

Baugrunderkundung

BV Sporthalle Gymnasium Alleestraße / Wilhelmstraße

Siegburg

Auftraggeber:
Stadt Siegburg
Amt für Baubetrieb und Immobilienmanagement
Lindenstraße 87

53721 Siegburg

Bericht vom 18.01.2023

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	17
7.0	Chemisch-physikalische Untersuchungen	18

Anlagen:

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

1.0 Allgemeines und Veranlassung

Der Bauherr, das Amt für Baubetrieb und Immobilienmanagement der Kreisstadt Siegburg, Lindenstraße 87, 53721 Siegburg, plant die Errichtung einer Sporthalle für das Gymnasium Siegburg Alleestraße an der Wilhelmstraße in Siegburg. Die Planungen für das Bauvorhaben werden durch das Architekturbüro Heinle Wischer aus Köln durchgeführt und koordiniert.

Das Baugrundstück wird zurzeit in weiten Teilen noch als Parkplatz genutzt.

Zu den Untergrundverhältnissen im Bereich der Neubaumaßnahme lagen keine genauen Informationen vor. Daher sollten vor Beginn der Baumaßnahmen Bodenuntersuchungen zur Erkundung der Baugrundverhältnisse sowie zur Erstellung eines Baugrundgutachtens durchgeführt werden.

Mit den entsprechenden Untersuchungen wurde die gbk Teamplan GmbH, Erkrath, durch den Bauherrn 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 von chemischen Analysen zur Klärung des Entsorgungs- / Verwertungsweges für Auffüllungsböden sowie die Asphaltversiegelung der Fläche;
- Auswertung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse und Zusammenfassung in einem Bericht mit Angaben zu Gründungs- und Ausführungsmöglichkeiten.

Die Lage des Bauvorhabens in Siegburg ist dem Übersichtsplan der **Anlage 1** zu entnehmen.

2.0 Das Bauvorhaben

Zu dem geplanten Bauvorhaben wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen übermittelt:

- Lageplan (Vorabzug): Durchführungsplan Nr. 3, Siegburg, M 1:250, Vermessungsbüro Dipl. Ing. B. Alex, 10.11.2022;
- Bauvorhaben: GSA Siegburg – Sporthalle Gymnasium Alleestraße / Wilhelmstraße, Variante 2, Lageplan, M 1:250, heinlewischer, November 2022;
- Bauvorhaben: GSA Siegburg – Sporthalle Gymnasium Alleestraße / Wilhelmstraße, Variante 2, Grundriss UG, EG, 2.OG, M 1:200, heinlewischer, November 2022;
- Bauvorhaben: GSA Siegburg – Sporthalle Gymnasium Alleestraße / Wilhelmstraße, Schnitte A-A, B-B, M 1:200, heinlewischer, Januar 2023.

Entsprechend den vorliegenden Planunterlagen handelt es sich bei dem Bauvorhaben um eine teilunterkellerte, dreigeschossige (UG, EG und OG) Sporthalle. Der geplante Neubau weist im EG einen rechteckigen Grundriss mit Abmessungen von ca. 46,00 m x 29,50 m auf. Das Untergeschoss weist geringere Abmessungen von 18,97 m x 29,50 m auf.

Den Unterlagen zufolge soll der Neubau auf Streifenfundamenten gegründet werden, allerdings wird aufgrund der übermittelten Informationen zu Grundwasserständen im Folgenden davon ausgegangen, dass das Gebäude auf einer tragenden Bodenplatte gegründet und das Untergeschoss als ‚weiße Wanne‘ ausgebildet wird.

Bei einer Gründung auf Fundamenten und einer angenommenen Einbindetiefe der Fundamente innerhalb des nicht unterkellerten Bereichs von 0,80 m (= frostfreie Gründung) läge die Gründungssohle des nicht unterkellerten Bereichs (= UK Fundamente) bei einer mittleren Geländehöhe auf + 57,00 m NN auf + 56,20 m NN. Bei einer Einbindetiefe des Kellers von 3,85 m und einer Einbindetiefe von Fundamente von 0,5 m liegt die Gründungssohle des unterkellerten Bereichs auf + 52,65 m NN.

Die Gründungssohle des unterkellerten Hallenteils (= UK Bodenplatte) läge bei Gründung auf einer tragenden Bodenplatte etwa auf + 52,95 m NN.

Nachfolgend sind die Grundrisse UG, EG und der Schnitt A-A des geplanten Neubaus abgebildet.

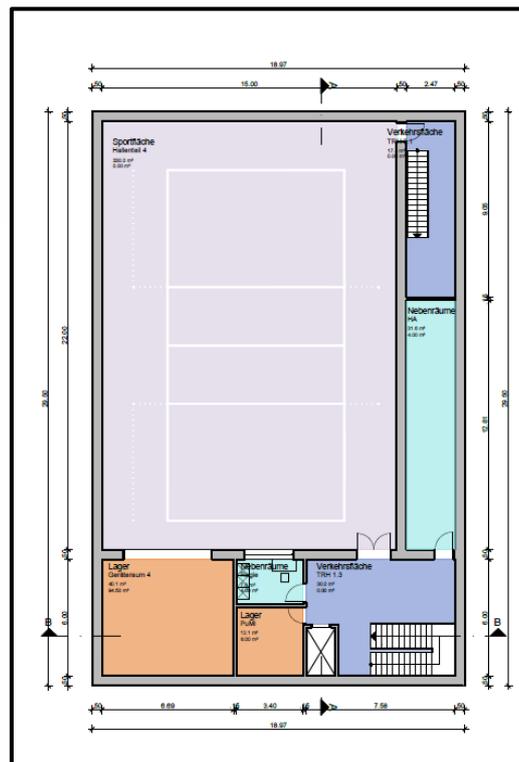


Abb. 1 Grundriss UG

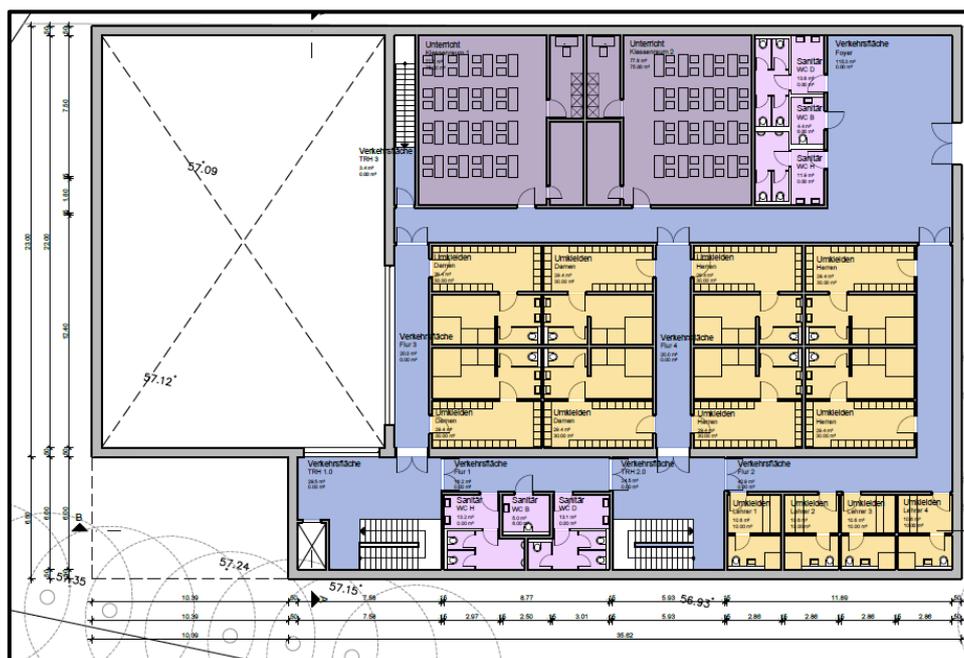


Abb. 2 Grundriss EG

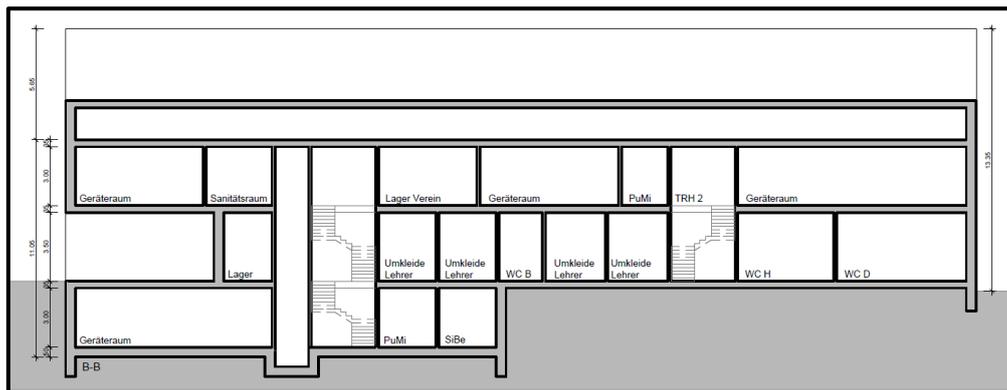


Abb. 3 Schnitt B-B

3.0 Erdbebenzonen - Zuordnung

Gemäß der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland - Nordrhein-Westfalen -, Karte zu DIN 4149, liegt das Bau Feld 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 Untergrund) und S (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung) sowie Gebiete relativ flachgründiger Sedimentbecken).

Die natürlich anstehenden Böden bzw. Schichten im Untergrund sind der **Baugrundklasse A - C** (unverwitterte bis stark verwitterte Felsgesteine) zuzuordnen.

4.0 Der Baugrund / Bodenmechanische Kennwerte / Grundwasser

Zur Erkundung der Untergrund- bzw. Baugrundverhältnisse im Bereich der geplanten Halle wurden sechs Kleinrammbohrungen (KRB 1 - KRB 6) DN 85 – DN 36 nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen zwischen 7,00 m bis 9,00 m unter GOK niedergebracht.

Aus den Bohrungen wurden schichtenweise Bodenproben entnommen.

Zur Erkundung der Lagerungsdichte der im Untergrund anstehenden Böden wurden weiterhin drei schwere Rammsondierungen (DPH 1 – DPH 3) gem. DIN EN ISO 22476-2 bis in Tiefen von 6,90 m bis 8,60 m u. GOK durchgeführt. Die DPH 1 musste aufgrund fehlenden Sondierfortschritts einmal umgesetzt werden (DPH 1 a+b).

