

Freie Christliche Schulen Bonn/Rhein-Sieg Kreis

***Neubau Schulgebäude
Campus „Im Klostergarten“
in Alfter-Oedekoven***

**Baugrundgutachten
1. Bericht**

Projekt - Nr. 2150034 BG G01
Bonn, 31.05.2019
Marius Römer, M.Sc. Geow.

Inhaltsverzeichnis

<u>1 Auftrag und Unterlagen</u>	1
<u>2 Durchgeführte Untersuchung</u>	1
<u>3 Untersuchungsergebnisse</u>	3
3.1 Morphologie, Historie und Geologie	3
3.1.1 Morphologie	3
3.1.2 Bestand und Historie	3
3.1.3 Geologie	3
3.1.4 Erdbeben	4
3.2 Hydrogeologie	4
3.3 Schichtbeschreibung	5
3.3.1 Humoser Oberboden / aufgefüllter humoser Oberboden	5
3.3.2 Auffüllung	6
3.3.3 Deckschichten	6
3.3.4 Kiessande der Mittelterrasse	8
3.3.5 Tertiäre Tone und Sande	8
3.3.6 Charakteristische Baugrundkennwerte und Bodenklassen	11
3.4 Betonaggressivität des Bodens	14
<u>4 Gründung</u>	15
4.1 Gründungssituation	15
4.2 Gründungsempfehlungen	15
4.3 Gründung des Gebäudes im Bodenaustausch über den Deckschichten	17
4.3.1 Aufnehmbare Sohlrücke	17
4.4 Gründung des Gebäudes über eine Bodenplatte	19
<u>5 Bauausführung</u>	20
5.1 Aushub	20
5.2 Planum	20
5.3 Wiederverfüllung/Flächenaufbau/Bodenaustausch	20
5.4 Böschungen während der Bauzeit	21
5.5 Baugrubensituation	22
5.6 Verbau	23
5.6.1 Allgemein	23
5.6.2 Trägerbohlwandverbau	24
5.6.3 Bohrpfahlwand	25
5.6.4 Rückverankerung nach DIN EN 1537	25
5.7 Sicherung der Dauerböschungen	25
5.8 Wasserhaltung	26
5.9 Abdichtung und Auftriebssicherheit	27
<u>6 Bewertung Bodenaushub</u>	28
<u>7 Schlussbemerkung</u>	29

1 Auftrag und Unterlagen

Am 03.April 2019 beauftragte der Träger der Freien Christlichen Schulen Bonn/Rhein-Sieg e.V. die Kühn Geoconsulting GmbH, die Baugrundsituation für die Errichtung eines nicht-unterkellerten Schulgebäudes in Hanglage, einer Sporthalle sowie Park- und Stellflächen in Alfter-Oedekoven zu erkunden und ein Baugrundgutachten zu erstellen. Das vorliegende Baugrundgutachten beschreibt die Baugrundsituation des geplanten Schulgebäudes. Die Situation der Sporthalle sowie der Park- und Stellflächen wird in gesonderten Baugrundgutachten beschrieben.

Zur Durchführung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [U1]: Dohle + Lohse Architekten
Pläne und Schnitte des geplanten Gebäudes
Maßstab: 1:200
Stand: 11.02.2019

- [U2]: Dipl.-Ing. Ulrich Epp, Ö.b.V.I
Bestandsplan (als DWG, ohne Maßstabsangabe)
Lageplan mit Gebäuden (als DWG, ohne Maßstabsangabe)
Stand: o. A.

- [U3] Goldbeck Ost GmbH – GSB Schulen
Außenanlagenplan / Lageplan im Maßstab 1:500
Stand: 29.02.2019

- [U4] geoFact GmbH
Neubau Schulgebäude „Im Klostergarten“
Archäologische Prospektion der Bauflächen mit Geophysik (Magnetik, Georadar)
Ergebnisbericht
Stand: 04.05.2016

2 Durchgeführte Untersuchung

Am 06 und 07.05.2019 wurden auf dem Grundstück insgesamt 22 Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 22) mit Tiefen von 3,00 m bis 12,00 m durchgeführt, wobei die Sondierungen RKS 13 bis 22 im Bereich des geplanten Schulgebäudes liegen und nachfolgend bewertet werden.

Zur Ermittlung der Dicke der humosen Oberböden und aufgefüllten humosen Oberböden wurden zudem Handschurfe durchgeführt.

Die Bohr- und Rammansatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Der Höhenbezug war ein Kanaldeckel auf der Straße „Im Klostergarten“ mit einer in [U2] angegebenen

Deckelhöhe von 95,94 m ü. NHN. Alle Maße und Höhen sind vor Baubeginn und im Zuge der weiteren Planung verantwortlich zu überprüfen.

An 11 aus den Bohrungen entnommenen Bodenproben wurden im Labor die Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1:2014-03 ermittelt. Zudem wurde an einer Probe die Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122:1997-01, die Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 sowie an einer Mischprobe die Betonaggressivität des Bodens nach DIN 4030 bestimmt. Die Untersuchungsergebnisse sind in den Anlagen 1 (Lageplan), 2 (Bohrprofile), 3 (Labor), 4 (Grundbruch-/Setzungsberechnungen) und 5 (Betonaggressivität) dargestellt.

Zusätzlich wurden die entsprechenden historischen, geologischen und hydrogeologischen Karten ausgewertet.

3 Untersuchungsergebnisse

3.1 Morphologie, Historie und Geologie

3.1.1 Morphologie

Die untersuchte Fläche liegt in Alfter-Oedekoven und umfasst die Flurstücke 274, 628, 630, 632, 634, 636, 670, 672, und 673 der Flur 4 in der Gemarkung Oedekoven.

