

## Geotechnischer Bericht

Baugrundgutachten nach DIN 4020

zum Bauvorhaben

*„Zentralisierung der GFO-Kliniken Troisdorf“*

Wilhelm-Busch-Straße 9, 53844 Troisdorf

Bauherr: GFO Kliniken Troisdorf-Sieglar  
Technische Abteilung  
Wilhelm-Busch-Straße 9  
53844 Troisdorf

Auftrag Nr. / Zeichen: 10330.1/go

Datum: 13.02.2023

 STADT TROISDORF Der Bürgermeister	<b>Anlage 3</b> zur Begründung
<b>Vorhabenbezogener Bebauungsplan</b> <b>Nr. 16</b>	

Inhalt

1	Situation.....	5
2	Geologie .....	7
3	Untersuchungsprogramm .....	8
4	Bodenaufschlüsse .....	9
5	Grund- und Hochwasser.....	11
5.1	Grundwasser .....	11
5.2	Hochwasser .....	12
6	Bodenmechanische Beurteilung .....	12
7	Baugrundbeurteilung .....	15
8	Gründungsempfehlungen .....	16
8.1	Plattengründung .....	17
8.2	Fundamentgründung .....	18
8.3	Pfahlgründung .....	19
8.4	Parkplatz.....	21
9	Gründung neben bestehenden Gebäuden.....	22
10	Hinweise zur Bauausführung.....	25
11	Bauwerksabdichtung.....	26
12	Baugrubenböschungen.....	27
13	Bodenklassen / Bodengruppen.....	28
14	Homogenbereiche .....	29
15	Erdbebenzone .....	31
16	Schlussbemerkung .....	31

Dokumentation

Anlagen	1	Lagepläne
Anlage	1.1	Übersichtsplan
Anlage	1.2	Detallageplan
Anlage	2	Zeichenerklärung
Anlagen	3	Bohrprofile und Rammdiagramme
Anlage	3.1	Bohrprofile KRB 1, 2 und 4, Rammdiagramme DPH 1 und 3
Anlage	3.2	Bohrprofile KRB 5, 7 und 8, Rammdiagramme DPH 6 und 8
Anlage	3.3	Bohrprofile KRB 20 und 21, Rammdiagramme DPH 19 und 21
Anlage	3.4	Bohrprofile KRB 9, 10 und 12, Rammdiagramme DPH 11, 12 und 13
Anlage	3.5	Bohrprofile KRB 14 bis 16, Rammdiagramme DPH 17 und 18
Anlage	3.6	Bohrprofile KRB 23, 25 und 26 Rammdiagramme DPH 22 und 24
Anlage	3.7	Bohrprofile KRB 27 bis 29,
Anlagen	4	Bodenmechanische Laborversuche
Anlage	4.1	Wassergehalte
Anlagen	4.2	Körnungslinien
Anlage	4.2.1	Körnungslinie K1 (Probe 10330_2.4)
Anlage	4.2.2	Körnungslinie K2 (Probe 10330_9.6)
Anlage	4.2.3	Körnungslinie K3 (Probe 10330_15.4)
Anlage	4.2.4	Körnungslinie K4 (Probe 10330_20.7)
Anlage	5	Grundwasserganglinie

Anlagen	6	Profilschnitte
Anlage	6.1	Profilschnitt A-A' (Nordwest-Südost)
Anlage	6.2	Profilschnitt B-B' (Südwest-Nordost)

## 1 Situation

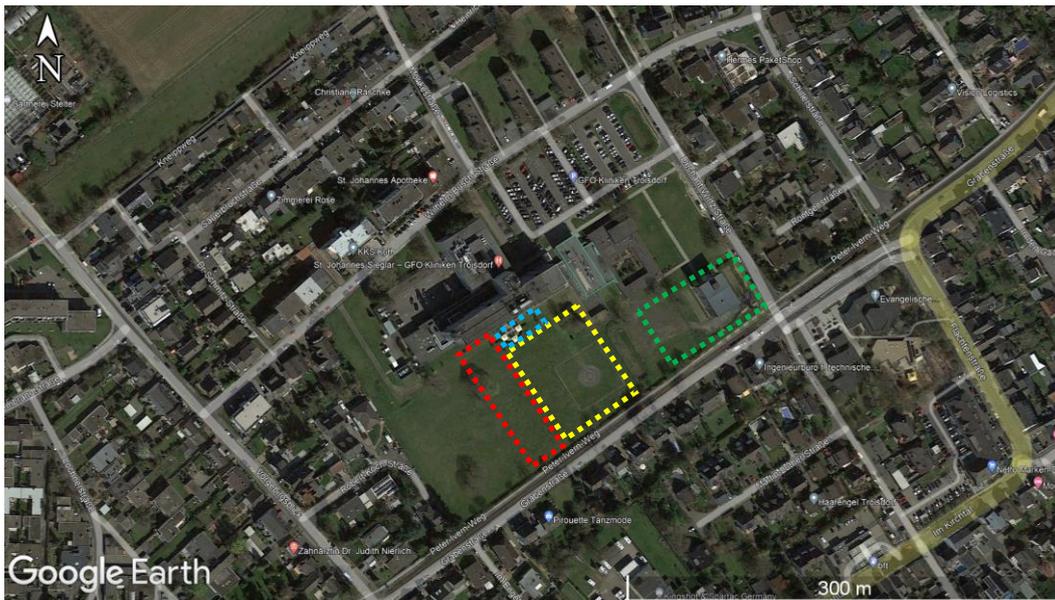
Die Krankenhäuser in Troisdorf sollen am Krankenhausstandort Troisdorf-Sieglar, Wilhelm-Buschstr. 9, zentralisiert werden. Das St. Johannes Krankenhaus befindet sich bereits auf diesem Gelände. Für das St. Josef Krankenhaus, welches zurzeit im Zentrum von Troisdorf ansässig ist, sollen auf dem Klinikgelände ein neues Bettenhaus sowie ein Funktionsgebäude mit Hubschrauberlandeplatz errichtet werden, welches über ein Treppenhaus mit dem Bestandsgebäude verbunden wird. Weiterhin soll das bestehende Bettenhaus aufgestockt werden. Parallel zum neuen Bettenhaus wird ein weiteres Baufeld für eine mögliche Verlegung der Palliativstation in Reserve gehalten. Dieses Gebäude ist nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Der Stadtteil Sieglar liegt im Südwesten von Troisdorf etwa 3,1 km südwestlich der Stadtmitte. Im Abstand von ca. 500 m verläuft südöstlich des Grundstückes der Mühlengraben, der in die Sieg mündet und dessen Wasserstand durch deren Wasserführung beeinflusst wird (vgl. Anl. 1.1).

Die neuen Gebäude sollen im südwestlichen Teil des Krankenhausgeländes (vgl. Bild 1) auf einer Wiesenfläche mit vereinzelt Baumbestand errichtet werden (vgl. Bild 2). Hier befinden sich zurzeit noch die Versickerungsanlage sowie der Hubschrauberlandeplatz, die für die Baumaßnahme verlegt werden müssen.

Die Geländeoberfläche im Bereich der Baufelder ist weitgehend eben. Bei dem Bestandsgebäude ist das Untergeschoss als Souterrain ausgebildet, so dass die Geländeoberfläche hier tiefer liegt. Die Höhendifferenz wird zum Teil über Böschungen überbrückt und zum Teil sind Lichthöfe angelegt worden, die mittels Stützwänden gesichert sind.

Das Baufeld der Neubauten umfasst eine Fläche von insgesamt ca. 80,0 m x 90,00 m. Das südwestlich gelegene neue Bettenhaus ist entsprechend dem Schnitt B-B in Bild 3 dreigeschossig vorgesehen, während der Funktionstrakt im südwestlichen Abschnitt zunächst zweigeschossig, in der Mitte dreigeschossig und im nordöstlichen Abschnitt sechsgeschossig geplant ist. Die Gebäude sollen vollständig unterkellert werden.



**Bild 1: Luftbild mit Kennzeichnung der Baufelder: Bettenhaus: rot, Treppenhaus: blau, Funktionstrakt: gelb und Parkplatz: grün (GoogleEarth, Bilddatum 30.03.2021)**



**Bild 2: Blick nach Osten auf das Baufeld (Stand: 02.12.2022).**

Die Höhenlage für den Erdgeschossfußboden (OKFF EG) ist in den vorliegenden Plänen (Stand 22.07.2022) für alle neuen Gebäude mit 57,69 m+NHN angegeben (vgl. Bild 3). Darüber hinaus ist in der östlichen Ecke ein Parkplatz mit insgesamt 84 Kfz-Stellplätzen vorgesehen. Zwischen den Gebäuden und um den Parkplatz herum sollen Grünflächen entstehen. Die neue Versickerungsanlage soll im südlichen Grundstücksbereich entlang der Grundstücksgrenzen positioniert werden. Weitere Planunterlagen liegen noch nicht vor.



**Bild 3: Schnitt B-B (Dipl.-Ing. und Architekten Beckmann, Stand: 22.07.2022).**

Für die Gebäude Schlaganfallstation, den Nordflügel des Bettenhauses, das Ärztehaus (SJK 9) sowie die Psychiatrie wurden durch unser Büro Baugrund-, hydrogeologische und Deklarationsuntersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse wurden in diversen Berichten dokumentiert.

Unser Büro wurde nun für die Zentralisierung der GFO-Kliniken in Troisdorf mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung und der Erstellung eines Geotechnischen Berichts nach EC7 (Baugrundgutachten nach DIN 4020) beauftragt. Darüber hinaus erfolgen eine Hydrogeologische Untersuchung mit der Auftragsnummer 10330.2 zur Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten von Niederschlagswasser sowie eine Deklarationsuntersuchung zur Beurteilung des Entsorgungsweges des Aushubmaterials. Zudem wird die Betonaggressivität des Bodens bestimmt (Auftrags-Nr. 10330.3).

Das Bauwerk und die bautechnischen Maßnahmen werden gemäß DIN1054:2010-12 in die Geotechnische Kategorie GK 3 eingeordnet.

## 2 Geologie

Regionalgeologisch liegt der Raum Troisdorf am Rande der Niederrheinischen Bucht, die mit Beginn des Miozäns bei gleichzeitiger Hebung der Nordeifel als Senkungsfeld in das Rheinische Schiefergebirge eingebrochen ist. In größeren Tiefen ist deshalb das devonische Grundgebirge zu erwarten.

Die Niederrheinische Bucht enthält die mächtigen Sedimentfolgen der braunkohleführenden miozänen Formationen (Hauptflözgruppe) des Tertiärs, die sich überwiegend aus limnisch-fluviatilen Sanden, Kiesen und

Tonen zusammensetzen, in die die Braunkohlenflöze eingelagert sind. Im Hangenden der Braunkohlenformationen folgen die pliozänen Serien *Hauptkies*, *Rotton* und *Reuver*.

Über den tertiären Böden treten die pleistozänen Flussablagerungen des Rheins in Form seiner Mittel- und Niederterrassen auf. Sie werden überwiegend aus gerundeten Kiesen und Sanden mit unterschiedlichen Anteilen an Schluff aufgebaut. Die Terrassenschotter keilen an den Rändern aus und das Tertiär tritt dort oberflächennah auf. Es wird im Anstieg zur Wahner Heide zum Teil von pleistozänen Flugsanden überdeckt.

Im Holozän ist es durch Flussaufschüttungen zur Bildung von Talsanden gekommen, die von Hochflutlehm überlagert werden. Während die Talsande aus einem Mittel- bis Grobsand bestehen, handelt es sich bei den Hochflutlehmen um einen tonigen feinsandigen Schluff.

### 3 Untersuchungsprogramm

Zur Erkundung des Untergrundes und zur Entnahme von Bodenproben wurden Anfang Dezember 2022 durch Mitarbeiter unseres Büros im Bereich des Baufeldes die dreizehn Kleinrammbohrungen KRB 1, 2, 4, 5, 7 bis 10 sowie 12, 15, 16, 20, 21 gemäß DIN EN ISO 22475-1 niedergebracht. Weiterhin wurden die Bohrungen KRB 27 bis 29 im Bereich von möglichen Versickerungsanlagen durchgeführt. Die Bohrungen KRB 23, 25 und 26 wurden darüber hinaus im Bereich des geplanten Parkplatzes angesetzt.

Ergänzend zu den Aufschlussbohrungen wurden dreizehn schwere Rammsondierungen durchgeführt (DPH 1, 3, 6, 8, 11 bis 13 sowie 17 bis 19, 21, 22 und 24 entsprechend DIN EN ISO 22476-2 ( $m = 50 \text{ kg}$ ,  $A_c = 15 \text{ cm}^2$ ). Die erzielten Schlagzahlen  $N_{10}$  sind dabei ein Maß für die Lagerungsdichte bei nicht bindigen Böden und lassen darüber hinaus Rückschlüsse über die Konsistenz von bindigen Böden zu.

Die Ergebnisse der Bodenaufschlüsse sind in Form von Bohrprofilen und Rammogrammen auf den Anlagen 3.1 bis 3.7 höhenorientiert dargestellt. Die genaue Lage der Aufschlusspunkte ist auf der Anlage 1.2 dokumentiert. Als Höhenbezugspunkt wurde für die im südlich gelegenen Bodenaufschlüsse die Oberkante des Erdgeschossfußbodens des beste-

henden Bettenhauses herangezogen, der entsprechend den Planunterlagen eine Höhe von 54,83 m+NHN besitzt und im Detaillageplan auf Anlage 1.2 gekennzeichnete ist. Ein weiterer Höhenbezugspunkt für die nordwestlich gelegenen Aufschlusspunkte bildete der Kanaldeckel in der Dechant-Wirtz-Straße, der entsprechend dem Vermesserplan eine Höhe von 58,89 m+NHN aufweist (vgl. Anl. 1.2).

Weiterhin wurden an repräsentativen Proben die Wassergehalte gemäß DIN EN 17892-1 bestimmt. Die Ergebnisse sind in Anlage 4.1 dargestellt.

Im Labor wurden darüber hinaus vier Korngrößenanalysen gemäß DIN EN ISO 17892-4 als Nasssiebung mit den Proben 10330\_2.4, 10330\_9.6, 10330\_15.4 und 10330\_20.7 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Form der Körnungslinien K1 bis K4 in Anlagen 4.2.1 bis 4.2.4 beigefügt.

Die Ergebnisse der Bodenaufschlüsse sind zusammen mit den geplanten Gebäuden in einem Nordwest-Südost-verlaufenden Profilschnitt A-A' und einem Südwest-Nordost-verlaufenden Profilschnitt B-B' in den Anlagen 6.1 und 6.2 dargestellt worden. Die Lage der Profilschnitte kann dem Detaillageplan auf Anlage 1.2 entnommen werden.

#### 4 Bodenaufschlüsse

Entsprechend den Bohrprofilen tritt auf dem Untersuchungsgrundstück überwiegend eine gewachsene Schichtenfolge auf. Nur in den Bohrungen, die um das Bestandgebäude herum angesetzt waren, wurde Auffüllungsmaterial angetroffen (vgl. Bohrungen KRB 7, 8, 10, 20 und 21). Eine weitere Auffüllung befindet sich in der Bohrung KRB 26 im Osten des Grundstücks unmittelbar an der Dechant-Wirtz-Straße (vgl. Bohrung KRB 26). Sie reicht bis in Tiefen zwischen 0,65 m (vgl. Bohrung KRB 8) und 3,50 m (vgl. Bohrung KRB 21) unter Geländeoberkante (GOK).

Die Bohrungen KRB 20 und 21 waren auf Pflaster- beziehungsweise Asphaltflächen angeordnet. Die Pflasterstärke beträgt bei der Bohrung KRB 20 0,15 m und die Stärke der Asphaltdecke in Bohrung KRB 21 0,30 m. Im Bereich von Bohrung KRB 8 fehlte der Mutterboden.

Die Bohrungen KRB 7, 10 sowie 26 lagen in Grünflächen. Hier beginnt die Auffüllung mit einem gering sandigen bis sandigen, z. T. gering kiesigen Mutterboden, der organische Beimengungen enthält.

Darunter befindet sich in den Bohrungen KRB 7, 10 und 26 zunächst eine geringmächtige Schluff-Auffüllung aus einem gering sandigen bis sandigen, gering bis stark kiesigen, zum Teil tonigen und organischen Schluff. Überwiegend handelt es sich jedoch um nicht bindige Auffüllungen, die aus einem kiesigen bis stark kiesigen, schluffigen bis stark schluffigen Sand beziehungsweise sandigen, schluffigen Kies bestehen. Darüber hinaus enthalten sie Fremdbestandteile in Form von Asphaltbruch und Beton (vgl. Bohrungen KRB 8, 10 und 20).

