

Baugrunderkundung BV Seniorenwohnungen und Tiefgarage Haufeld Siegburg

Auftraggeber:
Stadtbetriebe Siegburg AöR
Ringstraße 28
53721 Siegburg

Bericht vom 15.05.2023

Altlasten- und
Gebäudeuntersuchung
Sanierungsplanung
Baugrundgutachten
Geothermie



Geschäftsführer: Dr. Georg Kleinebrinker
Steuer-Nr.: 147/5825/0859
USt.-IDNr.: DE328853819
Amtsgericht Wuppertal HRB 30549
Sitz der Gesellschaft:
Erkrath (Deutschland)
Gerichtsstand: Mettmann

Heinrich-Hertz-Str. 9 · 40699 Erkrath
Tel.: 02 11 - 28 41 50
Fax: 02 11 - 29 82 73

Große Telegraphenstr. 9-11 · 50676 Köln
Tel.: 02 21 - 580 06 28
Fax: 02 21 - 476 79 09

E-Mail: info@gbk-teamplan.de
Internet: www.gbk-teamplan.de

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1.0 Allgemeines und Veranlassung	2
2.0 Das Bauvorhaben	3
3.0 Erdbebenzonen - Zuordnung	5
4.0 Der Baugrund / Bodenmechanische Kennwerte / Grundwasser	5
5.0 Gründungs- und Ausführungsempfehlungen	14
6.0 Baugrubensicherung/Sicherung von Nachbargebäuden	15
7.0 Chemische Analysen / Bewertung	15
8.0 Massenbilanzen	18
9.0 Erdwärme / Geothermie	18

Anlagen:

- 1 Übersichtsplan
- 2 Lagepläne mit den Ansatzpunkten der Kleinrammbohrungen und der Rammsondierungen
- 3 Profilschnitte
- 4 Körnungslinien
- 5 Protokolle bodenmechanische Laboruntersuchungen
- 6 Analysenprotokoll

1.0 Allgemeines und Veranlassung

Die Stadtbetriebe Siegburg AöR, Ringstraße 28, 53721 Siegburg, planen mittelfristig den Neubau von Seniorenwohnungen auf einem Grundstück im Bereich der Straße „Haufeld“ in 53721 Siegburg.

Auf dem Grundstück befindet sich zurzeit noch eine Bebauung, die vor Beginn der Neubaumaßnahme abgebrochen werden muss; hierbei handelt es sich um ein ehemaliges Schulgebäude, welches zurzeit durch verschiedene Einrichtungen und Vereine genutzt wird.

Die Planungen für das Bauvorhaben werden durch die ARGE Haufeld, Hennef, Siegburg durchgeführt und koordiniert.

Zu den Untergrundverhältnissen im Bereich der Neubaumaßnahme bzw. des Grundstücks liegen keine genauen Informationen vor. Daher sollten in Zusammenhang mit weiteren Planungen zunächst Bodenuntersuchungen zur Erkundung der Baugrund- und Untergrundverhältnisse sowie zur Erstellung eines Baugrundgutachtens durchgeführt werden. Hierbei sollte auch überprüft werden, ob im Untergrund eventuell problematische Auffüllungen vorhanden sind.

Mit den entsprechenden Untersuchungen wurde die gbk Teamplan GmbH, Erkrath, durch die Stadtbetriebe Siegburg AöR beauftragt.

Im Einzelnen sollten in diesem Zusammenhang die nachfolgend aufgeführten Leistungen durchgeführt werden:

- Untersuchungen zu Aufbau, Schichtmächtigkeiten und Lagerungsdichte der im Untergrund des Bauvorhabens anstehenden Böden;
- Angaben zur Erdbebenzone;
- Klärung des Grundwasserschwankungsbereiches;
- Durchführung / Veranlassung der erforderlichen Analysen zur Klärung des Verwitterungsweges für die Auffüllungsböden und der Asphaltversiegelung;

- Durchführung / Veranlassung der erforderlichen bodenmechanischen Laboruntersuchungen;
- Angaben zur potenziellen Nutzung von Erdwärme;
- Auswertung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse und Zusammenfassung in einem Bericht mit Angaben zu Gründungs- und Ausführungsmöglichkeiten und mit Hinweisen hinsichtlich des Entsorgungs- / Verwertungsweges für anfallende Aushubmaterialien und der Asphaltversiegelung.

Die Lage des Bauvorhabens innerhalb Siegburgs ist dem Übersichtsplan der **Anlage 1** zu entnehmen.

2.0 Das Bauvorhaben

Zu dem geplanten Bauvorhaben wurden die nachfolgend aufgeführte Unterlage übermittelt:

- Generalplanerleistung zur Neuerrichtung von Seniorenwohnungen im „Betreuten Wohnen“ und einer Tiefgarage, Siegburg; Variante drei Baukörper, M 1:500, Arbeitsgemeinschaft Haufeld;
- Generalplanerleistung zur Neuerrichtung von Seniorenwohnungen im „Betreuten Wohnen“ und einer Tiefgarage, Siegburg; Variante drei Baukörper mit Abmessungen der Tiefgarage, M 1:500, Arbeitsgemeinschaft Haufeld;
- Lageplan Vorwegabzug, BV Stadtbetriebe AöR „Haufeld“, M 1:200, Dipl.-Ing. Rolf Apel, 27.01.

Genauere Planunterlagen zur geplanten Neubebauung liegen noch nicht vor. Entsprechend den vorliegenden Informationen sollen im Bereich des Bauvorhabens drei neue Gebäude errichtet werden; unterhalb des gesamten Gebäudekomplexes ist die Anlage einer Tiefgarage geplant.

Die mittlere Geländehöhe liegt etwa auf + 57,14 m NN. Da keine genauen Höhenangaben zu dem Bauvorhaben vorliegen, wird im Folgenden die mittlere Geländehöhe als OK FFB Erdgeschoss des geplanten Neubaus bzw. der geplanten Neubauten angenommen.

Das Gebäude soll auf einer tragenden Bodenplatte gegründet werden. Die Gründungs-
sohle des Kellers bzw. der Tiefgarage (= UK Bodenplatte) liegt entsprechend den vor-
liegenden Informationen auf + 53,00 m NN.

Nachfolgend sind ein Ausschnitt aus dem Grundrissplan der Tiefgarage und ein Vari-
antenplan des Bauvorhabens abgebildet.



Abb. 1 Grundriss Tiefgarage

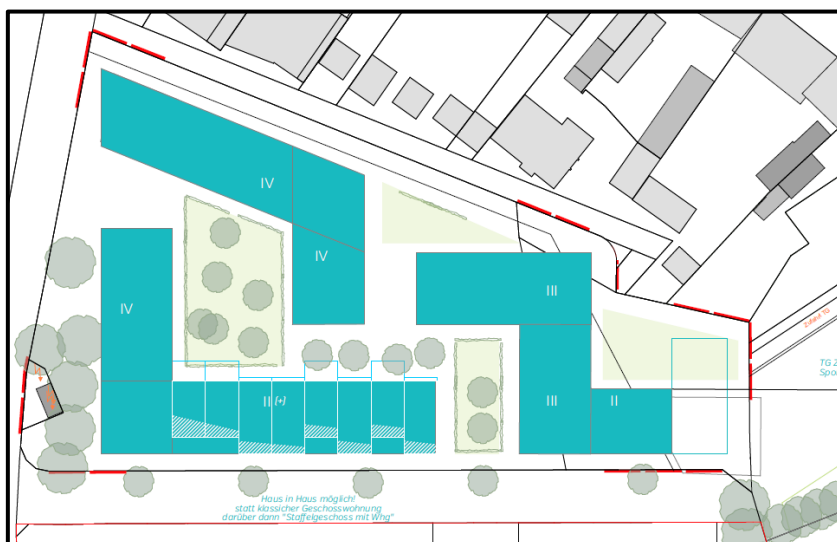


Abb. 2 Variante drei Baukörper

3.0 Erdbebenzonen - Zuordnung

Gemäß der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland - Nordrhein-Westfalen -, Karte zu DIN 4149, liegt das Baufeld im Bereich der **Erdbebenzone 1** (Gebiete, in denen gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau ein Intensitätsintervall von 6,5 bis < 7,0 zugeordnet ist. Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung beträgt 0,4 m/s².) und im Bereich der **Untergrundklasse T** (Übergangsbereich zwischen den Gebieten der Untergrundklassen R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund) und S (Gebiete tiefer Beckenstrukturen und mächtiger Sedimentfüllung) sowie Gebiete relativ flachgründiger Sedimentbecken).

Die natürlich anstehenden Böden bzw. Schichten im Untergrund sind der **Baugrundklasse C** (stark verwitterte Felsgesteine) bzw. **Baugrundklasse B** (mäßig verwitterte Festgesteine bzw. Festgesteine mit geringer Festigkeit) zuzuordnen.

4.0 Der Baugrund / Bodenmechanische Kennwerte / Grundwasser

Zur Erkundung der Untergrund- bzw. Baugrundverhältnisse im Bereich des Grundstücks wurden insgesamt zehn Kleinrammbohrungen (KRB 1 - KRB 10) DN 85 – DN 36 nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen zwischen 5,00 m und 7,00 m unter OK Gelände niedergebracht.

Die Bohrung KRB 6 wurde aufgrund fehlenden Bohrfortschritts bzw. aufgrund der hohen Lagerungsdichte des Bodens nur bis in eine Tiefe von 5,00 m unter GOK geführt. Ein Tieferführen war im Bereich dieser Bohrung nicht möglich.

Die Bohrungen KRB 2 und KRB 10 mussten aufgrund fehlenden Bohrfortschritts einmal umgesetzt werden (KRB 2a + 2b, KRB 10a+10b).

Zur Erkundung der Lagerungsdichte der im Untergrund anstehenden Böden wurden weiterhin 10 schwere Rammsondierungen (DPH 1 - DPH 10) gem. DIN EN ISO 22476-2 bis in Tiefen zwischen 4,80 m und 7,00 m u. GOK durchgeführt.

Ein Teil der Rammsondierungen musste aufgrund fehlenden Sondierfortschritts bzw. der hohen Lagerungsdichte des Bodens in Tiefen zwischen 4,80 m und 6,80 m unter GOK abgebrochen werden.

Die Rammsondierungen DPH 4 musste aufgrund einer Schiefelage der Sonde abgebrochen und einmal umgesetzt werden (DPH 4a + 4b).

Die Lage der Ansatzpunkte der Kleinrammbohrungen und der Rammsondierungen ist in den Lageplänen der **Anlage 2** eingetragen. In den Profilschnitten der **Anlage 3** sind die Ergebnisse der Bohrungen und der Sondierungen zeichnerisch dargestellt.

Die Kleinrammbohrungen und die Rammsondierungen wurden nach Höhe eingemessen. Aus den Bohrungen wurden schichtenweise gestörte Bodenproben entnommen.

Im Rahmen der Bohrungen und der Sondierungen wurde der nachfolgend beschriebene Bodenaufbau ermittelt.