Die vorgesehene Bohr- bzw. Sondiertiefe von 9,00 m konnte aufgrund fehlenden Bohr- bzw. Sondierfortschritts bzw. der hohen Lagerungsdichte des Bodens bei nur einer der Bohrungen und bei keiner der Rammsondierungen erreicht werden.

Die Kleinrammbohrungen und die Rammsondierungen wurden nach Lage und Höhe eingemessen.

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 Bohrungen und die Rammsondierungen wurden im Grundrissbereich des geplanten Neubaus angesetzt.

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

Schicht I – Auffüllungen

Auffüllungsböden wurden bei allen Bohrungen unterhalb einer in Teilbereichen vorhandenen Versiegelung aus Asphalt bis in eine Tiefe von 1,10 m (KRB 1 – KRB 3) bis 1,50 m (KRB 5) u. GOK festgestellt. Die Unterkante der Auffüllungen liegt auf Höhenordinaten von + 55,96 m NN (KRB 5) bis + 55,47 m NN (KRB 2).

Die Auffüllungsböden bestehen aus gemischtkörnigen Bodenaushub (schluffig, sandig, kiesig, steinig) mit anthropogenen Beimengungen in Form von Schotter und Betonbruch, z.T. massiv (Anteile jeweils < 15 %), Schlacke (Anteil < 8 %), Ziegelbruch, Mörtel, Tuffsteine, Asche (Anteile jeweils < 5 %), Glasbruch (Anteil < 1 %).

Entsprechend den mit der Rammsonde erzielten Schlagzahlen N_{10} von 0 - 12 sind die Auffüllungsböden inhomogen sehr locker bis dicht gelagert.

Schicht II – Schluff, sandig, schwach tonig

Diese z.T. sandigen, z.T. schwach tonigen Schluffe, bei denen es sich um fluviale Sedimentablagerungen der Sieg handelt, wurden in den Bereichen der Bohrungen der KRB 1, der KRB 2 und der KRB 4 bis in eine Tiefe von 1,65 m (KRB 4) bis 2,80 m (KRB 1) u. GOK angetroffen. Die Unterkante dieser Schicht liegt auf Höhenordinaten von etwa + 55,11 m NN bis + 54,13 m NN. Diese schluffigen Böden weisen eine weiche – steife bis halbfeste Konsistenz auf.

Entsprechend den mit der Rammsonde erzielten Schlagzahlen N_{10} von 1 – 9 sind diese Böden sehr locker bis mitteldicht gelagert.

Auf Grundlage der an der Probe KRB 4/3 aus dieser Schicht durchgeführten Sieb- / Schlämmanalyse handelt es sich bei dem Bodenmaterial dieser Schicht um schwach tonige, schwach kiesige Schluffe und Sande. Der Feinanteil < 0,063 mm in dieser Probe liegt bei 54 %.

Die zugehörige Körnungslinie ist als **Anlage 4.2** dokumentiert.

Entsprechend der Bestimmung der Zustandsgrenze (Fließ- und Ausrollgrenze) an der Probe KRB 1/3 handelt es sich bei diesem Bodenmaterial um leicht plastische Schluffe mit halbfester Konsistenz.

Das zugehörige Versuchsprotokoll zur Bestimmung der Zustandsgrenze ist als **Anlage 5** dokumentiert.

Schicht III – Kies, schluffig – stark schluffig, sandig, Sand, kiesig

Diese schluffigen Sande und Kiese wurden im Bereich der Bohrungen KRB 2 – KRB 5 bis zur Endteufe festgestellt. Im Bereich der KRB 1 wurden diese Böden bis in eine Tiefe von 7,60 m u. GOK erbohrt (= + 49,33 m NN).

Entsprechend den mit der Rammsonde erzielten Schlagzahlen N_{10} von 1 – 300 sind diese Böden sehr locker und mit zunehmender Tiefe sehr dicht gelagert.

Auf Grundlage der an der Probe KRB 2/5, die aus den sandig-kiesigen Böden der Schicht III entnommen wurde und während der Feldarbeiten vor Ort als Kiessand mit schwach schluffigen Anteilen angesprochen wurde, ermittelten Körnungslinie, handelt es sich um einen Kiessand. Der Feinanteil $< 0,063$ mm in dieser Probe liegt bei 3,4 %. Weiterhin handelt es sich entsprechend der an der Probe KRB 6/3, die ebenfalls aus den sandig-kiesigen Böden der Schicht III entnommen wurde und vor Ort als ein Kiessand bis sandig, schwach schluffiger Kies angesprochen wurde, ermittelten Körnungslinie um schwach schluffigen, schwach grobsandigen, mittelsandigen Kies. Der Feinanteil $< 0,063$ mm in dieser Probe liegt bei 5,5 %.

Schicht IV – Fels (Schluffstein), verwittert, schluffig

Hier handelt es sich um den verwitterten Felshorizont des Grundgebirges; dieser wurde nur im Bereich der KRB 1 unterhalb der Böden der Schicht III angetroffen. Entsprechend den mit der Rammsonde erzielten Schlagzahlen N_{10} im Bereich der sandig-kiesigen Böden der Schicht III, in dem ein Tieferführen der Rammsondierungen nicht mehr möglich war, sind die Böden des Verwitterungshorizontes sehr dicht gelagert.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Geländeuntersuchungen sind den Böden im Untergrund die nachfolgenden bodenmechanischen Kennwerte zuzuordnen.

Schicht I: Auffüllungen (A gem. DIN 18196)

- Wichte des erdfeuchten Bodens (γ): 18 - 22 kN/m³
- Wichte unter Auftrieb (γ'): 5 - 14 kN/m³
- Reibungswinkel (φ'): 27,5° - 35°
- Kohäsion (c'): 0 - 5
- Steifemodul (E_s): 10 - 80 MN/m²
- Bodenklasse gem. DIN 18 300 (alt): leicht bis mittelschwer lösbbare Bodenarten (Bodenklasse 3 - 4) (schluffige Anteile breiig bei Durchfeuchtung / Vernässung – Bodenklasse 2)
- Frostschutzklasse: F1 - F3

Für die Auffüllungsböden sind diese Angaben als Näherungswerte zu betrachten.

Schicht II – Schluff, sandig, schwach tonig (UL gem. DIN 18196)

- Wichte des erdfeuchten Bodens (γ): 20 – 21 kN/m³
- Wichte unter Auftrieb (γ'): 10 - 11 kN/m³
- Reibungswinkel (φ'): 27,5°
- Kohäsion (c'): 0 - 5
- Steifemodul (E_s): 5- 25 MN/m²
- Bodenklasse gem. DIN 18 300 (alt): mittelschwer lösbarer Bodenarten (Bodenklasse 4, breiig bei Durchfeuchtung / Vernässung – Bodenklasse 2)
- Frostschutzklasse: F3

Schicht III – Kies, schluffig, sandig, Sand, kiesig (SW – GW gem. DIN 18196)

- Wichte des erdfeuchten Bodens (γ): 18 - 22 kN/m³
- Wichte unter Auftrieb (γ'): 10 - 14 kN/m³
- Reibungswinkel (φ'): 30° - 35°
- Kohäsion (c'): 0
- Steifemodul (E_s): 40 - 120 MN/m²
- Bodenklasse gem. DIN 18 300 (alt): leicht lösbarer Bodenarten (Bodenklasse 3)
- Frostschutzklasse: F1 – F2 (je nach Schluffanteil)

Schicht IV: Fels (Schluffstein) verwittert (keine Klassifikation gem. DIN 18 196)

- Wichte des erdfeuchten Bodens (γ): 25 kN/m³
- Wichte unter Auftrieb (γ'): -
- Reibungswinkel (φ'): -
- Kohäsion (c'): -
- Steifemodul (E_s): 100 - 140 MN/m²
- Bodenklasse gem. DIN 18 300 (alt): leicht bis schwer lösbarer Fels (Bodenklasse 6 - 7)
- Frostschutzklasse: -

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 gröberen Korngruppen zu erfassen.

Tabelle I - Homogenbereiche für Erdarbeiten – DIN 18 300

	Homogenbereich - Löss			
	A 1	A 2	A 3	A 4
Eigenschaft/Kennwert	Schicht I	Schicht II	Schicht III	Schicht IV
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Schluff	Kies, sandig	Fels, schluffig
Bodengruppe n. DIN 18 196	A	UL	SW, GW	-
Körnungsverteilung/Körnungsband	-	s. Anlage 4	s. Anlage 4	-
Massenanteil an Steinen/Blöcken/großen Blöcken (%)	< 30	< 5	< 5	< 25
Dichte (g/cm ³)	1,7 – 2,2	1,7 – 2,1	1,7 – 2,0	2,2 – 2,8
undrännierte Scherfestigkeit (kN/m ²)	-	10 - > 80 (Literaturwert)	-	-
Wassergehalt (%)	n. b.	n. b.	n. b.	< 20
Plastizitätszahl (%)	-	n. b.	-	n. b.
Konsistenzzahl	-	0,5 – 2 (Annahme)	-	n. b.
Lagerungsdichte	sehr locker bis dicht	sehr locker bis mitteldicht	locker bis sehr dicht	sehr dicht
Organischer Anteil	< 3 %.	n. b.	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	B 4
	Schicht I	Schicht II	Schicht III	Schicht IV
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Schluff	Kies, sandig	Fels, schluffig
Bodengruppe n. DIN 18 196	A	UL	SW, GW	-
Körnungsverteilung/Körnungsband	-	-	-	-
Massenanteil an Steinen/Blöcken/großen Blöcken (%)	< 30	< 5	< 5	< 25
Kohäsion (kN/m ²)	n. b.	0 - 5	0	-
undränierete Scherfestigkeit (kN/m ²)	n. b.	10 - > 80 (Literaturwert)	n. b.	-
Wassergehalt (%)	n. b.	n. b.	n. b.	< 20
Plastizitätszahl (%)	-	n. b.	-	n. b.
Konsistenzzahl	-	1 – 2	-	n. b.
Lagerungsdichte	sehr locker bis dicht	sehr locker bis mitteldicht	sehr locker bis sehr dicht	sehr dicht
Abrasivität	abrasiv bis stark abrasiv	abrasiv	abrasiv bis stark abrasiv	abrasiv bis stark abrasiv
Zuordnung n. LAGA (Boden) (1997)	s. Kapitel 7.0			

Bei den Auffüllungsböden der Schicht I und den schluffigen Böden der Schicht II handelt es sich um einen schlechten bzw. mäßigen, bei den Kiessanden der Schicht III und dem Felshorizont der Schicht IV jeweils um einen gut trag- und gründungsfähigen Baugrund.