Das Gelände steigt von Südosten (Straße „Im Klostergarten“) nach Nordwesten an und weist nach dem Lageplan [U2] Geländehöhen zwischen ca. 95,30 m ü. NHN im Südosten und ca. 105,40 m ü. NHN im Nordwesten auf. Auf einer Grundstückstiefe von ca. 143 m ergibt sich somit eine Höhendifferenz von ca. 10,1 m.

3.1.2 Bestand und Historie

Das Grundstück ist nach aktuellen Luftbildern sowie dem Lageplan [U2] derzeit überwiegend un bebaut und wird als Grün- und Weidefläche genutzt. Im Norden (Flurstück 684) befinden sich derzeit drei Gewächshäuser, welche im Bereich des geplanten Schulgartens sowie im nördlichen Gebäudebereich liegen.

Nach den vorliegenden historischen topographischen Karten (ab Tranchot 1801-1823) wurde das Grundstück in der Vergangenheit als Gartenland genutzt und war nicht mit verzeichneten Gebäuden bebaut.

Im Jahr 2016 wurde durch das geophysikalische Büro geoFact eine archäologische Prospektion der Bauflächen mit geophysikalischen Methoden (Magnetik, Georadar) [U4] durchgeführt. Im hier relevanten Bereich 1 wurden dabei Hinweise auf verschiedene Strukturen (Weg, Rohrstücke, Schutt) angetroffen. Eine Abstimmung mit der Bodendenkmalbehörde durch den Bauherrn findet bereits statt.

3.1.3 Geologie

Laut geologischer und ingenieurgeologischer Karte (5208 Bonn) und den Ergebnissen der Geländeuntersuchungen wird der oberflächennahe Untergrund aus lehmigen Deckschichten gebildet, die sich aus (umgelagerten) Lösslehmen und sonstigen umgelagerten Böden zusammensetzen. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um feinsandige, teilweise schwach kiesige und tonige Schluffe, schluffige Tone und vereinzelt um stark schluffige Kiese. Darunter folgen; lokal und relativ geringmächtig; Reste von schluffigen Kiessanden und Sanden der Mittelterrasse des Rheins. Prinzipiell können hier auch sehr harte, verkittete Bereiche vorkommen (sog. Eisenkies mit schwarzen Manganausfällungen). Im Gegensatz zu den Kiessanden der

Niederterrasse ist in der Mittelterrasse ein hoher Schluffanteil vorhanden. Die Kiessande und Sande der Mittelterrasse nur geringe Dicken auf und sind nicht durchgehend vorhanden. Darunter folgen die tertiären Schichten, welche aus einer Wechselfolge von Sanden, Schluffen und Tonen bestehen. Hierin sind zudem Braunkohlelagen eingeschaltet.

Die Baugrundverhältnisse sind insgesamt als sehr inhomogen zu bezeichnen, da die Dicke der Deckschichten und Kiessande/Sande stark wechselt. Weiterhin ist das Tertiär sehr inhomogen.

Die Deckschichten sind als gering durchlässig ($k_f < 10^{-6}$ m/s) und die tertiären Ablagerungen als sehr gering durchlässig einzustufen ($k_f < 10^{-8}$ m/s) einzustufen. Die Kiessande der Mittelterrasse sind aufgrund der schluffigen Anteile als durchlässig bis gering durchlässig ($k_f < 10^{-5}$ m/s) einzustufen. Aufgrund der geringen Dicke sowie der Tatsache, dass sie nicht durchgehend vorhanden sind, ist das Wasseraufnahmevermögen der Kiessande jedoch sehr gering.

Aus diesem Grund halten wir eine Versickerung von Oberflächenwasser auf dem Grundstück für nicht möglich.

Aufgrund der Untergrundverhältnisse und dem Einschnitt des geplanten Gebäudes in den Hang wird das Bauvorhaben in die geotechnische Kategorie 2 nach DIN 1054 eingestuft.

3.1.4 Erdbeben

Nach Darstellung der Karte zu den Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland zur DIN 4149, Blatt Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1:350.000 (Ausgabe Juni 2006), gehört Alfter-Oedekoven (Gemarkung Oedekoven) in Erdbebenzone 1 und Untergrundklasse T. Weiterhin sind aufgrund der o.g. Untergrundverhältnisse unter Berücksichtigung der DIN 4149 (Ausgabe April 2005), Abs. 5.2.3 die Baugrundklasse B (Kiessande, tertiäre Tone mit fester Konsistenz) und C (Deckschichten, verlehnte Kiessande, tertiäre Tone mit mind. steifer Konsistenz) anzusetzen.

3.2 Hydrogeologie

In den am 06./07.05.2019 durchgeführten Geländeuntersuchungen wurden im Bereich des geplanten Schulgebäudes innerhalb der Deckschichten stark vernässte Bereiche und freie Wasserstände angetroffen, die auf Schichtwasser hindeuten. Die Schichtwasserstände lagen nach Abschluss der Bohrarbeiten zwischen 2,0 m (RKS 13) und 5,01 m (RKS 21) unter der

Geländeoberfläche bzw. zwischen 100,07 m ü. NHN (RKS 22) und 94,81 m ü. NHN (RKS 14). Nach Beginn der Bohrarbeiten stiegen die Wasserstände im Bohrloch um ca. 0,40...0,90 m an, sodass von ggf. gespanntem Schichtwasser auszugehen ist. Das Wasser staut sich innerhalb der Deckschichten auf gering durchlässigen Bereichen auf.