Schicht I – Auffüllungen

Auffüllungen wurden unterhalb einer in Teilbereichen vorhandenen Oberflächenversiegelung aus Pflastersteinen, Beton oder Asphalt im Bereich aller Bohrungen bis in eine Tiefe von 0,85 m (KRB 1 und KRB 4) bis 3,40 m (KRB 10b) unter OK Gelände festgestellt. Die Unterkante der Auffüllungsböden liegt auf Höhenordinaten von ca. + 53,52 m NN (KRB 10b) bis + 56,48 m NN (KRB 4).

Die Auffüllungen bestehen aus gemischtkörnigen Bodenaushub (Schluff, Sand, Kies) mit anthropogenen Beimengungen in Form von Ziegelbruch, z.T. massiv (Anteil < 15 %), Schlacke, Schotter und Mörtelresten (Anteile jeweils < 5 %), Betonbruch und Asphaltresten (Anteile jeweils < 2 %) sowie Kohle, Keramik- / Porzellanresten und Glasbruch (Anteile jeweils < 1 %).

Entsprechend den mit der Rammsonde erzielten Schlagzahlen N_{10} von 0 – 38 sind diese Auffüllungsböden sehr locker bis sehr dicht gelagert.

Schicht II – Schluff, z.T. sandig, z.T. kiesig

Diese z.T. sandigen, z.T. kiesigen Schluffe, bei denen es sich um fluviale Sedimentablagerungen der Sieg handelt, wurden im Bereich der Bohrungen KRB 1 – KRB 9 bis in Tiefen zwischen 1,35 m (KRB 1) und 2,6 m (KRB 2b und KRB 3) unter GOK angetroffen. Die Unterkante dieser Schicht liegt auf Höhenordinaten auf ca. + 54,50 m NN (KRB 3) bis + 55,82 m NN (KRB 1).

Die Schluffe weisen eine breiig-weiche bis feste Konsistenz auf und sind entsprechend den mit der Rammsonde erzielten Schlagzahlen N_{10} von 0 – 15 sehr locker bis mitteldicht, überwiegend jedoch sehr locker bis locker gelagert.

Entsprechend den an zwei Proben aus dieser Schicht durchgeführten Sieb- / Schlämmanalysen (Proben KRB 4/2 und KRB 9/2) handelt es sich bei den Bodenmaterialien dieser Schicht um leicht tonige, sandige Schluffe bzw. kiesige, schwach tonige, stark schluffige Sande. Der Feinanteil $< 0,063$ mm in diesen Proben liegt bei 62,2 % bzw. bei 42,4 %.

Die zugehörigen Körnungslinien sind als **Anlage 4** dokumentiert.

Auf Grundlage der Bestimmung der Zustandsgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze) an den Proben KRB 2b/2 und KRB 3/3 aus dieser Schicht handelt es sich bei diesen Bodenmaterialien um leicht plastische Schluffe, die eine feste Konsistenz aufweisen.

Die zugehörigen Versuchsprotokolle zur Bestimmung der Zustandsgrenze sind als **Anlage 5** dokumentiert.

Schicht III – Sand, Kies, Kiessand, z.T. schluffig

Diese z.T. schluffigen, sandig-kiesigen Böden wurden im Bereich aller Bohrungen bis zur Endteufe der Bohrung angetroffen.

Entsprechend den erzielten Schlagzahlen N_{10} von 1 – > 100 sind diese Kiessande stellenweise nur sehr locker bis mitteldicht, weitestgehend dicht bis sehr dicht gelagert.

Auf Grundlage der an der Probe KRB 5/4 ermittelten Körnungslinie, die aus den sandig-kiesigen Böden der Schicht III entnommen wurde und während der Feldarbeiten vor Ort als Kiessand mit schluffigen Anteilen angesprochen wurde, handelt es sich um einen schwach schluffigen, schwach mittelsandigen, schwach grobsandigen Kies. Der Feinanteil $< 0,063$ mm in dieser Probe liegt bei 7,2 %.

Weiterhin handelt es sich entsprechend der an der Probe KRB 9/3 ermittelten Körnungslinie, die aus den sandigen Bereichen der Böden der Schicht III entnommen wurde und vor Ort als ein kiesiger Mittel- bis Grobsand – schwach schluffiger Feinsand angesprochen wurde, um schwach schluffigen, schwach feinsandigen, schwach feinkiesigen, schwach mittelkiesigen, grobsandigen Mittelsand. Der Feinanteil $< 0,063$ mm in dieser Probe liegt bei 7,8 %.

Die zugehörigen Körnungslinien sind ebenfalls als **Anlage 4** dokumentiert.

Auf Grundlage der durchgeführten Felduntersuchungen und für die Durchführung von gründungsstatischen Berechnungen lässt sich der Baugrund wie folgt einteilen:

Schicht I: Auffüllung (A gem. DIN 18 196)

- Wichte des erdfeuchten Bodens (γ): 18 - 22 kN/m³
- Wichte unter Auftrieb (γ'): 10 - 14 kN/m³
- Reibungswinkel (φ'): 27,5° - 35°
- Kohäsion (c'): 0 – 2 kN/m²
- Steifemodul (E_s): 10 - 100 MN/m²
- Bodenklasse gem. DIN 18 300 (alt): leicht bis mittelschwer lösbbare Bodenarten (Bodenklasse 3 und 4, schluffige Anteile breiig bei Durchfeuchtung / Vernässung – Bodenklasse 2)
- Frostschutzklasse: F1 – F3 (je nach Schluffanteil)

Für die Auffüllungen stellen diese Werte aufgrund der inhomogenen Zusammensetzung Näherungswerte dar.

Schicht II: Schluff, z.T. sandig, z.T. kiesig (UM - UL gem. DIN 18 196)

- Wichte des erdfeuchten Bodens (γ): 19 – 21 kN/m³
- Wichte des Bodens unter Auftrieb (γ'): 9 – 11 kN/m³
- Reibungswinkel (φ'): 22,5° - 27,5°
- Kohäsion (c'): 0 - 5 kN/m²
- Steifemodul (E_s): 1 - 20 MN/m²
- Bodenklasse gem. DIN 18 300 (alt): mittelschwer lösbbare Bodenarten (Bodenklasse 4, breiig bei Durchfeuchtung / Vernässung – Bodenklasse 2)
- Frostschutzklasse: F3

Schicht III: Sand, Kies, Kiessand, z.T. schluffig (SW - GW gem. DIN 18 196)

- Wichte des erdfeuchten Bodens (γ): 18 – 22 kN/m³
- Wichte unter Auftrieb (γ'): 10 – 14 kN/m³
- Reibungswinkel (φ'): 30° - 35°
- Kohäsion (c'): -
- Steifemodul (E_s): 50 - 120 MN/m²
- Bodenklasse gem. DIN 18 300 (alt): leicht lösbbare Bodenarten (Bodenklasse 3)
- Frostschutzklasse: F1

Nachfolgend sind die Böden entsprechend den DIN-Normen DIN 18 300 und DIN 18 301 in Homogenbereiche eingeteilt, wobei hier anzumerken ist, dass die Einteilung aufgrund von Erfahrungswerten vorgenommen wurde.

Weiterhin ist diesbezüglich anzumerken, dass grundsätzlich die Homogenklassen gemeinsam durch den Bodengutachter und den zuständigen Fachplaner festzulegen sind, da die Einteilung u. a. auch abhängig von den eingesetzten Erdbaugeräten ist.

Ggf. wären für eine genaue Überprüfung / Festlegung der Homogenbereiche Großbohrungen mit einem Mindestdurchmesser von 300 mm > d > 600 mm erforderlich. Dies dient zum einen dazu ausreichende Mengen an Probenmaterial für die erforderlichen bodenmechanischen Laborversuche zu fördern und zum anderen dazu, die entsprechenden gröbereren Korngruppen zu erfassen.

Tabelle I - Homogenbereiche für Erdarbeiten – DIN 18 300

Eigenschaft/Kennwert	Homogenbereich - Lös		
	A 1	A 2	A 3
	Schicht I	Schicht II	Schicht III
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Schluff, z.T. sandig, z.T. kiesig	Sand, kiesig, Kiessand
Bodengruppe n. DIN 18 196	A	UM - UL	SW - GW
Körnungsverteilung/Körnungsband	-	-	siehe Anlage 4.0
Massenanteil an Steinen/Blöcken/großen Blöcken (%)	< 30	< 5	< 5
Dichte (g/cm ³)	1,7 – 2,2	1,7 – 2,1	1,7 – 2,0
undränierete Scherfestigkeit (kN/m ²)	-	10 - > 80 (Literaturwert)	-
Wassergehalt (%)	n. b.	19,2 – 20,0	5,4 – 7,9
Plastizitätszahl (%)	-	3,8 - 7,2	-
Konsistenzzahl	-	1,58 – 1,70	-
Lagerungsdichte	sehr locker bis sehr dicht	sehr locker bis mitteldicht	sehr locker bis sehr dicht
Organischer Anteil (%)	1,6	n. b.	n. b.
Zuordnung n. LAGA (Boden) (1997)	s. Kapitel 7.0	-	-

Tabelle II - Homogenbereiche für Erdarbeiten – DIN 18 301

Eigenschaft/Kennwert	Homogenbereich - Bohr		
	B 1	B 2	B 3
	Schicht I	Schicht II	Schicht III
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Schluff, z.T. sandig, z.T. kiesig	Sand, Kies, Kiessand
Bodengruppe n. DIN 18 196	A	UM - UL	SW - GW
Körnungsverteilung/Körnungsband	-	-	siehe Anlage 4.0
Massenanteil an Steinen/Blöcken/großen Blöcken (%)	< 30	< 5	< 5
Kohäsion (kN/m ²)	n. b.	0 - 5	n. b.
undränierete Scherfestigkeit (kN/m ²)	n. b.	10 - > 80 (Literaturwert)	n. b.
Wassergehalt (%)	n. b.	19,2 – 20,0	5,4 – 7,9
Plastizitätszahl (%)	-	3,8 - 7,2	-

Fortsetzung Tabelle II

	Homogenbereich - Bohr		
	B 1	B 2	B 3
Eigenschaft/Kennwert	Schicht I	Schicht II	Schicht III
Konsistenzzahl	-	1,58 – 1,70	-
Lagerungsdichte	sehr locker bis sehr dicht	sehr locker bis mitteldicht	sehr locker bis sehr dicht
Abrasivität	abrasiv bis stark abrasiv	Abrasiv	abrasiv bis stark abrasiv
Zuordnung n. LAGA (Boden) (1997)	s. Kapitel 7.0	-	-

Bei den Auffüllungsböden der Schicht I handelt es sich aufgrund ihrer inhomogenen Zusammensetzung um nur schlecht tragfähige Böden. Die schluffigen Böden der Schicht II sind aufgrund ihrer bindigen Ausbildung und damit verbunden hohen Nässe- und Setzungsempfindlichkeit ebenfalls als nur schlecht tragfähige Böden zu bewerten.