Vernässungshorizonte als Hinweis auf Grundwasser wurden im Rahmen der Geländeuntersuchungen bei allen Bohrungen z.T. ab einer Tiefe von ca. 3,0 m u. GOK festgestellt, was einem Grundwasserstand zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen in etwa auf + 53,93 m NN (KRB 6) entspricht, wobei hier ausdrücklich auf die Problematik der Wasserstandsmessung im unverrohrten Bohrloch hingewiesen wird.

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 180 m nordöstlich des Bauvorhabens gelegenen Grundwassermessstelle (Messstelle 076895117-

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, sodass für den Zeitraum der Aushubarbeiten und nachfolgend 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. Staunässe und in größeren Tiefen eine Beeinflussung durch Grundwasser nicht ausgeschlossen werden kann, sollte für die erdberührten Bauteile des nicht unterkellerten und des unterkellerten Bereichs 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 2.2-E anzusetzen (Eintauchtiefe > 3,00 m).

Das Grundstück liegt in unmittelbarer Nähe (< 100 m) zu einem Nebenarm der Sieg und bei einem mittleren Hochwasserereignis im Hochwassergefahrenbereich (HQ₁₀₀) des Nebenarms, sodass nicht auszuschließen ist, dass es bei mittleren hohen Siegwasserständen zu einer Überschwemmung des Grundstücks und zu einem zusätzlichen Anstieg des Grundwassers kommen kann. Dies gilt jedoch nur für ein 100-jähriges Hochwasserereignis.

5.0 Gründungs- und Ausführungsempfehlungen

Entsprechend den vorliegenden Unterlagen soll die geplante Sporthalle teilunterkellert ausgeführt werden.

Aufgrund der geplanten Teilunterkellerung liegen die Gründungssohlen des Gebäudes auf zwei unterschiedlichen Höhenniveaus sowie in unterschiedlichen Bodenschichten.

Die Gründungssohle des unterkellerten Gebäudebereichs liegt in den weitestgehend dicht gelagerten, gut gründungsfähigen Kiessanden der Schicht III auf ca. + 52,95 m NN, die Gründungssohle des nicht unterkellerten Bereichs liegt bei einer Einbindetiefe von Fundamenten von mindestens 0,80 m auf + 56,20 m NN und damit innerhalb der Auffüllungen der Schicht I, die aufgrund ihrer inhomogenen Zusammensetzung und ihrer stark inhomogenen Lagerungsdichte als nur schlecht tragfähiger bzw. gründungsfähiger Baugrund einzustufen sind.

Bei einer Gründung des unterkellerten Bereichs auf Streifenfundamenten in den gut tragfähigen Böden der Schicht III und einer angenommenen Einbindetiefe der Fundamente von mindestens 0,50 könnten zur Bemessung der Streifenfundamente die nachfolgend aufgeführten aufnehmbaren Sohldrücke $\sigma_{R,d}$ anzusetzen (EC 7 / Grundbruchformel n. DIN 4017:2006).

Tabelle II - aufnehmbarer Sohldruck in KN/m²

Fundamentbreite b (m)	0,5	1,0	1,5	1,75	2,0
Sohldruck $\sigma_{R,d}$ (kN/m ²)	290	360	450	480	520

Insgesamt wäre unter Berücksichtigung des Wertes bei Fundamentbreiten bis 1,0 m von Setzungen in einer Größenordnung von maximal 0,5 cm und bei Fundamentbreiten bis 2,0 m von Setzungen bis ca. 1,2 cm auszugehen, die jedoch zu 90 % unmittelbar mit Aufbringung der Gesamtlasten auftreten und rasch abklingen.

Für die Bemessung von Einzelfundamenten können diese Werte um 10 % erhöht werden.

Aufgrund der Grundwasserstände ist jedoch davon auszugehen, dass der unterkellerte Gebäudeteil als ‚weiße Wanne‘ ausgebildet und auf einer tragenden Bodenplatte gegründet wird.

Zur Bemessung der Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren bei Gründung der des Kellergeschosses auf einer tragenden Bodenplatte in den Kiessanden der Schicht III kann dann, ohne dass hier genaue Angaben zu den anzusetzenden Lasten vorliegen, ein Bettungsmodul $k_s = 30 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Für den Bereich der Gründungssohle ist ein aufnehmbarer 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 Vermeidung von Differenzsetzungen zwischen dem unterkellerten und dem nicht unterkellerten Bereich könnten die Fundamente des nicht unterkellerten Gebäudeteils mittels Unterbeton bis auf die gut tragfähigen Kiessande geführt werden.

Einer Alternative zur Gründung des nicht unterkellerten Bereichs auf Fundamenten, wäre die Durchführung einer Brunnengründung.

Zur Herstellung der Brunnen wären die Böden der Schicht I und II mittels Greifbagger im Schutz von Schachtringen bis auf die sandig-kiesigen Böden der Schicht III auszuheben und die Schachtringe anschließend mit Magerbeton zu verfüllen. Die Brunnen sollten mindestens 30 cm in den sandig-kiesigen Horizont einbinden.

Auf diese mit Magerbeton verfüllten Schachtringe kann dann direkt die Bodenplatte aufgelegt werden. Unterhalb der nicht tragenden Bodenplatte ist der Einbau einer kapillarbrechenden Schicht in einer Stärke von mindestens 30 cm vorzusehen.

Bei einer Gründung der Fundamente des nicht unterkellerten Bereiches, ggf. über eine Magerbetonfüllung oder einer Brunnengründung, in den sandig-kiesigen Böden der Schicht III, gelten hier für den aufnehmbaren Sohldruck $\sigma_{R,d}$ die gleichen Annahmen wie für den unterkellerten Bereich.

Am sinnvollsten erscheint jedoch die Gründung des nicht unterkellerten Gebäudeteils mittels einer Pfahlgründung in den Kiessanden der Schicht III. Diese Kiessande weisen eine relativ homogene, mitteldichte und mit zunehmender Tiefe dichte bis sehr dichte Lagerungsdichte auf.

Die Bohrpfähle sind entsprechend DIN EN 1635 zu bemessen und herzustellen und bis in die entsprechende Tiefe in die Kiessande zu führen. Die Pfähle müssen mindestens 2,50 m in die tragfähigen, dicht bis sehr dicht gelagerten Kiessande einbinden.

Überschlägig kann bei einer Gründung in den Kiessanden bezogen auf eine Pfahlkopfsetzung von 0,1 s/D in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte der Kiessande zur Bemessung von Bohrpfählen ein Pfahlspitzdruck $q_{b,k}$ zwischen ca. 4.500 kN/m² und 5.000 kN/m² angesetzt werden (in Anlehnung an die Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle („EA-Pfähle“)).

In den schluffigen Böden der Schicht II kann der Bruchwert der Mantelreibung $q_{s,k}$ mit ca. 40 kN/m² bzw. 55 kN/m² und in den Kiessanden der Schicht III mit ca. 120 - 150 kN/mm² angesetzt werden. Für den Bereich der Auffüllungen sollte kein Wert für die Pfahlmantelreibung angesetzt werden.

Die Bodenplatte des nicht unterkellerten Bereichs könnte dann unmittelbar auf die Pfähle aufgelegt werden. Alternativ könnten Fundamente als Gründungsbalken ausgebildet und als Balkenrost auf die Pfähle aufgelegt werden.

6.0 Baugrubensicherung / Sicherung von Nachbargebäuden

Entsprechend den vorliegenden Planunterlagen grenzt die Baugrube für den geplanten Kellerbereich in Richtung Südwest und Nordwest z.T. an Grundstücksgrenzen, so dass hier die Anlage einer geböschten Baugrube wohl nur z.T. möglich ist und daher zumindest in Teilbereichen eine Baugrubensicherung mittels eines Verbaus, wie z.B. eines Trägerbohrverbaus („Berliner Verbau“) erforderlich ist.

In den Richtungen Südost und Nordost 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.

Die Gruben bzw. Gräben zum Einbringen von Unterbetons unterhalb von Fundamenten bzw. der Brunnen im Bereich des nicht unterkellerten Gebäudeteils müssten jedoch bis in eine größere Tiefe geführt werden.

Sofern diese Gräben jedoch unmittelbar nach Aushub bis auf die Sande und Kiese der Schicht III mit Magerbeton bis zur vorgesehenen Unterkante der Fundamente verfüllt werden und um die Gruben herum ein entsprechender Sicherheitsabstand eingehalten wird, bestehen gutachterlicherseits keine Bedenken, die Gräben zum Einbringen des Unterbetons kurzzeitig bis in eine größere Tiefe senkrecht abzuschachten.

Dies wäre jedoch nur erforderlich, falls hier eine Gründung des nicht unterkellerten Gebäudeteils auf Fundamenten oder auf Brunnen durchgeführt werden soll.

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

7.0 Chemisch-physikalische Untersuchungen

Im Rahmen der Geländearbeiten wurden im Untergrund des Grundstücks Auffüllungsböden angetroffen, die bei Herstellung der Baugrube ausgehoben und von der Fläche abgefahren werden müssen.

Zur Klärung des Verwertungs- / Entsorgungsweges für diese Auffüllungsböden wurden insgesamt 6 Einzelproben zur Durchführung von chemischen Analysen ausgewählt. Diese Proben wurden zu zwei Mischproben (MP 1 und MP 2) zusammengefasst. Die Mischproben wurden unter Berücksichtigung der Lage der Bohrungen zusammengestellt. Die Mischprobe 1 wurde aus den Einzelproben KRB 2/3, KRB 3/2 und KRB 6/1 aus dem nördlich gelegen Teil des Baufelds und die Mischprobe 2 aus den Einzelproben KRB 1/2, KRB 4/1 und KRB 5/2 aus dem südlichen Teil des Baufelds zusammengestellt.

Die beiden Mischproben wurden bei der SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH in Essen, einem akkreditierten Untersuchungslabor auf den Parameterumfang der TR Boden (2004) analysiert.

Weiterhin wurde die Proben KRB 5/1 aus der Asphaltdeckschicht entnommen und zur Ermittlung des Teeranteils auf Gehalte an PAK (EPA) analysiert.

Nachfolgend sind nun zunächst die Ergebnisse der an den aus den Auffüllungen entnommenen Mischproben durchgeführten Analysen tabellarisch zusammengefasst.