Im Umfeld des geplanten Bauvorhabens befinden sich zwei Grundwassermessstellen, welche Daten über die Grundwasserverhältnisse liefern. Die Messstelle 076627512 - WECK BN 6 liegt ca. 140 m östlich des Bauvorhabens talabwärts auf einer Messpunkthöhe von 91,54 m ü. NN und somit ca. 4,0... 14,0 m unterhalb der Geländeoberkante im Baufeld. Im Messzeitraum zwischen 1990 und 2018 (988 Messwerte) lag höchste gemessene Grundwasserstand bei 85,97 m ü. NHN (Flurabstand 5,70 m).

Die Messstelle 076535710 - WECK BN 2 befindet sich ca. 570 m nördlich des Bauvorhabens und liegt etwa höhenparallel auf einer Messpunkthöhe von 99,02 m ü. NHN. Der im Messzeitraum zwischen 1975 und 2018 (825 Messungen) höchste ermittelte Grundwasserstand beträgt 72,88 m ü. NHN.

Nach der Ingenieurgeologischen Karten 5208 Bonn beträgt der Flurabstand > 13,0 m.

Im Bereich Bonn-Düldorf wird der Grundwasserstand zudem durch Grundwasserentnahmen anthropogen beeinflusst.

Nach den ermittelten Wasserständen liegt die Grundwasseroberfläche ca. 10,0 m unterhalb der derzeitigen Geländeoberkante. Da sich allerdings Schichtwasser auf gering-durchlässigen Bereichen des Untergrunds aufstaut, empfehlen wir für die Auftriebssicherheit einen Wasserstand an der Geländeoberkante anzusetzen.

Das Grundstück liegt außerhalb von festgesetzten und geplanten Wasserschutzgebieten.

3.3 Schichtbeschreibung

3.3.1 Humoser Oberboden / aufgefüllter humoser Oberboden

In den RKS 14, RKS 15, RKS 16, RKS 17 wurde ein humoser Oberboden oberhalb der Deckschichten angetroffen. Die Dicke des humosen Oberbodens betrug ca. 0,30...0,40 m.

Im restlichen Untersuchungsbereich (RKS 13, RKS 18-RKS 22) wurden zudem aufgefüllte humose Oberböden sowie humose aufgefüllte Böden bis in 0,40...0,80 m Tiefe angetroffen. Die

ergänzend durchgeführten Schürfe zeigten Oberbodendicken von 0,40...0,60 m.

3.3.2 Auffüllung

Die aufgefüllten Böden reichen bis in Tiefen von ca. 0,30 m (RKS 19, RKS 21, RKS 22, aufgefüllte humose Oberböden) und 1,00 m (RKS 13) unter der Geländeoberfläche. In den RKS 14 bis RKS 17 wurden keine aufgefüllten Böden angetroffen.

Die Auffüllung setzt sich aus feinsandigen, schwach kiesigen, vereinzelt tonigen, schwach humosen bis humosen Schluffen zusammen, die untergeordnet auch Bauschuttreste, Aschen, Ziegelbruch und Keramik aufweisen.

Aufgrund der in Abschnitt 3.1.2 beschriebenen Vornutzung können im Untergrund verbliebene Altfundamente oder Gebäudereste nicht ausgeschlossen werden.

Die Auffüllung weist nach der Bohrgutansprache eine überwiegend steife, lokal auch weich bis steife Konsistenz auf.

Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Auffüllung

Raumgewicht (erdfeucht)	18,0	-	20,0	kN/m ³
Raumgewicht (unter Auftrieb)	9,0	-	11,0	kN/m ³
Kohäsion	2,5	-	0,0	kN/m ²
Reibungswinkel	27,5	-	30,0	°
Steifeziffer	2,5	-	7,5	MN/m ²

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: Auffüllung

Raumgewicht	17,0	-	21,0	kN/m ³
Undrained Scherfestigkeit	50,0	-	200,0	kN/m ²
Wassergehalte	10,0	-	40,0	%
Plastizitätszahl	10,0	-	20,0	%
Konsistenzgrenzen	0,5	-	1,3	

3.3.3 Deckschichten

Die Deckschichten reichen bis 3,20 m (RKS 21) und 7,70 m (RKS 13) unter GOK bzw. bis 99,32 m ü. NHN (RKS 22) bis 98,14 m ü. NHN (RKS 13) und weisen Dicken von 2,90 m (RKS 21) bis 6,70 m (RKS 13) auf.

Bei den Deckschichten handelt es sich um überwiegend umgelagerte Löss/Lösslehme, welche sich aus feinsandigen, tlw. tonigen und schwach kiesigen bis kiesigen Schluffen zusammensetzen.

Die feinsandigen Schluffe sind lokal wassergesättigt (Schichtwasser) fließen und beim Anschnitt sofort aus.