Bei den sandig-kiesigen Böden der Schicht III handelt es sich trotz der z. T. nur geringen Lagerungsdichte aufgrund der nicht bindigen Ausbildung und der damit nur geringen Setzungsanfälligkeit um gut tragfähige und gründungsfähige Böden.

Vernässungshorizonte als Hinweis auf Grundwasser wurden im Rahmen der Geländeuntersuchungen, abgesehen von der KRB 6, bei allen Bohrungen z.T. ab einer Tiefe von ca. 4,10 m u. GOK festgestellt, was einem Grundwasserstand zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen in etwa auf + 53,07 m NN (KRB 1) entspricht, wobei hier ausdrücklich auf die Problematik der Wasserstandsmessung im unverrohrten Bohrloch hingewiesen wird.

Im Bereich der KRB 8 wurde in ein Vernässungshorizont in einer Tiefe zwischen 1,25 m und 2,00 m u. GOK festgestellt. Aufgrund der bindigen Ausbildung der Böden in dieser Tiefe handelt es sich wahrscheinlich um Schichtenwasser oder Staunässe.

Entsprechend den im Internet online abrufbaren, durch das zuständige Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, LANUV NRW, zur Verfügung gestellten Grundwasserdaten wurde am 30.10.1995 an einer 310 m östlich

des Bauvorhabens gelegenen Grundwassermessstelle (Messstelle 076895117- RSK ALTABL. 8428-27) ein höchster Grundwasserstand auf + 57,46 m NN gemessen. Der mittlere Grundwasserstand an dieser Messstelle liegt auf + 57,33 m NN. Die Geländehöhe im Bereich der Messstelle liegt auf + 62,17 m NN, sodass der Grundwasserflurabstand im Bereich dieser Messstelle bei hohen Grundwasserständen 4,71 m beträgt.

Der an der vorgenannten Messstelle ermittelte höchste Wasserstand liegt sogar über der Geländeoberkante im Bereich des Bauvorhabens.

Durch den Rhein-Sieg-Kreis wurden weiterhin zu mehreren Grundwassermessstellen, die im Umfeld des Bauvorhabens errichtet wurden, die Daten zu Grundwasserständen übermittelt.

Nachfolgend ist zunächst der zur Verfügung gestellte Lageplan mit Einzeichnung der Messstellen und der Lage des Bauvorhabens (rot markiert) abgebildet.



Abb. 4 Lageplan mit Grundwassermessstellen

An der in unmittelbarer Nähe des Baufelds gelegenen Messstelle 8428-060 wurde am 07.01.2021 der bisher höchste Grundwasserstand im Bereich des Baufeldes auf + 53,30 m NN ausgespiegelt.

An den Messtellen im Umfeld wurden GW-Schwankungen von bis zu etwa 1,00 m festgestellt, sodass mit Bezug auf die Messstelle im Bereich des Baufeldes der Bemessungswasserstand für das Bauvorhaben auf + 54,60 m NN gelegt werden sollte.

Der Bemessungswasserstand liegt deutlich über der Gründungssohle des unterkellerten Bereichs (= + 53,00 m NN), sodass für den Zeitraum der Aushubarbeiten bis zur Auftriebsicherheit eine Grundwasserabsenkung bzw. Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich sind. Das Gebäude ist zudem gegen Auftrieb zu bemessen.

Da die Böden der Schicht I und II zudem z.T. bindig ausgebildet sind und daher eine Schichtenwasserausbildung bzw. Staunisse und in größeren Tiefen eine Beeinflussung durch Grundwasser nicht ausgeschlossen werden kann, sollte für die erdberührten Bauteile gem. DIN 18 195 Teil 6 (alt), eine Abdichtung gegen aufstauendes Sickerwasser und drückendes Wasser vorgesehen werden.

Gem. DIN 18 533 wäre für die Gebäudeabdichtung die Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E anzusetzen (Eintauchtiefe \leq 3,00 m).

Das Grundstück liegt in unmittelbarer Nähe (ca. 120 m) zu einem Nebenarm der Sieg und bei einem extremen Hochwasserereignis zumindest in Teilbereichen im Hochwassergefahrenbereich (HQ₅₀₀) des Nebenarms, sodass nicht auszuschließen ist, dass es bei extrem hohen Siegwasserständen zu einer Überschwemmung des Grundstücks und zu einem zusätzlichen Anstieg des Grundwassers kommen kann. Dies gilt jedoch nur für ein 500-jähriges Hochwasserereignis. Das Baufeld liegt zudem nicht in einer Wasserschutzzone.

5.0 Gründungs- und Ausführungsempfehlungen

Die Gründungssohle des Gebäudes (= UK Bodenplatte) bei einer unterkellerten Ausführung des Bauvorhabens bzw. bei Anlage einer Tiefgarage liegt entsprechend den vorliegenden Informationen auf + 53,00 m NN und damit durchgängig in den stellenweise nur locker, weitestgehend jedoch mitteldicht bis sehr dicht gelagerten kiesigen Sanden und Kiessanden, in denen eine Gründung des Gebäudes problemlos möglich ist.

Aufgrund der Grundwasserstände wird davon ausgegangen, dass das Untergeschoss bzw. die Tiefgarage als ‚weiße Wanne‘ ausgebildet wird.

Zur Bemessung einer Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren bei Gründung auf einer tragenden Bodenplatte könnte in den sandig-kiesigen Böden der Schicht III dann, ohne dass hier genaue Angaben zu den anzusetzenden Lasten vorliegen, ein Bettungsmodul $k_s = 25 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Für den Bereich der Gründungssohle ist ein aufnehmbare Sohldruck $\sigma_{R,d} = 300 \text{ kN/m}^2$ zugrunde zu legen (EC 7 / Grundbruchformel nach DIN 4017:2006).

Insgesamt ist dann mit Setzungen von $< 1,0 \text{ cm}$ zu rechnen. Differenzsetzungen würden bei $< 0,5 \text{ cm}$ liegen.

Zur Gründung des Gebäudes wird die nachfolgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

- Aushub der Böden im Schutze eines Verbaus (wo erforderlich) bis zur vorgesehenen UK Bodenplatte bzw. Dämmung
- Aufgrund der vorliegenden Informationen zu Grundwasserständen ist nicht auszuschließen, dass zur Herstellung der Baugrube die Durchführung einer Grundwasserabsenkung bzw. einer Wasserhaltung erforderlich ist
- Nachverdichten des sandig-kiesigen Planums sofern dieses bei den Aushubarbeiten aufgelockert wird
- Einbau der Dämmung wo vorgesehen und der Sauberkeitsschicht, nachfolgend Herstellung der Bodenplatte.

6.0 Baugrubensicherung/Sicherung von Nachbargebäuden

Entsprechend den vorliegenden Planunterlagen grenzt die Baugrube für die geplante Tiefgarage in Richtung Nord, West und Süd an Grundstücksgrenzen bzw. Straßen, so dass hier die Anlage einer geböschten Baugrube nicht möglich ist und daher eine Baugrubensicherung mittels eines Verbaus, wie z.B. eines Trägerbohrverbaus („Berliner Verbau“) erforderlich ist.

In Richtung Osten kann die Baugrube für den unterkellerten Bereich wohl als geböschte Baugrube unter einem Winkel von 45° gem. DIN 4124 angelegt werden.

Bei Aushubtiefen von bis zu 1,25 m können Gräben gem. DIN 4142 senkrecht abgeschachtet werden.

Es wird jedoch empfohlen, vor dem Beginn von Erdarbeiten nochmals die örtlichen Platzverhältnisse zu überprüfen, um ggf. die Planungen zur Baugrubensicherung anzupassen.

7.0 Chemische Analysen / Bewertung

Zur Klärung des Entsorgungs- und Verwertungsweges für die bei einem Aushub der Baugrube anfallende Aushubmaterialien aus den Auffüllungsböden wurden insgesamt drei der mittels Kleinrammbohrungen entnommenen Einzelproben (KRB 2b/1, KRB 3/1 und KRB 6/1) zur Durchführung von chemischen Analysen ausgewählt und zu einer Mischproben (MP 1) zusammengefasst und zur Klärung des Entsorgungs- / Verwertungsweges auf den Parameterumfang der Zuordnungswerte der TR Boden analysiert.

Weiterhin wurde eine Probe (KRB 8/1) aus der Asphaltversiegelung auf dem Grundstück entnommen und zur Ermittlung des Teeranteils auf Gehalte an PAK (EPA) analysiert.

Die chemischen Analysen wurden bei der SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH in Essen, einem akkreditierten Untersuchungslabor, veranlasst.

Nachfolgend sind nun die in der Mischprobe für die relevanten Parameter ermittelten Gehalte zusammengestellt und den entsprechenden Zuordnungswerten der TR Boden gegenübergestellt.

Tabelle III – ermittelte Gehalte und Zuordnungswerte TR Boden (Auffüllungen)

Parameter	MP 1	Zuordnungswerte				
		Z 0		Z 1.1	Z 1.2	Z 2
		Sand	Lehm/Schluff			
Arsen (mg/kg)	15	10	15	45	150	
Arsen (mg/l)	0,0027	0,014		0,014	0,02	0,06
Blei (mg/kg)	100	40	70	210	700	
Blei (mg/l)	<0,005	0,04		0,04	0,08	0,2
Cadmium (mg/kg)	0,44	0,4	1	3	10	
Cadmium (mg/l)	<0,0005	0,0015		0,0015	0,003	0,006
Chrom ges. (mg/kg)	42	30	60	180	600	
Chrom ges. (mg/l)	<0,005	0,0125		0,0125	0,025	0,06
Kupfer (mg/kg)	42	20	40	120	400	
Kupfer (mg/l)	<0,005	0,02		0,02	0,06	0,1
Nickel (mg/kg)	23	15	50	150	500	
Nickel (mg/l)	<0,005	0,015		0,015	0,02	0,07
Quecksilber (mg/kg)	0,22	0,1	0,5	1,5	5	
Quecksilber (mg/l)	<0,0002	< 0,0005		<0,0005	0,001	0,002
Zink (mg/kg)	130	60	150	450	1.500	
Zink (mg/l)	<0,01	0,15		0,15	0,2	0,6
Thallium (mg/kg)	<0,4	0,4	0,7	2,1	7	
TOC (%)	1,4	0,5	0,5	1,5	5	
EOX (mg/kg)	<0,5	1	1	3	10	
Cyanide ges. (mg/kg)	<1,0	-	-	3	10	
Cyanide ges. (mg/l)	<0,005	0,005		0,005	0,01	0,02
KW-Index (mg/kg)	<50	100	100	300	1.000	
LHKW (mg/kg)	n. b.	1	1	1	1	
BETX (mg/kg)	n. b.	1	1	1	1	
PAK (EPA) (mg/kg)	7,5	3	3	3 (9)	30	
Benzo(a)pyren (mg/kg)	0,67	0,3	0,3	0,9	3	
PCB (mg/kg)	n. b.	0,05	0,05	0,15	0,5	

Fortsetzung Tabelle III

Parameter	MP 1	Zuordnungswerte				
		Z 0		Z 1.1	Z 1.2	Z 2
		Sand	Lehm/Schluff			
pH-Wert (Eluat)	7,93	6,5 – 9,5		6,5-9,5	6-12	5,5-12
el. Leitf. (µS/cm)	68	250		250	1.500	2.000
Chlorid (mg/l)	<1,0	30		30	50	100
Sulfat (mg/l)	3,4	20		20	50	200
Phenolindex (mg/l)	<0,008	0,02		0,02	0,04	0,1
Zuordnung TR Boden	Z 1.2					

n. b.: nicht berechenbar (= nicht nachweisbar)

Wie aus der Zusammenstellung ersichtlich, wurden in der Mischprobe für die relevanten Parameter mehrheitlich Gehalte im Z 0- bzw. Z 1.1-Bereich nachgewiesen.