Tabelle III – Analyseergebnisse MP 1 und MP 2 - Zuordnungswerte TR Boden

Parameter	MP 1	MP 2	Zuordnungswerte				
			Z 0		Z 1.1	Z 1.2	Z 2
			Sand	Lehm/ Schluff			
Arsen (mg/kg)	11	9,1	10	15	45		150
Arsen (mg/l)	0,0023	0,0017	0,014		0,014	0,02	0,06
Blei (mg/kg)	87	51	40	70	210		700

Fortsetzung Tabelle III

Parameter	MP 1	MP 2	Zuordnungswerte				
			Z 0		Z 1.1	Z 1.2	Z 2
			Sand	Lehm/ Schluff			
Blei (mg/l)	< 0,005	< 0,005	0,04		0,04	0,08	0,2
Cadmium (mg/kg)	0,31	0,23	0,4	1	3		10
Cadmium (mg/l)	< 0,0005	< 0,0005	0,0015		0,0015	0,003	0,006
Chrom ges. (mg/kg)	22	36	30	60	180		600
Chrom ges. (mg/l)	< 0,005	< 0,005	0,0125		0,0125	0,025	0,06
Kupfer (mg/kg)	29	31	20	40	120		400
Kupfer (mg/l)	< 0,005	< 0,005	0,02		0,02	0,06	0,1
Nickel (mg/kg)	29	50	15	50	150		500
Nickel (mg/l)	< 0,005	< 0,005	0,015		0,015	0,02	0,07
Quecksilber (mg/kg)	0,39	0,22	0,1	0,5	1,5		5
Quecksilber (mg/l)	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0005		<0,0005	0,001	0,002
Zink (mg/kg)	120	87	60	150	450		1.500
Zink (mg/l)	< 0,010	0,013	0,15		0,15	0,2	0,6
Thallium (mg/kg)	< 0,4	< 0,4	0,4	0,7	2,1		7
TOC (%)	0,96	2,2	0,5	0,5	1,5		5
EOX (mg/kg)	< 0,50	< 0,50	1	1	3		10
Cyanide ges. (mg/kg)	< 1,0	< 1,0	-	-	3		10
Cyanide ges. (mg/l)	< 0,005	< 0,005	0,005		0,005	0,01	0,02
KW-Index (mg/kg)	< 50	< 50	100	100	300		1.000
LHKW (mg/kg)	n. b.	n. b.	1	1	1		1
BETX (mg/kg)	n. b.	1,3	1	1	1		1
PAK (EPA) (mg/kg)	0,77	3,4	3	3	3 (9)		30
Benzo(a)pyren (mg/kg)	0,078	0,31	0,3	0,3	0,9		3
PCB (mg/kg)	n. b.	n. b.	0,05	0,05	0,15		0,5
pH-Wert (Eluat)	10,3	9,36	6,5 – 9,5		6,5-9,5	6-12	5,5-12
el. Leitf. (µS/cm)	140	77	250		250	1.500	2.000
Chlorid (mg/l)	5,4	< 1,0	30		30	50	100
Sulfat (mg/l)	18	10	20		20	50	200
Phenolindex (mg/l)	< 0,008	< 0,008	0,02		0,02	0,04	0,1
Zuordnung n. TR Boden	Z 1.1	> Z 2					

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

Fettdruck = Z 2-Material

rotdruck = > Z 2-Material

Entsprechend den vorliegenden Analyseergebnissen wurden in der Mischprobe MP 1 für Blei und den Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff (TOC) Gehalte im Z 1.1-Zuordnungsbereich der TR Boden festgestellt.

Der in der Probe MP 1 leicht erhöhte pH-Wert, der im Bereich der Z 1.2- Zuordnungswerte liegt, ist nicht relevant, da ein erhöhter pH-Wert allein kein Ausschlusskriterium für die Einordnung von Bodenmaterialien in eine Zuordnungs-kategorie darstellen.

Die Materialien der Probe MP 1 sind daher als Z 1.1-Materialien zu bewerten und können einer entsprechenden Verwertung zugeführt werden,

In der Probe MP 2 wurde für die aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und die Xylole (BETX) ein Gehalt oberhalb des Z 2-Zuordnungswerts ermittelt. Die Materialien im Bereich Mischprobe MP 2 können daher nicht mehr einer Verwertung gem. der TR Boden zugeführt werden, sondern müssen nach Durchführung einer entsprechenden Deklarationsanalyse gem. der Deponieverordnung einer entsprechenden Deponie zugeführt werden.

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 KRB 5/1 aus der Asphaltdeckschicht wurden keine Gehalte an PAK (EPA) festgestellt. Es handelt sich daher um bituminös gebundene Materialien, welche im Rahmen eines Aufbruchs der Asphaltfläche unter dem Abfallschlüssel 17 03 02 einer entsprechenden Entsorgung / Verwertung zugeführt werden können.

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

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

Erkrath, 11.03.2023

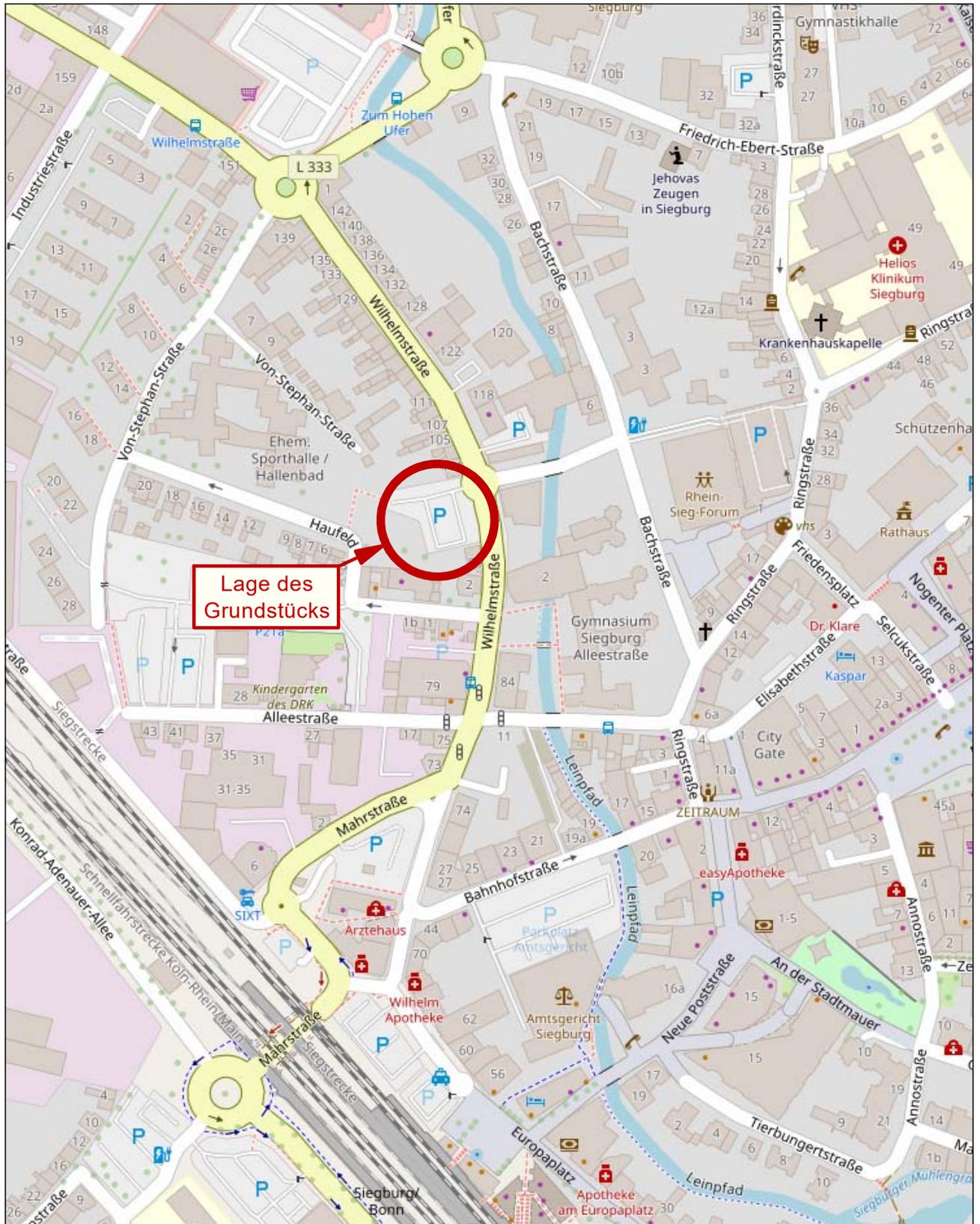

(Dr. Georg Kleinebrinker)

gbk TEAMPLAN GmbH
Heinrich-Hertz-Str. 9 40699 Erkrath
Tel.: 0211 - 28 41 50
Große Telegraphenstr. 9-11 50676 Köln
Tel.: 0221 - 580 06 28




(M. Sc. Arne Forens)