Bei den übrigen Bohrungen beginnt die Schichtenfolge aus einem gewachsenen Mutterboden, der zwischen 0,20 m (vgl. Bohrungen KRB 4, 9, 12, 14) und 0,50 m (vgl. Bohrungen KRB 1, 2, 5 und 27 bis 29) mächtig ist. Dieser besteht aus einem gering sandigen bis (fein)sandigen Schluff mit organischen Beimengungen.

Unter dem gewachsenen Oberboden und der Auffüllung stehen in allen Bohrungen die Hochflutablagerungen der Sieg und des Rheins an, die hier als Schluff mit wechselnden Mengenanteilen von Sand und lokal auch Ton auftreten. Diese wurden bis in Tiefen zwischen 1,50 m (vgl. Bohrung KRB 29) und  $\geq 4,00$  m (vgl. Bohrung KRB 26) unter GOK erbohrt.

Unterlagert werden sie von den Terrassenschottern der Sieg und des Rheins, die als gering schluffiger Kies und Sand ausgeprägt sind. Als Übergangshorizont ist lokal ein gering schluffiger bis schluffiger, zum Teil gering kiesiger bis kiesiger Sand zwischengeschaltet.

Die Sandböden wurden im Bereich der Bohrungen KRB 2, 5, 8, 15, 16, 23 sowie 25, 26, 27 bis 29 in Tiefen zwischen 2,00 m (vgl. Bohrung KRB 29) und 6,00 m (vgl. Bohrungen KRB 15 und 16) aufgeschlossen und nicht durchteuft. Entsprechend der Körnungslinie K3 auf Anlage 4.2.3 ist die Probe 10330\_15.4 als gering schluffiger, kiesiger Sand ausgeprägt, die einen Feinkornanteil von 5,6 Gew.-% aufweist.

Der Kiesanteil nimmt mit der Tiefe im Allgemeinen zu. Die Terrassensedimente wurden in der Bohrung KRB 4 in einer minimalen Tiefe von 2,00 m

und in Bohrung KRB 5 in einer maximalen Tiefe von 3,70 m unter Geländeniveau aufgeschlossen. In Bohrung KRB 23 wurden sie bis zur Bohrendtiefe von 4,00 m nicht erreicht.

Bei den Proben 10330\_2.4 sowie 10330\_9.6 (vgl. Körnungslinien K1 und K2; Anl. 4.2.1 und 4.2.2) weisen die Kornverteilungen die Terrassensedimente als einen gering schluffigen Kies und Sand aus. Die Feinkornanteile wurden hier mit 7,2 Gew.-% und 8,1 Gew.-% ermittelt. Demgegenüber lag der Feinkorngehalt in der Probe 10330\_20.7 nur bei 3,7 Gew.-% (vgl. Körnungslinie K4; Anl. 4.2.4).

Die Terrassensedimente wurden in der Bohrung KRB 20 bis zur maximalen Bohrendtiefe von 20,00 m unter Flur aufgeschlossen und nicht durchteuft. Entsprechend der hydrologischen Karte Blatt 5108 (Porz am Rhein) erreichen die Terrassensedimente im Untersuchungsgebiet Mächtigkeiten von ca. 23 m.

## 5 Grund- und Hochwasser

### *5.1 Grundwasser*

Zum Zeitpunkt der Untersuchung ist in der Bohrung KRB 20 ab einer Tiefe von 13,30 m unter Geländeniveau feuchtes Bodenmaterial angetroffen worden, was auf die Anwesenheit von Grundwasser hinweist. Dies entspricht einer absoluten Tiefe von 44,05 m+NHN. Ein freier Grundwasserspiegel konnte nicht eingemessen werden, weil im Kiessand das Bohrloch nicht standfest ist.

Zur Ermittlung des höchsten Grundwasserstandes wurde eine Grundwasserrecherche über das elektronische wasserwirtschaftliche Verbundsystem (Elwas) des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) betrieben. Die nächstgelegene Grundwassermessstelle befindet sich ca. 250 m nordöstlich des Untersuchungsgrundstücks und trägt die Bezeichnung „073743410 - SW TROISD ESCH P5“. Hier werden seit 1976 die Grundwasserstände halbjährlich gemessen. Im Frühjahr 1988 hat sich ein maximaler Grundwasserstand von 47,24 m+NHN bei einem minimalen Flurabstand von 10,20 m eingestellt. Die Ganglinie der Grundwassermessstelle ist in Anlage 5 dargestellt.

Unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlags von 1,00 m ergibt sich ein Bemessungswasserstand von ca. 48,24 m+NHN. Bei einer Geländehöhe von ca. 57,0 m+NHN ist ein ausreichender Abstand zum maximalen Grundwasserstand gegeben.

Aufgrund der oberflächlich anstehenden, bindigen Böden ist die Bildung von temporärem Stauwasser, insbesondere nach Starkregenereignissen, zu erwarten.

## 5.2 Hochwasser

Aufgrund der Nähe zum Sieg wurde die Gefährdung des Untersuchungsgrundstückes durch Hochwasserereignisse geprüft. Entsprechend den aktuellen Hochwassergefahrenkarten für die Sieg liegt das Baugelände auch bei extremen Hochwasserereignissen ( $HQ_{\text{extrem}}$ , niedrige Wahrscheinlichkeit) außerhalb des Überflutungsbereichs.

## 6 Bodenmechanische Beurteilung

Der gewachsene sowie der aufgefüllte Mutterboden sind aufgrund ihres organischen Anteils nicht als Baugrund geeignet, da langfristig die Gefahr einer Volumenreduzierung durch die mikrobiellen Umsetzungsprozesse besteht und damit einhergehend unkontrollierte Setzungen auftreten.

Entsprechend der geringen Schlagzahlen  $N_{10}$  in den Rammogrammen besitzen die nicht bindigen Auffüllungen eine lockere Lagerung.

Die Schluff-Auffüllungen weisen eine steif bis halbfeste Konsistenz auf.

Der unterlagernde gewachsene Hochflutlehm weist ebenfalls eine steife bis halbfeste Zustandsform auf. Demgegenüber sind sie im Bereich der Bohrungen 9, 10, 12 und 25 weich bis steif.

Entscheidend für die Zustandsform von bindigen Böden sind dabei die Wassergehalte sowie die Anteile an grobkörnigem Material (Sand/Kies). Dementsprechend besaß der (fein)sandige Schluff mit Wassergehalten zwischen 16,3 Gew.-% (vgl. Probe 10330\_23.2, Anl. 4.1) und 20,1 Gew.-% (vgl. Probe 10330\_23.3) eine steife Konsistenz. Demgegenüber war er bei den Bohrungen KRB 25 und 26, Proben 10330\_26.5, 10330\_26.2, und 10330\_26.6 mit Wassergehalten 12,4, 13,3 und 16,2 Gew.-% halbfest. Die

Schluffböden haben nur eine geringe Plastizität und reagieren auf Wasserzutritt mit einer raschen Konsistenzverschlechterung.

Mit dem Auftreten der Terrassensedimente von Sieg und Rhein steigen die Schlagzahlen pro 10 Zentimeter Eindringtiefe sukzessiv an und dokumentieren zunächst für die Sande eine mitteldichte mit zunehmender Tiefe auch eine mitteldichte bis dichte Lagerung.

Mit Tiefe tritt entsprechend der Rammdiagramme ein weiterer Anstieg des Rammwiderstandes auf. Die Schlagzahlen dokumentieren für die unterlagernden Kies-Sande eine mitteldichte bis dichte Lagerung. In der Rammsondierung DPH 21 gehen die Schlagzahlen  $N_{10}$  im Tiefenabschnitt ab ca. 12,00 m unter Rammansatzpunkt zurück. Hier beginnt der Grundwasserschwankungsbereich, der infolge des Auftriebs den Kiessand aufgelockert hat.

Die Rammsondierungen mussten lokal aufgrund der hohen Lagerungsdichte in Tiefen zwischen 4,50 m (vgl. Rammsondierung DPH 1) und 11,60 m (vgl. Rammsondierung DPH 8) unter Rammansatzpunkt eingestellt werden.

Die folgenden *Bodenkennwerte* können angegeben werden:

Auffüllung, nicht bindig, locker

Wichte	$\gamma$	=	18 – 19 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Wasser	$\gamma'$	=	9 – 10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	$\varphi'$	=	30°
Kohäsion	$c'$	=	0 kN/m <sup>2</sup>

Auffüllung, bindig, steif bis halbfest

Wichte über Wasser	$\gamma$	=	19 – 20 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Wasser	$\gamma'$	=	9 – 10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	$\varphi'$	=	27,5 – 30°
Kohäsion	$c'$	=	0 – 2 kN/m <sup>2</sup>

Schluff, gering bis stark (fein)sandig, z.T. gering tonig und gering kiesig,  
steif bis halbfest

Wichte über Wasser	$\gamma$	=	19 – 20 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Wasser	$\gamma'$	=	9 – 10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	$\varphi'$	=	27,5 – 30°
Kohäsion	$c'$	=	2 – 5 kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer	$E_s$	=	5 – 12 MN/m <sup>2</sup>

Schluff, gering bis stark sandig, gering kiesig, weich bis steif

Wichte über Wasser	$\gamma$	=	18 – 19 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Wasser	$\gamma'$	=	8 – 9 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	$\varphi'$	=	27,5°
Kohäsion	$c'$	=	0 – 2 kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer	$E_s$	=	3 – 5 MN/m <sup>2</sup>

Sand, gering kiesig bis kiesig, gering schluffig bis schluffig, mitteldicht bis  
dicht

Wichte über Wasser	$\gamma$	=	19 – 20 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Wasser	$\gamma'$	=	10 – 11 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	$\varphi'$	=	32,5°
Kohäsion	$c'$	=	0 kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer	$E_s$	=	30 – 40 MN/m <sup>2</sup>

Kies und Sand, z.T. gering schluffig, locker bis mitteldicht

Wichte über Wasser	$\gamma$	=	19 – 20 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Wasser	$\gamma'$	=	10 – 11 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	$\varphi'$	=	30 – 32,5°
Kohäsion	$c'$	=	0 kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer	$E_s$	=	30 – 80 MN/m <sup>2</sup>

Kies und Sand, z.T. gering schluffig, mitteldicht bis dicht

Wichte über Wasser	$\gamma$ = 20 – 21 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Wasser	$\gamma'$ = 11 – 12 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	$\varphi'$ = 32,5 – 37,5°
Kohäsion	$c'$ = 0 kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer	$E_s$ = 80 – 120 MN/m <sup>2</sup>

## 7 Baugrundbeurteilung

Der aufgefüllte sowie der gewachsene Mutterboden sind aufgrund seines organischen Anteils nicht als Baugrund geeignet, da langfristig die Gefahr einer Volumenreduzierung durch die mikrobiellen Umsetzungsprozesse besteht und damit einhergehend unkontrollierte Setzungen auftreten.

Die im Baufeld aufgeschlossenen nicht bindigen Auffüllungen sind aufgrund ihrer Inhomogenität sowie ihrer lockeren Lagerung für die Abtragung von Bauwerklasten nicht geeignet. Bei Belastung der Böden ist mit unkalkulierbaren und gebäudeschädlichen Setzungen zu rechnen.

Die bei den Bohrungen KRB 7, 8, 10 und 26 angetroffenen Schluffauffüllungen können aufgrund ihrer heterogenen Zusammensetzung ebenfalls nicht als Baugrund herangezogen werden.

Demgegenüber sind die Hochflutsedimente bei einer mindestens steifen Konsistenz als Gründungsboden geeignet. In Abhängigkeit von der Belastung und den Fundamentdimensionen ist mit Setzungen im Bereich von Zentimetern zu rechnen. Die auftretenden Verformungen stellen sich aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit der Schluffe erst mit zeitlicher Verzögerung ein.

Aufgrund ihrer geringen Plastizität reagieren die Schluffböden auf den Zutritt von Wasser, insbesondere in Verbindung mit dynamischen Einwirkungen, mit einer raschen Konsistenzverschlechterung. Bei einer Zustandsform unterhalb von steif, wie sie hier in den Bohrungen KRB 9, 10, 12 und 25 abschnittsweise festgestellt wurde, vermindert sich die Tragfähigkeit der Schluffe und das Setzungspotential erhöht sich. Sie sind dann für eine direkte Lasteinleitung nicht geeignet, da Verformungen in einer Größenordnung auftreten, die bauwerksschädlich sein können.

Die unterlagernden, mindestens mitteldicht gelagerten, gering schluffigen bis schluffigen Kiessande können als tragfähig und verformungsarm eingestuft werden. Die Setzungen stellen sich in Abhängigkeit vom Feinkornanteil mehr oder weniger zeitnah zum Aufbringen der Lasten ein und bewegen sich im Zentimeterbereich.

## 8 Gründungsempfehlungen

Entsprechend dem Schnitt B-B (vgl. Bild 3) ist die Oberkante der Erdgeschossfußböden der neuen Gebäude einheitlich auf einer Höhe von 57,69 m+NHN geplant. Der Kellerfußboden liegt überwiegend 4,90 m tiefer auf einer Höhe von 52,79 m+NHN. Im südöstlichen Abschnitt des Funktionsgebäudes beträgt die freie Kellerhöhe abweichend dazu 6,40 m, so dass sich der Fußboden hier auf einer Höhe von 51,29 m+NHN (OK FFB 2. KG) befindet. Zudem verfügen alle neuen Gebäude über Aufzüge, deren Unterfahrten (OK FF UA) etwa 1,43 m tiefer geführt werden und auf einer Höhe von 51,36 m+NHN liegen.

Die Oberkante der Untergeschossböden sowie der Böden der Aufzugsunterfahrten sind zur Orientierung in die Bodenaufschlüsse auf den Anlagen 3.1 bis 3.5 eingetragen. Die Gründungssohle ist mindestens 0,50 m tiefer anzunehmen und bindet damit überall in die tragfähige Kiessande ein (vgl. Profilschnitte A-A' und B-B', Anlagen 6.1 und 6.2).

Generell ist zur Gewährleistung eines möglichst gleichmäßigen Trag- und Setzungsverhaltens die Gründung auf einheitlichem Boden anzustreben. Andernfalls müssen die auftretenden Verformungsdifferenzen von der Konstruktion aufgenommen werden, was zu Rissen führen kann. Die Gründung auf einheitlichem Baugrund ist auf den Kiessanden möglich.

Prinzipiell kann hier sowohl eine Plattengründung als auch eine Fundamentgründung durchgeführt werden, wenn die zu erwartenden Verformungen bauwerksverträglich sind. Im Bereich der Aufstockung werden vom Tragwerksplaner sehr hohe Lasten erwartet, die über eine Tiefgründung in den Untergrund eingeleitet werden sollen. Für diese Gründungsvarianten werden nachfolgend Bemessungsparameter angegeben.

## 8.1 Plattengründung

Bei einer Plattengründung werden die Bauwerkslasten flächig in den Untergrund eingeleitet. Der Fundamentaushub entfällt und die Schalarbeiten beschränken sich auf die Randschalung. Unstetigkeiten des Baugrundes können gut ausgeglichen werden. Eine Reduzierung von Randspannungen kann durch einen seitlichen Überstand der Bodenplatte über die aufgehenden Außenwände erreicht werden. Bei sehr hohen Einzelasten können Fundamente in die Bodenplatte integriert werden.

Der Einbau einer Trag- und Ausgleichsschicht ist aufgrund des in der Gründungssohle anstehenden qualitativ hochwertigen Materials nicht erforderlich. Der Kiessand ist jedoch vor dem Einbau der Sauberkeitsschicht optimal zu verdichten.

Die Bettungsziffern sind abhängig von den Gebäudelasten, die für die Vorbemessung abgeschätzt werden müssen. Sie werden für die unterschiedlichen hohen Gebäude in der Tabelle 1.1 angegeben. Sie können unter den Außenwänden verdoppelt werden

**Tabelle 1.1: Bettungsziffern zur Vorbemessung der tragenden Bodenplatten**

Gebäude	Größe Plattenabschnitt a x b [m]	Mittlere einwirkende Last $\sigma_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bettungsziffer $k_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Setzung s [cm]
Bettenhaus (dreigeschossig)	20 x 20	60	60	0,1
Bettenhaus (viergeschossig)	20 x 20	80	28	0,3
Bettenhaus und Treppenhaus (sechsgeschossig)	20 x 20	140	13	1,1

Die Randspannungen sind auf  $\sigma_{zul} = 400 \text{ kN/m}^2$  ( $\sigma_{R,d} = 560 \text{ kN/m}^2$ ) zu begrenzen. Die Bettungsziffern sind bei der Erstellung der Statik mit den tatsächlich anfallenden Lasten zu verifizieren.

