Aldrin	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
Chlordan, cis-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	-	-
Chlordan, trans-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	-	-
DDT, o,p'-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
DDT, p,p'-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
DDD, o,p-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
DDD, p,p-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
DDE, o,p-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
DDE, p,p'-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
Dieldrin	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
alpha-Endosulfan	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	-	-
beta-Endosulfan	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	-	-
Endrin	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	-	-
Heptachlor	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
Heptachlorepoxyd, cis-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	-	-
Heptachlorepoxyd, trans-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,5	mg/kg TS	-	-
HCH, alpha-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
HCH, beta-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
HCH, gamma- (Lindan)	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
HCH, delta-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
HCH, epsilon-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
Hexachlorbenzol (HCB)	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
Methoxychlor	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,2	mg/kg TS	-	-
Mirex	AN/f	LG004	DIN ISO 10382: 2003-05	0,2	mg/kg TS	-	-

Organochlorpestizide aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

Aldrin	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,2	mg/kg TS	-	-
DDT, o,p'-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
DDT, p,p'-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,1	mg/kg TS	-	-
DDT (Summe)	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05		mg/kg TS	-	-
HCH, alpha-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,5	mg/kg TS	-	-
HCH, beta-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,5	mg/kg TS	-	-
HCH, gamma- (Lindan)	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,5	mg/kg TS	-	-
HCH, delta-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,5	mg/kg TS	-	-
HCH, epsilon-	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,5	mg/kg TS	-	-
Summe Hexachlorcyclohexane (HCH a-e)	AN/f	LG004	berechnet		mg/kg TS	-	-
Hexachlorbenzol (HCB)	AN/f	LG004	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	0,4	mg/kg TS	-	-

Probenbezeichnung	RKS 5 0,6-1,5 m	MP Versickerung
Probenahmedatum/ -zeit	02.11.2020	02.11.2020
Probennummer	020237791	020237797

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit		
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--

Physikalisch-chem. Kenngrößen aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2009-01

pH-Wert	AN/f	LG004	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			8,1	7,8
Temperatur pH-Wert	AN/f	LG004	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	19,4	20,6
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/f	LG004	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	253	391

Anionen aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2009-01

Chlorid (Cl)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	8,4	6,0
Nitrat (NO ₃)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	12	37
Sulfat (SO ₄)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	20	18
Cyanide, gesamt	AN/f	LG004	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005

Kationen aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2009-01

Ammonium	AN/f	LG004	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,06	mg/l	< 0,06	< 0,06
----------	------	-------	-----------------------------------	------	------	--------	--------

Organische Summenparameter aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19527: 2012-08

Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	AN/f	LG004	DIN EN 1484: 2019-04	1,0	mg/l	1,3	4,7
Phenolindex	FR/f	RE000 FY	DIN 38409-H16-1: 1984-06	0,010	mg/l	< 0,030 ²⁾	< 0,020 ²⁾

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

²⁾ Die angewandte Bestimmungsgrenze weicht von der Standardbestimmungsgrenze (Spalte BG) ab aufgrund von Matrixstörungen.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit LG004 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000FY gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkks D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

Anlage 10

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

Bericht

Radonbelastung in der Bodenluft Bebauungsplan „Paracelsusstraße Süd“

Projektnummer 20201013_Rn222_LUP

GeoConsult Rein



Gartenstrasse 26-28
55276 Oppenheim
www.geoanalysis.eu

Bericht:

Privatdozent Dr. rer. nat. habil. Bert Rein

Auftraggeber:

IGB Rhein-Neckar Ingenieurgesellschaft mbH
Heinigstraße 26
67059 Ludwigshafen am Rhein

30. Dezember 2020

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Die Verwendung und Weitergabe von Gutachtenteilen oder Kürzungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Autors.

GLIEDERUNG	2
1. Auftrag	4
2. Verwendete ortsbezogene Materialien	4
3 Grundlagen zum Thema Radon	4
3.1. Was ist und woher kommt Radon?	4
3.2. Geologische und bauliche Einflüsse auf die Radonkonzentration in Gebäuden	5
3.3. Radonraumluftkonzentration – Grenzwerte/Richtwerte	6
4. Lage und Zustand der Untersuchungsfläche	7
5. Vorgehen	9
6. Ergebnisse	10
6.1. Gammastrahlungsaktivität	10
6.2. Geologie und Böden der untersuchten Flächen	12
6.3 Bodenfeuchte	12
6.4 Gaspermeabilität	13
6.5 Witterungseinflüsse während des Messzeitraumes	15
6.6 Radon-222-Aktivitätskonzentrationen und Radonverfügbarkeit	20
7. Bewertung der Ergebnisse und Empfehlung	23
Anhang	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Lage der Untersuchungsfläche.	8
Abbildung 2	Gammastrahlungsaktivitäten in 1 Meter Höhe über dem Boden	11
Abbildung 3	Gaspermeabilitäten in einem Meter Tiefe	14
Abbildung 4	Ausgewählte Wetterdaten für die Station Limburgerhof	17
Abbildung 5	Ausgewählte Wetterdaten für die Station Oppenheim	18
Abbildung 6	Schwankung der Radonkonzentration an der GCR-Referenzstation Oppenheim über den Messzeitraum in Oggersheim.	19
Abbildung 7	Radonaktivitätskonzentrationen in einem Meter Tiefe im Boden	21

Tabellenverzeichnis (Anhang)

Tabelle 1	Schichtenverzeichnis der Bohrungen	28
Tabelle 2	Radonmesspunkte mit Bodenfeuchte zum Zeitpunkt der Radonmessungen.	32
Tabelle 3	Radonaktivitätskonzentrationen und Radonverfügbarkeit	34
Tabelle 4	Radonvorsorgegebietsklassifizierung des Bundesamtes für Strahlenschutz (veraltet)	38

1. Auftrag

Die IGB Rhein-Neckar Ingenieursgesellschaft mbH beauftragte Radonmessungen mit gutachterlicher Stellungnahme für den Bebauungsplan „Paracelsusstraße Süd“ in Oggersheim. Anlass für die Beauftragung war der Hinweis des Landesamtes für Geologie und Bergbau, dass für die Fläche eventuell ein erhöhtes Radonrisiko besteht.

Deshalb sollte die Radonsituation im Boden untersucht werden, um festzustellen, ob und in welchem Umfang Maßnahmen zum Schutz vor Radon für die Fläche des Bebauungsplanes zu empfehlen sind.

2. Verwendete ortsbezogene Materialien

- /1/ Bebauungsplan Paracelsusstraße Süd – Anlage 1, (M 1:1000, 13.01.2020)
- /2/ LANIS RLP / Geoportal RLP / LVERMGEO RLP (©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2020), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [ergänzt 2020])
- /3/ Geologische Karte GÜK300 (LGB RLP 2003). (Es existiert keine GK25 ist für das Kartenblatt 6516).
- /4/ Wetterdaten des DLR RLP der Stationen Limburgerhof und Oppenheim

3. Grundlagen zum Thema Radon

3.1 Was ist und woher kommt Radon?

Radon ist nach dem Rauchen die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs mit jährlich rund 2000 auf Radon zurückzuführenden Lungenkrebstoten in Deutschland. Von allen bekannten Innenraumschadstoffen ist Radon der nachweislich Gesundheitsgefährdendste.

Sind Menschen längerfristig erhöhten Radonkonzentrationen ausgesetzt, erhöht sich das Risiko einer Erkrankung an Lungenkrebs um jeweils 10% mit einem jeweiligen Anstieg der Radonraumluft um 100 Bq/m^3 . Bei einer Rn222-Raumluftkonzentration von 800 Bq/m^3 hat sich das Lungenkrebsrisiko bereits verdoppelt. Das Risiko einer Erkrankung an Lungenkrebs steigt mit der Radonkonzentration und der Dauer des Aufenthaltes in erhöhten Radonkonzentrationen.

Radon-222 ist ein radioaktives Edelgas, das aus dem natürlich vorkommenden, radioaktiven Schwermetall Uran über das Zwischenprodukt Radium entsteht. Uran und Radium sind, wenn auch nur in geringer Konzentration, überall in der Erdkruste vorhanden, weshalb auch Radon als dessen Folgeprodukt dort überall entsteht.

Anders als das gasförmige Radon, das mit der Bodenluft über Klüfte im Gestein in und durch den Porenraum der Gesteine und Böden in Gebäude wandern kann, sind die radioaktiven Zerfallsprodukte von Radon allesamt Feststoffe, wie Polonium, Blei und Wismut. Diese lagern sich in der Raumluft an feinste Teilchen (Aerosole) an und können lange Zeit in der Luft schweben und sich in der Lunge festsetzen.

Radioaktive Stoffe wie Radon senden ionisierende Strahlen aus, die die Zellen eines lebenden Organismus schädigen können. Beim Atmen werden die luftgetragenen Aerosole mit den anhaftenden Radon-Folgeprodukten hauptsächlich in den Bronchien der Lunge abgelagert. Die radioaktiven Radon-Folgeprodukte zerfallen dort in der direkten Nähe der Zellen und schädigen dadurch das empfindliche Lungengewebe. Radon und seine Folgeprodukte verursachen in bereits niedrigen Konzentrationen mindestens 40 % der Strahlenbelastung beruflich nicht besonders strahlenexponierter Personen.

3.2. Geologische und bauliche Einflüsse auf die Radonkonzentration in Gebäuden

Die Radon(aktivitäts)konzentrationen in Gebäuden und in der Bodenluft können sehr starken täglichen und witterungsbedingten Schwankungen unterliegen.

In Gebäuden sind diese Schwankungen durch das Nutzungsverhalten der Räume, sowie im Haus entstehende Sogwirkungen (Kamineffekte) verursacht. Durch thermisch (z.B. Heizen) oder dynamisch und meteorologisch erzeugte Luftdruckunterschiede im Gebäude, kann verstärkt Radon mit der Bodenluft durch erdberührende Wände und durch die Bodenplatte ansaugt werden. Über Schächte, Mauerdurchführungen und Treppenhaus kann das Radon auch in höhere Stockwerke migrieren. Der Eintritt von Radon in ein Gebäude kann jedoch durch entsprechende Abdichtungen vermieden werden.

Außerhalb von Gebäuden wird das aus dem Boden austretende Radon sofort durch die Atmosphärenluft auf sehr niedrige Konzentrationen verdünnt. Innerhalb von Gebäuden können aber bei fehlender Abdichtung aufgrund des Bauuntergrundes und der Bauweise nicht unerhebliche Radonkonzentrationen auftreten. Die Radonkonzentration in Gebäuden ohne sorgfältig ausgeführte Abdichtung hängt von den folgenden Faktoren ab:

Technische Einflüsse des Bauwerks (vereinfachte Darstellung):

- Dichtigkeit des Gebäudes gegen Radoneintritt durch die Bodenplatte und erdberührende Wände (v.a. Mikro- und Makrorisse, Wanddurchführungen von Rohren, Porosität des Baumaterials).
- Luftdichtigkeit der Fenster und Türen sowie das Lüftungsverhalten der Benutzer.
- Vertikale Wegsamkeiten innerhalb des Gebäudes über Treppenhäuser und Schächte und Versorgungsleitungen.

Geologische Eigenschaften des Baugrunds (vereinfachte Darstellung):

- Radiumgehalt der Gesteine und Böden im näheren und tieferen Baugrund.
→ Radonmenge, die im Boden entsteht.
- Korngrößen- und Kornform, Spaltbarkeit und Trennflächen in den Mineralen, sowie Lage des Entstehungsortes von Radon zur Kornoberfläche und Trennflächen, Bodenfeuchte.
→ Radonmenge, die in die Bodenluft freigesetzt wird.
- Schichtlagerung und Schichtenfolge, Wegsamkeiten für Radon im Boden/Gestein wie beispielsweise über tektonische Störungen, Klüfte sowie die Porosität und Feuchte des Gesteins/Bodens im Untergrund.
→ Wie gut kann Radon im Untergrund wandern und zum Gebäude gelangen.

3.3 Radonraumluftkonzentration – Grenzwerte/Richtwerte

Das Thema Radon gewinnt neben gesundheitlichen Aspekten auch zunehmende Bedeutung für den Werterhalt einer Immobilie, welche durch entsprechende Abdichtmassnahmen gewährleistet werden kann.