ÜBERSICHTSPLAN



Lage der Untersuchungspunkte

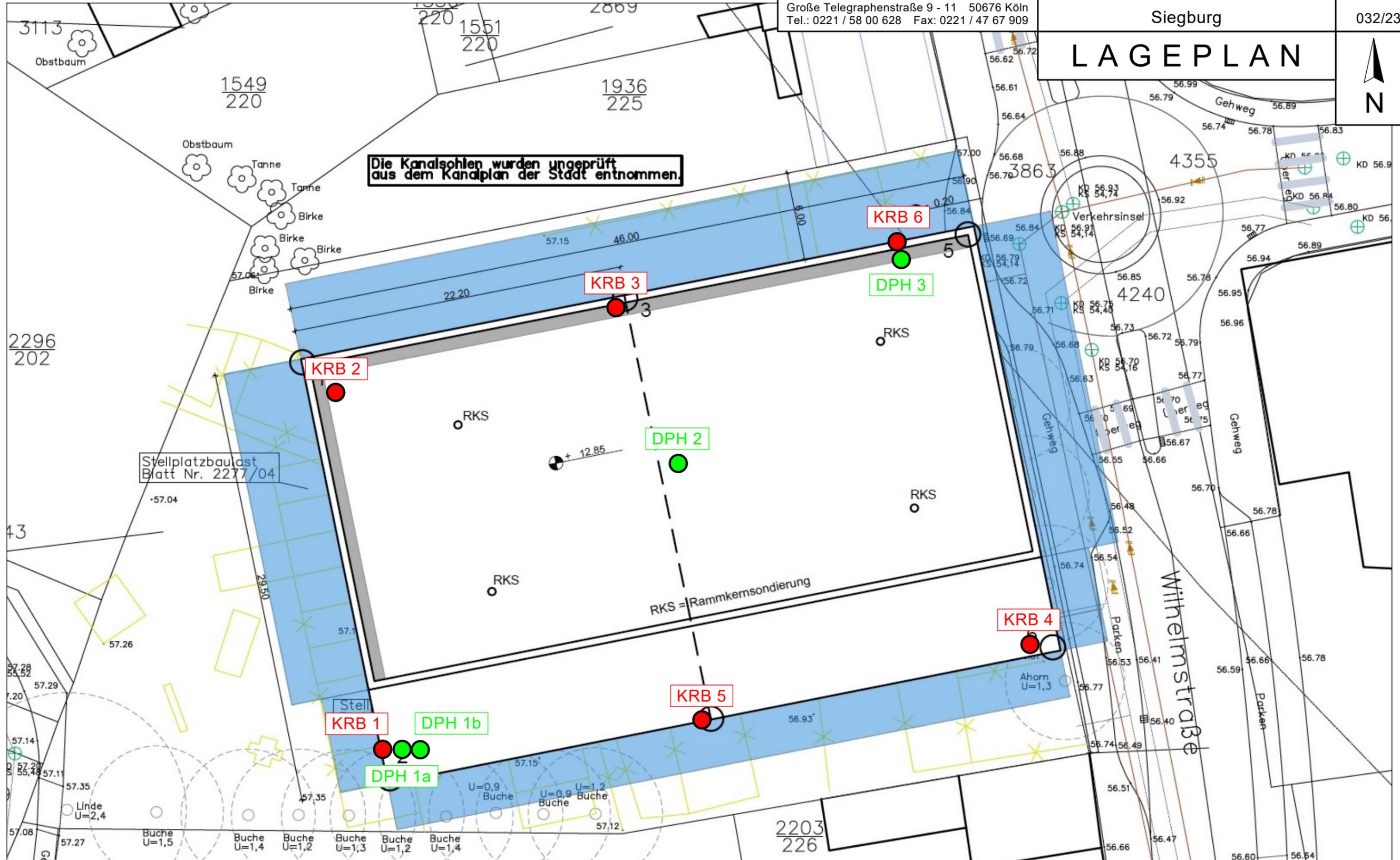
gbk TEAMPLAN GmbH
Dr. Georg Kleinebrinker

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

Baugrunderkundung
BV Sporthalle Gymnasium
Alleestraße / Wilhelmstraße
Siegburg

Anlage Nr.
2.1
Projekt-Nr.
032/23

LAGEPLAN



Stellplatzbaulast
Blatt Nr. 2277/04

Die Kanalsohlen wurden ungeprüft
aus dem Kanalplan der Stadt entnommen.

RKS = Rammkernsondierung

Wilhelmstraße

Legende:

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

Felduntersuchungen		Blattformat: 420 x 297		Maßstab: 1 : 250	
vom:	08.02.2023 09.02.2023	bearbeitet:	EV am: 16.02.2023		geprüft:

LAGEPLAN

Erdgeschoss



Legende

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

Felduntersuchungen

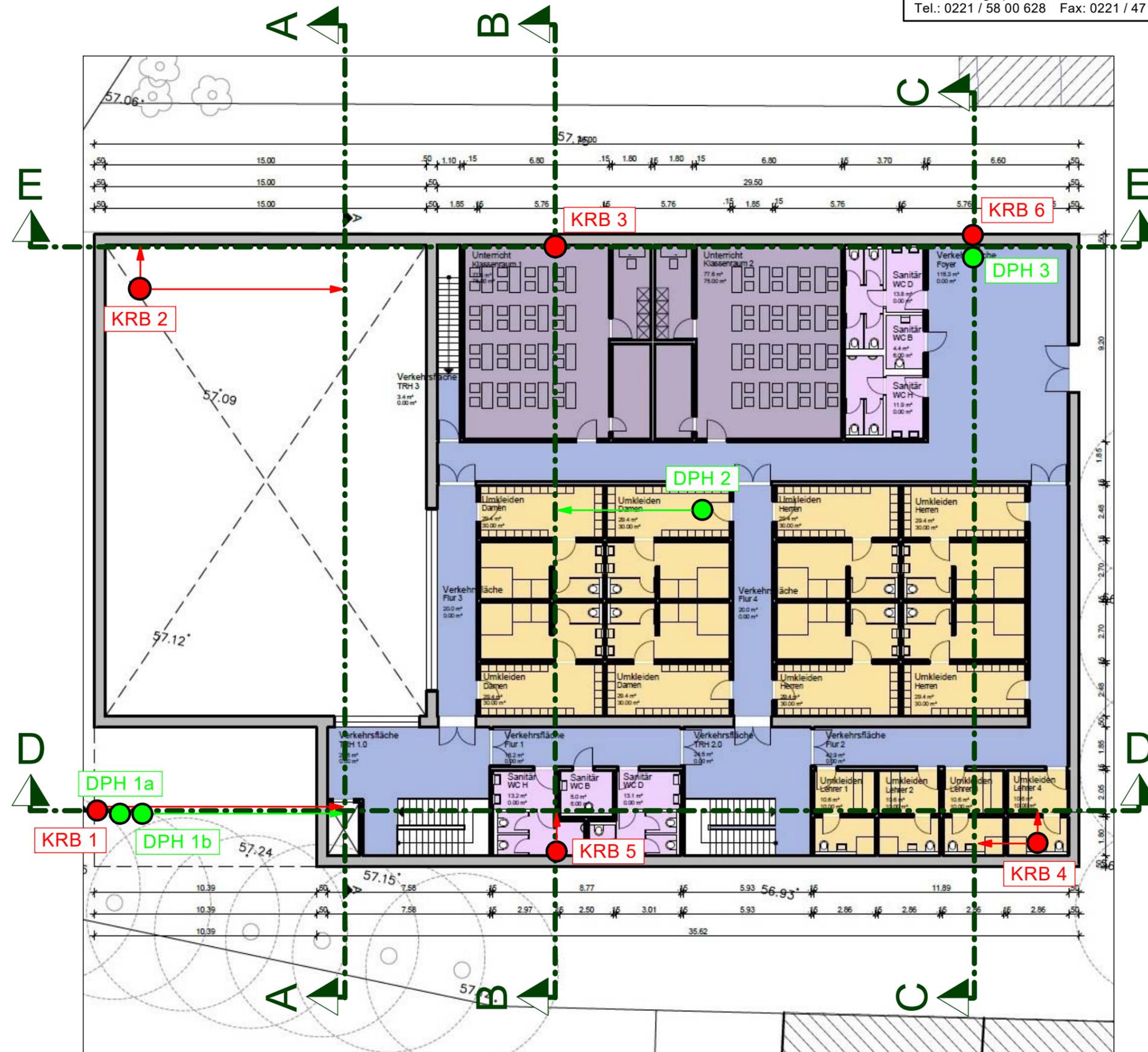
vom: 08. und 09.02.2023

bearbeitet: EV geprüft: GK

am: 16.02.2023 am: 21.02.2023

Blattformat:
420 x 297

Maßstab:
1 : 200



Bohr- und Sondierergebnisse

SCHNITT A - A

KBF
 Kein Bohrfortschritt

KSF
 Kein Sondierfortschritt

GOK

Bodenarten + Konsistenzen

halbfest	A	Auffüllung
steif	▲▲▲	Schluff
weich - steif	●●●	Sand
naß	○●○	Kies
	Zv Zz	Fels verwittert

Beschreibung des Sondiergerätes

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

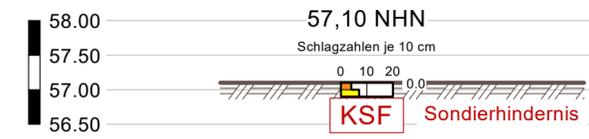
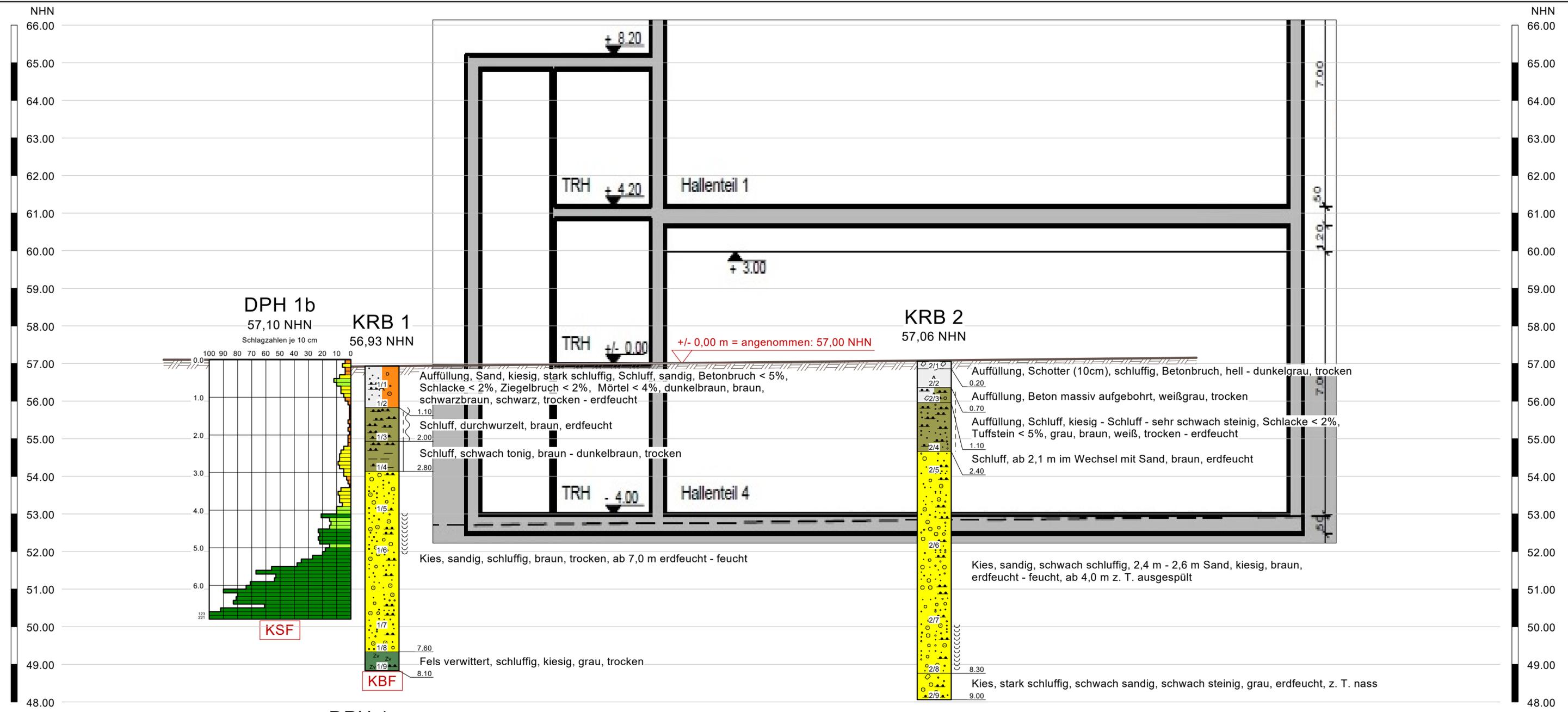
Messgröße	N ₁₀	Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe
Rammärmass	m	50 kg
Fallhöhe	h	500 mm
Nennquerschnittsfläche	A	15 cm ²
Spitzendurchmesser	D	43,7 mm
Gestänge Außendurchmesser	d _a	32 mm