## 8.2 Fundamentgründung

Bei einer Fundamentgründung sind die Fundamente überall bis auf die gewachsenen, mindestens mitteldichten Terrassensedimente zu führen. Sofern diese in der planmäßigen Gründungssohle noch erreicht werden, ist unter den Fundamenten ein Bodenaustausch mittels Beton der Güte  $\geq$  C16/30 durchzuführen.

Für eine Gründung auf dem zum Teil gering schluffigen Kies und Sand sind die zulässigen Bodenpressungen  $\sigma_{zul}$  [kN/m<sup>2</sup>] in Tabelle 2.1 aufgeführt. Die entsprechenden Bemessungswerte  $\sigma_{R,d}$  [kN/m<sup>2</sup>] nach DIN 1054:2010-12 sind der Tabelle 2.2 zu entnehmen.

**Tabelle 2.1: Zulässige Bodenpressungen  $\sigma_{zul}$  (kN/m<sup>2</sup>) für Streifenfundamente auf dem Kies und Sand, gering schluffig  $\geq$  mitteldicht**

Einbindetiefe (m)	Fundamente mit b bzw. b' =		
	0,50	1,00	1,50
0,50	200	275	350
1,00	324	400	476

**Tabelle 2.2: Bemessungswerte  $\sigma_{R,d}$  (kN/m<sup>2</sup>) für Streifenfundamente auf dem Kies und Sand, gering schluffig  $\geq$  mitteldicht**

Einbindetiefe (m)	Fundamente mit b bzw. b' =		
	0,50	1,00	1,50
0,50	280	385	490
1,00	454	560	666

Eine geradlinige Interpolation ist bei beiden Tabellen zulässig. Die zu erwartenden Setzungen liegen bei Einhaltung der Tabellenwerte rechnerisch in der Größenordnung zwischen ca. 0,3 und 1,5 cm.

Die Arbeitsräume der Fundamentgräben können mit dem bei dem Bodenaushub angefallenen nicht bindigen Kiessand material verfüllt werden. Der Einbau und die Verdichtung sind gegebenenfalls lagenweise auszu-

führen. Der Kellerboden kann dann auf dem verdichteten Untergrund aufgelegt werden.

### 8.3 Pfahlgründung

Die Aufstockung des Bestandsgebäudes um zwei Geschosse soll wegen der hohen erwarteten Lasten über Bohrpfähle geründet werden.

Bei der Ausführung einer Bohrpfahlgründung werden die anfallenden Lasten über Pfähle in die gut tragfähigen Terrassenschotter hinab geführt. Die Pfähle müssen mindestens 5,00 m lang sein und  $\geq 2,50$  m in den tragfähigen Kies und Sand einbinden.

Maßgebend für die Aufstockung sind die Bodenaufschlüsse DPH 19, KRB 20 und KRB/DPH 21 auf Anlage 3.3. Ab einer Tiefe von ca. 4,50 m unter GOK kann eine mitteldichte Lagerung der Terrassenschotter zugrunde gelegt werden. Abschnittsweise besitzen die Kiessande noch geringe bindige Beimengungen, was zu einer Reduzierung der Mantelreibung führt.

Die Schluffböden können nur in geringem Umfang Reibungskräfte aufnehmen. Für die Auffüllung kann keine Mantelreibung angesetzt werden. Zur Bemessung der Bohrpfähle können die Werte der Tabellen B.1, B.3 und B.4 der DIN 1054:2005-01 angesetzt werden. Zwischenwerte können interpoliert werden.

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die Eingangswerte und die sich daraus ergebenden Bruchwerte für den Spitzenwiderstand sowie die Mantelreibung zusammen gestellt.

Aufgrund der hohen Einzellasten ist wahrscheinlich die Anordnung von Pfahlgruppen erforderlich, was zu einer Abminderung der zulässigen Lasten für den Einzelpfahl und zu höheren Setzungen führt. Die Setzungen stellen sich jedoch unmittelbar nach dem Aufbringen der Belastung ein. Die Rechenansätze für Pfahlgruppen werden mit dem konstruktiven Bearbeiter für den jeweiligen Einzelfall abgestimmt.

**Tabelle 3: Bruchwerte für die Mantelreibung sowie den Spitzenwiderstand für Bohrpfähle**

Tiefe [m]	Bodenart [-]	Eingangs-Werte		Bruchwerte	
		$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
0,00 – 3,50	Auffüllung	0	-	0	-
3,50 – 3,80	Schluff	-	0,025	0,025	-
3,80 – 4,50	Kies und Sand, z.T. gering schluffig, locker	0	-	0	-
4,50 – 6,40	Kies und Sand, z.T. gering schluffig, mittel- dicht bis dicht	15	-	0,12	-
6,40 – 10,20	Kies und Sand, z.T. gering schluffig, mittel- dicht	10	-	0,08	0,70/0,90/2,00
10,20 – 11,90	Kies und Sand, z.T. gering schluffig, mittel- dicht bis dicht	15	-	0,12	1,05/1,35/3,00
11,90 – 14,80	Kies und Sand, z.T. gering schluffig, locker bis mitteldicht	5	-	0,04	0
14,80 – 20,00	Kies und Sand, z.T. gering schluffig, mittel- dicht	10	-	0,08	0,70/0,90/2,00

**Tabelle 4: Tiefenzonierte Steifeziffern**

Tiefenzone (m)	Steifeziffer $E_s$ (MN/m <sup>2</sup> )
0,00 – 3,50	2
3,50 – 3,80	6,0
3,80 – 4,50	30,0
4,50 – 6,40	100,0
6,40 – 10,20	80,0
10,20 – 11,90	100,0
11,90 – 14,80	30,0
14,80 – 20,00	80,0

Die Abtragung von Horizontalkräften erfolgt über die horizontale Bettung der Pfähle, die sich aus dem Verhältnis  $E_s/D$  nach der Formel  $k_{s,k} = E_s/D$  ergibt. Die bei der Bemessung anzusetzenden Steifeziffern sind nachfolgend tabellarisch zusammengestellt (vgl. Tab. 4). Die Horizontallasten sind in der Berechnung mit Sicherheitsbeiwerten zu beaufschlagen. Je nach Lage der einzelnen Pfähle im Pfahlraster ist die Bettung gemäß DIN 1054:2005-01 abzumindern.

#### 8.4 Parkplatz

In dem östlichen Grundstücksbereich ist ein Parkplatz mit 84 Kfz-Stellplätzen vorgesehen. Die Befestigung der Verkehrsflächen erfolgt in der Regel mit einem Verbundpflaster. Im Bereich des geplanten Baufeldes für den Parkplatz wurden die Bodenaufschlüsse 22 bis 26 durchgeführt (vgl. Anl. 3.6). Entsprechend den Bohrprofilen KRB 23 und 25 steht hier unter einem 0,30 m starken Mutterboden ein gering (fein)sandiger Schluff an, der eine steif bis halbfeste Konsistenz aufweist. Demgegenüber wurde bei der Bohrung KRB 26 bis 1,35 m unter GOK eine bindige Auffüllung angetroffen. Sie zeigt eine steife Zustandsform.

Der Mutterboden sowie die Auffüllung sind aus dem Baufeld abzuschleppen. Sowohl der gewachsene Schluff als auch die bindige Auffüllung sind als frostempfindlich in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 einzuordnen. Unter dem Pflaster ist daher eine Trag- und Frostschutzschicht einzubauen.

Die Gesamtstärke des frostsicheren Aufbaus ist von der Belastungsklasse der Verkehrsflächen abhängig. Wir empfehlen die Ausführung in Anlehnung an die RSTO 12 vorzunehmen. Dabei ist zunächst zu prüfen, ob der dort vorausgesetzte Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf dem Erdplanum erreichbar ist. Erfahrungsgemäß sollte die Trag- und Frostschutzschicht auf dem steif bis halbfesten Schluff zur Erzielung einer ausreichenden Tragwerte eine Stärke von  $\geq 0,60 \text{ m}$  aufweisen.

Im Bereich der Bohrung KRB 26 steht Auffüllungsmaterial an. Die Stärke der Tragschicht ist hier um ca. 20 cm zu erhöhen. Zwischen Planum und Tragschicht ist ein Geovlies vorsehen.

Für die Herstellung der Trag- und Frostschutzschicht ist gut abgestuftes Schottermaterial (Körnung 0/45 oder 0/56 mm) zu verwenden, das lagenweise eingebaut und verdichtet werden muss. Ein Verdichtungsgrad von  $\geq 100 D_{Pr}$  ist mittels Lastplattenversuchen nachzuweisen. Dabei sind als Tragwerte ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  und ein Verhältnisswert  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$  einzuhalten, soweit die Ausschreibung keine abweichenden Forderungen stellt. Der Feinkorngehalt sollte zur Gewährleistung einer ausreichenden Sickerfähigkeit unter 5 Gew.-% liegen. Zur genauen Festlegung der Tragschichtstärke ist die Anlage von Testfeldern zu empfehlen.

## 9 Gründung neben bestehenden Gebäuden

Bei den Ausschachtungsarbeiten neben dem Bestandsgebäude ist die DIN 4123 zu beachten. Vor Beginn der Erdarbeiten sind die Gründungssohlen der Bestandsgebäude festzustellen und es sind Maßnahmen zur Gewährleistung der Standsicherheit festzulegen.

Bei Aushubarbeiten muss eine Mindesteinbindetiefe der bestehenden Fundamente von 50 cm gewährleistet sein. Wird die Einbindetiefe durch Aushubmaßnahmen unterschritten, sind Unterfangungen der vorhandenen

Gründungskörper erforderlich. Nebeneinander liegende Fundamente sind auf einem einheitlichen Niveau zu gründen. Bei tieferreichenden Bestandsfundamenten sind Fundamentabtreppungen mit Beton durchzuführen. Die Aushub- und Unterfangungsmaßnahmen sind abschnittsweise gemäß DIN 4123 durchzuführen. Sinngemäß ist nach den folgenden Bildern 4 bis 8 vorzugehen.

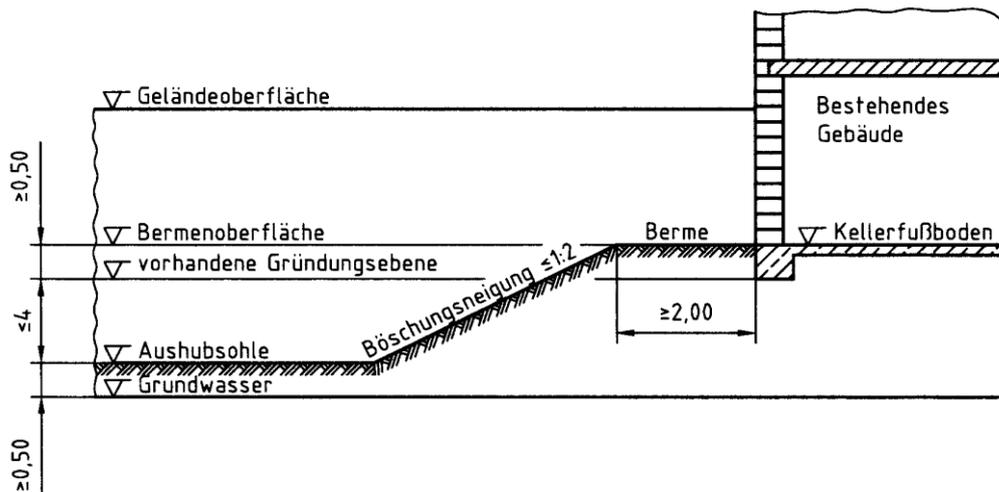


Bild 4: Bodenaushubgrenzen (DIN 4123)

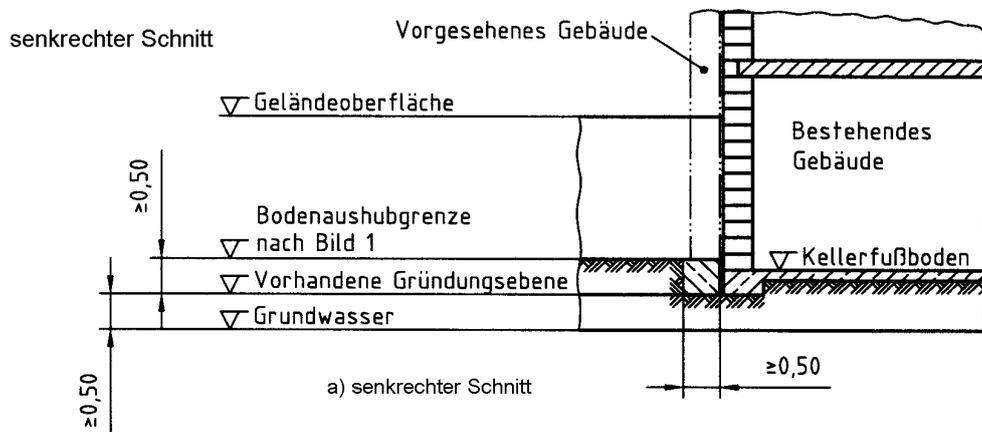
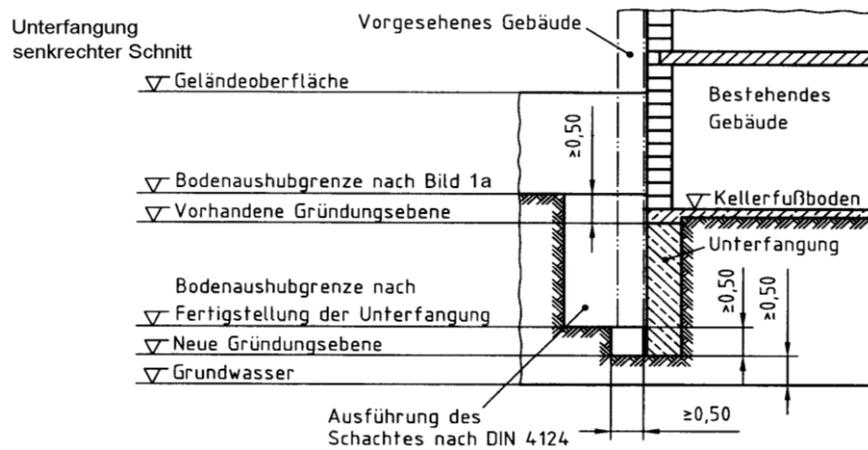
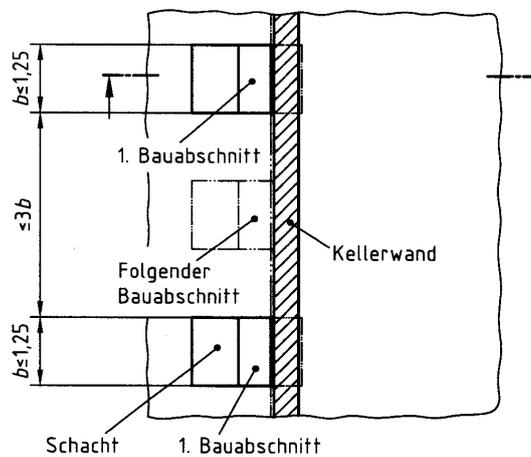


Bild 5: Gründung (DIN 4123)

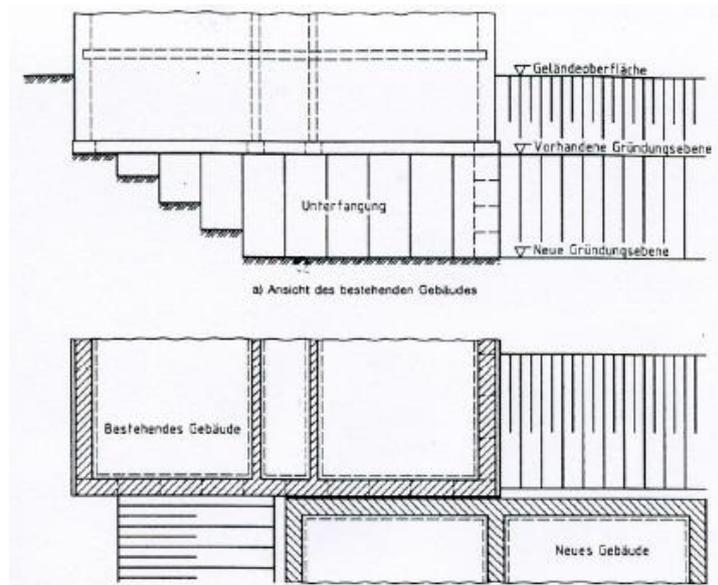


**Bild 6: Unterfangung, vertikaler Schnitt (DIN 4123)**

waagerechter Schnitt



**Bild 7: Neugründung/Unterfangung, horizontaler Schnitt (DIN 4123)**



**Bild 8: Unterfangung, Längsschnitt (DIN 4123)**

## 10 Hinweise zur Bauausführung

Der Mutterboden ist komplett aus dem Baufeld abzuschieben und seitlich zu lagern. Er kann nach Fertigstellung des Rohbaus im Außenbereich wieder aufgetragen werden.