Am 5.12.2013 verabschiedete der Rat der Europäischen Union eine neue EU-Richtlinie, die als wesentliche Neuerung eine EU-weite Regelung enthält, die eine Radonraumluftkonzentration von maximal 300 Bq/m^3 vorsieht. Den EU-Mitgliedstaaten blieb es überlassen gegebenenfalls auch schärfere nationale Zielwerte unterhalb 300 Bq/m^3 festzulegen und diese auch früher in Kraft zu setzen. Am 3. Juli 2017 erfolgte die Veröffentlichung des Bundesgesetzes vom 27. Juni 2017 „Gesetz zur Neuordnung des Rechts zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung“ in dem der Referenzwert für Deutschland auf 300 Bq/m^3 festgelegt wurde. Der Gesetzgeber folgt damit nicht den Empfehlungen des Bundesamtes für Strahlenschutz und der Weltgesundheitsorganisation, die einen Referenzwert von 100 Bq/m^3 vorgeschlagen haben.

4. Lage und Zustand der Untersuchungsfläche

Die Untersuchungsfläche (Abb. 1) schließt südlich an die Bebauung von Oggersheim an. Im nördlichen Teil der Untersuchungsfläche existiert ein „Wäldchen“ aus überwiegend dichtem Gebüsch und niedrigem Baumwuchs (Abb. 1). Westlich der Untersuchungsfläche liegen Grünanlagen der BG-Klinik Ludwigshafen. Der größere südliche Teil der Untersuchungsfläche selbst, wie auch die südlich und östlich angrenzenden Flächen, werden ackerbaulich genutzt. Saisonal bedingt waren die Ackerflächen frisch bearbeitet und eingesät. Der Oberboden war deshalb bis zur Pflugtiefe noch locker gelagert. Die Situation zum Zeitpunkt der Radonmessungen entspricht der im Luftbild in Abbildung 2ff. Die Fläche ist nahezu eben und die topografischen Höhen liegen mit Ausnahme der im Grenzbereich zur Klinikfläche aufgeschütteten Dämme bei gerundet $91 - 92 \text{ m NN}$. Die flachgewellte Topografie innerhalb der Fläche (hell-dunkel Wechsel in Abb. 2ff) hat ihre Ursache in Uferdämmen (Bermen) eines Altrheinarmes und zwischenliegenden Bereichen mit entsprechender Faziesausprägung. Runde Kleinstrukturen (Höhenunterschied $>20 \text{ cm}$) innerhalb, wie auch weitläufig ausserhalb der Untersuchungsfläche zeigen eine äquidistante lineare Anordnung und sind auf Bombentrichter zurück zu führen.



Abbildung 1 Lage der Untersuchungsfläche /1/ mit Radonmesspunkten (Geobasisdaten©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2020), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [ergänzt 2020 /2/]. Geologie /3/.

5. Vorgehen

Als Planungsgrundlage für die auszuführenden Messungen wurden die unter /1/ benannte Planunterlage genutzt. Mit Hilfe von Flurstückeckpunkten (/2/) wurden die Pläne für die Verwendung im GIS referenziert und geokodiert (ETRS89 UTM32N).

Die Untersuchungsfläche wurde am 13. und 14. 10. 2020 in 1 Meter Höhe über dem Boden auf Anomalien der Gammastrahlung untersucht, um Hinweise auf oberflächennahe Materialwechsel des Baugrundes zu erhalten. Genutzt wurde ein Szintillationsmessgerät mit einem großvolumigen, 40 x 50 mm großen NaJ-Detektor-Kristall. Die Integrationszeit je Messpunkt betrug 50 Sekunden. Die Einmessung der Messpunkte erfolgte mit GPS.

Die Gaspermeabilität wurde jeweils unmittelbar vor der Anfertigung der Radonmessbohrungen in einem Meter Tiefe mit einem Radon-JOK gemessen. Die Ansatzpunkte der Gaspermeabilitätssonden wurden anschließend überbohrt. Sodass Gaspermeabilitätsmessung und Radonmessung an identischem Ort und in identischer Tiefe erfolgten.

Die 51 Radonmessbohrungen wurden am 10. November, am 12. November und 19. November 2020 abgeteuft. Die Bohrungen zur Aufnahme der Messsonden hatten einen Durchmesser von 60 mm und reichten bis in 1 Meter Tiefe. Der Einbau der Kernspurdetektoren in die Basis der Bohrungen erfolgte unmittelbar nach deren Aufbereitung in speziell zur Langzeit-Radonmessung von GeoConsult Rein entwickelten Schutzsonden.

Die Langzeitmessungen der Radon-222-Aktivitätskonzentration (in der Folge verkürzt auch als Radonkonzentration oder Radonaktivitätskonzentration bezeichnet) erfolgten mit zertifizierten Kernspurdetektoren und entsprechend einem weiterentwickelten Verfahren, das auf Messmethoden aufbaut, die von GeoConsult Rein (GCR) für das Land Rheinland-Pfalz entwickelt wurden und das auch für die Untersuchungen zur Ausweisung der Radonvorsorgegebiete in RLP genutzt wird.

Das Bohrgut aus der Lagerungstiefe der Dosimeter wurde als Probe für Korngrößenanalysen und zur Bestimmung des Wassergehaltes entnommen, des Weiteren Oberflächenproben (15-20 cm Tiefe) zur Bestimmung des Wassergehaltes.

Nach Einbringen der Sonden wurden die Bohrungen mit dem gekernten Bodenmaterial rückverfüllt. Die Bergung der Dosimeter und eine erneute Bodenprobenentnahme unmittelbar unter der Messtiefe sowie des Oberbodens erfolgten am 02. Dezember und 3. Dezember 2020. Am 2. Dezember wurden nur die drei Radonsonden an den sehr schlecht zugänglichen Radonmesspunkten LUP-06, Lup-50 und LUP-51 (Auslagedauer 13 Tage) geborgen. Alle restlichen Radonsonden wurden am Folgetag, dem 3. Dezember 2020 geborgen. Deren Auslagedauer betrug somit 21 bzw. 23 Tage.

6. Ergebnisse

6.1. Gammastrahlungsaktivität

Die Gammastrahlungsaktivität kann als Relativmessung Hinweise auf natürliche und anthropogen verursachte Materialwechsel/Strahlungsanomalien vor allem in den oberen 40 cm des Baugrundes geben, die auf Gesteinswechsel, Kontaminationen oder tektonisch-strukturelle Inhomogenitäten hinweisen können. Auch in größerer Tiefe lagernde starke Radonemanenten werden über gewachsenen Böden über die Strahlung der Radon-Tochternuklide durch diese Kartierung meist abgebildet.

Die Gammastrahlungsaktivität ist wegen beitragender Nuklide, die in keiner Verbindung zu Radon stehen, und wegen der geringen Tiefenreichweite, die zudem durch temporär wechselnde Faktoren (z.B. Bodenfeuchte) beeinflusst ist, kein Annäherungswert (Proxy) für die Radonkonzentration im Untergrund.

Die Messgröße Impulse pro Sekunde (IPS) ist geräteabhängig (Detektorgröße). 100 IPS entsprechen bei dem verwendeten Instrument einer Ortsdosisleistung von 130 nSv/h (0,130µS/h).

Die Impulsraten auf der Untersuchungsfläche liegen in einem Wertebereich von 84 bis 124 Impulsen pro Sekunde. Die höchsten Impulsraten wurden über aufgeschütteten Flächen (vgl. LUP-39 in Tabelle 1) gemessen. Generell wurden im westlichen Teil der Untersuchungsfläche höhere Gammastrahlungsaktivitäten gemessen als über den bis zur Geländeoberfläche von Kiesen und Sanden dominierten Flächen im östlichen und nordöstlichen Teil der Untersuchungsfläche. Aus dem gleichen Grund wurden in einem Bombentrichter im zentralen Untersuchungsfeld niedrigere Gammastrahlungs-Aktivi-

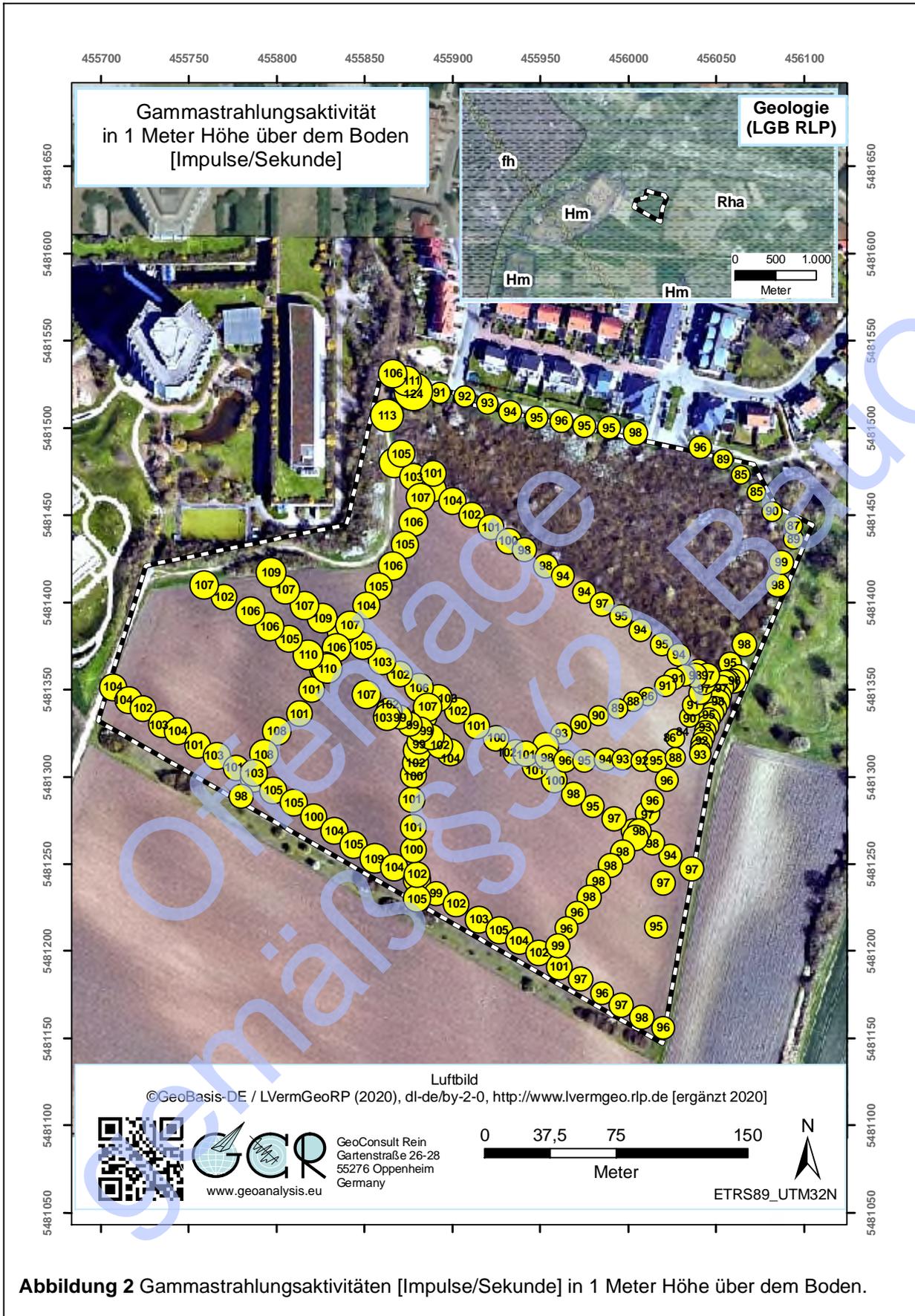


Abbildung 2 Gammastrahlungsaktivitäten [Impulse/Sekunde] in 1 Meter Höhe über dem Boden.

täten gemessen. Anomalien, die auf radiologische Altlasten hingedeutet hätten und bei der Anordnung der Radonmesspunkte besonders zu berücksichtigen gewesen wären, wurden nicht detektiert.