Legende [KRB]

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

Lagerungsdichte [DPH]

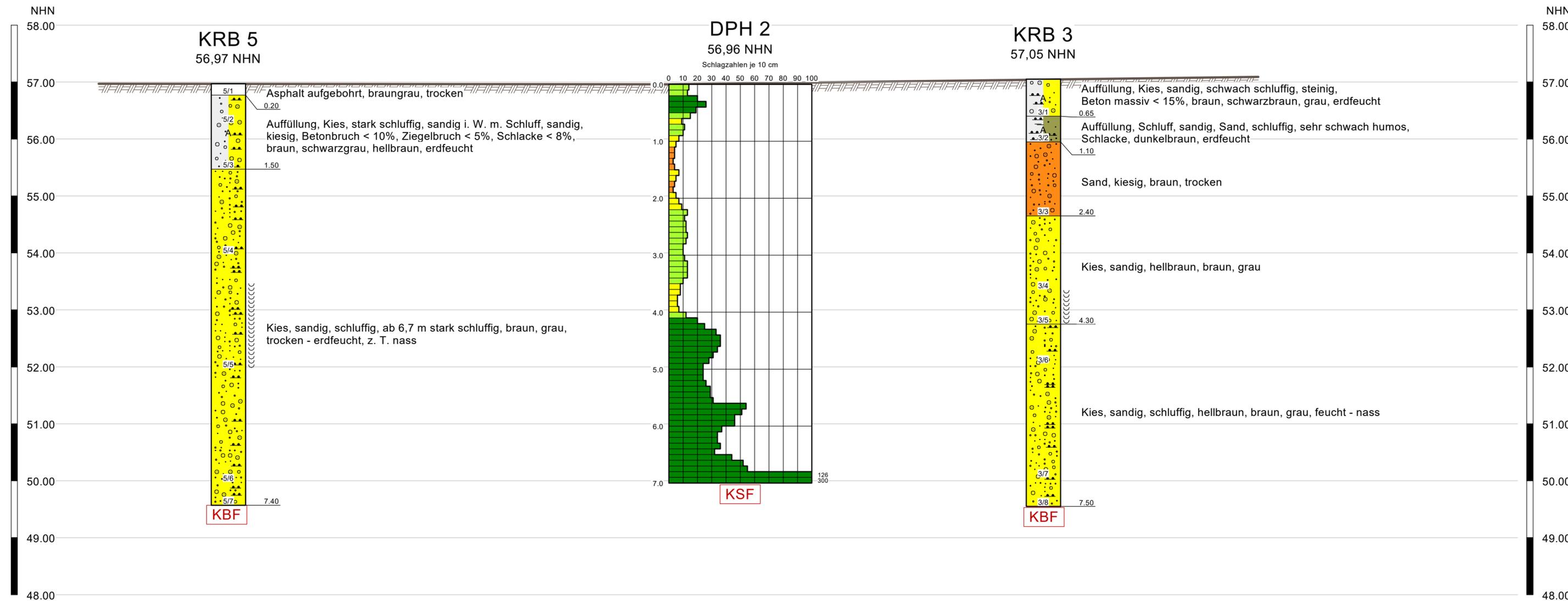
sehr locker	■
locker	■
mitteldicht	■
dicht	■
sehr dicht	■



Felduntersuchungen	Blattgröße: 780 x 297		Maßstab
vom: 08.02.2023	bearbeitet: EV	geprüft: GK	Länge: 1 : 100
am: 09.02.2023	am: 16.02.2023	am: 21.02.2023	Höhe: 1 : 75

Bohr- und Sondierergebnisse

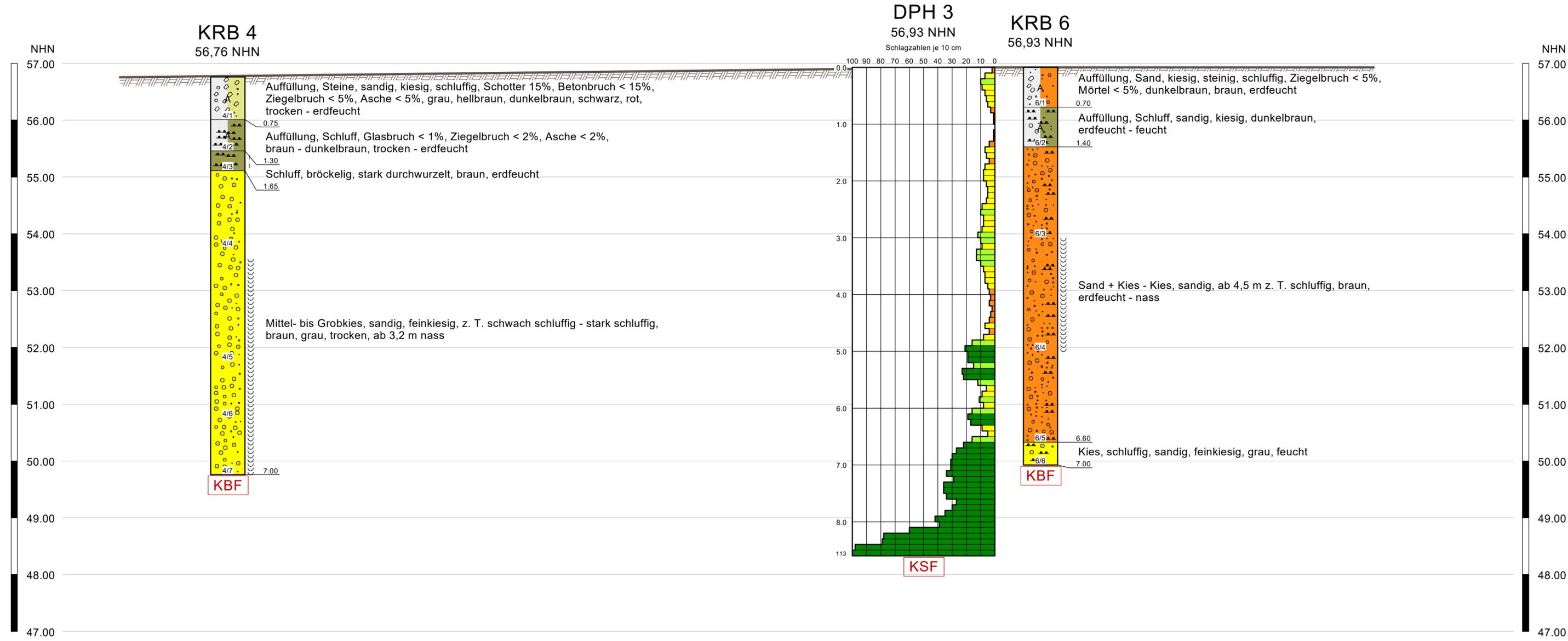
SCHNITT B - B



Felduntersuchungen	Blattgröße: 780 x 297		Maßstab
vom: 08.02.2023	bearbeitet: EV	geprüft: GK	Länge: 1 : 100
am: 09.02.2023	am: 16.02.2023	am: 21.02.2023	Höhe: 1 : 50

Bohr- und Sondierergebnisse

SCHNITT C - C



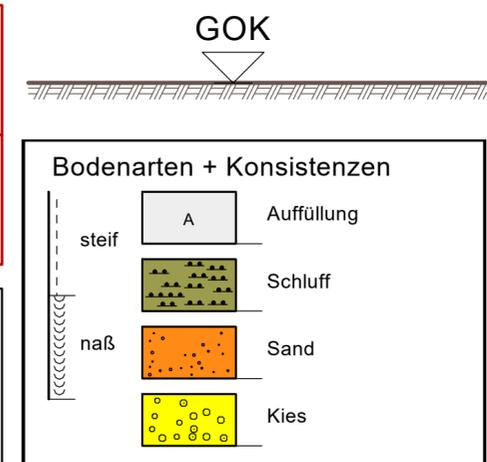
KBF
 Kein Bohrfortschritt

KSF
 Kein Sondierfortschritt

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

Lagerungsdichte [DPH]

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht



Beschreibung des Sondiergerätes

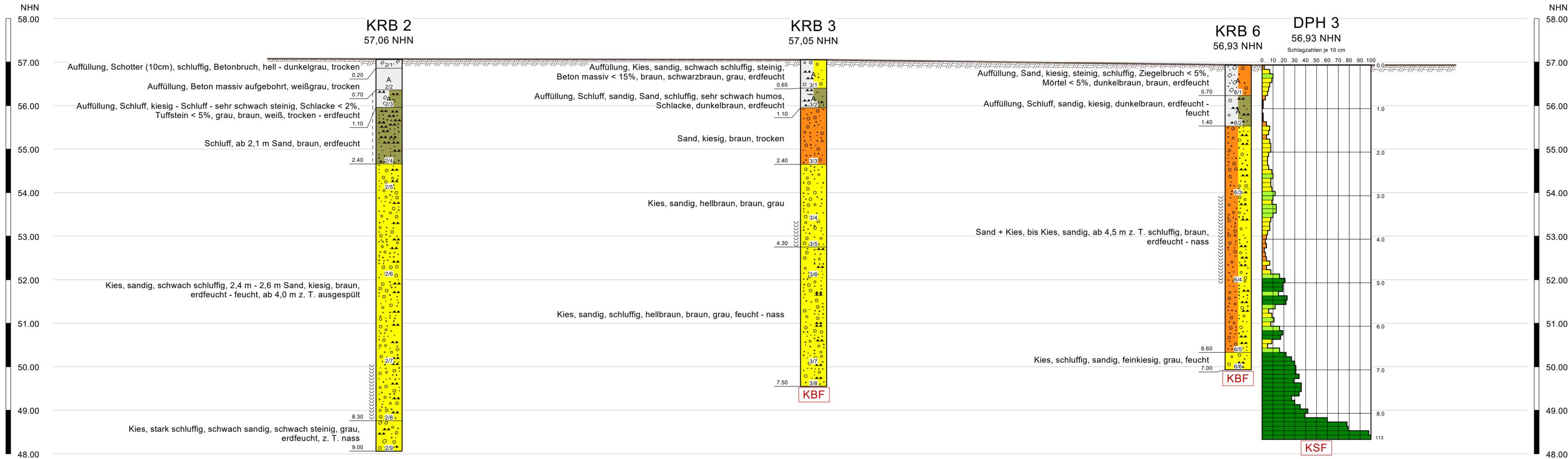
DPH [Dynamic Probing Heavy]
 Mittelschwere Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