Auffüllungen sind unter den Gründungselementen vollständig zu entfernen.

Auflockerungen in der Aushubsohle sind zu vermeiden beziehungsweise zu beseitigen. Bei Erdarbeiten in den vorliegenden bindigen Böden ist ein Baggerlöffel mit Schneide zu verwenden.

Im Bereich des Parkplatzes liegt das Erdplanum im Schluff. Die anstehenden Schluffböden sind wasserempfindlich. Das Erdplanum ist daher vor Wassereintritt zu schützen. Anfallendes Tagwasser ist unverzüglich abzuleiten. Aufgeweichte Bodenzonen sind durch verdichtungsfähiges Material zu ersetzen.

Gegebenenfalls ist als unterste Lage ein Bodenaustausch mit gebrochenem Grobmaterial (Körnung 80/150 mm/Lavakrotzen) erforderlich. Dieses ist statisch in den Untergrund einzudrücken.

Für die Tragschicht und gegebenenfalls für einen Bodenaustausch unter Bodenplatten ist ein kornstabiles, gut abgestuftes Kies-, Lava- oder Schot-

termaterial (Körnung 0/32 beziehungsweise 0/45 mm) zu verwenden. Der Einbau und die Verdichtung sind in Abhängigkeit von der Einbaustärke lagenweise durchzuführen. Der Feinkorngesamt sollte zur Gewährleistung einer ausreichenden Sickerfähigkeit unter 5 Gew.-% liegen. Das Material ist auf  $\geq 100\%$   $D_{Pr}$  zu verdichten. Der Verdichtungsnachweis ist über Lastplattendruckversuche zu erbringen. Bei Aufbaustärken  $\geq 0,70$  m sind ein  $E_{V2}$ -Wert von  $\geq 100$  MN/m<sup>2</sup> und ein Verhältniswert  $E_{V2} / E_{V1} \leq 2,5$  einzuhalten. Die Tragschicht ist zur Lastverteilung seitlich um das Maß ihrer Stärke über die Plattenränder hinauszuziehen.

Zur Herstellung der Befahrbarkeit des Grundstücks sind Baustraßen anzulegen, die ebenfalls aus Tragschichtmaterial in einer Stärke  $\geq 50$  cm aufzubauen sind.

Innerhalb der Auffüllung wurden in geringem Umfang Fremdbestandteile angetroffen, so dass ein Schadstoffeintrag grundsätzlich nicht ausgeschlossen ist. Die Entsorgung des anfallenden Aushubmaterials ist auf der Grundlage der Ergebnisse der zeitgleich erfolgten Deklarationsuntersuchung durchzuführen. Gewachsener Boden ist von dem Auffüllungsmaterial zu trennen.

## 11 Bauwerksabdichtung

Die neuen Gebäude werden vollständig unterkellert. Die Untergeschosse binden im oberen Abschnitt in gering wasserdurchlässige Schluffböden mit einem  $k_f$ -Wert  $\leq 1 \cdot 10^{-4}$  m/s ein, so dass hier mit einem temporären Rückstau von Sickerwasser in den Arbeitsräumen zu rechnen ist. Der untere Abschnitt der Keller bindet jedoch in die gut wasseraufnahmefähigen zum Teil gering schluffigen Kiese und Sande ein. Vor den erdberührten Wänden sind Drainplatten anzuordnen, die für eine drucklose Ableitung des anfallenden Sickerwassers in die Sohle des Arbeitsraums sorgen. Zudem ist die Arbeitsraumverfüllung aus wasserdurchlässigem Material herzustellen. Durch ein Geotextil sind die Drainmatten vor dem Eintrag von Feinmaterial zu schützen.

Das Kellergeschoss ist in diesem Fall in die Wassereinwirkungsklasse W 1.1-E einzuordnen.

Der Zulauf von Oberflächenwasser ist zu unterbinden.

Alternativ kann eine Abdichtung des Kellergeschosses entsprechend DIN 18533 auch gegen drückendes Wasser erfolgen. In diesem Fall liegt die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E, „*hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3,0 m Eintauchtiefe*“ vor. Das Untergeschoss ist als „schwarze Wanne“ entsprechend der o.a. DIN herzustellen oder als „weiße Wanne“ gemäß DIN EN 206-1/1045-2 beziehungsweise den WU-Richtlinien des DAfStb (Heft 555) auszuführen.

Sofern eine weiße Wanne gewählt wird, kann hier nicht das Prinzip der Selbstheilung angewendet werden, da dafür die ständige Anwesenheit von Grundwasser erforderlich wäre, was hier nicht gegeben ist.

Zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit der „weißen Wanne“ ist die Betonaggressivität des Bodens beziehungsweise des Stau- und Sickerwassers festzustellen und die Betonqualität darauf abzustimmen.

Die Tragschicht ist vor dem Zulauf von Oberflächenwasser zu schützen. Oberflächenwasser ist gezielt abzuleiten.

## 12 Baugrubenböschungen

Für das Anlegen von Baugrubenböschungen für den vorübergehenden Zeitraum der Aushubarbeiten können oberhalb des Grundwassers bei Regelfällen gemäß DIN 4124 Böschungswinkel entsprechend Tabelle 5 zugelassen werden. Die Böschungen empfehlen wir vor Witterungseinflüssen, zum Beispiel durch das Abhängen mit Folien, zu schützen. Die Böschungswinkel gelten nicht für Böschungen im Einflussbereich von Gebäuden.

Sofern partiell eine Böschungssicherung durch einen Verbau erforderlich wird, kann dies beispielsweise über einen „Berliner Verbau“ erfolgen. Zur Bemessung können die Bodenkennwerte aus Kapitel 6 angesetzt werden. Im Hinblick auf die umgebende Bebauung ist der Verbau erschütterungsarm einzubringen (gebohrte Träger). In Bereichen mit angrenzenden Gebäuden oder Versorgungsleitungen sind die Horizontalverformungen des Verbaus zu minimieren.

**Tabelle 5: Zulässige Böschungswinkel oberhalb des Grundwasserspiegels für den vorübergehenden Zeitraum während der Bauphase**

Bodenarten	Böschungswinkel
<b>Auffüllung</b> , Mutterboden, $\geq$ steif	$\beta \leq 60^\circ$
<b>Auffüllung</b> , nicht bindig	$\beta \leq 45^\circ$
<b>Auffüllung</b> , bindig, $\geq$ steif	$\beta \leq 60^\circ$
<b>Mutterboden</b> , bindig, $\geq$ steif	$\beta \leq 60^\circ$
<b>Schluff</b> , gering bis stark (fein)sandig, z.T. gering tonig und gering kiesig, $\geq$ steif	$\beta \leq 60^\circ$
<b>Schluff</b> , gering bis stark sandig, gering kiesig, weich bis steif	$45 \leq \beta \leq 60^\circ$
<b>Sand</b> , gering kiesig bis kiesig, gering schluffig bis schluffig	$\beta \leq 45^\circ$
<b>Kies und Sand</b> , z.T. gering schluffig	$\beta \leq 45^\circ$

### 13 Bodenklassen / Bodengruppen

Die angetroffenen Böden können entsprechend Tabelle 6 in *Bodenklassen* und *-gruppen* gemäß DIN 18 300 und DIN 18 196 eingeordnet werden.

**Tabelle 6: Bodenklassen und Bodengruppen**

Bodenart	Bodenklassen (DIN 18 300)	Bodengruppen (DIN 18 196)
<b>Auffüllung</b> , Mutterboden	1	A [OH]
<b>Auffüllung</b> , nicht bindig	3 - 4	A [GW, GU, GU*]
<b>Auffüllung</b> , bindig	4 <sup>1)</sup>	A [UL, GU*]
<b>Mutterboden</b> , bindig	1	OH
<b>Schluff</b> , gering bis stark (fein)sandig, z.T. gering tonig und gering kiesig	4 <sup>1)</sup>	UL, UM
<b>Schluff</b> , gering bis stark sandig, gering kiesig	4 <sup>1)</sup>	UL, UM
<b>Sand</b> , gering kiesig bis kiesig, gering schluffig bis schluffig	3 - 4	SU, SU*

<b>Kies und Sand</b> , z.T. gering schluffig	3	GW, GU
--	---	--------

- 1) Kann bei Wassersättigung in Bodenklasse 2 übergehen.

#### 14 Homogenbereiche

Die angetroffenen Böden werden gemäß Tabelle 7 in Homogenbereiche nach VOB Teil C für die Erdarbeiten (DIN 18300) sowie die Bohrarbeiten (DIN 18301) eingeordnet werden. In Homogenbereich „O“ sind der gewachsene sowie der aufgefüllte Oberboden zusammengefasst. Weil in der Auffüllung geringe Anteile an Fremdstoffen enthalten sind, ist von dem den gewachsenen Boden zu separieren ist daher dem Homogenbereich „B1“ zugeordnet worden. Der Hochflutlehm ist den Homogenbereich „B2“ und die Terrassensedimente in „B3“ eingruppiert worden.

Die Eigenschaften und Kennwerte der einzelnen Homogenbereiche sind in der Tabelle 8 aufgeführt.

**Tabelle 7: Homogenbereiche**

Bodenart	Homogenbereich (VOB Teil C)
Mutterboden, aufgefüllt und gewachsen	O
Auffüllung (Si, sa, or, gr' ; Sa, gr, si; Gr, sa, z.T. BS)	B1
Schluff, z.T. gering bis stark (fein)sandig, gering tonig bis tonig, gering kiesig; Sand, schluffig bis stark schluffig	B2
Sand kiesig, z.T. gering schluffig; Sand und Kies, z.T. gering schluffig	B3

**Tabelle 8: Kennwerte der Homogenbereiche**

Homogenbereich	O	B1	B2	B3
<b>Ortsübliche Bezeichnung</b>	Mutterboden	Auffüllung	Hochflut-sedimente	Terrassensedimente
<b>Bindigkeit</b>	bindig	nicht bindig bis bindig	bindig	nicht bindig
<b>Dichte [kN/m<sup>3</sup>]</b>	-	18 – 20	18 – 20	18 – 21
<b>Kohäsion [kN/m<sup>2</sup>]</b>	-	0	0 – 5	-
<b>Wassergehalt [Gew.%]</b>	n.b.	n.b.	12,4 – 20,1	2,5 – 3,5
<b>Durchlässigkeit [m/s]</b>	n.b.	n.b.	n.b.	7,5 x 10 <sup>-5</sup> bis 4,8 x 10 <sup>-4</sup>
<b>Konsistenz</b>	steif	-	steif bis halbfest	-
<b>Lagerungsdichte</b>	-	locker bis mitteldicht, steif - halbfest	-	locker bis dicht
<b>Organischer Anteil [TOC Gew%]</b>	n.b.	0,8	0,2 – 0,4	< 0,1
<b>Sulfatgehalt [mg/l]</b>	-	26	1,0 bis 2,8	1,3
<b>Bodengruppe gemäß DIN 18 1960</b>	OH	UL, SW, SU, SU*, GW, GU, GU*	UL, SU*	SW, SU, GW, GU
<b>Bodenklasse gemäß DIN 18 300</b>	1	3 - 4	4	3

n.b. = nicht bestimmt

## 15 Erdbebenzone

Entsprechend DIN EN 1998-1/NA:2011-01 ist Troisdorf-Sieglar in die Erdbebenzone 1 und die Untergrundklasse T einzustufen. Gemäß den Untersuchungsergebnissen ist der Baugrund in die Baugrundklasse C einzustufen. Bei der Planung und konstruktiven Ausbildung des Gebäudes sind die Vorgaben der o.a. DIN zu beachten.

## 16 Schlussbemerkung

Die durchgeführten Bohrungen und Rammsondierungen stellen punktförmige Bodenaufschlüsse dar, die nur Angaben über die Beschaffenheit des Baugrundes an den jeweiligen Untersuchungsstellen geben. Hieraus werden die geologischen Verhältnisse für den gesamten Untersuchungsbe- reich interpoliert. Abweichende Bodenverhältnisse zwischen den Untersu- chungspunkten sind daher möglich, so dass ein Baugrundrisiko verbleibt. Die Erdarbeiten sind deshalb von der Bauleitung zu überwachen und die beim Aushub angetroffenen Böden mit den Angaben des Baugrundgut- achtens zu vergleichen.

Die Gründungssohle ist durch einen Sachverständigen abzunehmen.