6.2 Geologie und Böden der untersuchten Flächen

Den oberflächennahen Untergrund bilden in dem zu untersuchende Areal holozäne Ablagerungen des Rheins bestehend aus Kiesen und Sanden der Fließrinne und der Uferwälle, sowie feinerkörnige, geringmächtige Auensedimente. In dem „Wäldchen“ im Nordteil der Untersuchungsfläche lagern auch flache Aufschüttungen von Bauschutt, Bodenaushub und Grünabfällen. Im nördlichen und westlichen Randbereich des Wäldchens sind auch während der Radonmessperiode weitere kleine Anschüttungen von Bauschutt, Bodenaushub und Grünabfällen hinzu gekommen.

Die in den Radonmessbohrungen angetroffenen Bodenhorizonte sind in Tabelle 1 (Anhang) beschrieben.

6.3 Bodenfeuchte

Der Bodenwassergehalt beeinflusst (neben Kornform, Korngröße, Verteilung der Mutternuklide im Mineralkorn) die Radonemanationsrate (Freisetzung von Radon aus dem Mineralkorn in die Bodenluft) und die Migrationsmöglichkeiten für Radon/Bodengase im Porenraum des Bodens. Aufgrund des Radonverteilungsungleichgewichtes zwischen Wasser und Luft (in der Bodenluft) tritt Radon in der Bodenluft in etwa 3-fach höherer Konzentration auf als im mit der Bodenluft im Gleichgewicht stehenden Bodenwasser. Bei fehlender oder geringer Bodenfeuchte erfolgt deshalb eine temporär vermehrte Verdünnung der Radonkonzentration in der Bodenluft. Umgekehrt kann, bei Einengung des luftgefüllten Porenraumes des Bodens durch Bodenwasser, die Radonkonzentration in der Bodenluft ansteigen. Radon kann auch mit Grund- und Hangwasser herangeführt werden und freigesetzt werden. Nasser oder wassergesättigter Boden kann wiederum diffusionshemmend bzw. als Diffusionssperre für den Aufstieg und die Migration von Radon wirken. Die Bodenfeuchte beeinflusst in beide Richtungen, neben der Migrationsmöglichkeit, auch

die Emanationsrate (Übertritt von Radon aus dem Mineralkorn in den Porenraum) und damit die gemessene, aber temporär variable Radonkonzentration.

Die Bodenfeuchtwerte zu Beginn und Ende der Radonmessungen sind in Tabelle 2 (Anhang) zusammengestellt.

Die Böden waren zu Beginn und Ende der Radonmessungen in der Radonmesstiefe staubtrocken, trocken und in seltenen Fällen feuchter (Tabelle 1 und 2).

Die wenig ergiebigen Regenfälle (Kap. 6.5) waren gerade mal in der Lage, den durch die frische Feldbearbeitung aufgelockerten Oberboden zu befeuchten.

Schon aufgrund allein der Bodenfeuchtebedingungen während der Radonmessungen sind die in dem Untersuchungszeitraum gemessenen Radonkonzentrationen sicher niedriger als im mehrjährigen Durchschnitt.

6.4 Gaspermeabilität

Die Gaspermeabilität ist eine wichtige Größe zur Abschätzung der Radonverfügbarkeit im Untergrund. Die Radonkonzentration ist ein Maß für die im Untergrund pro Raumeinheit anstehende Radonmenge. Die Gaspermeabilität gibt dagegen Auskunft darüber wie groß das potentielle Einzugsgebiet ist, aus dem Radon in Richtung des Gebäudes strömen und dieses erreichen kann. Niedrige Radonkonzentrationen, aber hohe oder sehr hohe Gasdurchlässigkeit (Kiese/Steine/Sande) im Untergrund können zu höheren Radonkonzentrationen im Gebäude führen als in solchen Gebäuden, die auf gasdichtem Untergrund (feinkörnige, bindige Böden → tonige Lehme, Tone) mit hoher Radonkonzentration errichtet sind. Bereits wenige Diskontinuitäten wie Klüfte, Schichtflächen, (Schrumpf)Risse, Hohlräume und Wühlgänge können die Gaspermeabilität des Untergrundes aber um mehrere Größenordnungen erhöhen. Auch temporäre Variablen wie unterschiedliche Bodenfeuchten können bei gleicher Bodenart bereits Gaspermeabilitätsänderungen von 1-3 Größenordnungen bedingen (Gaspermeabilität ist höher in trockenen Böden). Des Weiteren haben vertikale Änderungen der Gaspermeabilität entscheidenden Einfluss auf die Möglichkeit der Radonexhalation, nicht nur aufgrund geringerer Wassergehalte im Porenraum und deshalb erhöhter Gaswegsamkeit, sondern auch wegen der Ausbildung von

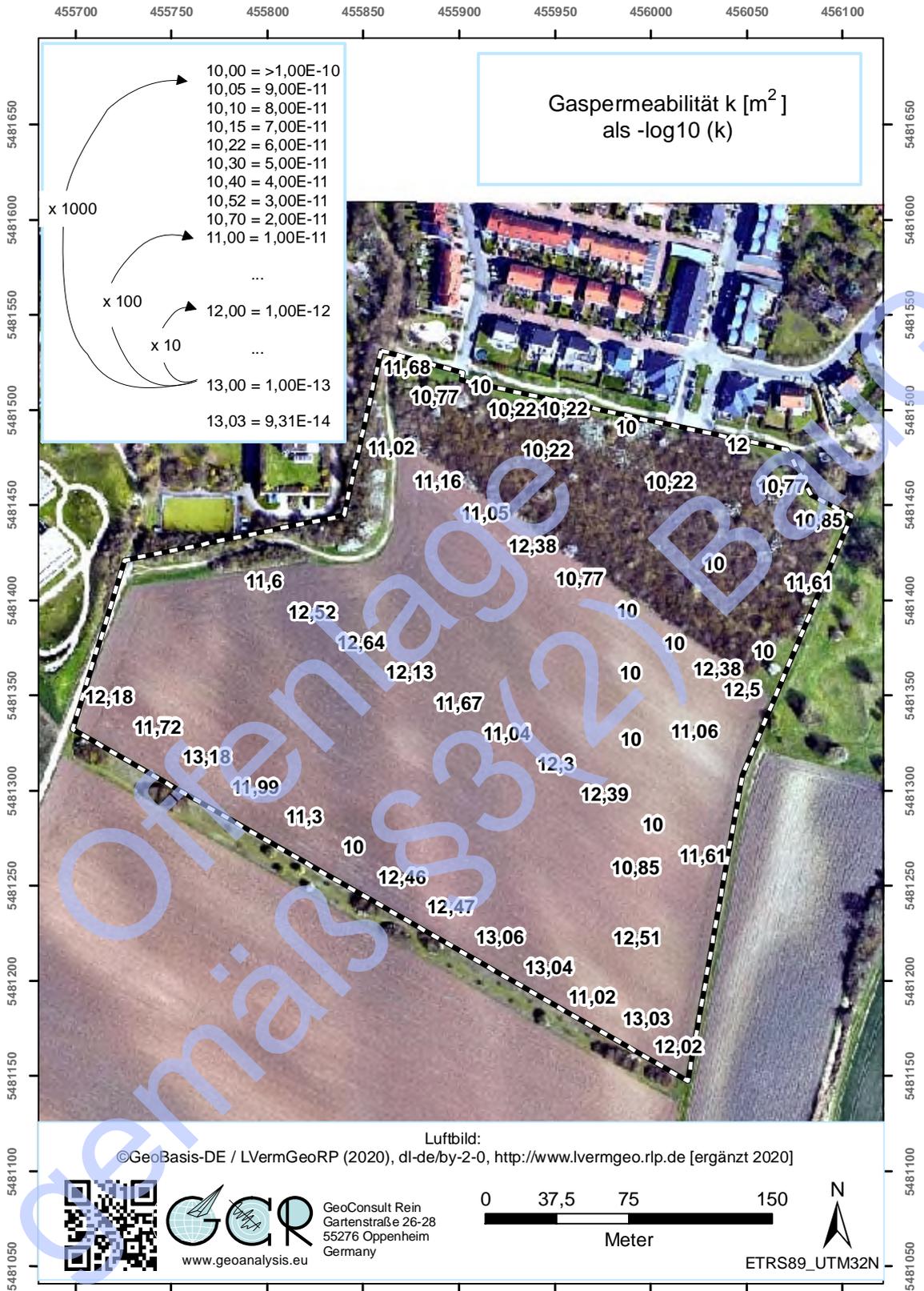


Abbildung 3 Gaspermeabilitäten in einem Meter Tiefe.

Schrumpfgefügen (u.a. Trockenrissen) vor allem in bindigen Böden (Lehme, Tone) bei Bodentrockenheit.

Die auf der Untersuchungsfläche in einem Meter Tiefe gemessenen Gaspermeabilitäten sind hoch bis moderat (Werte s. Tab. 3 und Abb. 3). Die Werte überstreichen drei Größenordnungen, das bedeutet dass die Gaswegsamkeit in den Kiesen/Sanden 1000-fach höher ist als in den auf der Untersuchungsfläche in der Messtiefe selteneren tonigen Lehmen.

6.5 Witterungseinflüsse während des Messzeitraumes

Die Wetterstation Limburgerhof (98 m ü NN) liegt in der Rheinebene 7,7 Kilometer südlich der Untersuchungsfläche.

Die Wetterstation Oppenheim DLR liegt am Übergang vom Mittel- zum Unterhang eines ostexponierten Weinberges bei 128 m NN. Diese Wetterstation liegt zudem nahe der Radonreferenzstation von GCR.

Die Abbildungen 4-5 geben einen Überblick über die Witterungsbedingungen an oben genannten Wetterstationen während des Zeitraums der Radonlangzeitmessungen auf der Untersuchungsfläche.

Die in einer Höhe von 2 m über dem Boden gemessenen stündlich gemittelten Lufttemperaturen und die gleichermaßen in einer Tiefe von 20 cm ermittelten Bodentemperaturen sind zusammen mit den Stundensummen (Kurve) des Regenfalls dargestellt.

Die blauen Zahlen über der Niederschlagskurve geben die Tagessummen des Niederschlages an.

In dem darüber folgenden Diagramm ist die stündliche durchschnittliche Windgeschwindigkeit dargestellt. Die beiden oberen Diagramme zeigen die stündliche Veränderung der relativen Luftfeuchte und der Globalstrahlung.

Die Zeiträume vor und nach der Radonmessung sind grau hinterlegt.

Vor Beginn der Radonmessungen fielen an beiden Wetterstationen innerhalb der letzten 14 Tage vor Messbeginn geringe Niederschlagsmengen.