An neun Proben aus den Deckschichten wurden die Wassergehalte ermittelt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Ermittelte Wassergehalte und Konsistenzen der Deckschichten

Probe	Entnahmetiefe	Boden	Wassergehalt [%]	Konsistenz
RKS 13/9	7,00-7,70	U, fs, t ⁱ -t, g ⁱ	20,7	Weich bis steif
RKS 15/3	0,90-1,50	U, t ⁱ	23,1	Weich bis steif
RKS 16/7	3,70-4,30	U, t, fs ⁱ , g ⁱ -g	21,1	Steif
RKS 17/7	3,80-4,60	U, fs*, t ⁱ , g ⁱ	18,2	Steif
RKS 19/5	3,20-4,30	U, fs, t ⁱⁱ	23,1	Weich bis steif
RKS 19/8	5,70-6,40	U, fs, t ⁱ	23,8	Weich bis steif
RKS 20/5	2,60-3,60	U, fs, t ⁱ	23,8	Weich bis steif
RKS 21/4	1,60-3,20	U, fs, t ⁱⁱ	23,0	Weich bis steif
RKS 22/5	2,20-3,20	U, fs, t ⁱ	23,0	Steif

Nach der Bohrgutansprache weisen die Deckschichten eine steife und dort, wo sich Schichtwasser aufstaut, eine weiche bis steife Konsistenz auf.

An der Probe RKS 15/4 (Entnahmetiefe 1,5 -3,0 m) wurde zudem die Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 ermittelt. Der Schluff- und Tonanteil der Probe liegt bei ca. 93 %. Nach USBR/BIALAS lässt sich daraus ein k_f -Wert von $1,3 \times 10^{-8}$ m/s bzw. nach SEELHEIM ein k_f -Wert von $1,9 \times 10^{-6}$ m/s ableiten. Gemäß DWA-A 138 sind k_f -Werte aus der Kornverteilung um den Faktor 0,2 zu korrigieren. Dies würde einem k_f -Wert von $2,6 \times 10^{-9}$ m/s (nach USBR/BIALAS) bzw. $3,8 \times 10^{-7}$ m/s (nach SEELHEIM) entsprechen.

Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Deckschichten

Raumgewicht (erdfeucht)	19,0	-	20,0	kN/m ³
Raumgewicht (unter Auftrieb)	9,0	-	10,0	kN/m ³
Kohäsion	12,5	-	7,5	kN/m ²
Reibungswinkel	25,0	-	27,5	°
Steifeziffer	7,5	-	12,5	MN/m ²

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: Deckschichten

Raumgewicht	17,0	-	21,0	kN/m ³
Undrainierte Scherfestigkeit	50,0	-	200,0	kN/m ²
Wassergehalte	10,0	-	30,0	%
Plastizitätszahl	5,0	-	20,0	%
Konsistenzzahl	0,5	-	1,3	

Anmerkung

Der Lössboden wird unter anderem im ungestörten Zustand durch Zementierungskräfte (sog.

“Kalkbrücken”) zusammengehalten. Durch Wasserzufuhr geht die Primärvermittlung verloren, so dass das Material auch kleineren Belastungen keinen Widerstand leisten kann. Damit verliert das Gefüge an Festigkeit und es kann dann selbst ohne Lastaufbringung zu Umlagerungen im Korngerüst bis hin zu Zusammenbrüchen und Sackungen kommen.

3.3.4 Kiessande der Mittelterrasse

Die verlehnten Kiessande der Mittelterrasse wurden im Bereich des geplanten Schulgebäudes lediglich in der RKS 16 angetroffen. Sie beginnen bei 6,00 m und reichen bis 6,40 m unter GOK bzw. von 93,10 m ü. NHN bis 92,70 m ü. NHN Entsprechend liegt die Dicke bei 0,40 m. Da es sich bei den Sondierungen um punktuelle Aufschlüsse handelt, kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich weitere, lokale Reste der Kiessande auf dem Grundstück finden. Es handelt sich um Reste der Mittelterrasse, welche sich im Übergangsbereich zu den überliegenden Deckschichten und darunterliegenden tertiären Tonen durch Umlagerungsprozesse mit diesen verzahnt haben. Eine genaue Schichtabgrenzung ist daher nicht immer eindeutig.

Die Kiessande der Mittelterrasse setzen sich aus schwach tonigen, stark schluffigen, sandigen Kiesen zusammen. Prinzipiell können auch Lehmlinsen, stärker lehmige Abschnitte, Steinlagen, Blocklagen und stark verkittete Eisenkieslagen auftreten.

Die Kiessande sind nach den Bohrwiderständen mitteldicht bis dicht gelagert.

Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Kiessande (Mittelterrasse)

Raumgewicht (erdfeucht)	19,0	-	21,0	kN/m ³
Raumgewicht (unter Auftrieb)	11,0	-	13,0	kN/m ³
Kohäsion	5,0	-	0,0	kN/m ²
Reibungswinkel	32,5	-	37,5	°
Steifeziffer	40,0	-	80,0	MN/m ²

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: Kiessande (Mittelterrasse)

Raumgewicht	16,0	-	22,0	kN/m ³
Lagerungsdichte D	0,3	-	>0,8	

3.3.5 Tertiäre Tone und Sande

Die tertiären Tone und Sande wurden ab Tiefen zwischen 3,20 m (RKS 21) und 7,70 m (RKS 13) unter Gelände bzw. bezogen auf NHN ab 99,32 m ü. NHN (RKS 22) bis 89,14 m ü. NHN (RKS 13) angetroffen und nicht durchteuft.

Es handelt sich um schluffige Tone, Tone, feinsandige, tonige bis stark tonige, schwach kiesige Schluffe, stark schluffige, sandige Kiese und schluffige Feinsande. Prinzipiell können

auch Braunkohlelagen vorkommen, diese wurden in diesem Baufeld allerdings nicht angetroffen.

An zwei Proben der tertiären Tone und Sande wurden die Wassergehalte bestimmt. Die Wassergehalte sind in Tabelle 2 zu sehen.