Der für PAK (EPA) ermittelte Gehalt von 7,5 mg/kg hingegen liegt im Z 1.2-Bereich, sodass die Auffüllungsböden im Falle eines Aushubs auf einer Verwertung als Z 1.2-Material gem. der TR Boden zugeführt werden könnten.

Die natürlich anstehenden schluffigen und sandig-kiesigen Böden könnten aufgrund der Tatsache, dass an diesen Böden keine Auffälligkeiten festgestellt wurden, die auf eine Belastung oder Verunreinigung dieser Böden hinweisen würde, wohl als Z 0-Material eingestuft werden, auch wenn an diesen Böden keine Deklarationsanalysen durchgeführt wurden.

In der Probe aus der Asphaltversiegelung (KRB 8/1) wurde ein PAK (EPA)-Gehalt von 40 mg/kg festgestellt.

Dieser Wert liegt oberhalb des in der Richtlinie für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau – RuVA-StB 01 – festgelegten Grenzwert von 25 mg/kg, sodass es sich hier um teer-/pechhaltige Materialien (Verwertungsklasse B gem. RuVA), jedoch noch nicht um einen gefährlichen Abfall (Grenzwert ≥ 1.000 mg/kg) handelt.

Die Materialien der Asphaltversiegelung können im Falle einer Aufnahme unter der Abfallschlüsselnummer 17 03 02 (Bitumengemische) einer entsprechenden Entsorgung / Verwertung zugeführt werden.

Das zugehörige Analysenprotokoll ist als **Anlage 6** dokumentiert.

8.0 Massenbilanzen

Für die nachfolgende Massenzusammenstellung wird davon ausgegangen, dass die gesamte Baugrube im Schutz eines Verbaus ausgehoben und nicht als geböschte Baugrube angelegt wird.

Weiterhin ist von einer Grundfläche von etwa 9.000 m² für das Bauvorhaben auszugehen.

Ausgehend von den mittleren Schichtstärken der Böden, die bis zur Gründungssohle auf + 53,00 m NN ausgehoben werden müssen, sind die nachfolgenden Massen anzusetzen:

Auffüllungsböden (Schicht I) – mittlere Stärke ca. 1,33 m x Grundfläche (9.000 m²)

→ 11.970,00 m³

Schluffige Böden (Schicht II) – mittlere Stärke 0,86 m x Grundfläche (9.000 m²)

→ 7.740,00 m³

Sand / Kies (Schicht III) – mittlere Stärke ca. 1,95 m x Grundfläche (9.000 m²)

→ 17.550,00 m³

9.0 Erdwärme / Geothermie

Für das bzw. die Gebäude ist eine Nutzung von Erdwärme angedacht. Die entsprechenden Rahmenbedingungen werden im Folgenden kurz erläutert.

Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse zur Mächtigkeit des Grundwasserhorizonts sowie aufgrund der Größe eine anzunehmenden Absenkungstrichters ist die Nutzung von Erdwärme mittels einer Wasser-Wasser-Anlage bzw. über Förder- und Schluckbrunnen

hier wohl nicht möglich. Überschlägig wäre bei der Größe des Bauvorhabens eine erforderliche Förderleistung von $100 \text{ m}^3 / \text{Stunde}$ anzusetzen, was aufgrund der örtlichen Gegebenheiten mit Sicherheit nicht durchführbar ist.

Möglich ist jedoch eine Nutzung der Erdwärme mittels Erdsonden, die bis in die entsprechende Tiefe geführt werden müssen. Da das Baufeld nicht in einer Wasserschutzzone liegt, könnten Erdsonden wohl bis in eine Tiefe von etwa 100 m erstellt werden. Die Sonden müssen untereinander und zu Nachbargrundstücken entsprechende Abstände aufweisen.

Die anzusetzende Wohnfläche für den Neubau beträgt etwa 9.000 m^2 ; bei Neubauten ist pro m^2 in etwa ein Bedarf von 30 Watt anzusetzen, sodass sich hieraus ein Gesamtbedarf von etwa 270.000 Watt errechnet.

Gemäß den durch den Geologischen Dienst NRW zu Verfügung gestellten Daten, kann für den Bereich des Bauvorhabens in etwa von einer Entzugsleistung im Untergrund von ca. $54 \text{ Watt} / \text{m}$ ausgegangen werden. Daraus errechnet sich bei einem Bedarf von 270.000 Watt für den gesamten Gebäudekomplex eine erforderliche Gesamtlänge für Erdsonden von etwa 4.820 m , sodass bei einer Länge der Erdsonden von jeweils 100 m sich eine Gesamtanzahl an Erdsonden von etwa $48 - 49$ Stück errechnet.

Vor der Durchführung von detaillierteren Planungen zur Nutzung von Erdwärme mittels Erdsonden und Wärmepumpen ist in jedem Fall die Durchführung einer Geothermal Response Tests erforderlich sowie die genaue Bestimmung der Heiz- und Kühlleistung für das Objekt.

Sollten im Rahmen der Bauausführung oder der weiteren Planungen Fragestellungen hinsichtlich der Gründung oder der Baugrubensicherung auftauchen, wird um Rückmeldung gebeten.