Auch innerhalb der Radonmessperiode fielen an beiden Stationen an den gleichen Tagen vergleichbare und geringe Niederschlagsmengen ($16,8 \text{ l/m}^2$ in Limburgerhof,

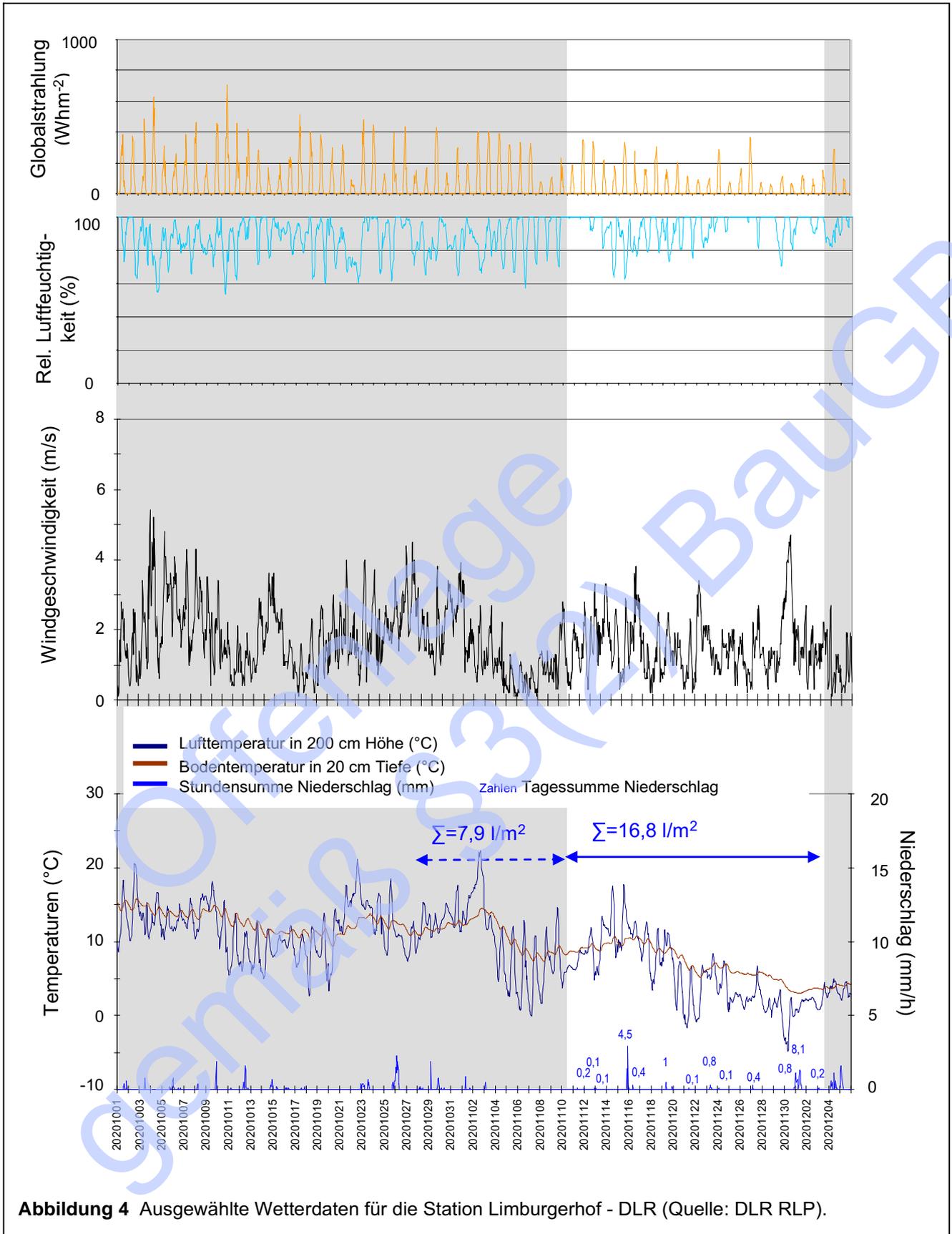
15,5 l/m² in Oppenheim). Wegen der zeitlichen Spreizung mit Niederschlagsereignissen geringer Niederschlagsmengen, waren diese nicht geeignet zu einer Durchfeuchtung des Bodens zu führen. Die Böden im Wäldchen waren weiterhin von der Oberfläche bis in die Radon-Messtiefe durchgängig trocken. Auf der frisch bearbeiteten Ackerfläche mit aufgelockertem Oberboden reichte die Wirkung der Niederschläge auch nur bis in geringe Tiefen (Tabelle 1, Tabelle 2), wobei ein Großteil der Bodenfeuchte sicherlich auf zusätzlichen Taufall/Nebel zurückzuführen war.

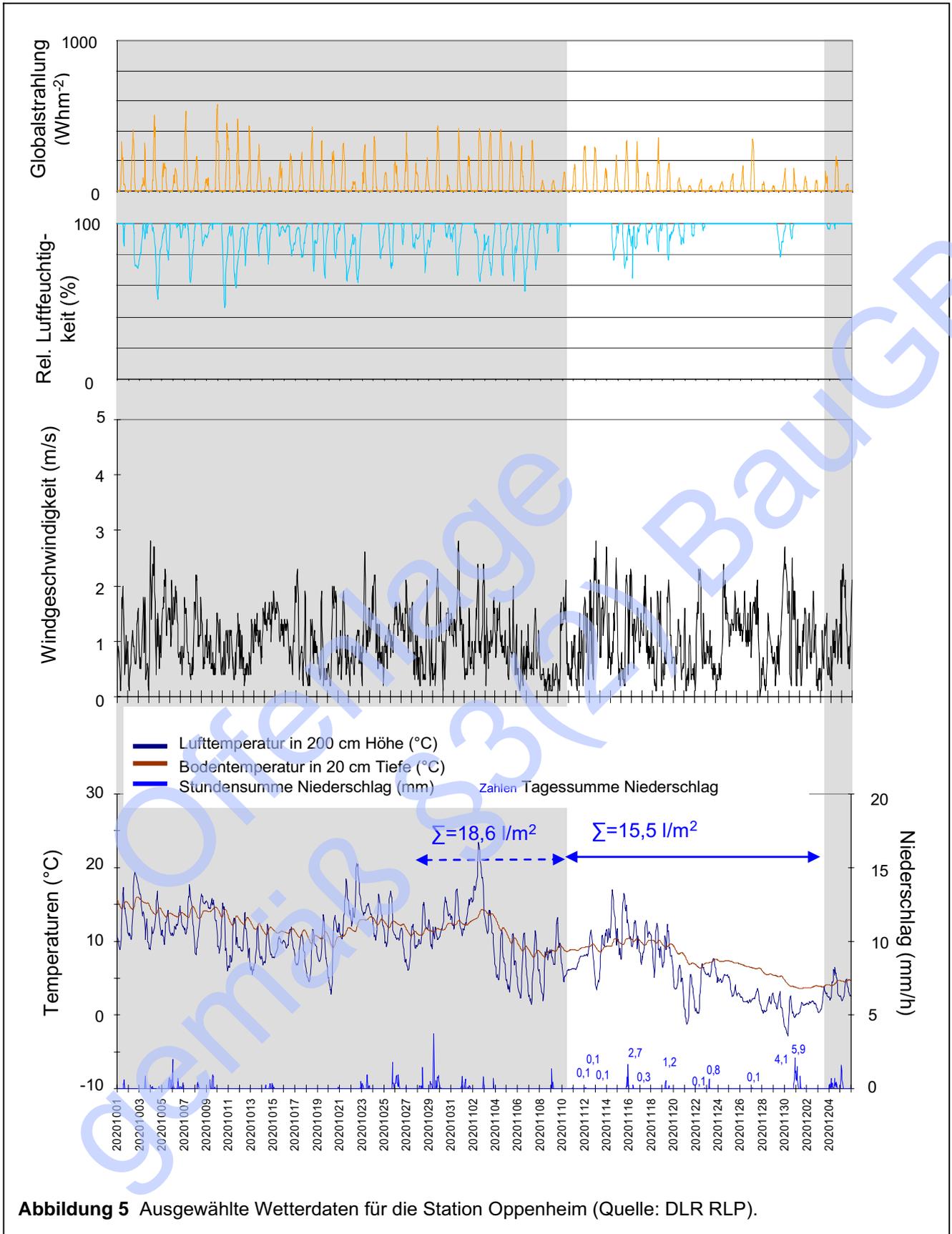
Ebenfalls vergleichbar waren die Temperaturverläufe an beiden Wetterstationen. An der Wetterstation Limburgerhof sind die Windgeschwindigkeiten aufgrund der windexponierten Lage systematisch höher, die zeitlichen Verläufe sind aber an beiden Stationen ähnlich.

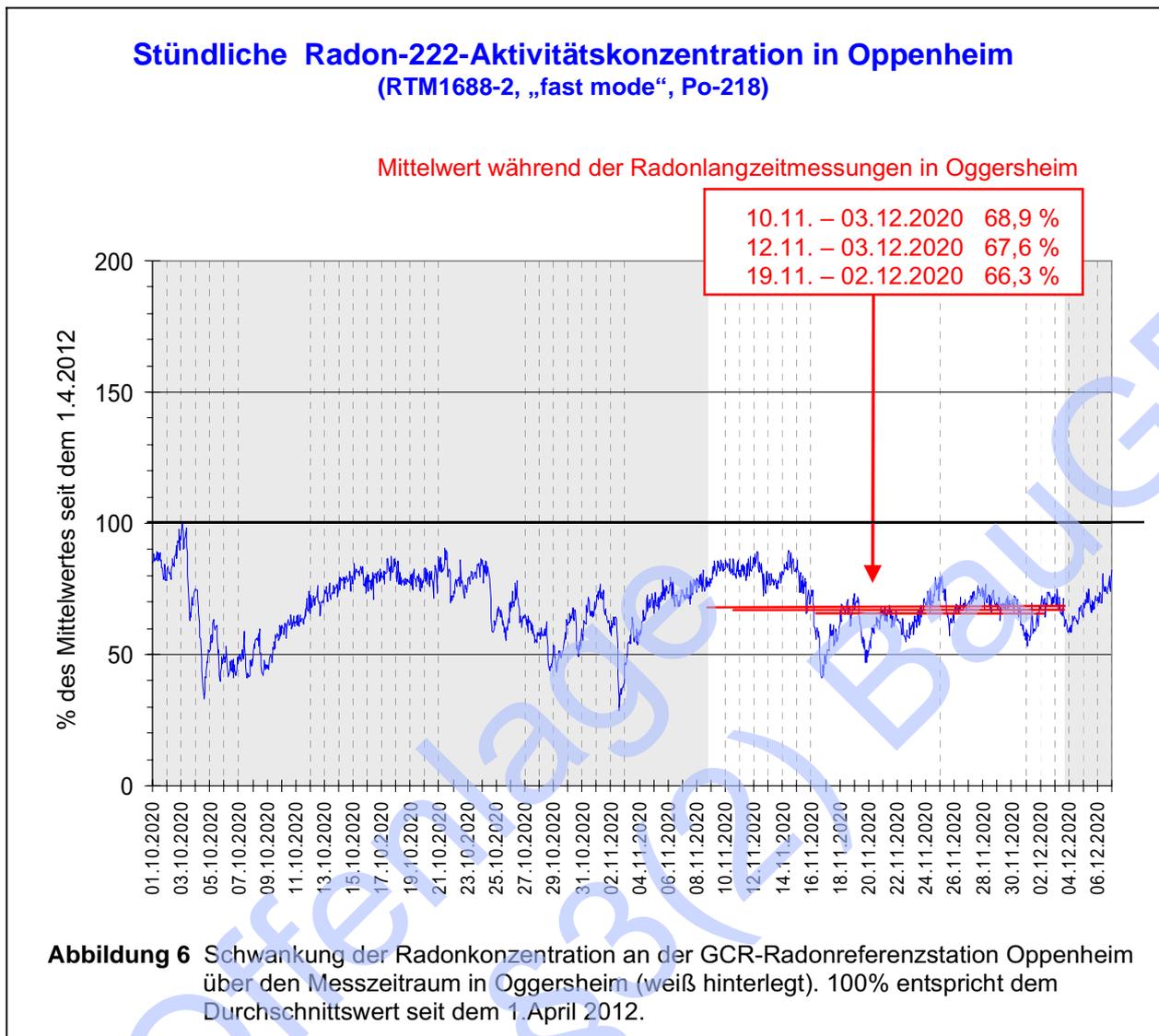
An den beiden Wetterstationen sind die zeitlichen Witterungsverläufe somit sehr ähnlich.

Die Wetterstation Oppenheim liegt nur wenige hundert Meter entfernt von der Radonreferenzstation GCR-Oppenheim. Abbildung 6 zeigt die Zeitreihe der Radonkonzentrationen an der von GeoConsult Rein betriebenen Radonreferenzstation, wo stündlich die Radonkonzentration in einem Meter Tiefe seit dem 1. April 2012 gemessen wird.

Wegen des niedrigen Bodenwassergehaltes und durchschnittlich über die letzte drei Jahre gestiegener Windgeschwindigkeiten werden schon seit spätestens April 2020 landesweit dauerhaft wesentlich geringere Radonkonzentrationen im Boden gemessenen als im Vergleich der letzten 8 Jahre (Rein 2021, in prep). Ungewöhnlich im Vergleich zu den Vorjahren ist, dass die Radonkonzentration aufgrund der extrem trockenen Bedingungen bis tief in den Boden sich persistent auf einem niedrigen Niveau eingestellt hat, das erst Mitte/Ende Dezember 2020 wieder gelegentlich nahe an oder über die 100% - Marke (Durchschnitt seit April 2012) reichte.