Tabelle 2: Ermittelte Wassergehalte und Konsistenzen der tertiären Tone und Sande

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Boden	Wassergehalt [%]	Konsistenz
RKS 14/7	5,20-5,60	U, fs,t'-t, g'	20,4	Steif
RKS 18/7	5,00-6,00	T	19,5	halbfest

Die Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen der Probe RKS 18/7 zeigt eine Fließgrenze von 60,6,0 % und eine Ausrollgrenze von 20,8 %. Daraus ergibt sich eine Plastizitätszahl von 39,8 %. Die Probe ist als ausgeprägt plastisch zu bewerten (UA/TA).

In den kiesigen Bereichen tritt Schichtwasser auf, das sich auf den undurchlässigen Tonen aufstaut.

Nach der Bestimmung der Zustandsgrenzen sowie der Bohrgutansprachen sind die Tone der tertiären Schichten bei den ermittelten Wassergehalten überwiegend von einer halbfesten Konsistenz. Die Schluffe sind von einer steifen bis halbfesten Konsistenz. Die Kiese und Sande sind mitteldicht bis dicht gelagert. Bei Wassersättigung fließen die tertiären Sande bei Anschnitt sofort aus (sogenannte: Fließsande).

Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: tertiäre Sande und Kiessande

Raumgewicht (erdfeucht)	20,0	-	21,0	kN/m ³
Raumgewicht (unter Auftrieb)	12,0	-	13,0	kN/m ³
Kohäsion	5,0	-	2,5	kN/m ²
Reibungswinkel	32,5	-	37,5	°
Steifeziffer	40,0	-	80,0	MN/m ²

Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: tertiäre Tone und tonige Schluffe

Raumgewicht (erdfeucht)	21,0	-	22,0	kN/m ³
Raumgewicht (unter Auftrieb)	11,0	-	12,0	kN/m ³
Kohäsion	25,0	-	20,0	kN/m ²
Reibungswinkel	22,5	-	27,5	°
Steifeziffer	20,0	-	30,0	MN/m ²

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: tertiäre Sande und Kiessande

Raumgewicht	16,0	-	21,0	kN/m ³
Lagerungsdichte D	0,3	-	0,8	

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: tertiäre Tone und Schluffe

Raumgewicht	18,0	-	22,0	kN/m ³
Undrainede Scherfestigkeit	50,0	-	200,0	kN/m ²
Wassergehalte	12,0	-	30,0	%
Plastizitätszahl	10,0	-	20,0	%
Konsistenzgrenzen	0,5	-	1,3	

3.3.6 Charakteristische Baugrundkennwerte und Bodenklassen

Für die Berechnung nach DIN 1054:2010-12 können die folgenden mittleren Baugrundkennwerte angesetzt werden:

Tabelle 3: Charakteristische Bodengrundkennwerte

Bodenschicht	Wichte erdfeucht [kN/m³]	Wichte unter Auftrieb [kN/m³]	Kohäsion [kN/m²]	Reibungswinkel [°]	Steifemodul [MN/m²]	Durchlässigkeitsbeiwert (abgeschätzt) [m/s]
Auffüllung	19,00	10,00	1,25	28,75	5,00	10 ⁻⁶ bis 10 ⁻⁹
Deckschichten	19,50	9,50	10,00	26,25	10,00	10 ⁻⁷ bis 10 ⁻¹¹
Kiessande der Mittelterrasse	20,00	12,00	2,50	35,00	60,00	10 ⁻⁵ bis 10 ⁻⁹
Tertiäre Sande und Kiese	20,50	12,50	*3,75	*35,00	*60,00	10 ⁻⁶ bis 10 ⁻⁹
Tertiäre Tone und Schluffe	21,50	11,50	*22,50	*25,00	*25,00	10 ⁻⁸ bis 10 ⁻¹¹

*Für die wechsellagernden, tertiären Schichten kann bei Setzungsberechnungen bei > 3,0 m unter der Tertiäroberfläche ein mittlerer Steifemodul von 35,0 MN/m² angesetzt werden. Für die Grundbruchberechnungen werden die Scherbeiwerte des Tertiär-Tons angesetzt.

Tabelle 4: Bodenklassen nach DIN 18300 (2012)

Bodenschicht	Bodenklassen nach DIN 18 300 (2012)
Oberboden und aufgefüllter humoser Oberboden	1
Auffüllung	4* (bindig) ggf. 3 (nicht- bis gering-bindig) ggf. 5 bis 7 (Steinlagen)
Deckschichten	4* (bindig) ggf. 3 (nicht- bis gering-bindig)
Kiessande der Mittelterrasse	3 (nicht bindig) 4* (bindig / verlehnte Bereiche) 6-7 (verkittete Bereiche, Blocklagen)
Tertiäre Sande und Kiese	3 (nicht- bis gering-bindige Sande und Kiese) ggf. *4 (verlehnte Bereiche)
Tertiäre Tone und Schluffe	*4 bis 5 (mittel- und ausgeprägt plastische Tone) Ggf. 6 (Tone mit fester Konsistenz)

Untergeordnete Klassen in ()

* Bkl. 4* Übergang in Bkl. 2 bei Vernässen möglich

Tabelle 5: Bodenklassen nach DIN 18 196 Frostempfindlichkeitsklassen und Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVE (Untergeordnete Klassen)

Bodenschicht	Bodenklassen nach DIN 18 196	Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE	Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVE
Humoser Oberboden / aufgefüllter humoser Oberboden	OU		
Auffüllung	A: UL/UM; SU (GW, GU, SW, X, Y,)	F3	V3
Deckschichten	UL/UM, TL/TM (SU, SU*)	F3	V3
Kiessande der Mittelterrasse	GW; GU; GU* UM/UA, TM/TA, SU, SU**	F2 (nichtbindig) F3 (bindig)	V2 (nichtbindig) V3 (bindig)
Tertiäre Sande und Kiese	GW; GU; GU* UM/UA, TM/TA, SU, SU**	F2 (nichtbindig) F3 (bindig)	V2 (nichtbindig) V3 (bindig)
Tertiäre Tone	TM, UM, TA, UA	F3	V3

Untergeordnete Klassen in ().