Erkrath, 15.05.2023

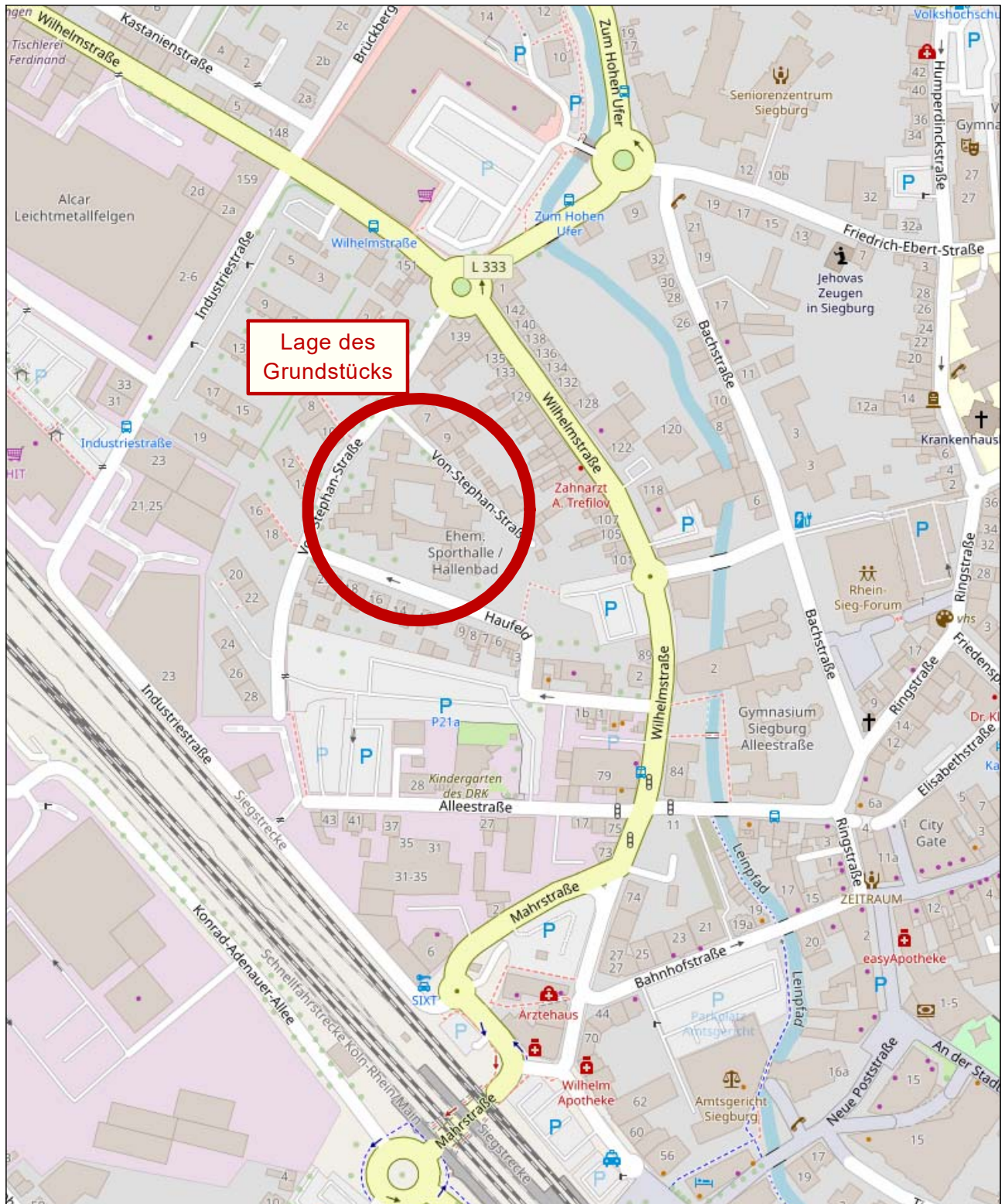


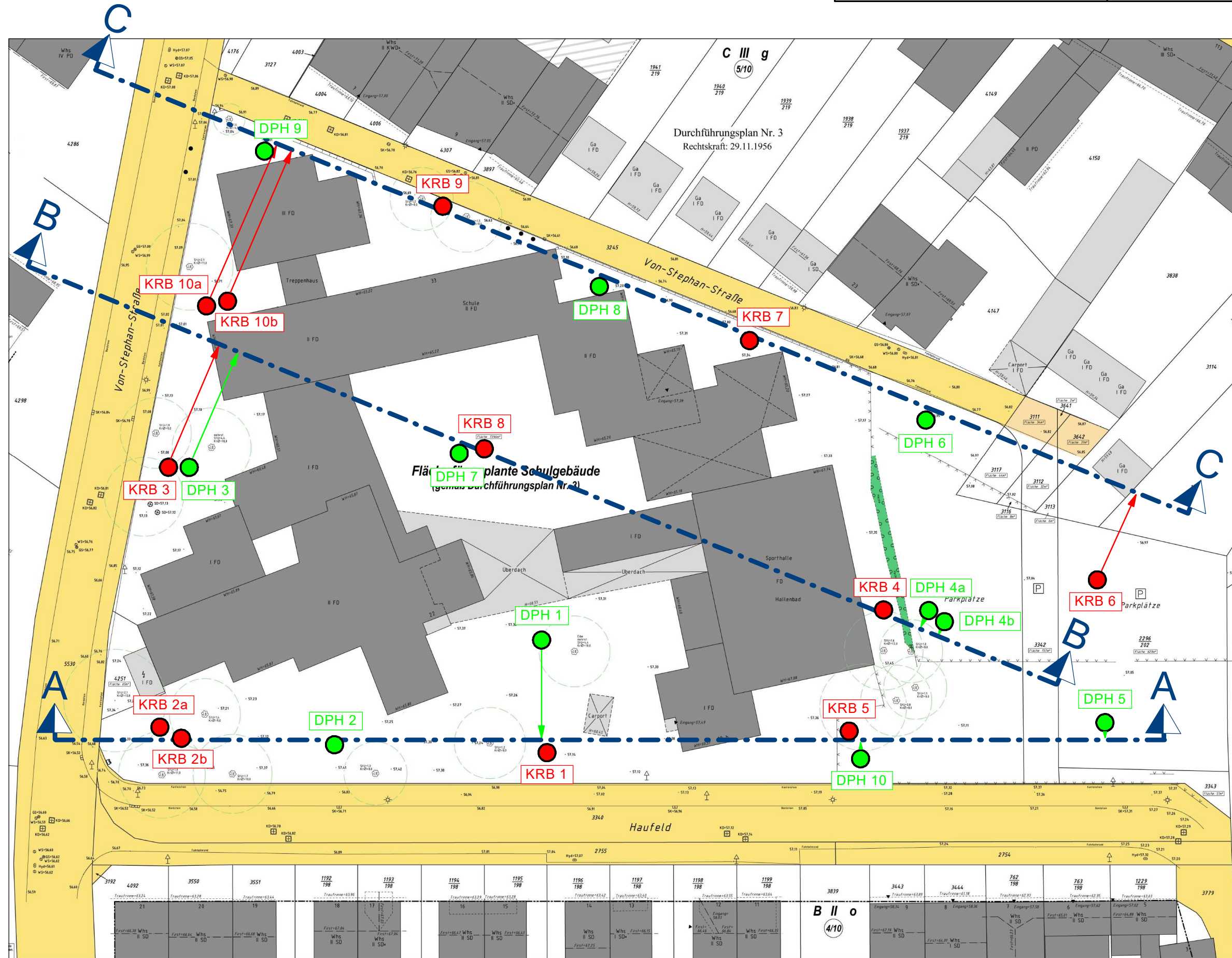
(Dr. Georg Kleinebrinker)



(M. Sc. Arne Forens)

ÜBERSICHTSPLAN





LAGEPLAN

Lage der
Untersuchungspunkte



Legende

- **KRB**
Kleinrammbohrung
nach DIN EN ISO 22 475-1
- **DPH**
Schwere Rammsondierung
nach DIN EN ISO 22 476-2

Felduntersuchungen
vom: 23.03.2023
bis: 04.04.2023

bearbeitet: EV
vom: 30.03.2023
bis: 13.04.2023

geprüft: GK
am: 15.04.2023

Blattformat: 420 x 297
Maßstab: 1 : 500



L A G E P L A N

Lage der
Untersuchungspunkte

Variante 3; Baukörper



Legende

- **KRB**
Kleinrammbohrung
nach DIN EN ISO 22 475-1
- **DPH**
Schwere Rammsondierung
nach DIN EN ISO 22 476-2

Felduntersuchungen
vom: 23.03.2023
bis: 04.04.2023

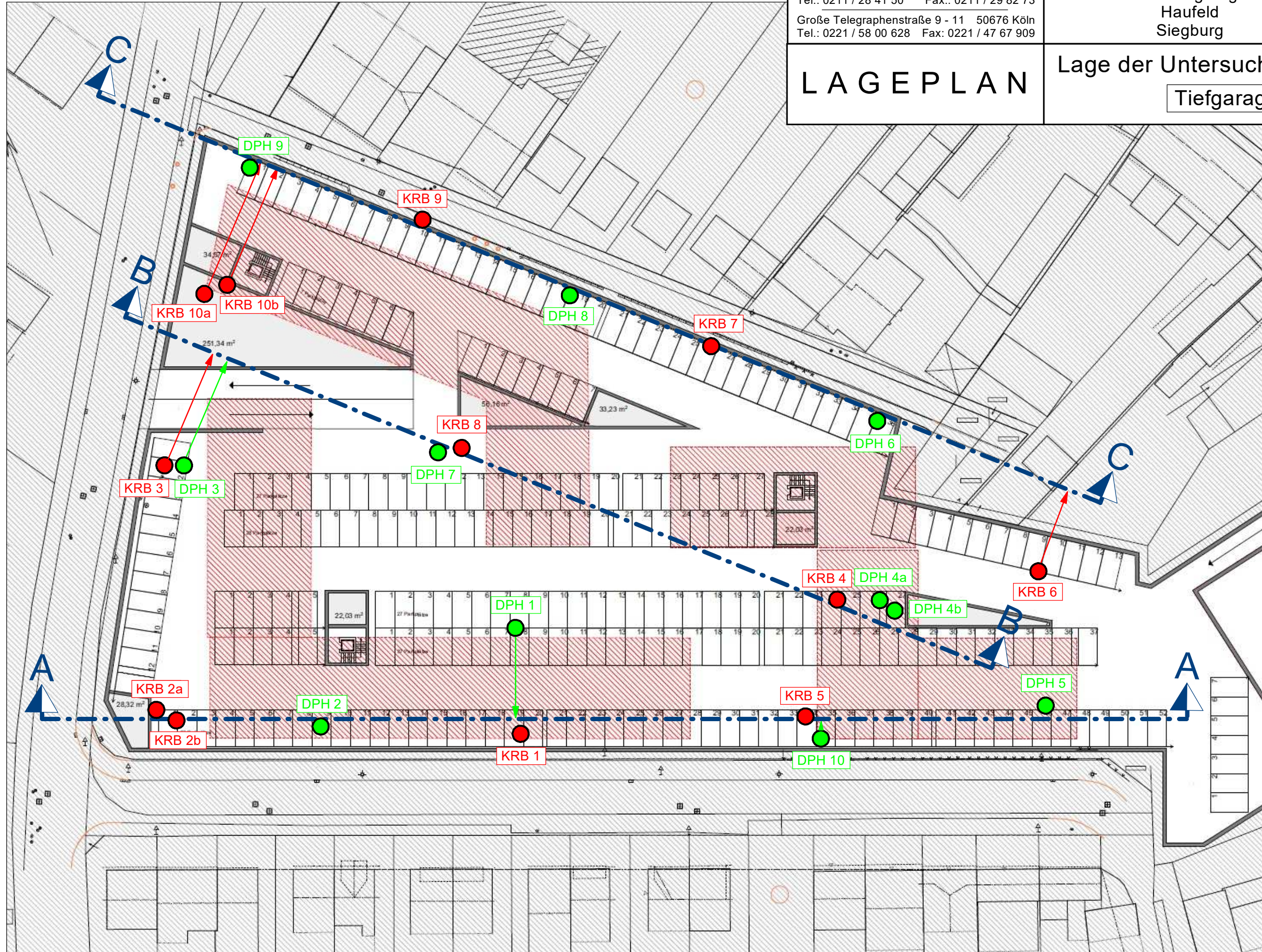
bearbeitet: EV
vom: 30.03.2023
bis: 13.04.2023

geprüft: GK
am: 15.04.2023

Blattformat: 420 x 297	Maßstab: 1 : 500
---------------------------	---------------------

L A G E P L A N

Lage der Untersuchungspunkte
Tiefgarage



Legende

- **KRB**
Kleinrammbohrung
nach DIN
EN ISO 22 475-1
- **DPH**
Schwere
Rammsondierung
nach DIN
EN ISO 22 476-2

Felduntersuchungen
vom: 23.03.2023
bis: 04.04.2023

bearbeitet: EV
vom: 30.03.2023
bis: 13.04.2023

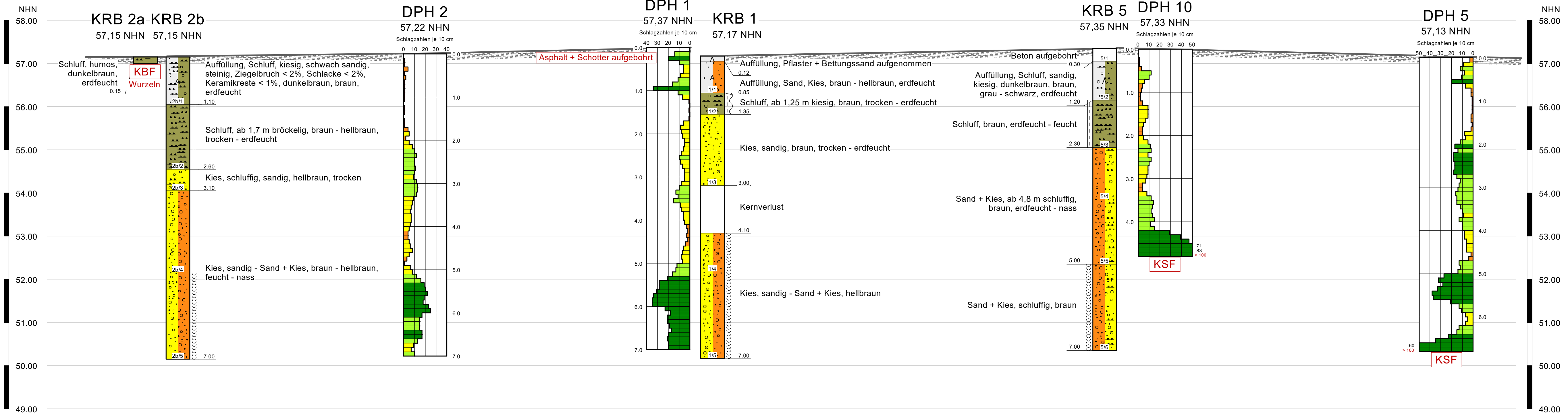
geprüft: GK
am: 03.04.2023

Blattformat:
420 x 297

Maßstab:
1 : 500

Bohr- und Sondierergebnisse

SCHNITT A - A



KBF
 Kein Bohrfortschritt

KSF
 Kein Sondierfortschritt

GOK

Bodenarten und Konsistenzen

fest	A	Auffüllung
steif - halbfest	▲▲▲	Schluff
weich - steif	●●●	Sand
naß	○●○	Kies

Legende [KRB]

Kleinrammbohrung nach DIN EN ISO 22475-1
 Beschreibung der Bodenarten nach DIN 4022
 Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023

Lagerungsdichte [DPH]

sehr locker	rot
locker	orange
mitteldicht	gelb
dicht	hellgrün
sehr dicht	dunkelgrün