Messgröße	N ₁₀	Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe
Rammärmasse	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: 780 x 297		Maßstab
vom: 08.02.2023	bearbeitet: EV	geprüft: GK	Länge: 1 : 100
09.02.2023	am: 16.02.2023	am: 21.02.2023	Höhe: 1 : 50

Bohr- und Sondierergebnisse

SCHNITT E - E



KBF
 Kein Bohrfortschritt

KSF
 Kein Sondierfortschritt

GOK

Bodenarten + Konsistenzen

steif

naß

A Auffüllung
 Schluff
 Sand
 Kies
 Fels verwittert

Beschreibung des Sondiergerätes

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

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

Felduntersuchungen	Blattgröße: 950 x 297		Maßstab
vom: 08.02.2023	bearbeitet: EV	geprüft: GK	Länge: 1 : 100
am: 09.02.2023	am: 16.02.2023	am: 21.02.2023	Höhe: 1 : 50



TEAMPLAN GmbH
Dr. Georg Kleinebrinker

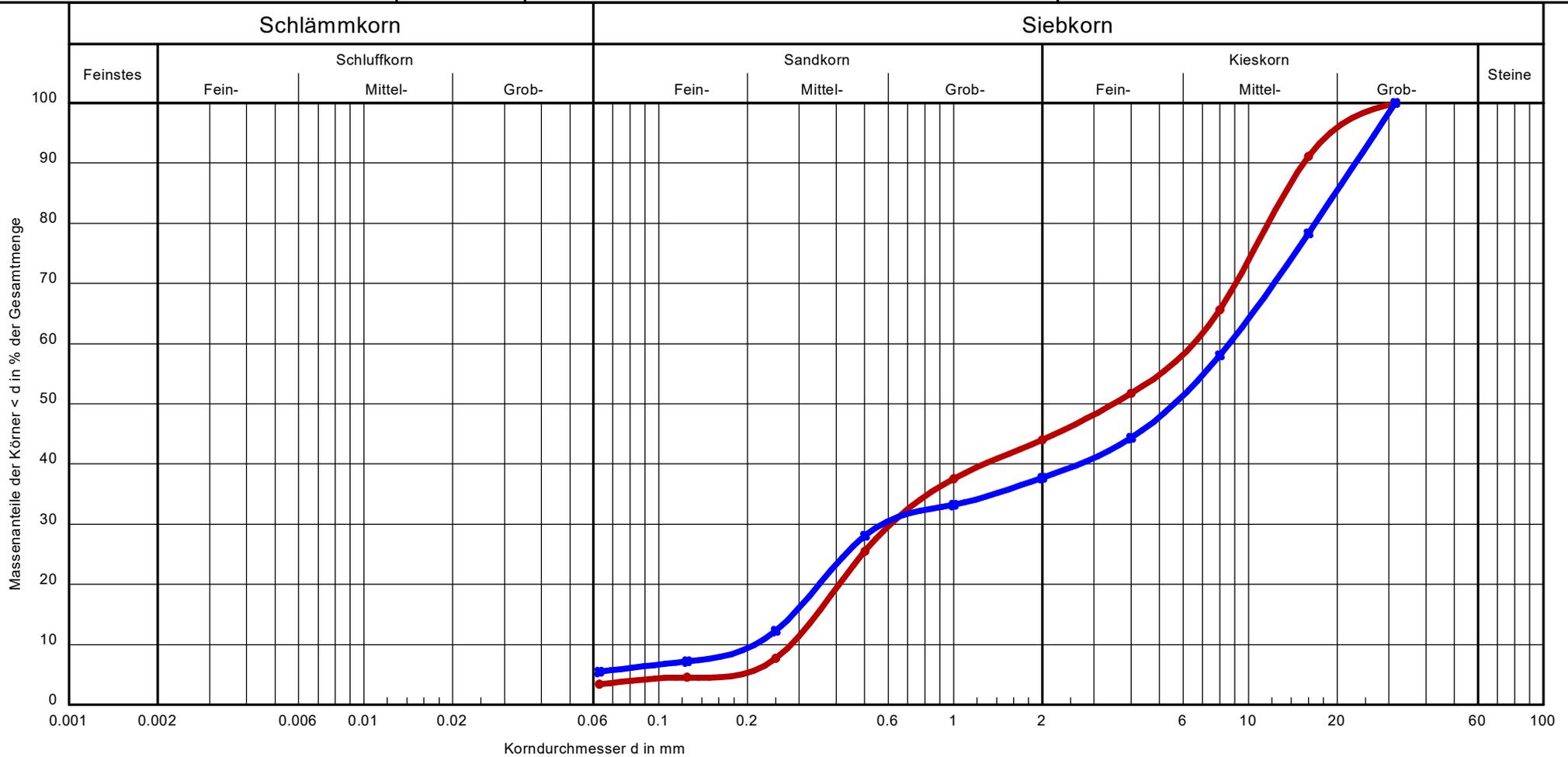
Heinrich-Hertz-Straße 9 40699 Erkrath
Tel.: 0211 / 28 41 50 Fax: 0211 / 29 82 73

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

Körnungslinien

BV Sporthalle Gymnasium
Alleestraße / Wilhelmstraße
Siegburg

Probe entnommen am: 08. und 09.02.2023
Siebung durchgeführt am: 01.03.2023
Art der Entnahme: Kleinrammbohrung
Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:	2/5	6/3	Bemerkungen:	032/23	Projekt-Nr.:	Anlage 4.1
Bodenart:	S + G	G, ms, u', gs'				
Tiefe:	2,4 m - 3,0 m	1,4 m - 3,0 m				
k [m/s] (Hazen):	$9.2 \cdot 10^{-4}$	$5.3 \cdot 10^{-4}$				
Entnahmestelle:	KRB 2	KRB 6				
U/Cc:	23.2/0.2	40.5/0.2				
Wassergehalt:	4,0 %	5,5 %				

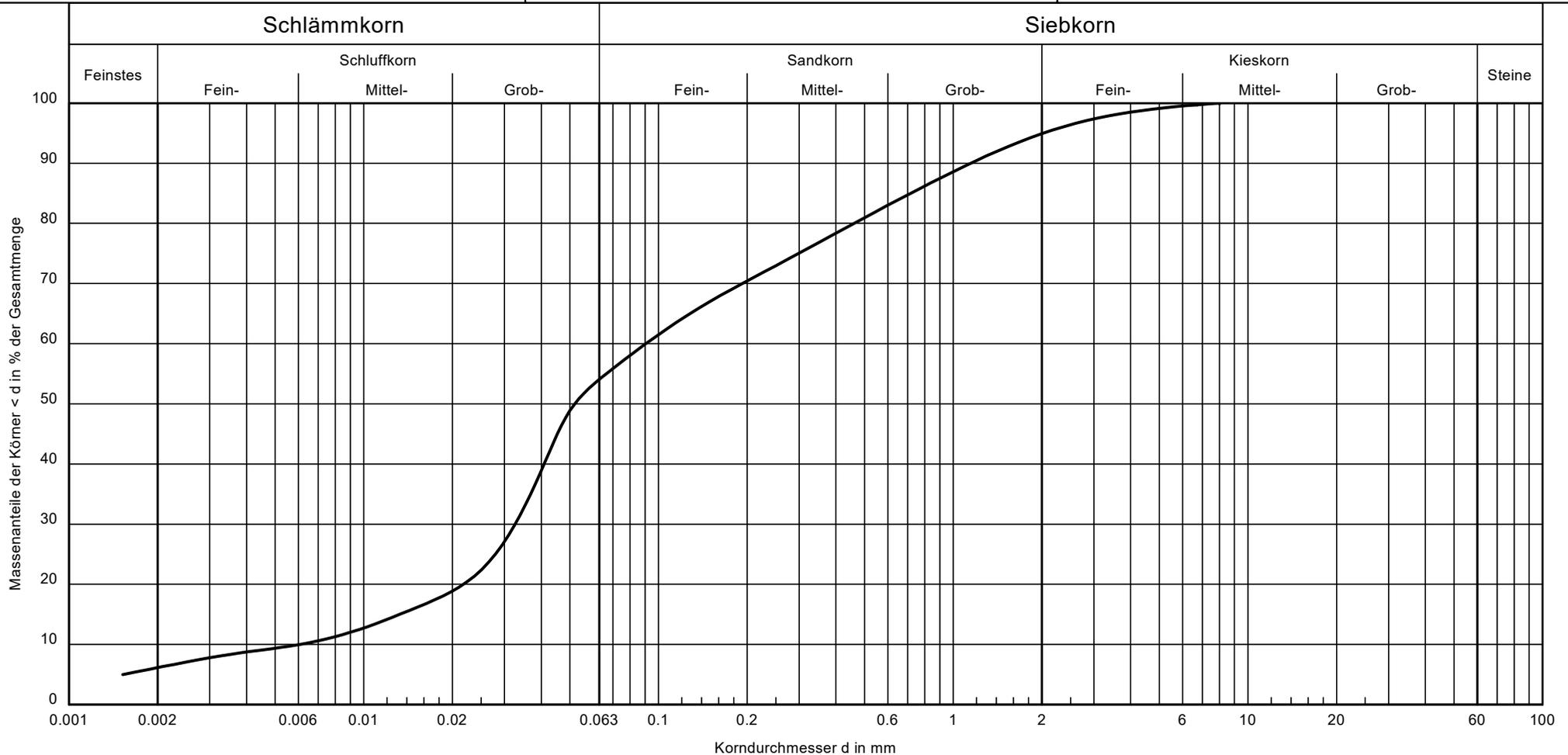
Wylutzki GmbH & Co. KG
 Bodenmechanik und Verdichtungsprüfungen
 im Tief- und Straßenbau