Tabelle 6: Bohrbarkeitsklassen und Zusatzklassen nach DIN 18 301 (2012)

Bodenschicht	Bohrbarkeitsklassen nach DIN 18 301 (2012)	Zusatzklassen nach DIN 18 301 (2012)
Humoser Oberboden / aufgefüllter humoser Oberboden	BO1	
Auffüllung	BB2, BB3	BS1 bis BS3
Deckschichten	BB2, BB3	
Kiessande der Mittelterrasse	BN1, BN2 (nichtbindig) BB2, BB3 (bindig)	BS1 bis BS3
Tertiäre Sande und Kiese	BN1, BN2 (nichtbindig) BB2, BB3 (bindig)	BS1 bis BS3
Tertiäre Tone und Schluffe	BB2 bis BB4	

Anmerkung:

Wir möchten darauf hinweisen, dass die Angaben zur DIN 18300 und zur DIN 18301 auf dem Stand der VOB 2012 basieren. Die im Ergänzungsband 2015 überarbeiteten DIN-Normen und die darin enthaltene Einteilung der Böden in Homogenbereiche können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Dabei muss beachtet werden, dass die Einteilung aufgrund von Erfahrungswerten und Werten aus Ingenieurgeologischen Karten mit vergleichbaren, geologischen Einheiten, vorgenommen wurde. Die nach der neuen DIN 18300-2015 geforderten Untersuchungen und die Laborversuche in statistisch ausreichender Anzahl wurden nur in eingeschränkter Form durchgeführt. Gleiches gilt auch für die umweltchemische Einordnung der Auffüllung anhand von Analysen.

Tabelle 7: Homogenbereiche nach DIN 18300-2015 und nach DIN 18301-2015

Homogenbereiche*1 nach DIN 18 300 - 2015	Homogenbereiche*2 nach DIN 18 301 - 2015
Homogenbereich A 1 (aufgefüllte gemischtkörnige und bindige Böden)	Homogenbereich B 1 (aufgefüllte gemischtkörnige und bindige Böden)
Homogenbereich A 2 (humose Oberböden und aufgefüllte humose Oberböden)	Homogenbereich B 2 (humose Oberböden und aufgefüllte humose Oberböden)
Homogenbereich A 3 (Steine, Blöcke in der Auffüllung)	Homogenbereich B 3 (Steine, Blöcke in der Auffüllung)
Homogenbereich A 4 (bindige und nichtbindige Deckschichten, Kiessande, Tone mit weicher bis halbfester Konsistenz)	Homogenbereich B 4 (bindige und nichtbindige Deckschichten, Kiessande, Tone mit weicher bis halbfester Konsistenz)
Homogenbereich A 5 (Fließende Bodenarten ³ : bindige Böden mit flüssiger bis breiiger Konsistenz)	Homogenbereich B 5 (Fließende Bodenarten ³ : bindige Böden mit flüssiger bis breiiger Konsistenz)
Homogenbereich A 6 (Verkittete Bereiche der Kiessande, Tone mit fester Konsistenz)	Homogenbereich B 6 (Verkittete Bereiche der Kiessande, Tone mit fester Konsistenz)

- *1 Aushub mit Bagger (Homogenbereiche A1 – A6, A = Aushub)
- *2 Bohrungen mit Drehbohranlage (Homogenbereiche B1 – B6, B = Bohren), auch für Bohrarbeiten beim Düsenstrahlverfahren
- *3 wurden hier nicht erbohrt, kann aber nach Wasserzutritt/Durchnässung nicht ausgeschlossen werden
- Gesonderte Homogenbereiche für belastete Böden sind nicht berücksichtigt und sind getrennt auszuweisen

3.4 Betonaggressivität des Bodens

Aus der Bohrung RKS 16 wurden eine Mischprobe der Proben RKS 16-5, RKS 16-6, RKS 16-8, RKS 16-9 und RKS 16-10 (Entnahmetiefe: 2,0 m bis 6,4 m) erstellt und hinsichtlich ihrer Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht. Die Analyseergebnisse (Anlage 5) sind in Tabelle 8 zusammengestellt.

Tabelle 8: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Boden nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
SO ₄ ²⁻	170	Mg/kg insgesamt	2000 – 3000	>3000-12000	>12000-24000
Säuregrad nach Baumann-Gully	< 4	-	>200	In der Praxis nicht anzutreffen	

Nach den Ergebnissen für die untersuchte Bodenprobe aus RKS 16 (Anlage 5) liegen die ermittelten Parameter unterhalb der Expositionsklasse XA1 (schwach betonangreifend). Der Boden ist somit als nicht betonangreifend einzustufen (Tabelle 8).

4 Gründung

4.1 Gründungssituation

Der Bauherr plant die Errichtung eines dreistöckigen, nichtunterkellerten Schulgebäudes an der Straße „Im Klostergarten“ in Alfter-Oedekoven. Aufgrund der Geländemorphologie schneidet das geplante Gebäude in den Hang ein, sodass das Untergeschoss ungefähr niveaugleich zur Straße liegen wird.