Beschreibung des Sondiergerätes

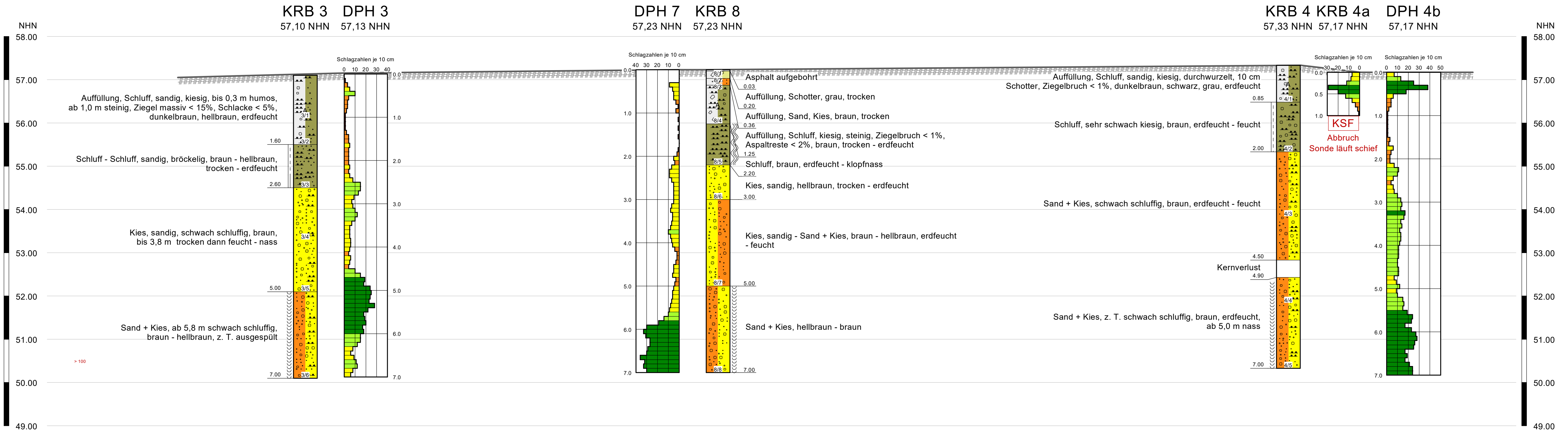
DPH [Dynamic Probing Heavy]
 Schwere Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

Messgröße	N ₁₀	Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe
Rammbarriere	m	50 kg
Fallhöhe	h	500 mm
Nennquerschnittsfläche	A	15 cm ²
Spitzendurchmesser	D	43,7 mm
Gestänge Außendurchmesser	d _a	32 mm

Felduntersuchungen	Blattgröße: 950 x 297		Maßstab
vom: 23.03.2023	bearbeitet: EV	geprüft: GK	Länge: 1 : 200
bis: 04.04.2023	vom: 30.03. - 13.04.2023	am: 15.04.2023	Höhe: 1 : 50

Bohr- und Sondierergebnisse

SCHNITT B - B



GOK

KSF
 Kein Sondierfortschritt

Bodenarten und Konsistenzen

fest	A	Auffüllung
steif - halbfest	⊘	Schotter
breiig - weich	⊘	Schluff
naß	⊘	Sand
	⊘	Kies

Legende [KRB]
 Kleinrammbohrung nach DIN EN ISO 22475-1
 Beschreibung der Bodenarten nach DIN 4022
 Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023

Lagerungsdichte [DPH]

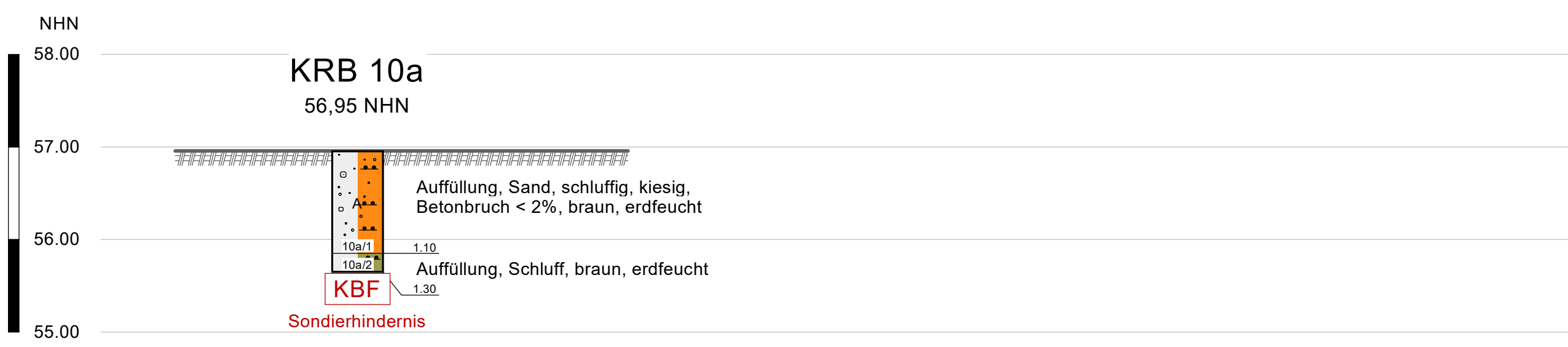
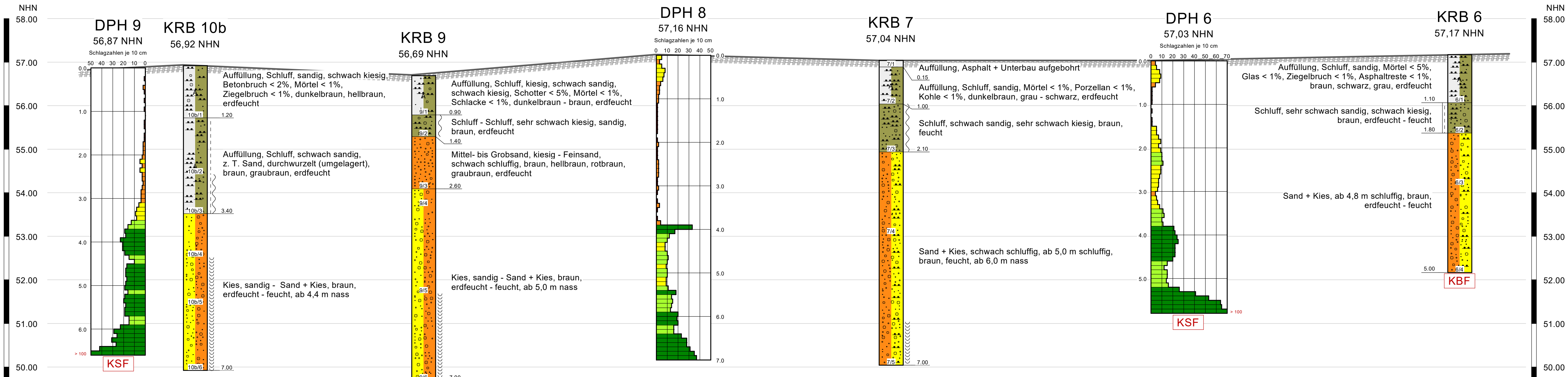
sehr locker	rot
locker	orange
mitteldicht	gelb
dicht	hellgrün
sehr dicht	dunkelgrün

Beschreibung des Sondiergerätes

DPH [Dynamic Probing Heavy]
 Schwere Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

Messgröße	N ₁₀	Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe
Rammbar Masse	m	50 kg
Fallhöhe	h	500 mm
Nennquerschnittsfläche	A	15 cm ²
Spitzendurchmesser	D	43,7 mm
Gestänge Außendurchmesser	d _a	32 mm

Felduntersuchungen	Blattgröße: 950 x 297		Maßstab
vom: 23.03.2023	bearbeitet: EV	geprüft: GK	Länge: 1 : 200
bis: 04.04.2023	vom: 30.03. - 13.04.2023	am: 15.04.2023	Höhe: 1 : 50



SCHNITT C - C

KBF
 Kein Bohrfortschritt

KSF
 Kein Sondierfortschritt

Legende [KRB]

Kleinrammbohrung
nach DIN EN ISO 22475-1

Beschreibung der Bodenarten
nach DIN 4022

Zeichnerische Darstellung
nach DIN 4023

GOK

Bodenarten und Konsistenzen

steif - halbfest		A	Auffüllung
steif			Schluff
weich - steif			Sand
weich			Kies
naß			

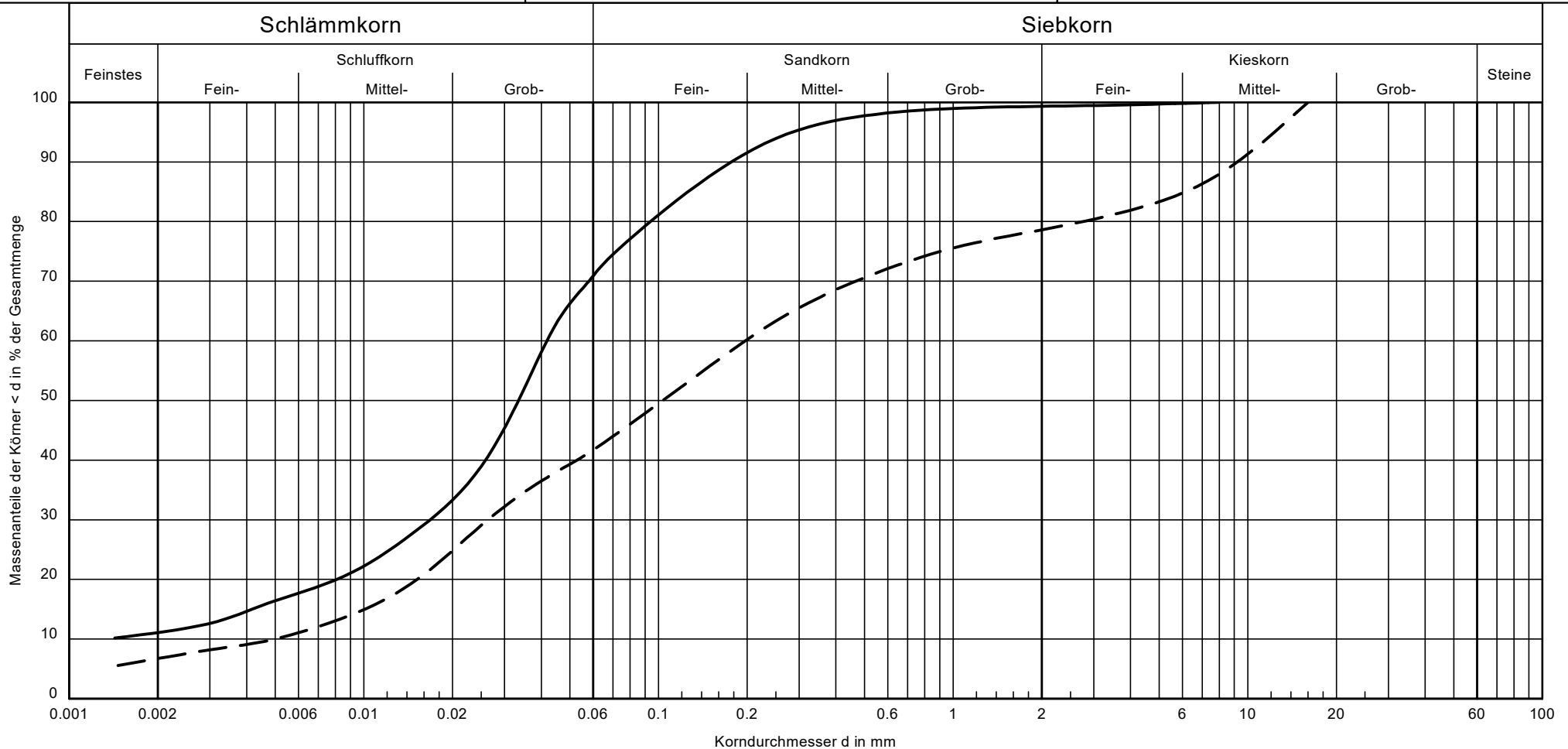
Beschreibung des Sondiergerätes

DPH [Dynamic Probing Heavy]
Schwere Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