Für die Untersuchungsfläche in Oggersheim kann aufgrund des ähnlichen Witterungsverlaufes eine vergleichbare zeitliche Dynamik der Radonkonzentrationsänderungen im Boden wie in Oppenheim angenommen werden. Innerhalb der Radonmessperiode in Oggersheim betrug die über den Zeitraum der Radonlangzeitmessungen gemittelte Radonkonzentration an der Referenzstation 66,3 % bis 68,9 % des mehr als 8-jährigen Mittelwertes (Abb. 6). Die langfristige mittlere Radonaktivitätskonzentration der Untersuchungsfläche wird somit durch die Radonlangzeitmessungen witterungsbedingt deutlich unterschätzt. Deshalb war eine Witterungskorrektur der in Oggersheim gemessenen Radonkonzentrationen erforderlich.

6.6 Radon-222-Aktivitätskonzentrationen und Radonverfügbarkeit

Die ermittelten Radon-222-Aktivitätskonzentrationen sind in Tabelle 3 dargestellt. Die Aktivitätskonzentrationsangabe erfolgt in Kilobecquerel (1 Kilobecquerel entspricht 1000 Radon-Zerfällen/Sekunde).

Die gemessenen mittleren Radon-222-Aktivitätskonzentrationen liegen in einem Aktivitätskonzentrationsbereich von $10,9 \text{ kBq/m}^3 \pm 15\%$ bis $77,5 \text{ kBq/m}^3 \pm 15\%$ (2sigma) (Tab. 3, Spalte (2)).

Nach approximierter Witterungskorrektur ergeben sich die in Tabelle 3 – Spalte (3) dargestellten Radonaktivitätskonzentrationen ($C_{Rn \text{ wk}}$) mit Werten zwischen $16,1 \pm 15\%$ bis $112,5 \text{ kBq/m}^3 \pm 15\%$ (2sigma).

Bei Betrachtung der „Radonkonzentration“ als alleinigem Kriterium ergibt sich bei einem weniger anspruchsvollen, aber veralteten Zielwert der Radonkonzentration von 400 Bq/m^3 in Innenräumen und gemäß der ebenfalls veralteten, aber im Internet allgegenwärtigen Einordnung wie in Tabelle 4, eine Einordnung der witterungskorrigierten Radonkonzentrationen der Radonmesspunkte in die Radonvorsorgebietsklassen **RVK 0, RVK I, RVK II und RVK III** (Spalte 3, Tabelle 3). Innerhalb der Untersuchungsfläche ist somit das gesamte Spektrum der Radonvorsorgebietsklassen gegeben.

Eine ältere Empfehlung des BfS (Bundesamt für Strahlenschutz) für Böden hoher Gaspermeabilität sieht in einem einfachen Ansatz eine generelle Erhöhung der RVK um eine Stufe im Vergleich zu der Zuordnung in Tabelle 4 vor. Daraus ergibt sich die in der Spalte 4 der Tabelle 3 vorgenommene Klassifizierung und Zuordnung eines Teils der Radonmessergebnisse in eine höhere Radonvorsorgeklasse.

Die **Radonverfügbarkeit** im Baugrund ist im Wesentlichen von drei Faktoren abhängig

- der Radonkonzentration im Boden,
- der Gasdurchlässigkeit des Bodens,
- dem Unterdruck den das Gebäude im Baugrund erzeugt.

Durch diese Untersuchungen liegen Erkenntnisse zu den beiden ersten Faktoren vor, die zur Berechnung von Radonverfügbarkeitsindizes genutzt werden können. Bei den durch die Untersuchungen beobachteten Gaspermeabilitäten wird die Radonzahl von Slunga als Bewertungsmaß genutzt.



Abbildung 7 Radonaktivitätskonzentrationen in einem Meter Tiefe im Boden.

Der Zielwert der Klassifikation der Radonverfügbarkeitsindizes von 250 Bq/m^3 liegt unterhalb den Mindestanforderungen des Gesetzgebers von $<300 \text{ Bq/m}^3$, aber über dem vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfohlenen Wert von $<100 \text{ Bq/m}^3$.

Nach dieser Klassifikation und dem EU-Referenzwert von $<300 \text{ Bq/m}^3$ in der Raumluft werden die Radonmesspunkte den Radonvorsorgegebietsklassen **RVK I und II und nur noch wenige (LUP-07, LUP-37, LUP-38) der höchsten Radonvorsorgeklasse RVK III zugeordnet**. Die höchste Radonvorsorgeklasse beruht bei diesen Messpunkten auf der sehr hohen Gaspermeabilität des Baugrundes. Für nicht unterkellerte Gebäuden wird unter Bedingungen wie an **LUP-07, LUP-37 und LUP-38** durch die Drainageschicht der Gründung bereits eine um eine halbe Größenordnung geringere Gaspermeabilität gegeben sein, sodass dann die RVK III verworfen und durch RVK II ersetzt werden könnte. Für unterkellerte Gebäude sind dagegen weiterhin weitergehende Präventionsmassnahmen der höchsten Stufe erforderlich.

Eine vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) herausgegebene, vorläufige deutschlandweite Karte, berücksichtigt ebenfalls die Gaspermeabilität und Radonkonzentration bei der großräumigen (Verwaltungseinheiten) Radonrisikoabschätzung für den Baugrund von Bestandsgebäuden und Neubauten. Aufgrund der Mittelung über eine grobe Rastergröße ($10 \times 10 \text{ km}$) und der tatsächlich aber kleinräumigen Variabilität der Radonkonzentration und Gaspermeabilität im Boden, kann diese Karte für die Bauplanung nicht hinzugezogen werden.

Die lokalen Begebenheiten können deutlich von den Prognosen in der Deutschlandkarte abweichen. Dieser Risikoabschätzung des Bundesamtes für Strahlenschutz liegen für die gesamte Fläche von Rheinland-Pfalz nur 353 Messpunkte zugrunde, davon nur 19 für den gesamten Bereich von Rheinhessen und Oberrheingraben und wiederum davon nur ein Messpunkt innerhalb der Rheinterrassensedimente des Oberrheingrabens. Für die Landesfläche von Rheinland-Pfalz wurden auf der Basis von 3400 Radonmesspunkten landesweite Prognosekarten, sowie noch detailliertere Gebietskarten berechnet (Rein et al. 2021). Die Rheinland-Pfalz Karten ergeben ein sehr viel detaillierteres Bild, das in Bereichen auch aufgrund der wesentlich höheren Untersuchungsichte deutlich von den BfS-Karten abweicht. Die Karten und der zugehörige Bericht werden im Januar 2021 zur

Verfügung stehen.

Der Risikobewertung in diesen Karten zugrunde liegt ebenfalls das Radonpotential (RP, siehe Spalte 8 in Tab. 3). Auch wenn die deutschlandweite Karte und auch keine andere Prognosekarte als Bewertungsgrundlage für die lokale Situation in einem Baugebiet oder gar an einem Bauplatz genutzt werden kann, so ergeben die durch dieses Gutachten untersuchten Messpunkte und die dazu berechneten Radonpotentiale für den Bebauungsplan Paracelsusstraße Süd weitere Hinweise zum Radonrisiko.

In der Diskussion ist noch, welche Schwellwerte des Radonpotentials zukünftig in Anwendung zu bringen sind. Vorgeschlagen wird z.Zt. vom BfS, dass Untergründe mit Radonpotentialen ≤ 20 eher unwahrscheinlich großflächig hohe Radonkonzentrationen ($>300 \text{ Bq/m}^2$) in Gebäuden verursachen. Bei Radonpotentialen $>20 - 44$ ist keine gesicherte Aussage zu treffen und bei Werten > 44 und bei negativen Werten wird ein hohes Überschreitungsrisiko angenommen. Informativ sind in Spalte 8 der Tabelle 3 auch diese Radonpotentiale der Radonmesspunkte wiedergegeben.

7. Bewertung der Ergebnisse und Empfehlung

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), sowie das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) empfehlen in einem Handbuch aus dem Jahr 2001, die in Tabelle 4 wiedergegebenen Klassen für eine Einstufung der geogenen Radonkonzentration mit entsprechend abgestuften Maßnahmen zur Radonvorsorge.

Durch die Klassifizierung des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) war nur die zu einem diskreten Zeitpunkt gemessene Radonkonzentration berücksichtigt, der Einfluss der Witterung, der Gaspermeabilität des Baugrundes u.a. Faktoren auf die Radonkonzentration zum Messzeitpunkt blieben formell unberücksichtigt, obwohl auf deren Bedeutung vom BfS schon früh explizit hinsichtlich Messergebnis und Radonverfügbarkeit hingewiesen wurde.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die einfache Klassifizierung in Tabelle 4 auf die Jahrtausendwende zurückdatiert und höhere Zielwerte ($\text{max. } 400 \text{ Bq/m}^3$ in

Innenräumen) als von der EU seit 2013 und seit Juni 2017 auch durch ein Bundesgesetz geregelt (300 Bq/m^3) als Bemessungsgrundlage verwandt.

Die Einordnung der Radonmessbohrungen in eine Radonvorsorgegebietsklasse durch dieses Gutachten erfolgt nicht alleine auf Grundlage der gemessenen Radonkonzentration, sondern berücksichtigt auch die gleichzeitig gemessenen bodenphysikalischen Faktoren, die Gaspermeabilität, den Bodenaufbau, temporäre Variablen wie Bodenfeuchte und Witterungseinflüsse, die die innerhalb eines Zeitraums gemessene Radonaktivitätskonzentration beeinflussen und Einfluss auf die Radonverfügbarkeit im Boden haben, sowie die zukünftige Versiegelung der Fläche durch die Bauvorhaben. Die hier verwendete Zuordnung durch die Maßzahlen für die Radonverfügbarkeit beruht bereits auf einem verschärften Zielwert von maximal 250 Bq/m^3 in der Raumluft, um den neuen Anforderungen des Gesetzgebers gerecht zu werden.

Aufgrund der Bodenart-bedingten hohen Gaspermeabilität und zusätzlich aufgrund der Trockenheit der Böden während des Beobachtungszeitraumes wird die Radonkonzentration im Boden unter den zukünftigen Gebäuden an allen Messpunkten nach Oberflächenversiegelung durch Überbauung ansteigen.

Zum derzeitigen Erkenntnisstand werden für den Bebauungsplan Radonpräventionsmassnahmen RVK II empfohlen. Schutzmassnahmen einer niedrigeren Radonvorsorgestufe (RVK I) sollten nur dann zur Anwendung gebracht werden, wenn vorher durch weitergehende Bauprojekt-spezifische Radonuntersuchungen auf dem Bauplatz der Nachweis geführt werden kann, dass im gesamten Bereich der Grundfläche des Gebäudes Bedingungen wie für ein Radonvorsorgegebiet RVK I gelten.

Präventivmassnahmen in einen **Radonvorsorgegebiet RVK II** umfassen:

1. Konstruktiv bewehrte, durchgehende Bodenplatte aus Beton (Dicke: $\geq 20 \text{ cm}$). Sollte eine durchgehende Bodenplatte aufgrund der Bauart, der Notwendigkeit von Dehnfugen etc. nicht möglich sein, ist auf deren gasdichte Ausführung zu achten.