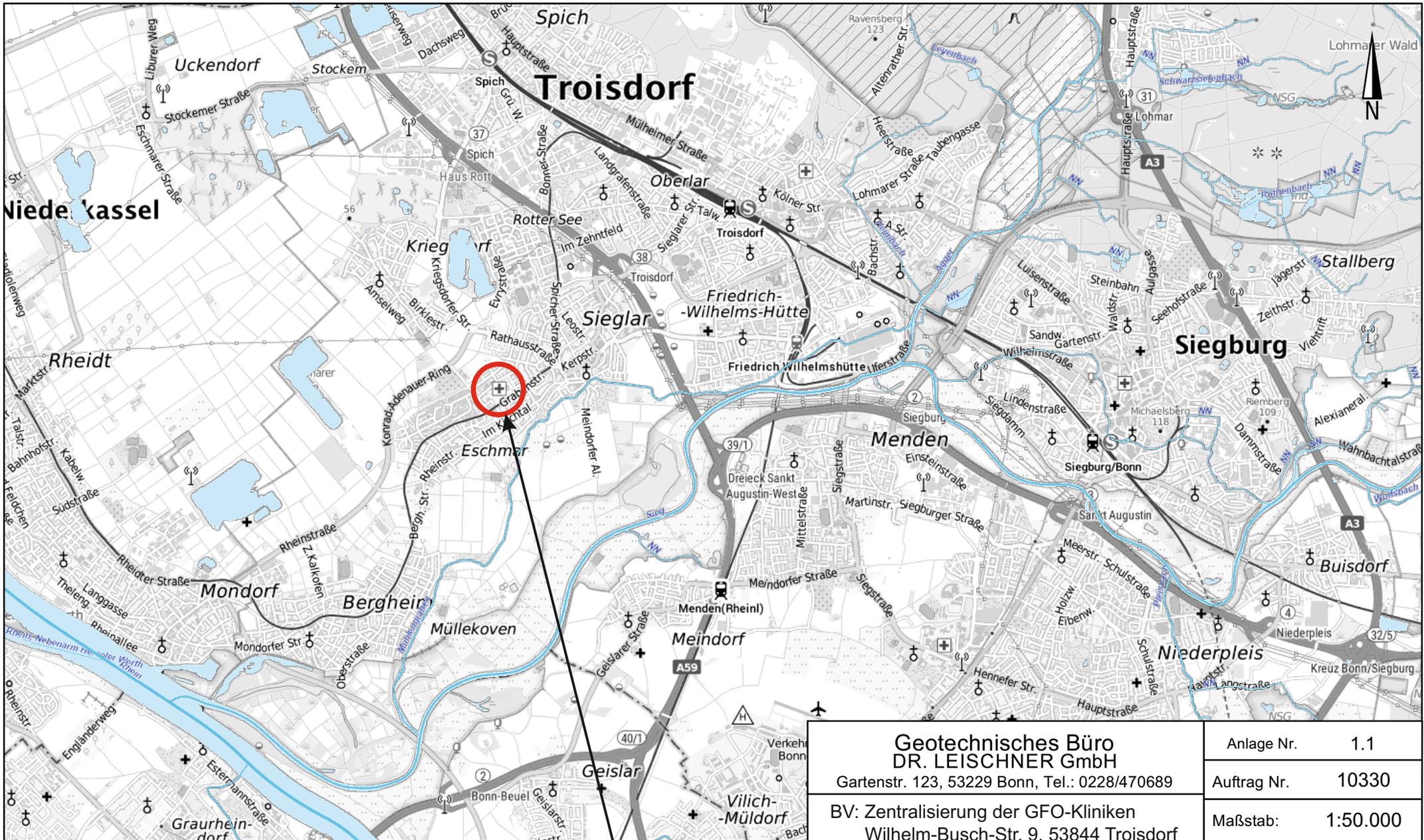
---

G. Öner, M.Sc.



---

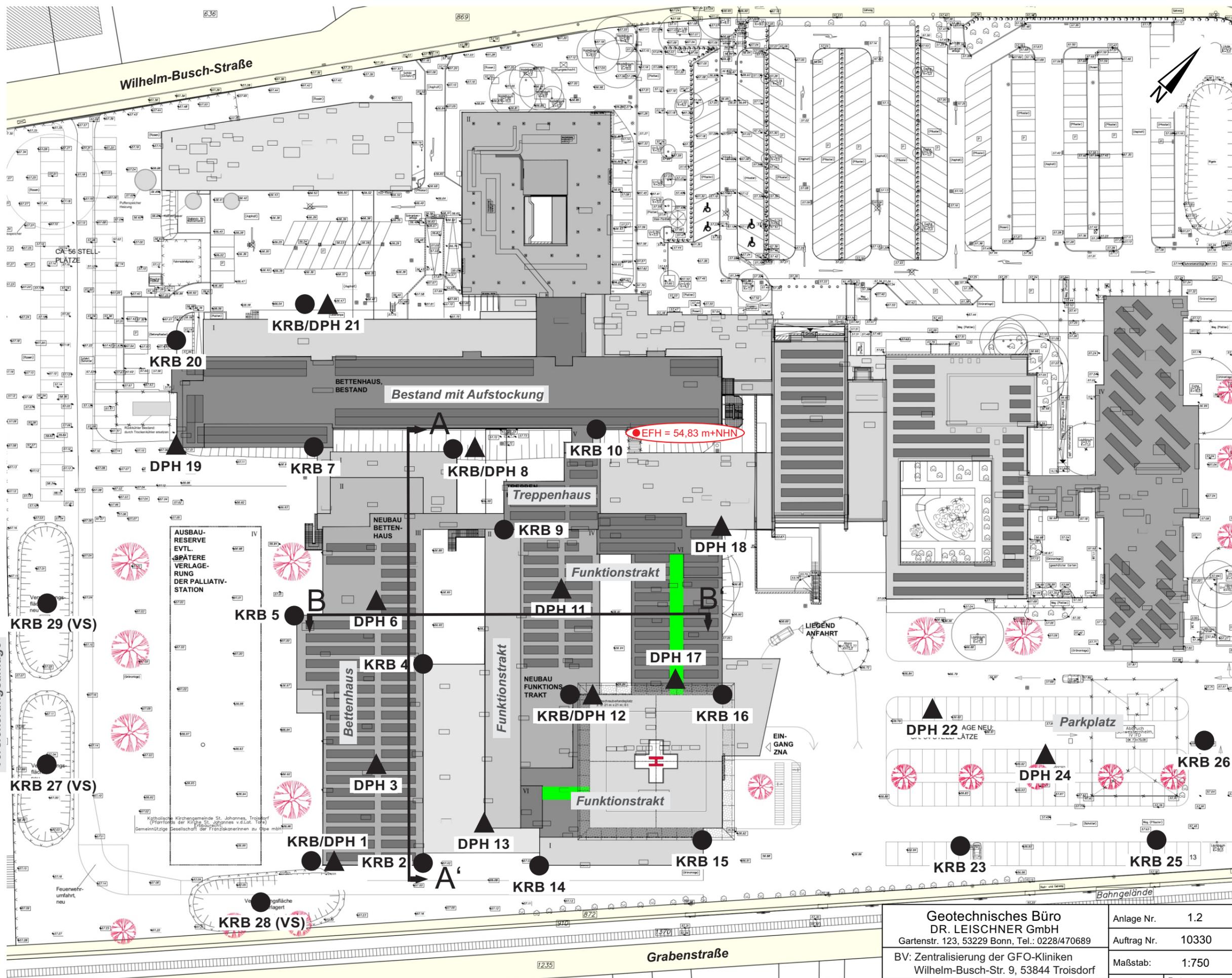
Dr. A. Leischner-Fischer-Appelt



Lage des Bauvorhabens

<b>Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH</b> Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689		Anlage Nr. 1.1	
		Auftrag Nr. 10330	
BV: Zentralisierung der GFO-Kliniken Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf		Maßstab: 1:50.000	
		gez. nr	Datum 16.12.2022

Übersichtsplan



EFH = 54,83 m+NHN

KD = 56,89 m+NHN

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689		Anlage Nr. 1.2
BV: Zentralisierung der GFO-Kliniken Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf		Auftrag Nr. 10330
Detaillageplan		Maßstab: 1:750
gez. nr	Datum	16.12.2022

Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

### Untersuchungsstellen

●	KRB	Kleinrammbohrung
△	DPL	Leichte Rammsondierung
▲	DPM	Mittelschwere Rammsondierung
▲	DPH	Schwere Rammsondierung
◆	V	Versickerungsversuch
⊙	GWM	Grundwassermessstelle
⊙	B	Brunnen
■	S	Schurf
□	P	Probenahmepunkt
▬	AB	Asphaltbeprobung

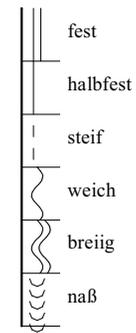
### Zusatzzeichen

GOK	Geländeoberkante
KV	Kernverlust
KBF	Kein Bohrfortschritt
' / *	gering / stark

### Grundwasser

▽	Wasserstand (angebohrt)
▼	Ruhewasserspiegel
▼	Wasserstand (Bohrende)

### Zustandsform

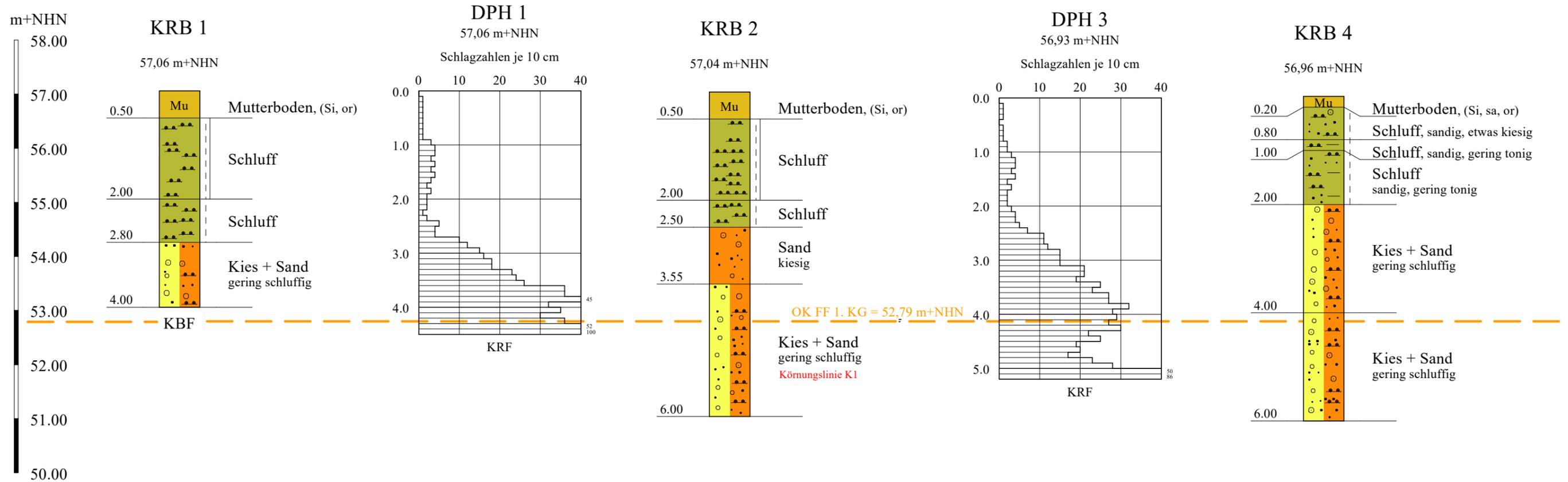


### Bodenarten nach EN ISO 14688-1

Benennung		Kurzzeichen		Zeichen
Bodenart	Beimengung	Bodenart	Beimengung	
Kies	kiesig	Gr	gr	
Grobkies	grobkiesig	CGr	cgr	
Mittelkies	mittelkiesig	MGr	mgr	
Feinkies	feinkiesig	FGr	fgr	
Sand	sandig	Sa	sa	
Grobsand	grobsandig	CSa	csa	
Mittelsand	mittelsandig	MSa	msa	
Feinsand	feinsandig	FSa	fsa	
Schluff	schluffig	Si	si	
Ton	tonig	Cl	cl	
Organischer Boden	organisch	Or	or	
Auffüllung		Mg		A
Steine	steinig	Co	co	

Benennung	Kurzzeichen	Zeichen	Benennung	Kurzzeichen	Zeichen
Fels, allgemein	Z		Vulkanasche	V	
Fels, verwittert	Zv		Braunkohle	Bk	
Sandstein	Sast		Bauschutt	BS	A
Schluffstein	Sist		Schlacke	Schl	A
Tonstein	Clst		Schotter	Scho	A
Mutterboden	Mu		Asphalt	At	A
Hanglehm	L		Beton	B	A
Hangschutt	Lx		Ziegelbruch	ZB	A
Löß	Lö		Asche	As	A
Lößlehm	Löl		Kohle	K	A

# Bettenhaus

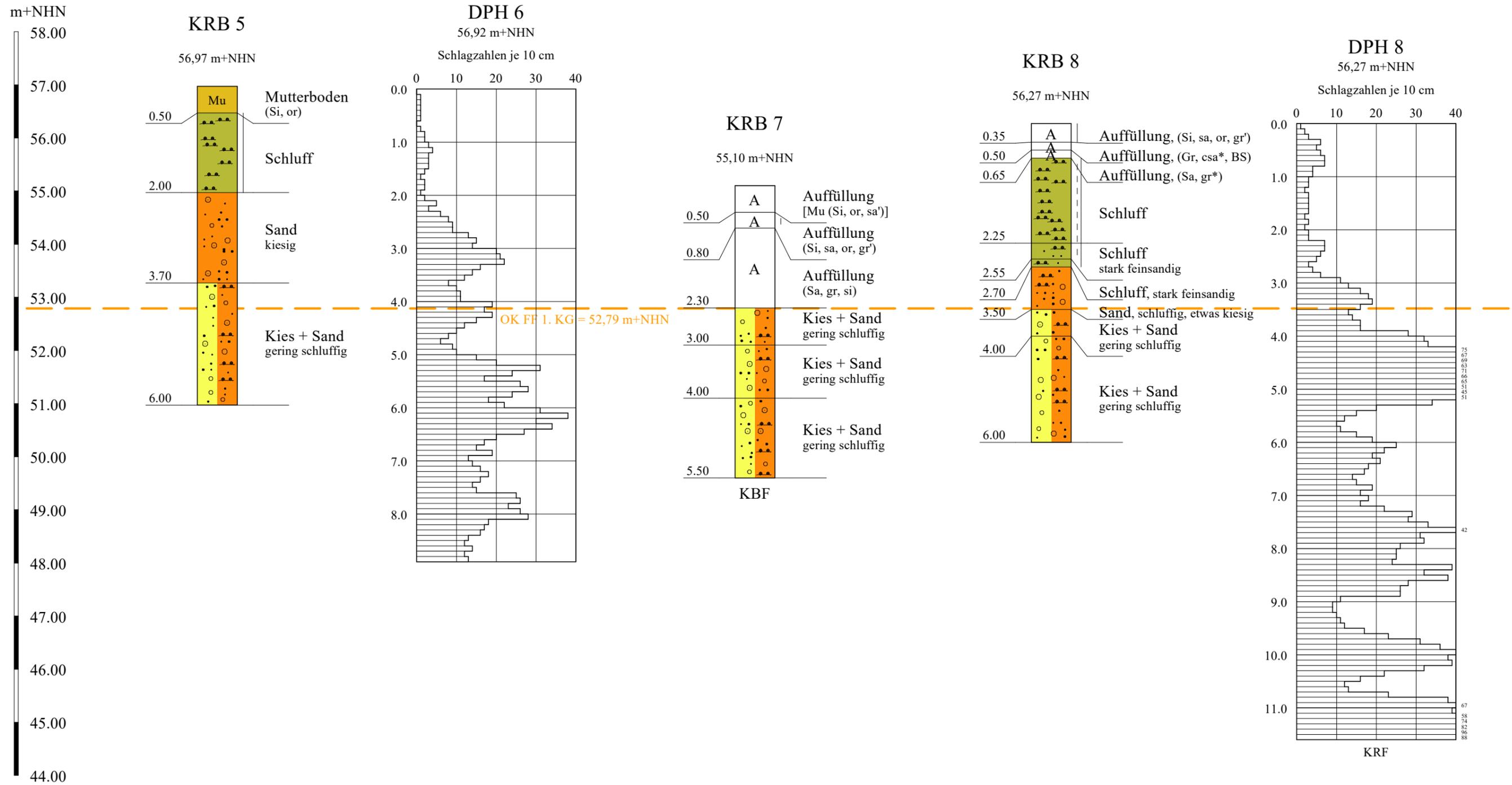


Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

<b>Geotechnisches Büro</b> <b>DR. LEISCHNER GmbH</b> Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689		Anlage Nr. 3.1	
		Auftrag Nr. 10330	
BV: Zentralisierung der GFO-Kliniken Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf		Maßstab der Höhe: 1:75	
		gez. nr	Datum 16.12.2022
Bohrprofile und Rammdiagramme			

# Bettenhaus

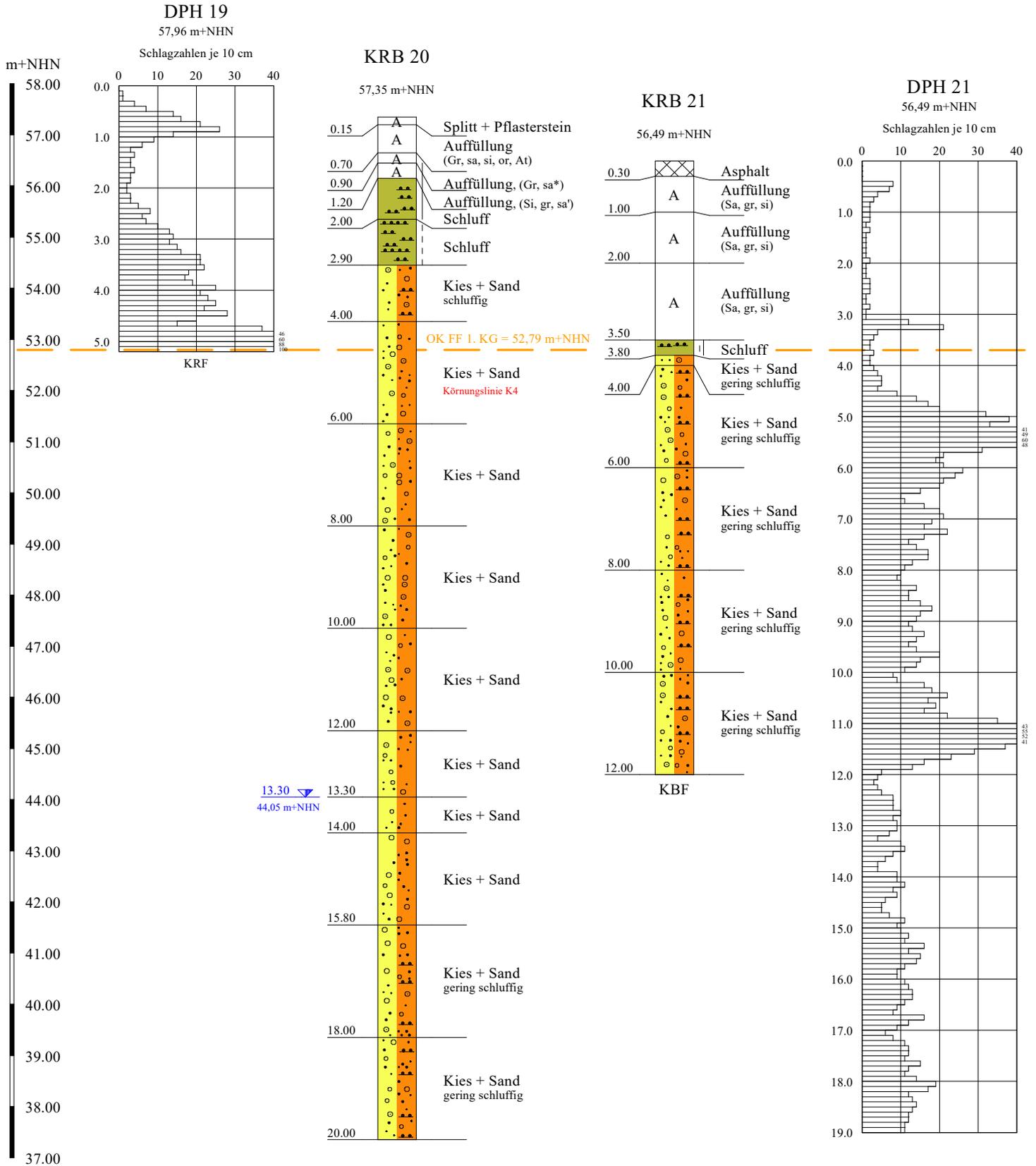
# Aufstockung



Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

<b>Geotechnisches Büro</b> <b>DR. LEISCHNER GmbH</b> Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr.	3.2
	Auftrag Nr.	10330
BV: Zentralisierung der GFO-Kliniken Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf	Maßstab der Höhe: 1:75	
	gez. nr	Datum
Bohrprofile und Rammdiagramme		16.12.2022