Messgröße	N ₁₀	Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe
Rammbarasse	m	50 kg
Fallhöhe	h	500 mm
Nennquerschnittsfläche	A	15 cm ²
Spitzendurchmesser	D	43,7 mm
Gestänge Außendurchmesser	d _a	32 mm

Felduntersuchungen	Blattgröße: 950 x 297		Maßstab
vom: 23.03.2023	bearbeitet: EV	geprüft: GK	Länge: 1 : 200
bis: 04.04.2023	vom: 30.03. - 13.04.2023	am: 15.04.2023	Höhe: 1 : 50

Bearbeiter: Hannak



Bezeichnung:	KR 4/2	KRB 9/2	Bemerkungen:	Projekt Nr.: 3874 Anlage 4.1
Bodenart DIN 4022:	U, s, t'	S, \bar{u} , g, t'		
U/Cc	-/-	39.5/0.7		
T/U/S/G [%]:	11.1/61.1/27.2/0.7	6.7/35.7/36.2/21.4		
Signatur:	—————	-----		



TEAMPLAN GmbH
Dr. Georg Kleinebrinker

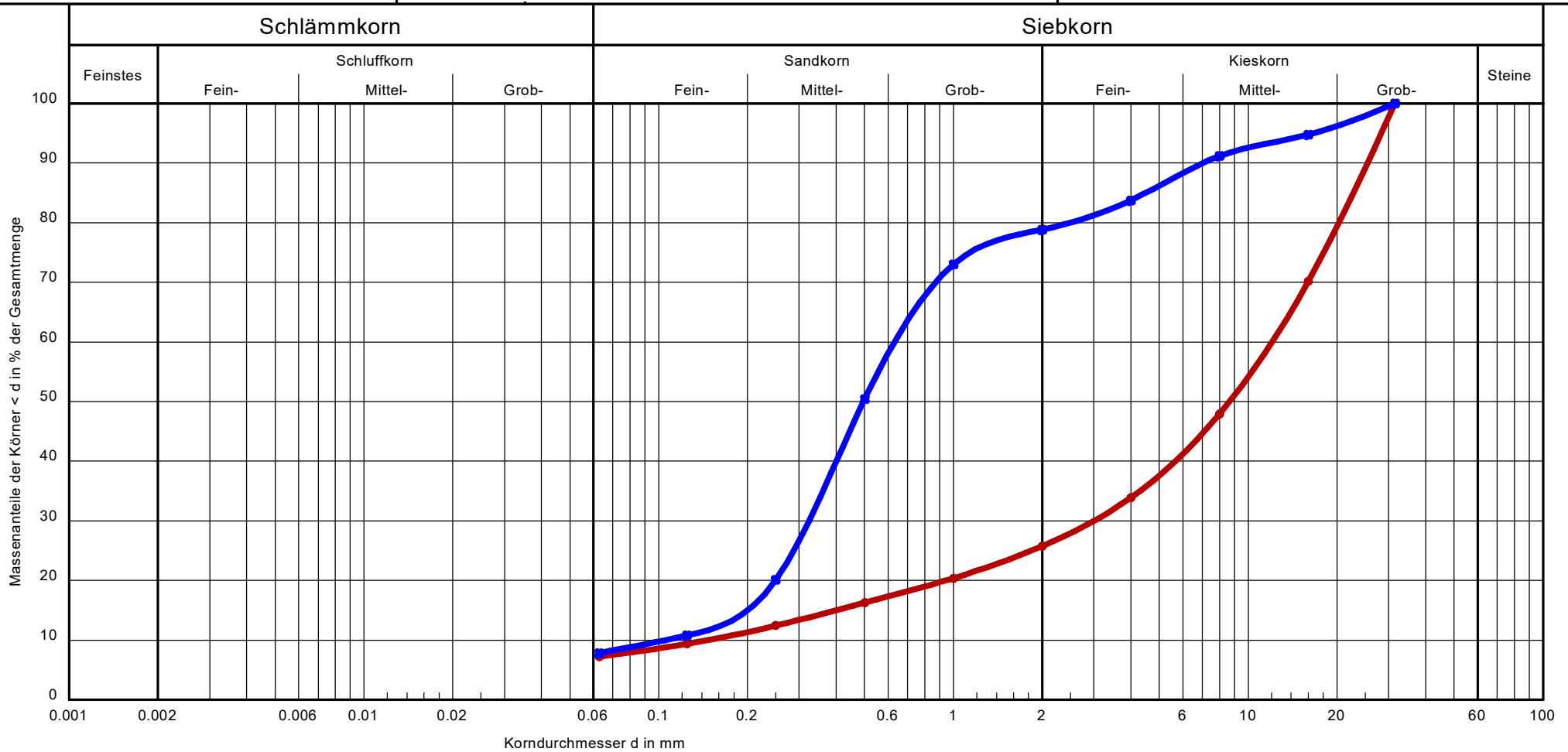
Heinrich-Hertz-Straße 9 40699 Erkrath
Tel.: 0211 / 28 41 50 Fax: 0211 / 29 82 73

Große Telegraphenstraße 9 - 11 50676 Köln
Tel.: 0221 / 58 00 628 Fax: 0221 / 47 67 909

Körnungslinien

BV Seniorenwohnungen mit Tiefgarage
Haufeld
Siegburg

Probe entnommen am: 23.03 - 04.04.2023
Siebung durchgeführt am: 14.04.2023
Art der Entnahme: Kleinrammbohrung
Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:	Probe 5/4	Probe 9/3	Bemerkungen:	Projekt-Nr.: 064/23	Anlage 4.2
Bodenart:	G, u', ms', gs'	mS, gs, u', fs', fg', mg'			
Tiefe:	2,30 m - 3,50 m	1,40 m - 2,60 m			
k [m/s] (Hazen):	$2.5 \cdot 10^{-4}$	$1.3 \cdot 10^{-4}$			
Entnahmestelle:	KRB 5	KRB 9			
U/Cc:	81.8/5.1	6.0/1.6			
Wassergehalt:	5,4 %	7,9 %			

Protokoll

bodenmechanische Laboruntersuchungen

Wylutzki GmbH & Co.KG

2 Proben

Untersuchungszeitraum: 17.04.2023

2 Blatt

Wylutzki GmbH & Co. KG

Bodenmechanik und Verdichtungsprüfungen
im Tief- und Straßenbau

Anlage:

zu:

Zustandsgrenzen

nach DIN 18122

Probe:

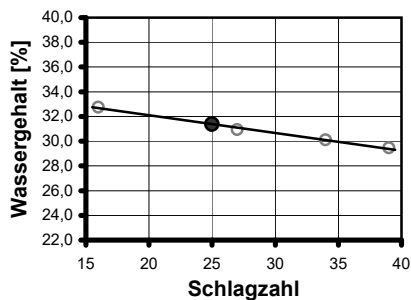
KRB 2b/2

Projekt Nr.: 3874

Bauvorhaben: Haufeld, Siegburg
141/21
gbk Teamplan GmbH

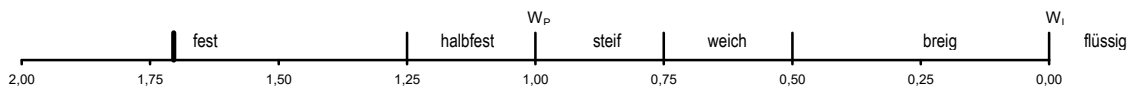
Ausgef. durch: Hannak

Datum: 17.04.23

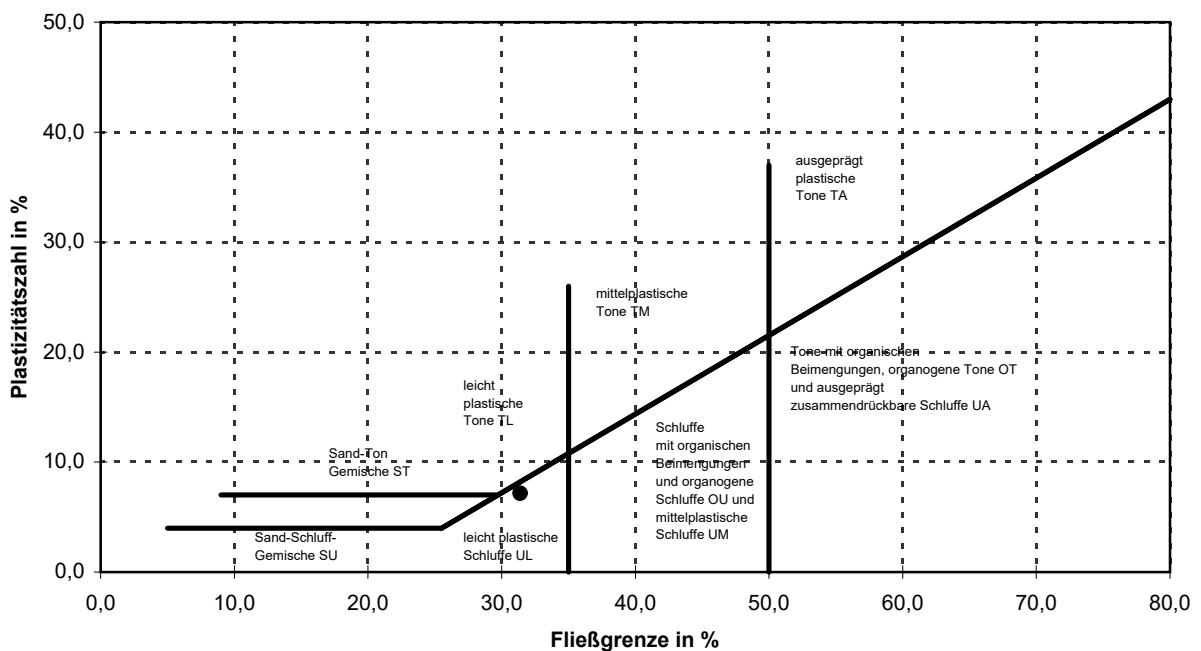
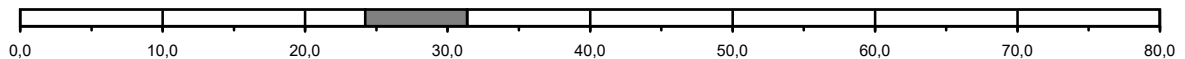