2. Radondichte, komplett geschlossene Hülle (Radonfolie oder geeignete Polymer-Bitumenhülle im erdberührten Perimeterbereich des Gebäudes oder im Innenbereich.
3. Abdichtung von Zu- und Ableitungen im erdberührten Bereich mit radondichten Materialien, bzw. Verwendung gasdichter Komponenten für Durchführungen. Durchführungen durch die Bodenplatte und durch erdumlagerte Wände sind für den Radonschutz von besonderer Bedeutung, weil bereits kleinste Leckagen zu einem bedeutenden Zustrom von Bodenluft und Radon führen können. Diese Abdichtungsmaßnahmen umfassen sowohl die gasdichte Abdichtung des Anschlusses von Rohrdurchführungen zum Mauerwerk, aber auch die häufig unterschätzten, freibleibenden Wegsamkeiten innerhalb der, durch die Leitungen nur teilgefüllten Leerrohre. Auch wenn diese nur einen kleinen Durchmesser besitzen, können Sie unsachgemäß abgedicht, bedeutende Radonmengen in das Gebäude liefern.
4. Zuführung der Verbrennungsluft für Heizkessel, Kaminöfen u.ä. von außen zur Reduktion des Gebäudeunterdruckes.
5. Hinterfüllung vor erdberührten Außenwänden mit nicht-bindigen Materialien und Gewährleistung, dass die Hinterfüllung einen Anschluß an die kapillarbrechende Schicht unter der Bodenplatte besitzt, um eine Entlüftung der letzteren zu gewährleisten. An den erdberührten Wänden kann diese Funktion auch eine vliesbeschichtete Noppenfolie übernehmen.
6. Gegebenenfalls eine Bodengasdrainage im Schotterbett der Gründung, sofern diese nicht im Einfluß von Hangwasser und Quellhorizonten liegt.
7. In Abhängigkeit von der Bauweise gasdicht schließende Türen zu Räumen mit erdberührten Bauteilen bzw. hermetisch abgedichtete Mediendurchführungen und Kabelschächte aus Räumen mit erdberührten Bauteilen in höhere Etagen.

Sorgfalt bei der Radonabwehr sollte ganz besonders für Gebäude ohne Unterkellerung deshalb gelten, weil in diesen im statistischen Mittel die Radonkonzentrationen im Erdgeschoss höher als in unterkellerten Gebäuden sind.

Sollten Frostschürzen eine passive Entlüftung des Schotterbettes unter dem Gebäude verhindern, wird empfohlen passive oder aktive Entlüftungsmöglichkeiten in den Frostschürzen vorzusehen, um erhöhte Radonkonzentrationen durch mangelnde Exhalationsmöglichkeiten abzubauen.

Obiger Massnahmenkatalog ist als allgemeine Empfehlung zu betrachten. Welche Radonpräventionsmassnahmen davon am konkreten Bauprojekt umgesetzt werden sollten, bzw. durch welche anderen Massnahmen ein kostengünstigerer und gleichermaßen effektiver Radonschutz erreicht wird, ist der Objektplanung überlassen, um einen optimierten Wirkungs-/Kosteneffekt bei der Radonprävention zu erreichen.

Sollten Gebäude an oder nahe an den Bohrpunkten LUP-07, LUP-37, LUP-38 errichtet werden sind weitergehende Untersuchungen dringend angeraten sowie eine Prüfung ob die geplante Bauausführung für das Bauvorhaben bereits die Anforderungen der anspruchsvollen Schutzmassnahmen für RVK III erfüllen. Ist eine Unterkellerung in diesem Bereich geplant, sollte ebenfalls unbedingt ein Radongutachter konsultiert werden.

Dieses Gutachten beruht auf punktuellen Messungen, es kann deshalb nicht ausgeschlossen werden, dass es weitere Bereiche im Untersuchungsgebiet gibt in denen Bedingungen für ein RVK III gegeben sind.

GeoConsult Rein



Priv.-Doz. Dr. rer. nat. habil. Bert Rein
Gartenstraße 26-28
55276 Oppenheim
06133-9242-41
www.geoanalysis.eu

Privat-Doz. Dr. rer. nat. habil. Bert Rein

Oppenheim, 30.12.2020

Anlagen

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

Tabelle 1: Schichtenverzeichnis der Bohrungen (Lage der Bohrpunkte s. Abb. 1)

Bohrung	X ETRS89 UTM32N	Y ETRS89 UTM32N	Tiefenangaben in cm	
LUP-01 10.11.20	455718	5481351	0-40 40-70 70-100	Lehm, feu3 / ko3-4) Lehm, sandig, feu3 / ko2, 10YR4/2 Schluff, sandig, feu1-2, 10YR5/4 bis 7/4
LUP-02 10.11.20	455743	5481335	0-30 30-50 50-100	Lehm, feu3 / ko4, 10YR4/2 Lehm, feu1 / ko1, 10YR7/4 (5/4) Schluff, sandig, feu1, 10YR5/4 (7/4)
LUP-03 10.11.20	455769	5481319	0-30 30-100	Lehm, feu3 / ko4, 10YR4/2 Lehm (splittrig brechend beim Bohren), feu1/ ko1, 10YR5/4
LUP-04 10.11.20	455794	5481304	0-40 40-60 60-100	Lehm, tonig, feu2 / ko1, 10YR4/2 Sand, schluffig, feu2, 10YR5/4 Schluff, sandig / Sand, schluffig, feu1, 10YR7/4
LUP-05 19.11.20	455820	5481288	0-25 25-100	Lehm, feu2-3 / ko1-2, 10YR4/2 Schluff, sandig, feu1-2, 10YR7/4
LUP-06 10.11.20	455946	5481480	0-20 20-100	Sand, feu2, 10YR5/4 Sand, feu1, 10YR5/4
LUP-07 10.11.20	455845	5481272	0-50 50-70 70-100	Lehm, tonig, ko1, 10YR4/2 Lehm mit dünnen Sandlagen, ko1 / feu2, 10YR4/2 Lehm, tonig, ko1, 10YR4/2 z.T. grau bis schwarz
LUP-08 10.11.20	455871	5481256	0-40 40-65 65-100	Lehm, feu3 / ko4, 10YR4/2 Sand, schwach lehmig, feu1-2, 10YR5/4 Schluff, sandig, feu1, 10YR7/4
LUP-09 10.11.20	455896	5481240	0-35 35-50 50-90 90-100	Lehm, feu3 / ko4, 10YR4/2 Sand, feu2, 10YR5/4 hell Sand, schluffig, feu1-2, 10YR7/4 Schluff, sandig, feu2, 10YR7/4, eh
LUP-10 10.11.20	455922	5481225	0-50 50-80 80-100	Lehm, feu3 / ko4, 10YR4/2 Lehm, stark sandig, feu2 / ko1, 10Y>R5/4, eh Lehm, tonig, ko1, 10YR4/2
LUP-11 10.11.20	455947	5481209	0-45 45-80 80-100	Lehm, feu3 / ko4, 10YR4/2 Sand, feu2, 10YR5/4 hell Lehm (Auenlehm mit dünnen Sandlagen), feu2-3 / ko1-2, 10YR4/2 – z.T. schwarz, eh
LUP-12 10.11.20	455973	5481193	0-40 40-70 70-100	Lehm, feu3 / ko4, 10YR4/2 Feinsand, schwach mittelsandig, feu2, 10YR7/4 Feinsand, schwach mittelsandig, feu1-2, 10YR7/4
LUP-13 10.11.20	455998	5481177	0-40 40-60 60-100	Lehm, ko4 / feu3, 10YR5/4 Lehm, ko2 / feu3, 10YR4/2 Lehm, zunehmend kiesig, ko1-2, 10YR5/4, eh, Kalkschalen und Kalkausblühungen
LUP-14 10.11.20	456015	5481167	0-35 35-70 70-100	Lehm, feu3 / ko4, 10YR4/2 Sand, lehmig bis Lehm, stark sandig, feu2, 10YR5/4 Sand, lehmig, feu2, 10YR5/4, eh, Kalkausblühungen
LUP-15 12.11.20	456023	5481333	0-40 40-90 90-100	Lehm, stark sandig, feu3/ko4, 10YR4/2 Sand, feu2, 10YR5/4 bis 10YR6/6 Sand, lehmig, feu2, 10YR5/4 bis 10YR6/6

Tabelle 1: Schichtenverzeichnis der Bohrungen (Lage der Bohrpunkte s. Abb. 1)

Bohrung	X ETRS89 UTM32N	Y ETRS89 UTM32N	Tiefenangaben in cm	
LUP-16 10.11.20	455798	5481412	0-40 40-65 65-100	Lehm, feu3 / ko4, 10YR4/2 dunkel Schluff, sandig / Sand, schluffig, feu2, 10YR7/4 Sand, feu2, 10YR5/4 hell
LUP-17 10.11.20	455824	5481396	0-40 40-100	Lehm, ko4, 10YR4/2 Lehm, stark sandig, feu2 / ko1, 10YR5/4, eh- rb
LUP-18 10.11.20	455849	5481380	0-35 35-60 60-100	Lehm, feu3 / ko4, 10YR4/2 Lehm, feu2, / ko1-2, 10YR4/2 Lehm/Sand, grusig (Kalkkonkretionen), feu2 / ko1, 10YR5/4
LUP-19 10.11.20	455874	5481364	0-30 30-80 80-100	Lehm, feu3 / ko4, 10YR4/2 Sand, z.T. schwach schluffig, feu1-2, 10YR7/4 Sand, feu1-2, 10YR7/4
LUP-20 10.11.20	455900	5481348	0-10 10-50 50-60 60-100	Lehm, ko4, 10YR4/2 Lehm, sandig, ko1, 10YR4/2 Lehm, →zunehmend sandiger, 10YR4/2→5/4 Sand, feu2, kalkhaltig, 10YR5/4
LUP-21 10.11.20	455925	5481332	0-45 45-55 55-100	Lehm, feu3 / ko4, 10YR4/2 Lehm, ko1-2, 10YR5/4 Sand, schwach lehmig, Kalkkonkretionen, feu2, 10YR5/4
LUP-22 10.11.20	455951	5481316	0-20 20-75 75-100	Lehm, ko4, 10YR4/2 Sand, in dünnen Lagen schwach lehmig, feu2, 10YR5/4 Lehm, ko1 / feu2, 10YR4/2
LUP-23 12.11.20	455976	5481300	0-25 25-50 50-80 80-100	Lehm, ko4 → ko3, 10YR4/2 Sand, kiesig, feu2, 10YR5/4 Sand, stark kiesig, feu1-2, 10YR5/4 Sand, kiesig, feu2, 10YR5/4 z.T. 10YR7/4
LUP-24 12.11.20	456001	5481284	0-40 40-60 60-80 80-100	Lehm, ko3, 10YR4/2 dunkel Feinsstsand, schwach schluffig, feu2, 10YR5/4 Feinsstsand, z.T. sehr schwach lehmig, feu2, eh, 10YR5/4 Lehm, ko1, 10YR4/2 dunkel
LUP-25 12.11.20	456028	5481267	0-40 40-100	Lehm, feu3/ko4, 10YR4/2 Schluff, sandig, carbonathaltig, feu2, eh, (rb), 10YR4/2
LUP-26 12.11.20	455865	5481481	0-17 17-32 32-55 55-90 90-95 95-100	Lehm, ko4, 10YR4/2 Lehm, ko1-2, 10YR4/2 → 10YR5/4 Sand, kiesig, feu2, 10YR5/4 Sand/Kies, feu2, 10YR5/4 Kies, lehmig, feu2, 10YR5/4 Ton, ko4, 10YR4/2
LUP-27 12.11.20	455889	5481464	0-20 20-75 75-100	Lehm, ko4, 10YR4/2 Sand, feu2, 10YR5/4 Lehm, grusig, ko1, 10YR4/2

Tabelle 1: Schichtenverzeichnis der Bohrungen (Lage der Bohrpunkte s. Abb. 1)