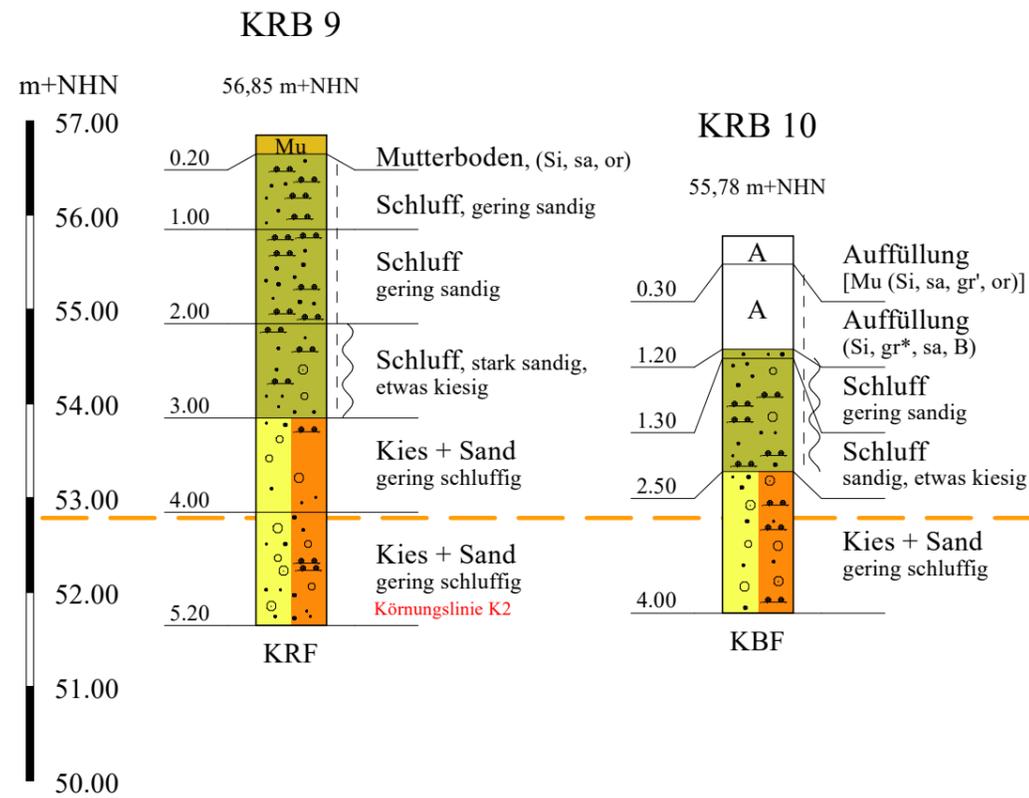
# Aufstockung



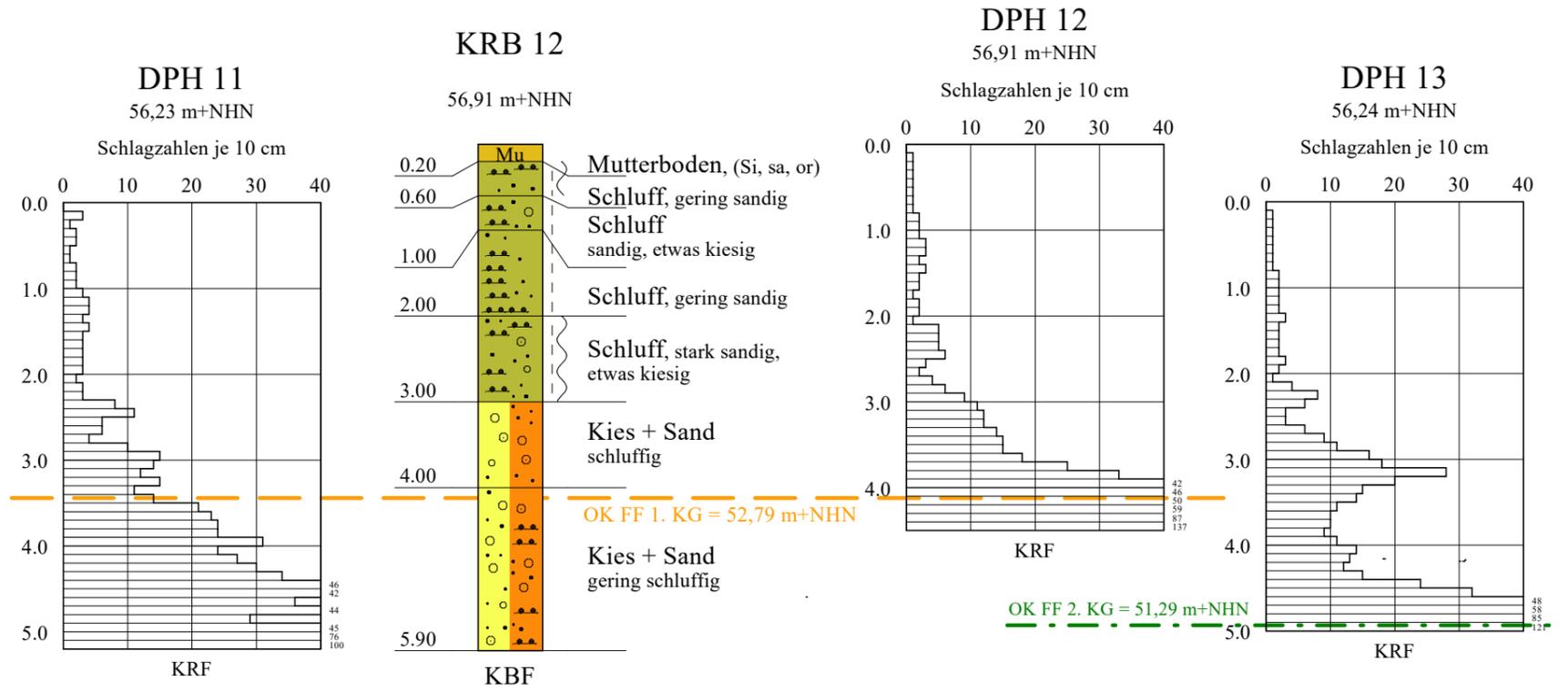
Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

<b>Geotechnisches Büro</b> <b>DR. LEISCHNER GmbH</b> Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr.	3.3
	Auftrag Nr.	10330
BV: Zentralisierung der GFO-Kliniken Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf	Maßstab der Höhe: 1:75	
	gez. nr	Datum 16.12.2022
<b>Bohrprofile und Rammdiagramme</b>		

# Treppenhaus



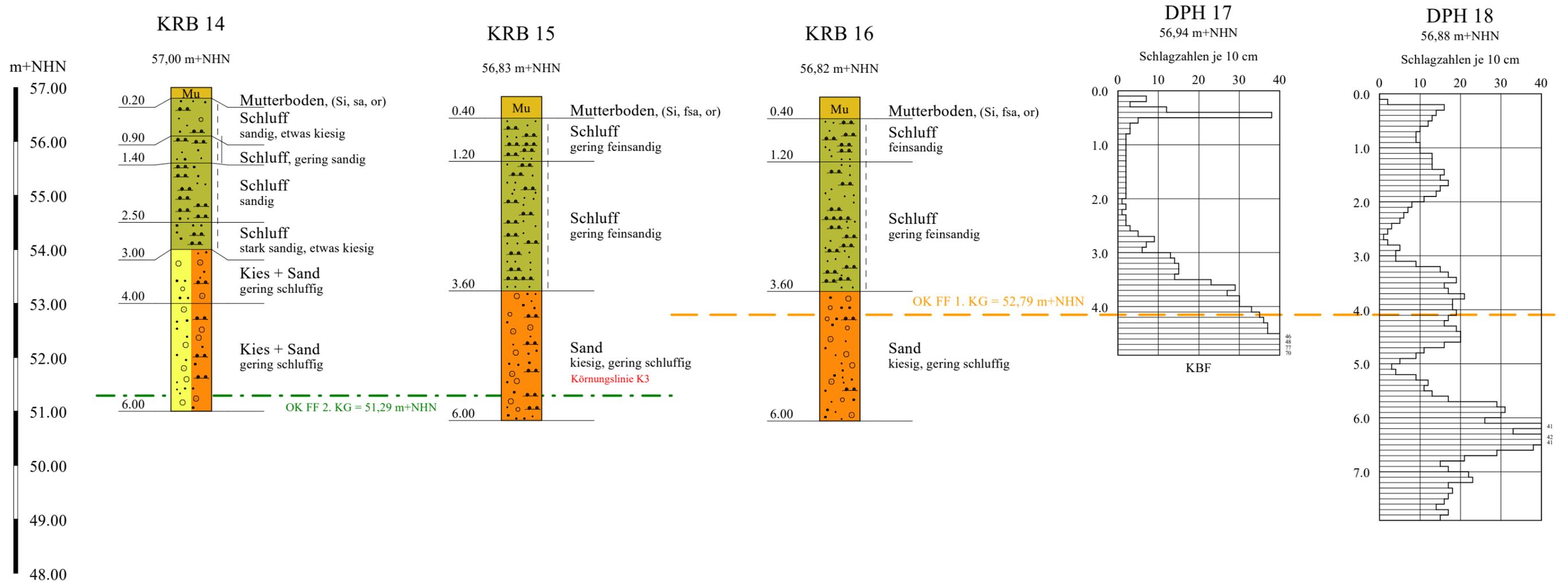
# Funktionstrakt



Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr.	3.4
	Auftrag Nr.	10330
BV: Zentralisierung der GFO-Kliniken Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf	Maßstab der Höhe: 1:75	
	gez. nr	Datum 16.12.2022
Bohrprofile und Rammdiagramme		

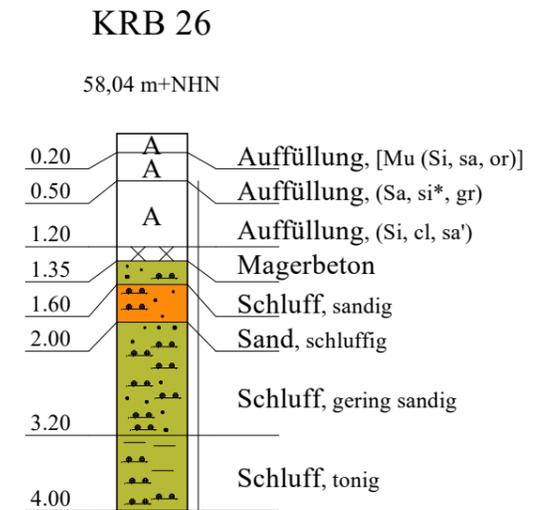
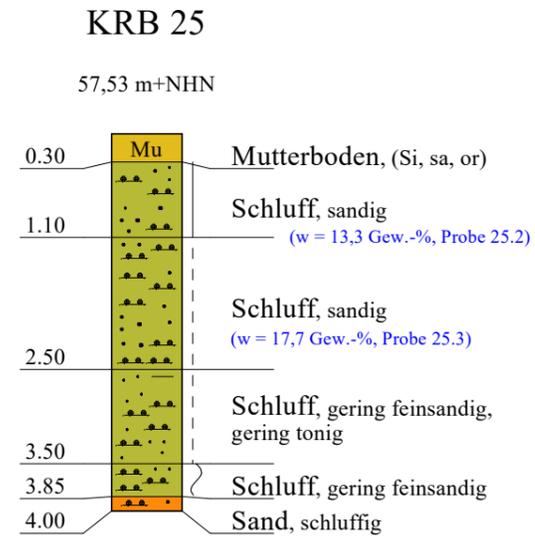
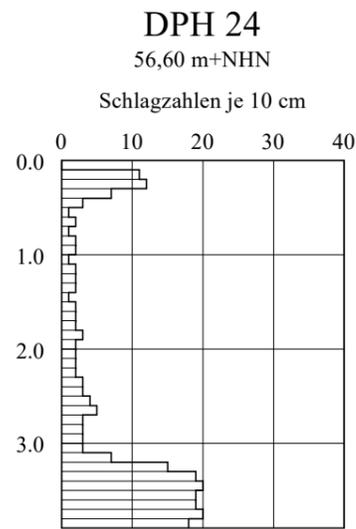
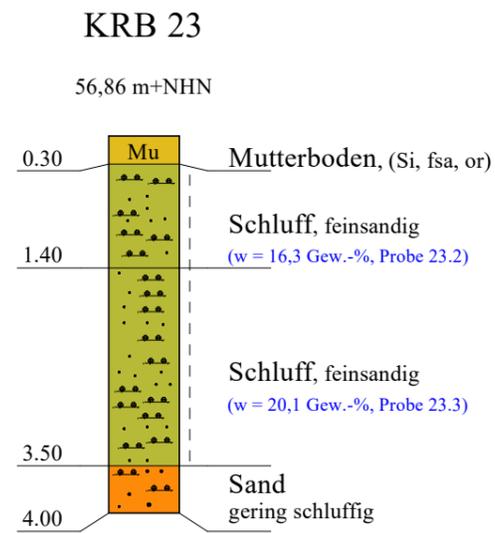
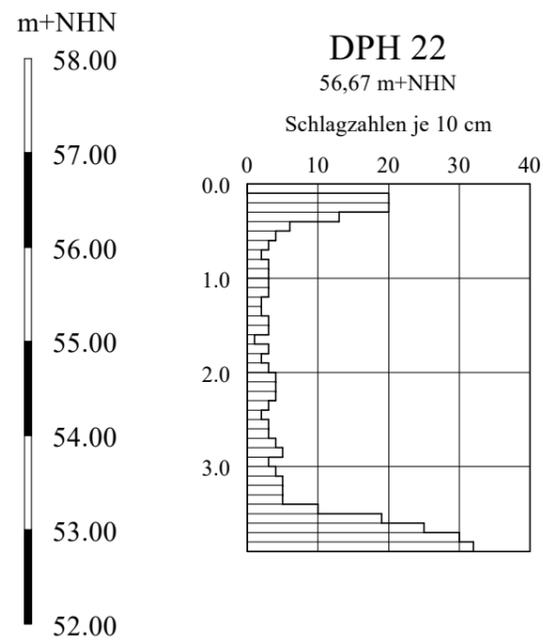
# Funktionsstrakt



Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

<b>Geotechnisches Büro</b> <b>DR. LEISCHNER GmbH</b> Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr.	3.5
	Auftrag Nr.	10330
BV: Zentralisierung der GFO-Kliniken Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf	Maßstab der Höhe: 1:75	
	gez. nr	Datum 16.12.2022
Bohrprofile und Rammdiagramme		

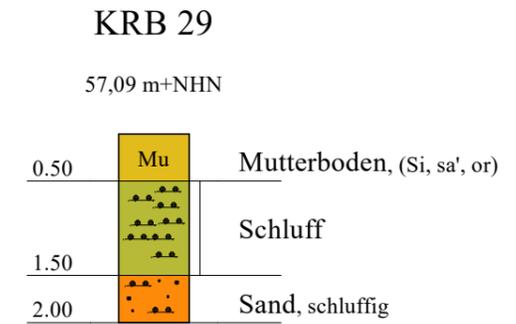
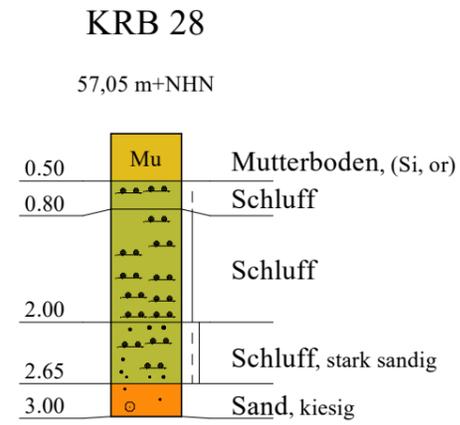
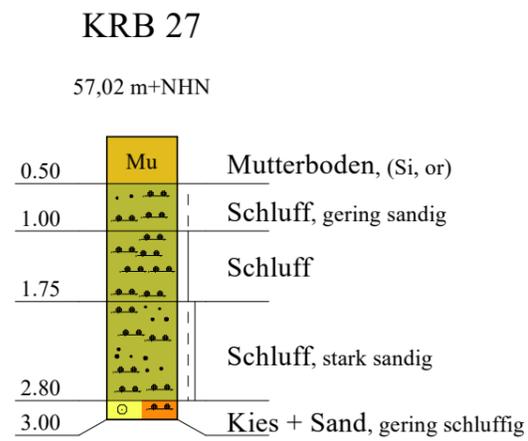
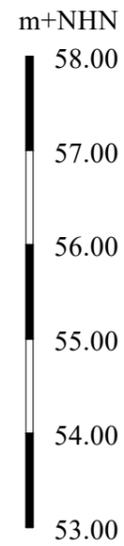
# Parkplätze



Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

<b>Geotechnisches Büro</b> <b>DR. LEISCHNER GmbH</b> Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr.	3.6
	Auftrag Nr.	10330
BV: Zentralisierung der GFO-Kliniken Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf	Maßstab der Höhe: 1:75	
	gez. nr	Datum 16.12.2022
Bohrprofile und Rammogramme		

# Versickerungen



Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

<b>Geotechnisches Büro</b> <b>DR. LEISCHNER GmbH</b> Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr.	3.7
	Auftrag Nr.	10330
<b>BV: Zentralisierung der GFO-Kliniken</b> Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf	Maßstab der Höhe: 1:75	
	gez. nr	Datum 16.12.2022
<b>Bohrprofile</b>		

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GMBH Gartenstraße 123, 53229 Bonn ☎ 0228-470689 ★ Fax 0228-463384	<b>Wassergehalte</b> <b>nach</b> <b>DIN EN ISO 17892-1</b>	Anlage: 4.1 Auftrags-Nr. 10330 Datum: 09.01.23
--	--	--

Datum der Untersuchung: 06.01.2023  
 Datum der Probenahme: 05/07.12.2022  
 Bauvorhaben: Zentralisierung der GFO-Klinik  
 Ort: Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf

Bohrung/ Entnahmestelle	Proben-Nr.	Entnahmetiefe [m]	Bodenart	Wassergehalt [Gew.-%]
KRB 23	10330_23.2	0,30 – 1,40	Schluff feinsandig	16,3
KRB 23	10330_23.3	1,40 – 3,60	Schluff feinsandig	20,1
KRB 25	10330_25.2	0,30 – 1,10	Schluff sandig	13,3
KRB 25	10330_25.3	1,10 – 2,50	Schluff sandig	17,7
KRB 26	10330_26.5	1,35 – 1,60	Schluff sandig	12,4
KRB 26	10330_26.6	1,60 – 2,00	Sand schluffig	16,2

<sup>1)</sup> Kurzzeichen siehe Anlage 2

Geotechnisches Büro

DR. LEISCHNER GmbH

Gartenstraße 123, 53229 Bonn

Tel.: 0228 / 470689 FAX 0228 / 463384

Bearbeiter: sk

Datum: 09.01.2023

# Körnungslinie

gemäß DIN EN ISO 17892-4

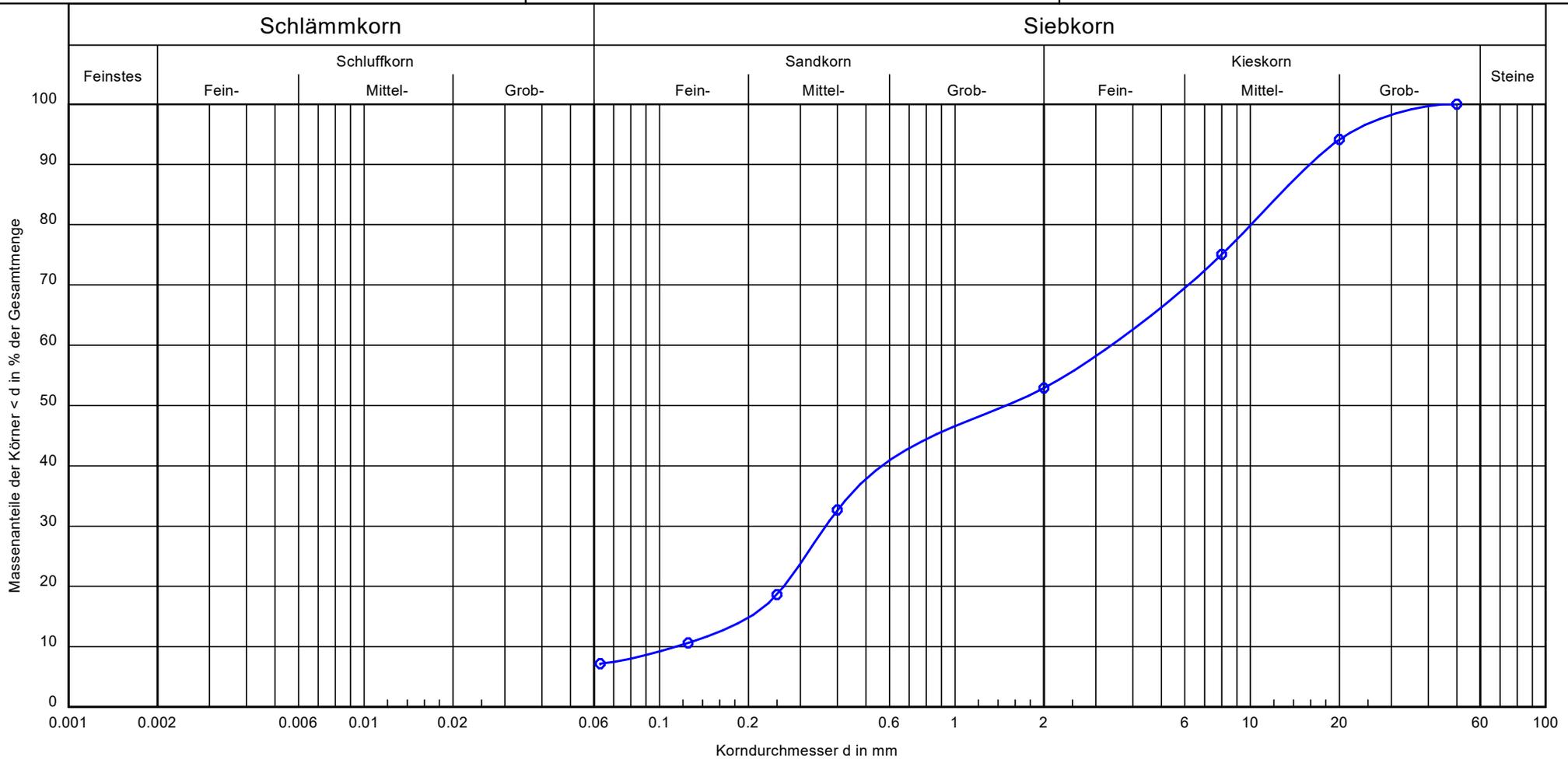
BV: Zentrallisierung der GFO-Kliniken  
Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf

Prüfungsnummer: 10330\_2.4

Probe entnommen am: 05/07.12.22

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kleinrammbohrung



Bezeichnung:	K1
Bodenart:	Gr, sa*, si'
Bodengruppe:	GU
U/Cc	29.8/0.3
Entnahmestelle:	Bohrung KRB 2; Probe 2.4
Tiefe:	3,55 - 6,00 m

**Bemerkungen:**  
 Feinkornanteil: 7,2 Gew.-%  
 kf-Wert nach Seiler 1,1 x10-4 m/s

Auftragsnummer:  
 10330  
 Anlage:  
 4.2.1

Geotechnisches Büro

DR. LEISCHNER GmbH

Gartenstraße 123, 53229 Bonn

Tel.: 0228 / 470689 FAX 0228 / 463384

Bearbeiter: sk

Datum: 09.01.2023

# Körnungslinie

gemäß DIN EN ISO 17892-4

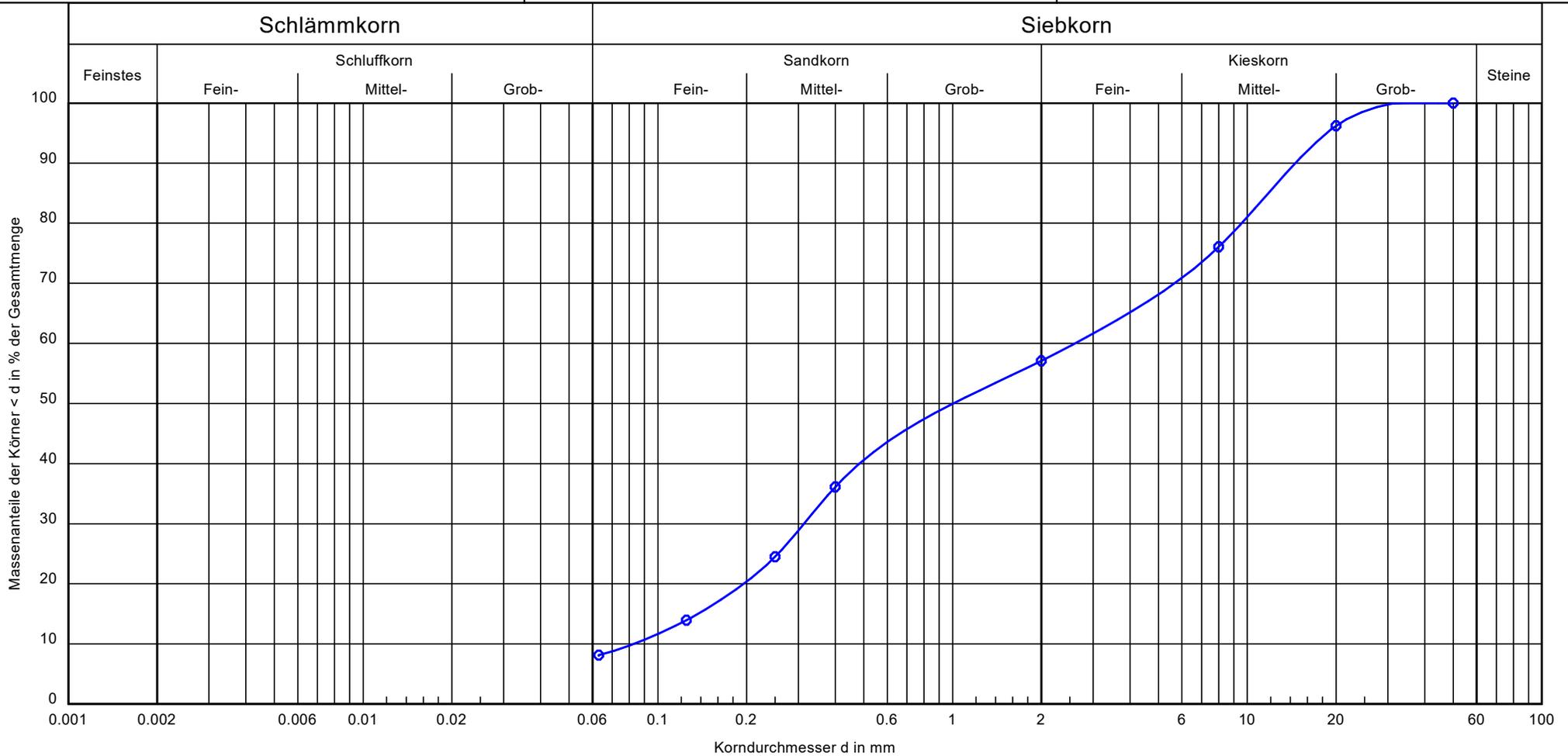
BV: Zentrallisierung der GFO-Kliniken  
Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf

Prüfungsnummer: 10330\_9.6

Probe entnommen am: 05/07.12.22

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kleinrammbohrung



Bezeichnung:	K2
Bodenart:	Gr + Sa, si'
Bodengruppe:	GU/ SU
U/Cc	31.5/0.5
Entnahmestelle:	Bohrung KRB 9; Probe 9.6
Tiefe:	4,00 - 5,20 m

**Bemerkungen:**  
 Feinkornanteil: 8,1 Gew.-%  
 kf-Wert nach Seiler 7,5 x10-5 m/s

Auftragsnummer:  
 10330  
 Anlage:  
 4.2.2

Geotechnisches Büro

DR. LEISCHNER GmbH

Gartenstraße 123, 53229 Bonn

Tel.: 0228 / 470689 FAX 0228 / 463384

Bearbeiter: sk

Datum: 09.01.2023

# Körnungslinie

gemäß DIN EN ISO 17892-4

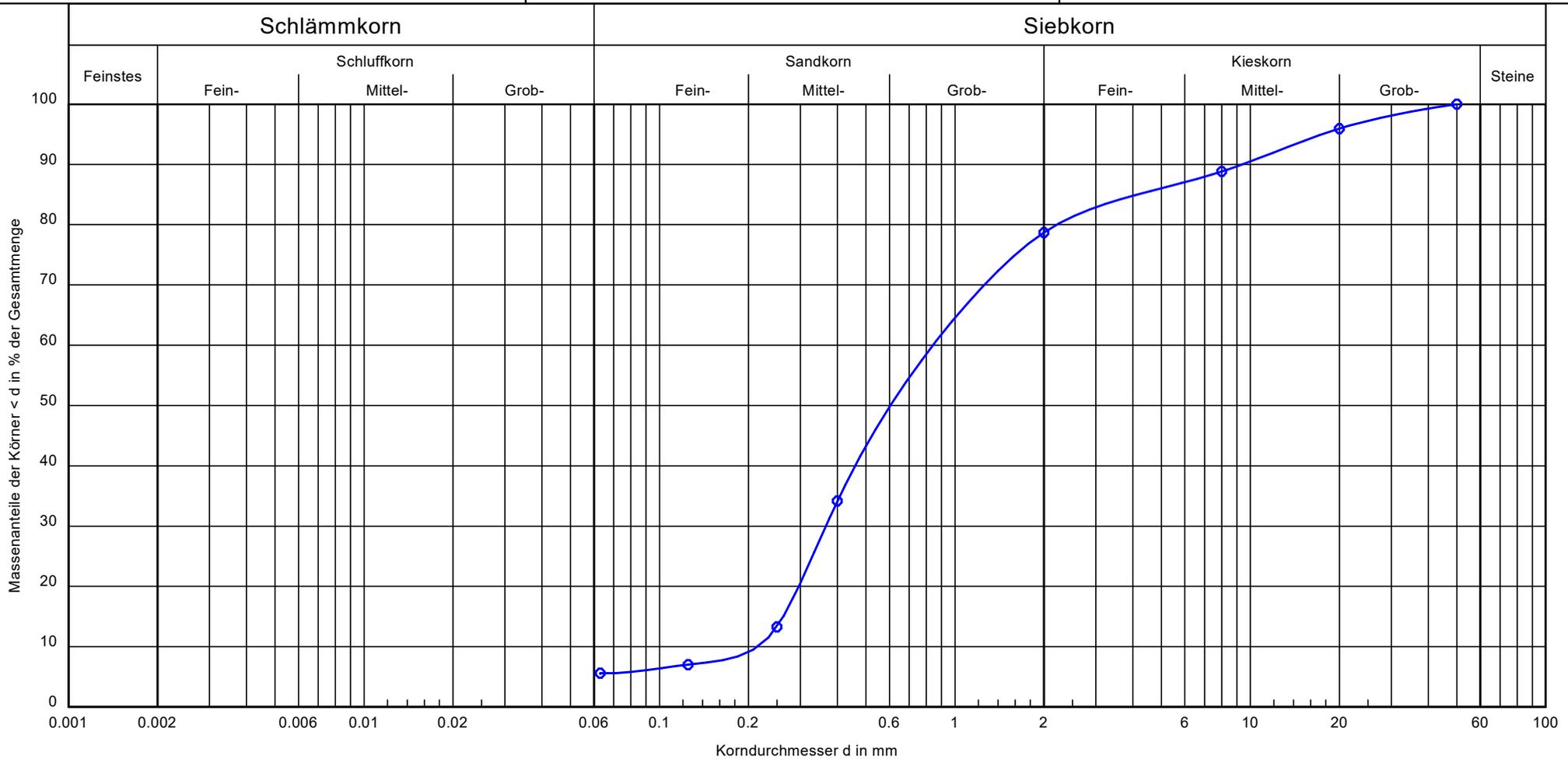
BV: Zentrallisierung der GFO-Kliniken  
Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf

Prüfungsnummer: 10330\_15.4

Probe entnommen am: 05/07.12.22

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kleinrammbohrung



Bezeichnung:	K3
Bodenart:	Sa, gr, si'
Bodengruppe:	SU
U/Cc	3.9/0.7
Entnahmestelle:	Bohrung KRB 15; Probe 15.4
Tiefe:	3,60 - 6,00 m

**Bemerkungen:**  
 Feinkornanteil: 5,6 Gew.-%  
 kf-Wert nach Zieschang  $4,8 \times 10^{-4}$  m/s

Auftragsnummer:  
 10330  
 Anlage:  
 4.2.3

Geotechnisches Büro

DR. LEISCHNER GmbH

Gartenstraße 123, 53229 Bonn

Tel.: 0228 / 470689 FAX 0228 / 463384

Bearbeiter: sk

Datum: 09.01.2023

# Körnungslinie

gemäß DIN EN ISO 17892-4

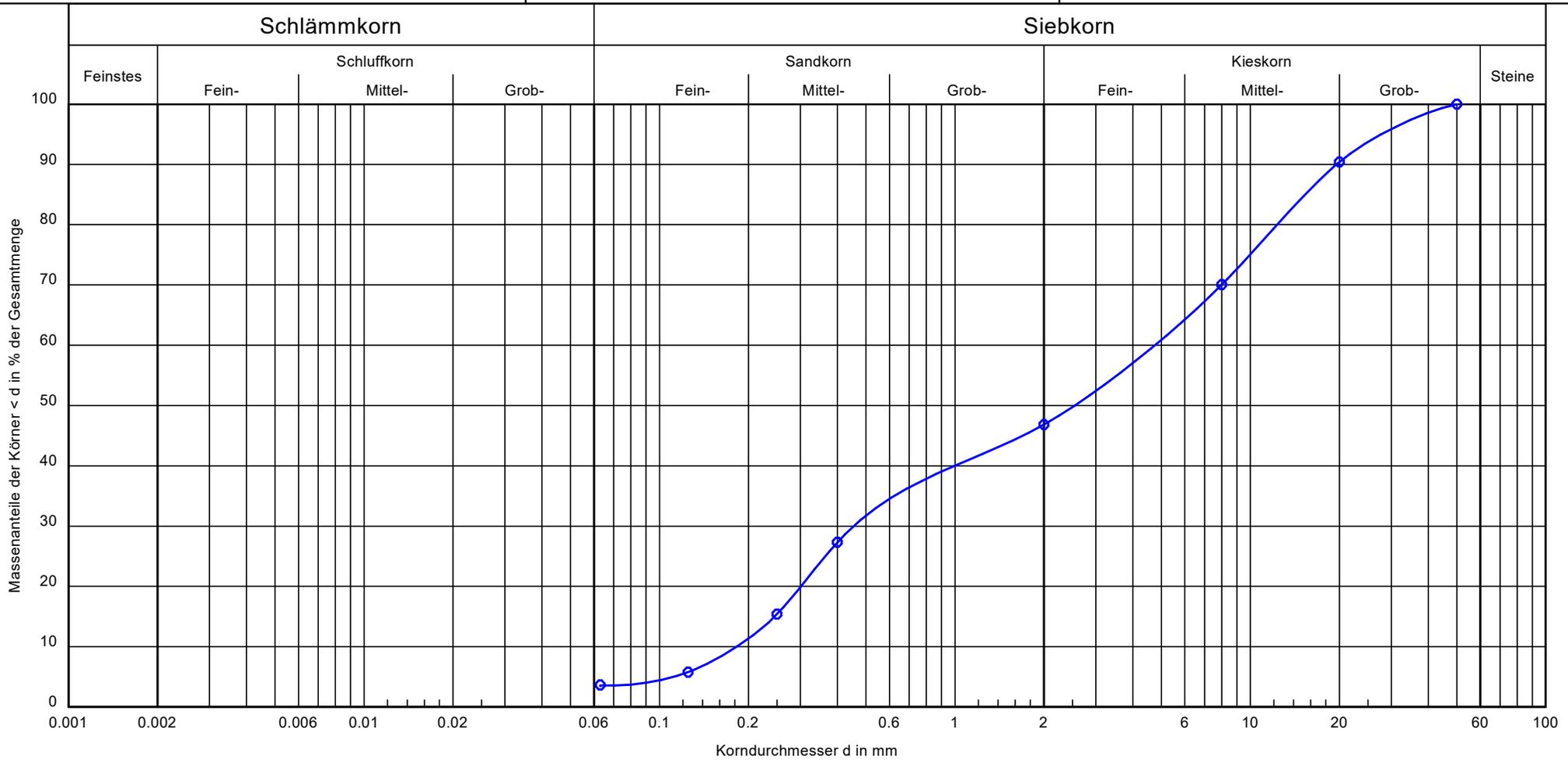
BV: Zentrallisierung der GFO-Kliniken  
Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf

Prüfungsnummer: 10330\_20.7

Probe entnommen am: 05/07.12.22

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kleinrammbohrung



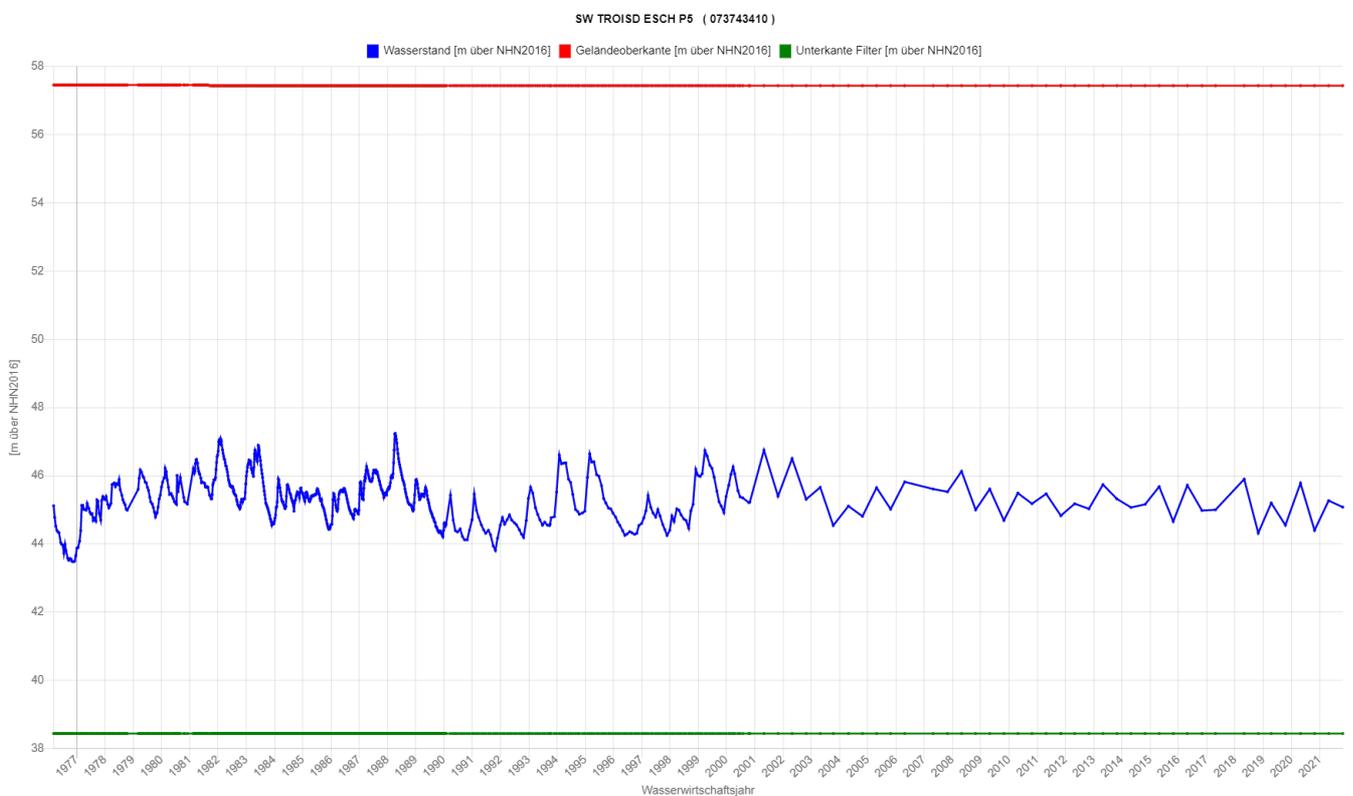
Bezeichnung:	K4
Bodenart:	Gr + Sa
Bodengruppe:	GW/ SW
U/Cc	26.0/0.2
Entnahmestelle:	Bohrung KRB 20; Probe 20.7
Tiefe:	4,00 - 6,00 m

**Bemerkungen:**  
 Feinkornanteil: 3,7 Gew.-%  
 kf-Wert nach Seiler 1,35 x10-4 m/s

Auftragsnummer:  
 10330  
 Anlage:  
 4.2.4

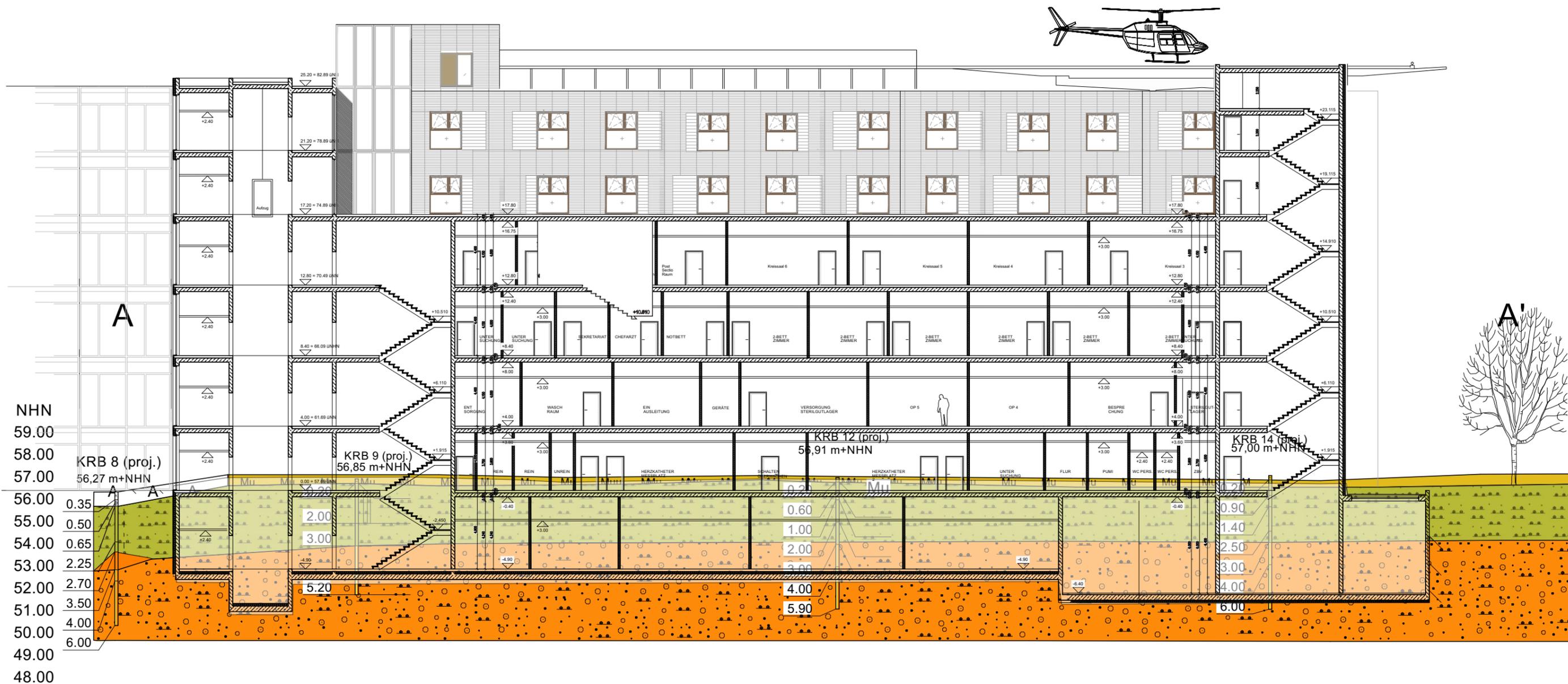
## Grundwassermessstellen Wasserstandsganglinie

Erstellt am: 01.01.2023



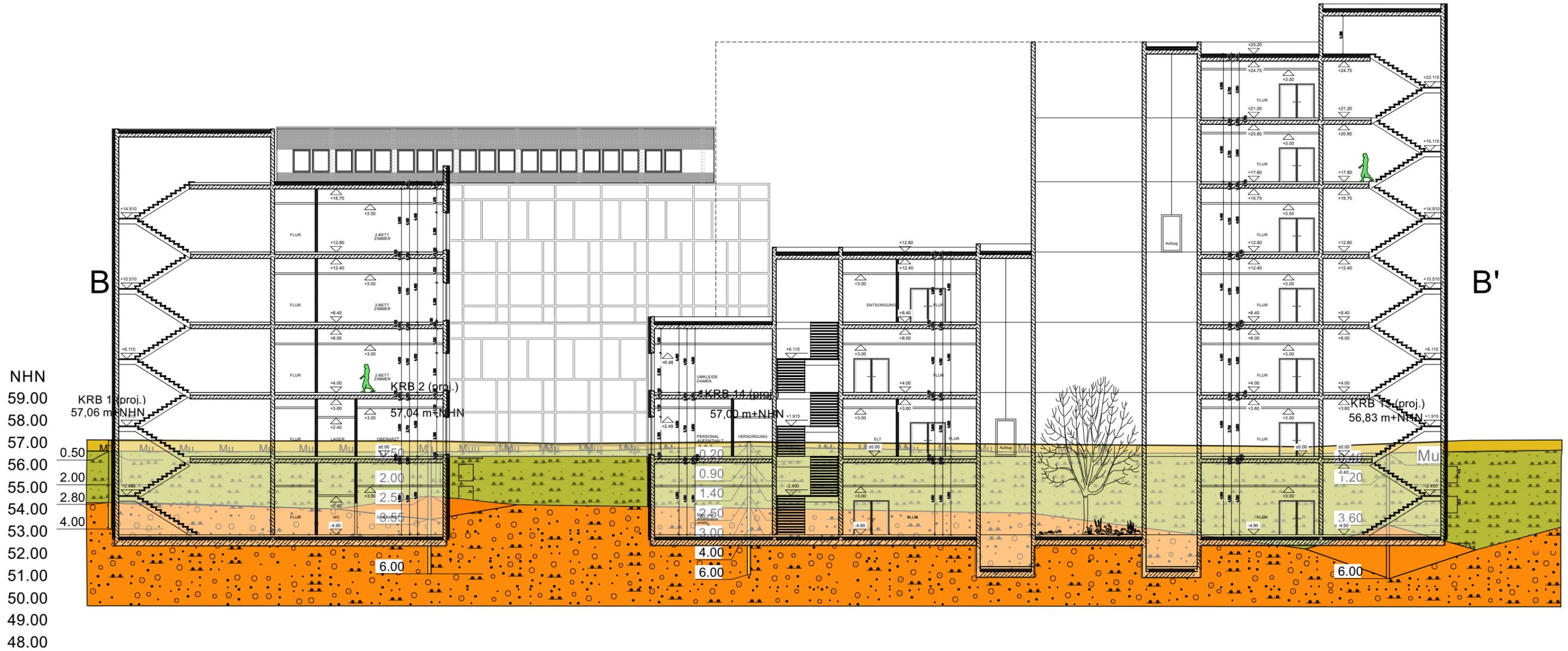
Lage der Messstelle: außerhalb d. Sondergebiete

Bedeutung für die Messwerte: Messwerte für Auskünfte zum Grundwasserstand in der Umgebung der Messstelle geeignet.



Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

Geotechnisches Büro DR. LEISCHNER GmbH Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689		Anlage Nr. 6.1
Objekt: Zentralisierung der GFO-Kliniken Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf		Auftrag Nr. 10330
Profilschnitt A-A'		Maßstab der Höhe: 1:180 Maßstab der Länge: 1:250
gez. go	Datum 04.01.2023	



Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

<b>Geotechnisches Büro</b> <b>DR. LEISCHNER GmbH</b> Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689	Anlage Nr.	6.2
	Auftrag Nr.	10330
Objekt: Zentralisierung der GFO-Kliniken Wilhelm-Busch-Str. 9, 53844 Troisdorf	Maßstab der Höhe: 1:180 Maßstab der Länge: 1:250	
	gez. go	Datum 04.01.2023
<b>Profilschnitt B-B'</b>		