Das Gelände steigt von Südosten (Straße „Im Klostergarten“) nach Nordwesten an und weist nach dem Lageplan [U2] Geländehöhen zwischen ca. 95,30 m ü. NHN im Südosten und ca. 105,40 m ü. NHN im Nordwesten auf. Auf einer Grundstückstiefe von ca. 143 m ergibt sich somit eine Höhendifferenz von ca. 10,1 m.

Die geplante Fertigfußbodenhöhe $\pm 0,00 = \text{OKF UG}$ des Neubaus liegt nach [U1] auf 96,00 m ü. NHN im Südosten und 97,34 m ü. NHN im Nordwesten. Unter Berücksichtigung einer Einbindetiefe der Fundamente von mind. 0,80 m (frostfreie Gründung) liegt die angenommene Gründungssohle somit bei 95,20...96,54 m ü. NHN.

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung gründet das geplante Gebäude somit zum überwiegenden Teil in den steifen, teilweise auch weich bis steifen Deckschichten. In der nördlichen Ecke (RKS 21) liegt die Gründungssohle in den halbfesten tertiären Tonen.

Die aufgefüllten und humosen Böden sind aufgrund der humosen Anteile nicht für eine Gründung geeignet. Die Deckschichten sind insgesamt als gering- bis mitteltragfähig, die tertiären Schichten als mitteltragfähig einzustufen. Da die Kiessande nur fragmentarisch auftreten, können diese für die Bemessung der Gründung nicht berücksichtigt werden.

Ausgehend von der in [U1] dargestellten OKF UG und der im Lageplan [U2] aufgenommenen Geländehöhen wird das geplante Gebäude im Nordwesten ca. 5,0...6,0 m in den Hang einschneiden.

Die Baugrunderkundungen zeigen zudem, dass im Aushub-/Gründungsbereich Schichtwasser auftritt.

4.2 Gründungsempfehlungen

Die zuvor beschriebene Gründungssituation zeigt, ausgehend von einer Gründung über Einzel-/Streifenfundamente mit einer Einbindetiefe von mind. 0,80 m (frostsichere Gründung),

dass das geplante Gebäude in den steifen und weich bis steifen Deckschichten und den tertiären Tonen gründet.

Da die anstehenden Deckschichten nur gering- bis mitteltragfähig sind, ergeben sich relativ geringe zulässige Bodenpressungen (vgl. Abschnitt 4.3). Zur Homogenisierung wurde unterhalb der Fundamente ein Bodenaustausch aus Tragschichtmaterial mit einer Dicke von 0,50 m berücksichtigt. Die Anlegung eines Bodenaustauschs wird zudem zum Schutz des Planums empfohlen (s. nachfolgender Absatz). Vergleichsrechnungen mit einem 1,0 m dicken Bodenaustausch zeigten keine signifikanten Erhöhungen der zulässigen Bodenpressungen. Ein größerer Bodenaustausch erscheint aus unserer Sicht aufgrund der Größe der Baugrube sowie unter Berücksichtigung der Schichtwasserverhältnisse nicht wirtschaftlich und sinnvoll.

Falls die in Abschnitt 4.3 ermittelten zulässigen Bodenpressungen nicht ausreichend sind, können alternative Gründungsmaßnahmen z.B. Tiefgründungen (Pfahlgründung) oder Bodenverbesserungen, wie z.B. ein „Spickpfahlsystem“, vorgesehen werden. Bei dem „Spickpfahlsystem“ handelt es sich um eine mit Geogitter bewehrte Schotter-Tragschicht mit Bohrpfählen zum Lastabtrag, die nicht an das Gebäude angebunden sind. Durch die Lastverteilung in der Tragschicht und den Lastabtrag über unbewehrte Betonbohrsäulen können die Setzungen und Verformungen der Bodenplatte reduziert werden. Die Bemessung erfolgt über 3D-FEM-Verformungsbetrachtungen, anhand derer das Raster und die Längen der Bohrbetonsäulen und die Dicke der Schotter-Tragschicht ermittelt werden.

Für beide Varianten sind allerdings weitere, ergänzende Untersuchungen (Großbohrung, Laborversuche) notwendig. Bei der Ausführung ergeben sich höhere Kosten als bei einer „konventionellen“ Gründung über Streifenfundamente oder einer Bodenplatte, wobei die Setzungen und Verformungen i.d.R. deutlich reduziert werden können.

Da die im Aushubbereich anstehenden Böden stark wasserempfindlich sind und teilweise durch das Schichtwasser auch bereits eine Wassersättigung aufweisen, empfehlen wir die Einbringung einer mind. 0,50 m dicken Schicht aus Tragschichtmaterial nach ZTV-T (Schotter / Kiessand), damit das empfindliche Planum beim Befahren nicht zusätzlich aufweicht. Planum und Tragschicht müssen mit einem Geotextil ($GRK \geq 5$) getrennt werden. Die Tragschicht darf erst ab einer Dicke von mind. 0,50 m mit Gerät befahren werden.

Zur Ermittlung des tatsächlichen Wasserandrangs empfehlen wir zudem, dass im geplanten Baufeld ca. 4-5 Schürfe angelegt werden, um die anfallenden Wassermengen abschätzen zu

können. Abhängig von den Ergebnissen müssen dann die Art und der Umfang einer möglichen Wasserhaltung bestimmt werden.

Die Gründungs- und Aushubsohlen sind vom Baugrundgutachter abzunehmen.