Bohrung	X ETRS89 UTM32N	Y ETRS89 UTM32N	Tiefenangaben in cm	
LUP-28 12.11.20	455914	5481447	0-45 45-55 55-60 60-100	Lehm, ko4, 10YR4/2 dunkel Lehm, grusig (Kalksteinbröckchen), ko1-2, 10YR4/2 Sand, grusig, feu2, 10YR5/4 + 10YR6/6 Sand, feu2, 10YR5/4 + 10YR6/6
LUP-29 12.11.20	455939	5481430	0-45 45-70 70-85 85-100	Lehm, ko4, 10YR4/2 hell Lehm, ko1-2, 10YR4/2 hell Lehm, grusig (Kalkgrus), ko1-2, 10YR4/2 und 10YR4/2 Sand, grusig, feu2, 10YR5/4
LUP-30 12.11.20	455963	5481413	0-38 38-90 90-100	Lehm, ko4, 10YR4/2 Sand, feu2, 10YR5/4 bis 10YR6/6 Lehm (wenig Kalkgrus), ko1, 10YR4/2
LUP-31 12.11.20	455988	5481396	0-30 30-40 40-70 70-100	Lehm, ko4, 10YR4/2 Sand, lehmig, feu2, 10YR5/4 Sand, feu2, 10YR5/4 Lehm (mit Kalkbröckchen, ko1, eh-ed, 10YR4/2)
LUP-32 12.11.20	456013	5481379	0-42 42-70 70-100	Lehm, ko4, 10YR4/2 Sand, feu2, 10YR5/4 Lehm, ko1, 10YR4/2 dunkel
LUP-33 12.11.20	456037	5481362	0-30 30-75 75-100	Lehm, feu3/ko4, 10YR4/2 Lehm, ko1, 10YR5/4 Fein- bis Feinstsand, feu2-3, 10YR5/4
LUP-34 12.11.20	456048	5481355	0-30 30-40 40-70 70-100	Lehm, ko4, 10YR4/2 Lehm, ko2, 10YR4/2 Lehm, ko1, 10YR5/4 Sand, sehr schwach schluffig, feu2, 10YR7/4 dunkel
LUP-35 12.11.20	455993	5481224	0-30 30-60 60-80 80-100	Lehm, ko4, 10YR4/2 Sand, mit dünnen sandig-lehmigen Lagen, feu2, 10YR5/4 Lehm, ko1, 10YR4/2 Sand, lehmig, grusig, feu2, 10YR5/4
LUP-36 12.11.20	455992	5481261	0-45 45-85 85-100	Lehm, sandig, feu3 / ko4, 10YR4/2 Sand, schwach kiesig, feu1-2, 10YR7/4 // 5/4 Lehm, sandig, feu2 / ko1, 10YR5/4
LUP-37 12.11.20	455990	5481329	0-20 20-75 75-85 85-100	Lehm, stark sandig, ko4 / feu3, 10YR4/2 dunkel Sand, feu2, 10YR6/6 (10YR5/4) Sand, schwach lehmig, feu2, 10YR5/4 (10YR6/6) Lehm, stark sandig, grusig (Kst), ko1 / feu2, 10YR5/4 + 10YR6/6
LUP-38 12.11.20	455989	5481363	0-30 30-70 70-100	Lehm, kiesig, feu3/ko4, 10YR4/2 dunkel Sand, z.T. schwach lehmig, feu2, 10YR5/4 Lehm, stark sandig, schwach kiesig, ko1-2 / feu2, 10YR4/2
LUP-39 12.11.20	455873	5481524	0-20 20-40 40-50 50-80 80-100	Sand, Schlacke (S-Gr), feu2, braun Sand, Schlacke (S-Gr), feu1-2, 10YR5/4 Schluffbrocken in Sand, feu1-2, 10YR7/4 Lehm, stark sandig, feu2 Feinstsand/Schluff, feu1, 10YR7/4

Tabelle 1: Schichtenverzeichnis der Bohrungen (Lage der Bohrpunkte s. Abb. 1)

Bohrung	X ETRS89 UTM32N	Y ETRS89 UTM32N	Tiefenangaben in cm	
LUP-40 12.11.20	455887	5481509	0-60	Sand, grusig, schwach kiesig, schwach lehmig, feu2, 5YR4/4
			60-100	Sand, lehmig, grusig, kiesig, feu2, 10YR4/2
LUP-41 12.11.20	455911	5481514	0-20	Sand, schwach lehmig, dunkelbraun
			20-35	Sand, humos, 10YR4/2
			35-80	Sand, grusig, nach unten vereinzelt lehmige Lagen, feu1, 10YR5/4
			80-100	Sand, schwach lehmig, grusig, feu2, 10YR5/4
LUP-42 12.11.20	455929	5481504	0-60	Lehm, stark sandig, grusig, (Schneckengehäuse); 55-60 vereinzelt Ziegelscherben
			60-100	Lehm / Sand, schwach grusig, feu1 / ko1, 10YR5/4
LUP-43 12.11.20	455955	5481502	0-100	Sand, kiesig, lehmig (vereinzelt dünne Lehmlagen), feu2, 10YR5/4 dunkel → heller
LUP-44 12.11.20	455987	5481493	0-60	Sand bzw. z.T. sehr schwach lehmig, feu2, braun
			60-100	Sand bzw. z.T. sehr schwach lehmig, feu1-2, 10YR5/4
LUP-45 12.11.20	456045	5481483	0-25	Sand, schwach lehmig, feu3, 10YR4/2
			25-42	Sand, humos, feu1, 10YR5/4
			42-100	Sand, schwach kiesig, schwach grusig, feu1, 10YR7/4 → zunehmend schluffig → Sand, schwach grusig, schwach kiesig, schwach schluffig, feu1, 10YR7/4 Sand, kiesig, feu1, 10YR7/4
LUP-46 12.11.20	456069	5481462	0-25	Sand, lehmig, feu3, 10YR4/2
			25-60	Sand, schwach kiesig, sehr schwach schluffig, feu1, 10YR7/4
			60-70	Sand, schwach kiesig, schwach schluffig, feu1, 10YR7/4
			70-100	Sand, kiesig, feu1, 10YR7/4
LUP-47 12.11.20	456088	5481444	0-35	Sand, lehmig, feu3, 10YR4/2 dunkel
			35-40	Übergang
			40-100	Sand/Kies, feu1-2, 10YR7/4
LUP-48 12.11.20	456083	5481411	0-30	Sand, lehmig, feu2, dunkelbraun
			30-80	Sand, schwach lehmig, feu1, mittelbraun
			80-100	Sand, feu1, hellbraun
LUP-49 12.11.20	456059	5481375	0-50	Sand, lehmig, feu1 / ko1, 10YR5/4
			50-65	Sand, schwach lehmig, schwach grusig (Kst), feu1, 10YR5/4
			65-80	Sand, grusig, feu1, 10YR5/4
			80-100	Sand, schwach grusig, feu1, 10YR5/4
LUP-50 19.11.20	456033	5481421	0-20	Sand, schwach lehmig, humos, feu3, 10YR4/2
			20-35	Sand, humos, feu1, 10YR5/4
			35-100	Sand, kiesig, feu1, 10YR7/4
LUP-51 19.11.20	456010	5481464	0-30	Sand, schwach lehmig, grusig, feu1-2, 10YR4/2
			30-100	Sand, kiesig, grusig, feu1, 10YR7/4

Tabelle 2: Radonmesspunkte mit Bodenfeuchte zum Beginn und Ende der Radonmessungen.

Messpunkt	X ETRS89 UTM32N	Y ETRS89 UTM32N	Bodenfeuchte (Wassergehalt %)			
			Basis Bohrung		15-20 cm	
			Anfang	Ende	Anfang	Ende
LUP-01	455718	5481351	12,1	14,6	17,8	17,8
LUP-02	455743	5481335	8,8	15,0	18,1	21,9
LUP-03	455769	5481319	12,0	15,2	18,4	23,7
LUP-04	455794	5481304	9,6	16,4	17,9	17,5
LUP-05	455820	5481288	6,7	11,2	17,5	15,7
LUP-06	455946	5481480	8,7	8,7	9,0	9,5
LUP-07	455845	5481272	17,5	17,5	17,9	18,7
LUP-08	455871	5481256	10,7	12,2	18,2	22,0
LUP-09	455896	5481240	9,8	15,6	16,7	21,6
LUP-10	455922	5481225	16,1	15,2	18,6	20,6
LUP-11	455947	5481209	14,6	15,8	18,0	18,7
LUP-12	455973	5481193	4,4	8,6	15,5	17,9
LUP-13	455998	5481177	14,7	16,1	18,0	22,2
LUP-14	456015	5481167	11,0	12,9	17,9	19,8
LUP-15	456023	5481333	9,0	11,0	12,1	15,2
LUP-16	455798	5481412	8,1	10,5	18,0	17,5
LUP-17	455824	5481396	12,1	14,3	19,3	18,8
LUP-18	455849	5481380	12,3	13,8	20,1	22,8
LUP-19	455874	5481364	8,4	10,2	17,6	21,4
LUP-20	455900	5481348	10,2	10,9	17,0	16,4
LUP-21	455925	5481332	13,3	14,1	18,4	20,1
LUP-22	455951	5481316	14,6	14,2	16,8	20,9
LUP-23	455976	5481300	9,4	11,3	15,6	18,0
LUP-24	456001	5481284	18,1	15,1	15,9	18,2
LUP-25	456028	5481267	14,5	14,7	16,4	20,8
LUP-26	455865	5481481	12,5	20,9	15,2	18,1
LUP-27	455889	5481464	16,7	16,3	16,7	22,7
LUP-28	455914	5481447	9,4	12,6	17,7	20,5
LUP-29	455939	5481430	11,1	15,3	18,5	21,1
LUP-30	455963	5481413	15,0	14,0	15,4	19,4
LUP-31	455988	5481396	15,6	15,5	15,5	18,9
LUP-32	456013	5481379	17,8	17,0	16,7	20,1
LUP-33	456037	5481362	11,1	12,9	15,5	22,5
LUP-34	456048	5481355	11,3	13,0	17,9	24,8
LUP-35	455993	5481224	11,0	13,6	16,4	22,6
LUP-36	455992	5481261	12,2	11,3	16,3	17,4
LUP-37	455990	5481329	15,4	13,2	13,7	16,1
LUP-38	455989	5481363	17,0	15,7	11,4	13,7
LUP-39	455873	5481524	4,7	8,4	6,4	15,6
LUP-40	455887	5481509	11,6	21,5	15,5	12,3
LUP-41	455911	5481514	9,3	11,8	9,6	16,4
LUP-42	455929	5481504	11,7	13,3	16,8	17,8
LUP-43	455955	5481502	14,1	13,6	13,3	22,4

Tabelle 2: Radonmesspunkte mit Bodenfeuchte zum Beginn und Ende der Radonmessungen.

Messpunkt	X ETRS89 UTM32N	Y ETRS89 UTM32N	Bodenfeuchte (Wassergehalt %)			
			Basis Bohrung		15-20 cm	
			Anfang	Ende	Anfang	Ende
LUP-44	455987	5481493	14,7	13,6	10,5	20,2
LUP-45	456045	5481483	3,3	2,4	10,7	20,8
LUP-46	456069	5481462	1,9	5,3	13,2	16,0
LUP-47	456088	5481444	2,1	2,9	14,2	19,0
LUP-48	456083	5481411	7,3	10,4	15,7	19,3
LUP-49	456059	5481375	11,4	13,4	10,7	21,5
LUP-50	456033	5481421	8,9	8,4	8,7	8,5
LUP-51	456010	5481464	7,7	7,6	7,8	8,0

Offenlage
 gemäß §3(2) BauGB

Tabelle 3: Radonaktivitätskonzentrationen und Radonverfügbarkeit in 1 Meter Tiefe.