Körnungslinie

Wilhelmstrasse, Siegburg

Prüfungsnummer: KRB 4/3
 Arbeitsweise: Sieb- Schlämmanalyse
 Art der Entnahme: Lieferprobe
 Probeneingang: 23.02.2023

Bearbeiter: Hannak



Probenbezeichnung:	KRB 4/3	Bemerkungen:	Projekt Nr.: 3839
Bodenart DIN 4022:	U, S, t', g'		
U/Cc:	14.9/1.9		
T/U/S/G [%]:	6.1/47.9/40.9/5.1		
Signatur:	_____		

Protokoll

bodenmechanische Laboruntersuchungen

Wylutzki GmbH & Co.KG

1 Probe

Untersuchungszeitraum: 23.02.2023

1 Blatt

Wylutzki GmbH & Co. KG

Bodenmechanik und Verdichtungsprüfungen
im Tief- und Straßenbau

Anlage:

zu:

Zustandsgrenzen

nach DIN 18122

Probe:

KRB 1/3

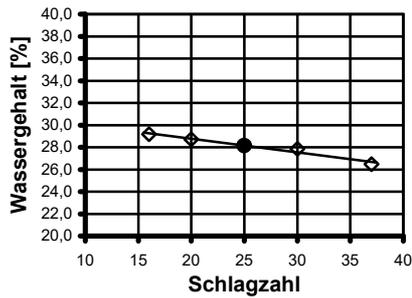
Projekt Nr.: 3839

Bauvorhaben: Wilhelmstrasse, Siegburg

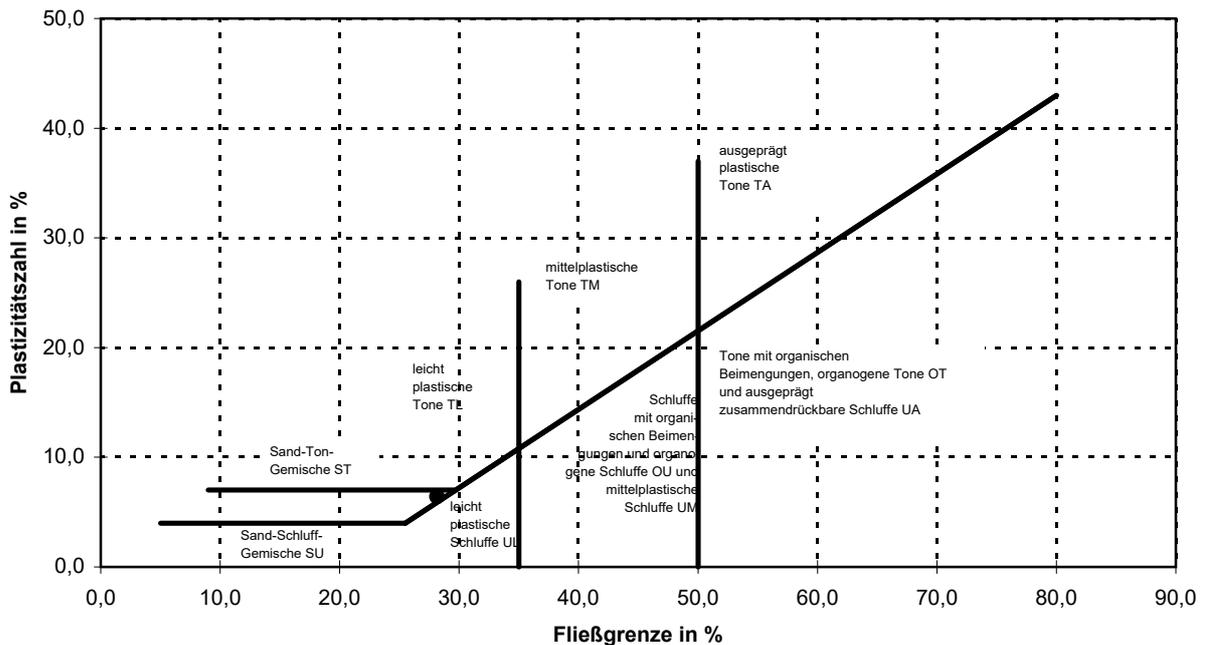
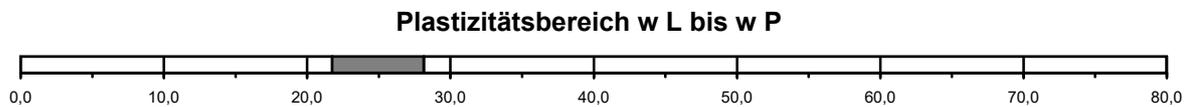
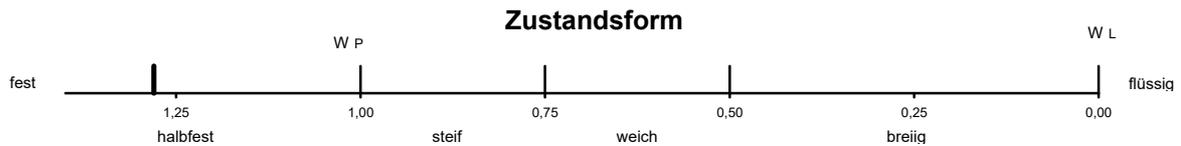
gbk Teamplan GmbH

Ausgef. durch: Hannak

Probeneingang: 23.02.23



Wassergehalt	w	18,0 %
Fließgrenze	w _L	28,1 %
Ausrollgrenze	w _P	21,8 %
Überkorn > 0,4 mm	ü	10,0 %
korr. Wassergehalt	w _ü	20,0 %
Plastizitätszahl	I _P	6,4 %
Konsistenzzahl	I _C	1,59
korr. Konsistenzzahl	I _C ü	1,28



Bemerkung:

Analysenprotokoll

SEWA

**Laborbetriebsgesellschaft mbH
Lichtstraße 3
45127 Essen**

3 Feststoffproben

Untersuchungszeitraum: 14.02.2023 bis 24.02.2023

6 Blatt

Untersuchungsbericht

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

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

Berichtsnummer: AU79542
Berichtsdatum: 24.02.2023

Projekt: 032/23; GSA Siegburg

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

Auftrag: 14.02.2023
Probeneingang: 14.02.2023
Untersuchungszeitraum: 14.02.2023 — 24.02.2023
Probenahme durch: Auftraggeber/Gutachter
Untersuchungsgegenstand: 3 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
79542 - 1	MP KRB 2/3+3/2+6/1	
79542 - 2	MP KRB 1/2+4/1+5/2	
79542 - 3	KRB 5/1	

79542 - 1	79542 - 2	79542 - 3
-----------	-----------	-----------

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	11	9,1
Blei	mg/kg	87	51
Cadmium	mg/kg	0,31	0,23
Chrom	mg/kg	22	36
Kupfer	mg/kg	29	31
Nickel	mg/kg	29	50
Quecksilber	mg/kg	0,39	0,22
Zink	mg/kg	120	87

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Metalle

Thallium	mg/kg	<0,40	<0,40
----------	-------	-------	-------

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
79542 - 1	MP KRB 2/3+3/2+6/1	
79542 - 2	MP KRB 1/2+4/1+5/2	
79542 - 3	KRB 5/1	

79542 - 1	79542 - 2	79542 - 3
-----------	-----------	-----------

● Untersuchungen im Feststoff

TOC	%	0,96	2,2
EOX	mg/kg	<0,50	<0,50
Cyanid (ges.)	mg/kg	<1,0	<1,0
KW-Index	mg/kg	<50	<50
C10-C22	mg/kg	<50	<50
C22-C40	mg/kg	<50	<50

LHKW

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

BTEX

Benzol	mg/kg	<0,025	<0,025
Toluol	mg/kg	<0,025	0,028
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025	0,089
m/p-Xylol	mg/kg	<0,025	0,45
o-Xylol	mg/kg	<0,025	0,69
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar	1,3

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
79542 - 1	MP KRB 2/3+3/2+6/1	
79542 - 2	MP KRB 1/2+4/1+5/2	
79542 - 3	KRB 5/1	

79542 - 1	79542 - 2	79542 - 3
-----------	-----------	-----------

PAK nach US EPA

		79542 - 1	79542 - 2	79542 - 3
Naphthalin	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,10
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010	0,022	<0,10
Acenaphthen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,10
Fluoren	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,10
Phenanthren	mg/kg	0,054	0,20	<0,10
Anthracen	mg/kg	<0,010	0,044	<0,10
Fluoranthren	mg/kg	0,14	0,52	<0,10
Pyren	mg/kg	0,10	0,49	<0,10
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,054	0,24	<0,10
Chrysen	mg/kg	0,059	0,30	<0,10
Benzo(a)fluoranthene	mg/kg	0,17	0,66	<0,10
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,078	0,31	<0,10
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	0,017	0,076	<0,10
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	0,054	0,29	<0,10
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	0,046	0,24	<0,10
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	0,77	3,4	n. berechenbar
Summe PAK n. TrinkwV	mg/kg	0,27	1,2	n. berechenbar

PCB nach DIN

		79542 - 1	79542 - 2	79542 - 3
PCB 28	mg/kg	<0,010	<0,010	
PCB 52	mg/kg	<0,010	<0,010	
PCB 101	mg/kg	<0,010	<0,010	
PCB 138	mg/kg	<0,010	<0,010	
PCB 153	mg/kg	<0,010	<0,010	
PCB 180	mg/kg	<0,010	<0,010	
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	
Summe PCB n. AltÖlV	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
79542 - 1	MP KRB 2/3+3/2+6/1	
79542 - 2	MP KRB 1/2+4/1+5/2	
79542 - 3	KRB 5/1	

79542 - 1	79542 - 2	79542 - 3
-----------	-----------	-----------

● Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	10,3	9,36
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	140	77
Chlorid	mg/l	5,4	<1,0
Sulfat	mg/l	18	10
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050	<0,0050
Phenolindex (w.f.)	mg/l	<0,0080	<0,0080
Metalle			
Arsen	mg/l	0,0023	0,0017
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	<0,0050	<0,0050
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020
Zink	mg/l	<0,010	<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)
Zink	DIN EN ISO 11885 (2009-09)

● Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Aufschluß	VDI 3796-1
Thallium	VDI 3796-1

● 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)