Wassergehalt	w	19,2 %
Fließgrenze	w _L	31,4 %
Ausrollgrenze	w _P	24,2 %
Überkorn > 0,4 mm	ü	0,0 %
korr. Wassergehalt	w _ü	19,2 %
Plastizitätszahl	I _P	7,2
Konsistenzzahl	I _C	1,70
korr. Konsistenzzahl	I _{Cü}	1,70

Zustandsform



Plastizitätsbereich w_L bis w_P



Bemerkung:

Wylutzki GmbH & Co. KG

Bodenmechanik und Verdichtungsprüfungen
im Tief- und Straßenbau

Anlage:

zu:

Zustandsgrenzen

nach DIN 18122

Probe:

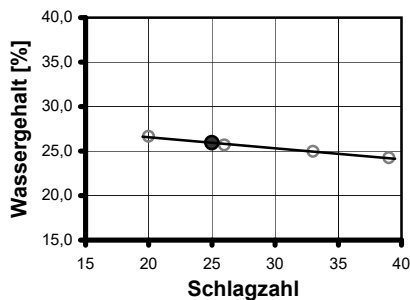
KRB 3/3

Projekt Nr.: 3874

Bauvorhaben: Haufeld, Siegburg
141/21
gbk Teamplan GmbH

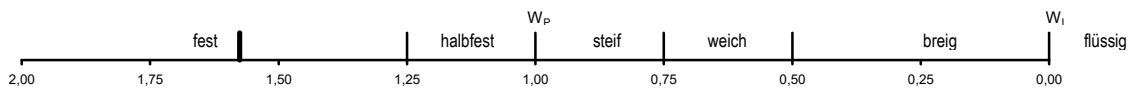
Ausgef. durch: Hannak

Datum: 17.04.23

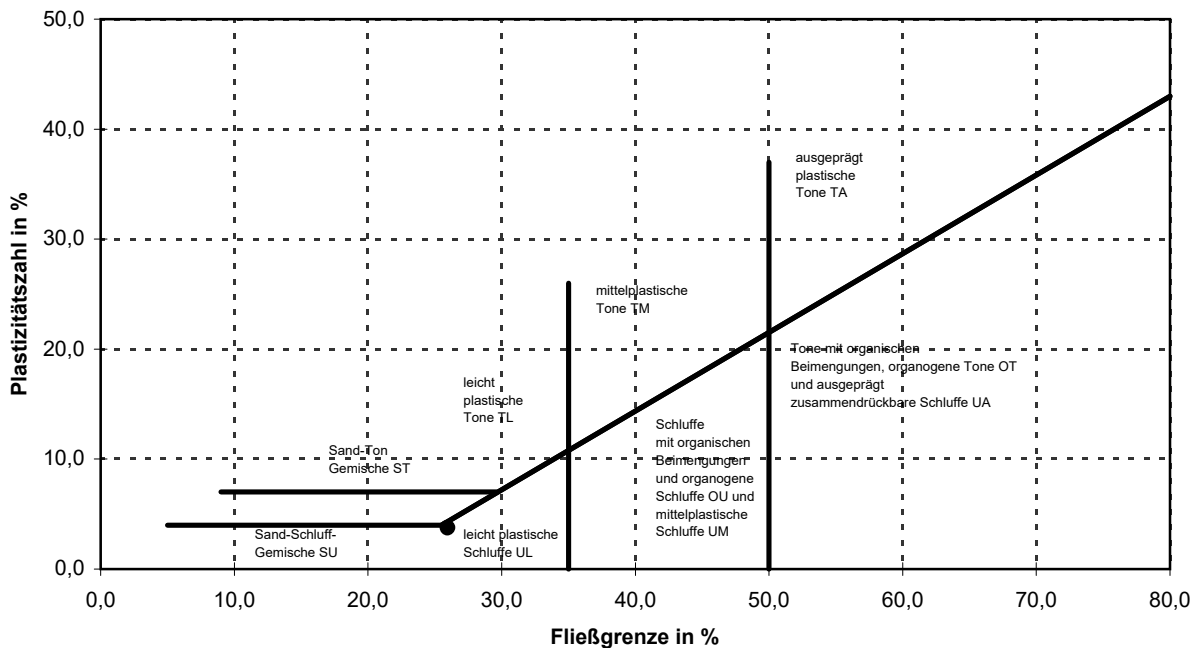
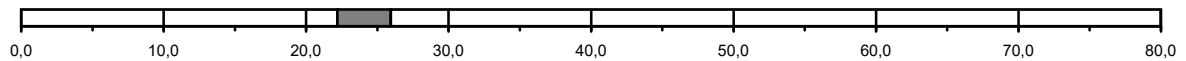


Wassergehalt	w	20,0 %
Fließgrenze	w _L	25,9 %
Ausrollgrenze	w _P	22,2 %
Überkorn > 0,4 mm	ü	0,0 %
korr. Wassergehalt	w _ü	20,0 %
Plastizitätszahl	I _P	3,8 %
Konsistenzzahl	I _C	1,58
korr. Konsistenzzahl	I _{Cü}	1,58

Zustandsform



Plastizitätsbereich w_L bis w_P



Bemerkung:

Analysenprotokoll

SEWA

Laborbetriebsgesellschaft mbH

Lichtstraße 3

45127 Essen

2 Feststoffproben

Untersuchungszeitraum: 12.04.2023 bis 19.04.2023

2 Blatt

Untersuchungsbericht

Untersuchungsstelle: **SEWA GmbH**
Laborbetriebsgesellschaft m.b.H
Lichtstr. 3
45127 Essen

Tel. (0201)847363-0 Fax (0201)847363-332

Berichtsnummer: AU80139
Berichtsdatum: 19.04.2023

Projekt: 064/23; Haufeld, Siegburg

Auftraggeber: gbk Teamplan GmbH
Heinrich-Hertz-Str. 9
40699 Erkrath

Auftrag: 12.04.2023
Probeneingang: 12.04.2023
Untersuchungszeitraum: 12.04.2023 — 19.04.2023
Probenahme durch: Auftraggeber/Gutachter
Untersuchungsgegenstand: 2 Feststoffproben

Andreas Görner

Laborleitung

Die Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf die eingegangenen Proben. Die auszugsweise Vervielfältigung des Untersuchungsberichtes ist ohne die schriftliche Genehmigung der SEWA GmbH nicht gestattet.
Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
80139 - 1	MP KRB 2b/1+3/1+6/1	
80139 - 2	KRB 8/1	

80139 - 1

80139 - 2

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	15
Blei	mg/kg	100
Cadmium	mg/kg	0,44
Chrom	mg/kg	42
Kupfer	mg/kg	42
Nickel	mg/kg	23
Quecksilber	mg/kg	0,22
Thallium	mg/kg	<0,40
Zink	mg/kg	130

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
80139 - 1	MP KRB 2b/1+3/1+6/1	
80139 - 2	KRB 8/1	

80139 - 1

80139 - 2

● Untersuchungen im Feststoff

TOC	%	1,4
EOX	mg/kg	<0,50
Cyanid (ges.)	mg/kg	<1,0
KW-Index	mg/kg	<50
C10-C22	mg/kg	<50
C22-C40	mg/kg	<50

LHKW

Dichlormethan	mg/kg	<0,025
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025
Trichlormethan	mg/kg	<0,025
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	<0,025
Tetrachlormethan	mg/kg	<0,025
Trichlorethen	mg/kg	<0,025
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	<0,025
Tetrachlorethen	mg/kg	<0,025
Chlorbenzol	mg/kg	<0,025
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/kg	<0,025
Summe LHKW	mg/kg	n. berechenbar

BTEX

Benzol	mg/kg	<0,025
Toluol	mg/kg	<0,025
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025
m/p-Xylol	mg/kg	<0,025
o-Xylol	mg/kg	<0,025
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
80139 - 1	MP KRB 2b/1+3/1+6/1	
80139 - 2	KRB 8/1	

80139 - 1	80139 - 2
-----------	-----------

PAK nach US EPA

	mg/kg	80139 - 1	80139 - 2
Naphthalin	mg/kg	<0,010	<1,0
Acenaphthylen	mg/kg	0,034	<1,0
Acenaphthen	mg/kg	0,012	<1,0
Fluoren	mg/kg	0,041	<1,0
Phenanthren	mg/kg	0,56	2,6
Anthracen	mg/kg	0,062	1,2
Fluoranthren	mg/kg	1,5	18
Pyren	mg/kg	1,1	7,6
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,59	2,6
Chrysen	mg/kg	0,58	4,4
Benzofluoranthene	mg/kg	1,4	3,4
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,67	<1,0
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	0,12	<1,0
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	0,38	<1,0
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	0,49	<1,0
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	7,5	40
Summe PAK n.TrinkwV	mg/kg	2,3	3,4

PCB nach DIN

	mg/kg	80139 - 1	80139 - 2
PCB 28	mg/kg	<0,010	
PCB 52	mg/kg	<0,010	
PCB 101	mg/kg	<0,010	
PCB 138	mg/kg	<0,010	
PCB 153	mg/kg	<0,010	
PCB 180	mg/kg	<0,010	
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar	
Summe PCB n. AltÖlV	mg/kg	n. berechenbar	

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
80139 - 1	MP KRB 2b/1+3/1+6/1	
80139 - 2	KRB 8/1	

80139 - 1

80139 - 2

- Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	7,93
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	68
Chlorid	mg/l	<1,0
Sulfat	mg/l	3,4
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050
Phenolindex (w.f.)	mg/l	<0,0080
Metalle		
Arsen	mg/l	0,0027
Blei	mg/l	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050
Kupfer	mg/l	<0,0050
Nickel	mg/l	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020
Zink	mg/l	<0,010

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

• Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Aufschluß	DIN EN 13657 (2003-01)
Arsen	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Blei	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Cadmium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Chrom	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Nickel	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Thallium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Zink	DIN EN ISO 11885 (2009-09)

• Untersuchungen im Feststoff

Cyanid (ges.)	DIN ISO 11262 (2012-04)
EOX	DIN 38414 S17 (2017-01)
KW-Index	DIN EN 14039 (2005-01) i.V. LAGA KW/04 (2019-09)
TOC	DIN EN 15936 (2012-11)
LHKW	DIN ISO 22155 (2016-07)
BTEX	DIN ISO 22155 (2016-07)
PAK nach US EPA	DIN ISO 18287 (2006-05)
PCB nach DIN	DIN EN 15308 (2016-12)

• Untersuchungen im Eluat

Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
Cyanid (ges.)	DIN EN ISO 14403-3 (2012-10)
DEV S4 Eluat	DIN EN 12457-4 (2003-01)
Elektr. Leitfähigkeit	DIN EN 27888 (1993-11)
Phenolindex (w.f.)	DIN EN ISO 14402 H37 (1999-12)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (2012-04)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)