Messpunkt	Radon-222-Aktivitätskonzentration [kBq/m ³] ±15% (2sigma)			Gasperm [m ²]	Radonverfügbarkeit (Radonpotential) Klassifizierung auf Zielwert 250Bq/m³		Radonpotenzial Bundesamt f. Strahlenschutz Zukünftiger EU- weiter Bewertungs- massstab für Erst-Ausweisung Risikogebiete	
	BfS-Klassifizierung auf Zielwert 400Bq/m³				(6)	(7)		(8)
	(2)	(3)	(4)					
	C _{Rn} +/-15% (ohne Witterungs- korrektur) ohne RVK- Wertung	C _{Rn wk} +/-15%	C _{Rn wk} +/-15% Wertung unter Berücksichti- gung hoher Gaspermea- bilität		RVI (Bq/m) (Surbeck) RVI C _{Rn wk} RVI C _{Rn wk} +15%	Rna (dimensionslos) (Slunga) Rna C _{Rn wk} Rna C _{Rn wk} +15%	RP (dimensionslos) (Neznal) RP C _{Rn wk} RP C _{Rn wk} +15% Radonrisiko: hoch evtl. hoch wahrschein- lich niedrig	
LUP-01	42,0	60,9		6,60E-13		1,93 1,99	27,9 32,1	
LUP-02	18,1	26,3		1,90E-12	5,00E-08 5,75E-08		15,3 17,6	
LUP-03	30,0	43,5		6,63E-14		1,80 1,86	13,7 15,7	
LUP-04	24,9	36,1		1,03E-12	3,72E-08 4,28E-08		18,2 20,9	
LUP-05	22,0	31,9	31,9	5,06E-12	1,62E-07 1,86E-07		24,6 28,3	
LUP-06	37,1	55,9	55,9	6,00E-11	3,35E-06 3,86E-06		252 290	
LUP-07	77,5	112,5	112,5	1,01E-10	1,14E-05 1,31E-05		-26024 -29928	
LUP-08	28,9	42,0		3,50E-13		1,74 1,80	17,1 19,7	
LUP-09	18,4	26,7		3,36E-13		1,55 1,61	10,8 12,4	
LUP-10	66,4	96,3		8,78E-14		2,06 2,12	31,5 36,2	
LUP-11	57,8	83,8		9,07E-14		2,00 2,06	27,6 31,7	
LUP-12	14,2	20,6	20,6	9,55E-12	1,96E-07 2,26E-07		20,2 23,2	
LUP-13	57,1	82,9		9,31E-14		2,00 2,06	27,4 31,5	
RVK – Wertung								
RVK 0	Keine Radonschutzmassnahmen erforderlich							
RVK I	Radonvorsorgegebietsklasse I - grundlegende Radonschutzmassnahmen erforderlich							
RVK II	Bauen gemäß Radonvorsorgegebietsklasse II - umfangreiche Radonschutzmassnahmen erforderlich							
RVK III	Bauen gemäß Radonvorsorgegebietsklasse III – sehr umfangreiche Radonschutzmassnahmen erforderlich							
	Randbedingungen nicht gegeben							

Tabelle 3 (Fortsetzung): Radonaktivitätskonzentrationen und Radonverfügbarkeit in 1 Meter Tiefe.

Messpunkt	Radon-222-Aktivitätskonzentration [kBq/m ³] ±15% (2sigma)			Gasperm [m ²]	Radonverfügbarkeit (Radonpotential) Klassifizierung auf Zielwert 250Bq/m³		Radonpotenzial Bundesamt f. Strahlenschutz Zukünftiger EU- weiter Bewertungs- massstab für Erst-Ausweisung Risikogebiete	
	BfS-Klassifizierung auf Zielwert 400Bq/m³				(6)	(7)		(8)
	(2)	(3)	(4)					
	C_{Rn} +/-15% (ohne Witterungs- korrektur) ohne RVK- Wertung	$C_{Rn\ wk}$ +/-15%	$C_{Rn\ wk}$ +/-15% Wertung unter Berücksichti- gung hoher Gaspermea- bilität		RVI (Bq/m) (Surbeck) Rna (dimensionslos) (Slunga) Rna $C_{Rn\ wk}$ Rna $C_{Rn\ wk} +15\%$	RP (dimensionslos) (Neznal) RP $C_{Rn\ wk}$ RP $C_{Rn\ wk} +15\%$ Radonrisiko: hoch evtl. hoch wahrschein- lich niedrig		
LUP-14	65,0	94,4		9,49E-13		2,13 2,19	46,7 53,7	
LUP-15	52,2	75,8	75,8	8,65E-12	6,55E-07 7,54E-07		71 82	
LUP-16	19,1	27,7		2,52E-12	6,99E-08 8,03E-08		17,3 19,9	
LUP-17	34,3	49,7		3,05E-13		1,81 1,87	19,8 22,7	
LUP-18	35,2	51,2		2,29E-13		1,82 1,88	19,4 22,3	
LUP-19	24,0	34,9		7,40E-13		1,69 1,75	16,4 18,8	
LUP-20	55,1	79,9		2,16E-12	1,73E-07 1,99E-07		48 55	
LUP-21	28,4	41,3	41,3	9,10E-12	3,75E-07 4,32E-07		39,6 45,6	
LUP-22	44,2	64,2		4,97E-13		1,94 2,00	27,9 32,1	
LUP-23	39,6	58,6		4,11E-13		1,89 1,95	24,5 28,2	
LUP-24	49,6	73,4	73,4	1,01E-10	7,41E-06 8,52E-06		-16980 -19527	
LUP-25	28,4	41,9		2,46E-12	1,03E-07 1,19E-07		26,1 30,0	
LUP-26	36,3	53,8	53,8	9,55E-12	5,13E-07 5,90E-07		53 61	
RVK – Wertung								
RVK 0	Keine Radonschutzmassnahmen erforderlich							
RVK I	Radonvorsorgegebietsklasse I - grundlegende Radonschutzmassnahmen erforderlich							
RVK II	Bauen gemäß Radonvorsorgegebietsklasse II - umfangreiche Radonschutzmassnahmen erforderlich							
RVK III	Bauen gemäß Radonvorsorgegebietsklasse III – sehr umfangreiche Radonschutzmassnahmen erforderlich							
	Randbedingungen nicht gegeben							

Tabelle 3 (Fortsetzung): Radonaktivitätskonzentrationen und Radonverfügbarkeit in 1 Meter Tiefe.

Messpunkt	Radon-222-Aktivitätskonzentration [kBq/m ³] ±15% (2sigma)			Gasperm [m ²]	Radonverfügbarkeit (Radonpotential) Klassifizierung auf Zielwert 250Bq/m³		Radonpotenzial Bundesamt f. Strahlenschutz Zukünftiger EU- weiter Bewertungs- massstab für Erst-Ausweisung Risikogebiete	
	BfS-Klassifizierung auf Zielwert 400Bq/m³				(6)	(7)		(8)
	(2)	(3)	(4)					
	C _{Rn} +/-15% (ohne Witterungs- korrektur) ohne RVK- Wertung	C _{Rn} wk +/-15%	C _{Rn} wk +/-15% Wertung unter Berücksichti- gung hoher Gaspermea- bilität		RVI (Bq/m) (Surbeck) RVI C _{Rn} wk RVI C _{Rn} wk +15%	Rna (dimensionslos) (Slunga) Rna C _{Rn} wk Rna C _{Rn} wk +15%	RP (dimensionslos) (Neznal) RP C _{Rn} wk RP C _{Rn} wk +15% Radonrisiko: hoch evtl. hoch wahrschein- lich niedrig	
LUP-27	42,1	62,3	62,3	6,85E-12	4,27E-07 4,91E-07		54 62	
LUP-28	31,9	47,2	47,2	8,92E-12	4,21E-07 4,84E-07		45 52	
LUP-29	35,6	52,7		4,14E-13		1,85 1,91	22,1 25,4	
LUP-30	47,9	70,9	70,9	1,70E-11	1,21E-06 1,39E-06		92 106	
LUP-31	44,0	65,1	65,1	1,01E-10	6,57E-06 7,56E-06		-15063 -17323	
LUP-32	46,3	68,4	68,4	1,01E-10	6,91E-06 7,95E-06		-15836 -18212	
LUP-33	33,3	49,3		4,15E-13		1,82 1,88	20,7 23,8	
LUP-34	40,5	59,9		3,18E-13		1,89 1,96	24,0 27,6	
LUP-35	42,3	61,4		3,13E-13		1,91 1,97	24,5 28,2	
LUP-36	38,8	56,4	56,4	1,40E-11	7,89E-07 9,07E-07		66 76	
LUP-37	51,9	76,7	76,7	1,01E-10	7,75E-06 8,91E-06		-17753 -20416	
LUP-38	51,7	76,5	76,5	1,01E-10	7,73E-06 8,89E-06		-17708 -20364	
LUP-39	48,5	71,7		2,10E-12	1,51E-07 1,73E-07		42,7 49	
RVK – Wertung								
RVK 0	Keine Radonschutzmassnahmen erforderlich							
RVK I	Radonvorsorgegebietsklasse I - grundlegende Radonschutzmassnahmen erforderlich							
RVK II	Bauen gemäß Radonvorsorgegebietsklasse II - umfangreiche Radonschutzmassnahmen erforderlich							
RVK III	Bauen gemäß Radonvorsorgegebietsklasse III - sehr umfangreiche Radonschutzmassnahmen erforderlich							
	Randbedingungen nicht gegeben							

Tabelle 3 (Fortsetzung): Radonaktivitätskonzentrationen und Radonverfügbarkeit in 1 Meter Tiefe.

Messpunkt	Radon-222-Aktivitätskonzentration [kBq/m ³] ±15% (2sigma)			Gasperm [m ²]	Radonverfügbarkeit (Radonpotential) Klassifizierung auf Zielwert 250Bq/m³		Radonpotenzial Bundesamt f. Strahlenschutz Zukünftiger EU- weiter Bewertungs- massstab für Erst-Ausweisung Risikogebiete	
	BfS-Klassifizierung auf Zielwert 400Bq/m³				(6)	(7)		(8)
	(2)	(3)	(4)					
	C _{Rn} +/-15% (ohne Witterungs- korrektur) ohne RVK- Wertung	C _{Rn wk} +/-15%	C _{Rn wk} +/-15% Wertung unter Berücksichti- gung hoher Gaspermea- bilität		RVI (Bq/m) (Surbeck) RVI C _{Rn wk} RVI C _{Rn wk} +15%	Rna (dimensionslos) (Slunga) Rna C _{Rn wk} Rna C _{Rn wk} +15%	RP (dimensionslos) (Neznal) RP C _{Rn wk} RP C _{Rn wk} +15% Radonrisiko: hoch evtl. hoch wahrschein- lich niedrig	
LUP-40	13,4	19,8	19,8	1,70E-11	3,36E-07 3,86E-07		25,7 29,5	
LUP-41	39,2	57,9	57,9	1,01E-10	5,85E-06 6,73E-06		-13404 -15415	
LUP-42	33,1	49,0	49,0	6,00E-11	2,94E-06 3,38E-06		221 254	
LUP-43	49,3	72,9	72,9	6,00E-11	4,38E-06 5,03E-06		329 378	
LUP-44	29,9	44,2	44,2	1,01E-10	4,46E-06 5,13E-06		-10221 -11755	
LUP-45	10,9	16,1		1,01E-12	1,63E-08 1,87E-08		8,1 9,3	
LUP-46	11,4	16,8	16,8	1,70E-11	2,86E-07 3,28E-07		21,8 25,1	
LUP-47	15,4	22,8	22,8	1,40E-11	3,19E-07 3,67E-07		26,7 30,7	
LUP-48	25,0	36,9		2,46E-12	9,09E-08 1,05E-07		23,0 26,4	
LUP-49	17,2	25,5	25,5	1,01E-10	2,57E-06 2,96E-06		-5890 -6774	
LUP-50	34,6	52,1	52,1	1,01E-10	5,26E-06 6,05E-06		-12062 -13872	
LUP-51	42,6	64,2	64,2	6,00E-11	3,85E-06 4,43E-06		290 333	
RVK – Wertung								
RVK 0	Keine Radonschutzmassnahmen erforderlich							
RVK I	Radonvorsorgegebietsklasse I - grundlegende Radonschutzmassnahmen erforderlich							
RVK II	Bauen gemäß Radonvorsorgegebietsklasse II - umfangreiche Radonschutzmassnahmen erforderlich							
RVK III	Bauen gemäß Radonvorsorgegebietsklasse III – sehr umfangreiche Radonschutzmassnahmen erforderlich							
	Randbedingungen nicht gegeben							

Tabelle 4 Radonvorsorgegebietsklassifizierung des Bundesamtes für Strahlenschutz (**veraltet***, bisher ohne Ersatz, bei erhöhter Gaspermeabilität wird die sich aus der Radonkonzentration ergebende Vorsorgestufe um eine Stufe erhöht).

Klassifizierung (Zielwert Innenraumluftkonzentration <400 Bq/m ³)	Radonaktivitätskonzentration (kBq/m ³ = Kilo-Becquerel/m ³)
Radonvorsorgegebiet 0 (RVK 0)	<20 kBq/m ³ (<20 000 Bq/m ³)
Radonvorsorgegebiet I (RVK I)	>20 – 40 kBq/m ³
Radonvorsorgegebiet II (RVK II)	>40 – 100 kBq/m ³
Radonvorsorgegebiet III (RVK III)	>100 kBq/m ³

*Diese veraltete Klassifizierung liegt u.a. der Radonkarte Deutschland zugrunde.

Offenlage
gemäß §3(2) BaugB