4.3 Gründung des Gebäudes im Bodenaustausch über den Deckschichten

Für die Berechnung der aufnehmbaren Sohldrücke wird davon ausgegangen, dass die Lasten gleichmäßig im Bodenaustausch über den steifen bzw. weich bis steifen Deckschichten gegründet werden.

4.3.1 Aufnehmbare Sohldrücke

Nachfolgend werden die im 0,50 m Bodenaustausch über den Deckschichten aufnehmbaren Sohldrücke für den Grenzzustand GEO 2 (Bemessungswert des Widerstandes) mit einer Teilsicherheit $\gamma_{Gr}=1,4$ für Einbindetiefen von 0,80 m berechnet. Grundlage für die Berechnungen sind die charakteristischen Baugrundkennwerte (Tabelle 3, Abschnitt 3.3). Für die Berechnung wird von ausreichend biegesteifen Einzel- und Streifenfundamenten ausgegangen, so dass die Setzungen in den kennzeichnenden Punkten maßgeblich sind. Für die Berechnung wurde der Schichtaufbau entsprechend DIN 4019 vereinfachend vereinheitlicht. Voraussetzung ist außerdem eine Lastaufbringung nach DIN 1054 sowie eine Mindestbreite der Fundamente von 0,50 m.

Für die aufnehmbaren Sohldrücke muss berücksichtigt werden, dass die einwirkenden Lasten bei der Bemessung der Statik zusätzlich noch mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten der Tabelle 2 der DIN 1054:2010-12 zu beaufschlagen sind.

Anhand der charakteristischen Baugrundkennwerte wurden für eine gleichmäßige Gründung im Bodenaustausch den steifen und weich bis steifen Deckschichten die folgenden Sohldruckspannungen bezüglich des Grundbruchwiderstandes berechnet.

Tabelle 9: Aufnehmbare Sohldrücke für Einzel- und Streifenfundamente (Lastfall BS-P, $\gamma_{Gr}=1,4$, Grenzzustand GEO 2, unter Auftrieb)

Fundamentbreite in m	0,50	1,00	1,50	2,00
	Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m²]			
- bei Einbindetiefe von $\geq 0,80$ m	310	310	330	350

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

In der nachfolgend aufgeführten Tabelle 10 werden die zulässigen Sohldrücke unter Berücksichtigung der charakteristischen Lasten für die Gebrauchstauglichkeit/Setzungen (SLS-GZ der Gebrauchstauglichkeit (= GZ 2_{alt})) angegeben. Es muss bei der Prüfung der Gebrauchstauglichkeit beachtet werden, dass die Sohldruckspannungen unter Berücksichtigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchungen/Einwirkungen unterhalb der Werte in Tabelle 10 (Setzungen nach DIN 4019 $\leq 2,0$ cm bzw. $\leq 3,0$ cm; SLS). Entsprechend DIN EN 1997-1, Abschnitt 2.4.8 sollten die Teilsicherheitsbeiwerte $_{Beanspruchungen}$ für die GZ der Gebrauchstauglichkeit gleich 1,0 gesetzt werden.

Zur Vorbemessung wurde davon ausgegangen, dass für den Neubau Setzungen und Setzungsunterschiede bis 2,0 cm bzw. 3,0 cm (Tabelle 10) zugelassen werden können. Treffen die Annahmen nicht zu, so bitten wir um Rücksprache damit die Sohldrücke entsprechend dem zulässigen Setzungsmaß, das durch den Statiker festzulegen ist, angegeben bzw. anhand ergänzender Setzungsberechnungen ermittelt werden können.

Tabelle 10: Aufnehmbare Sohldrücke für charakteristische Lasten bei Einzel- und Streifenfundamenten (Lastfall BS-P, Grenzzustand SLS, Setzungen auf 2,0 cm bzw. 3,0 cm begrenzt, unter Auftrieb)

Fundamentbreite in m	0,50	1,00	1,50	2,00
	Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m²]			
- bei Einbindetiefe von 0,80 m und zul. Setzungen von 2,0 cm	*310	170	130	110
- bei Einbindetiefe von 0,80 m und zul. Setzungen von 3,0 cm	*310	260	190	160

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.
Die aufnehmbaren Sohldrücke* entsprechen der Tabelle 9, da das Setzungskriterium nicht erreicht wird.

Die Setzungen und Setzungsunterschiede werden dann bis 2,0 cm bzw. 3,0 cm erreichen. Für die Fundamente muss eine ausreichende Bewehrung vorgesehen werden. Die Verträglichkeit der Setzungen und Setzungsunterschiede für das Gebäude ist vom Statiker zu bewerten.

Bei einem geringeren Abstand benachbarter Fundamente ($< 1,5 \dots 2,0 \cdot$ Fundamentbreite b) kommt es zu einer gegenseitigen Beeinflussung und damit verbunden zu einer Erhöhung der Setzungen. Auch bei größeren Fundamentbreiten als in Tabelle 10 angegeben oder unregelmäßiger Lastverteilung sind größere Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen zu erwarten. Um evtl. notwendige Abminderungen der aufnehmbaren Sohldrücke festzulegen, müssen dann nach Erstellung des Lastenplanes durch den Statiker noch Setzungsberechnungen nach DIN 4019, Teil 1, durch das Ing.-Büro Kühn Geoconsulting erfolgen.

Um ein Aufweichen zu verhindern, muss die Gründungssohle unmittelbar nach Aushub mit

Beton abgedeckt werden. Aufgeweichte Bereiche sind zu entfernen und durch Beton zu ersetzen.

Die Gründungs- und Aushubsohlen sind vom Baugrundgutachter abzunehmen.

4.4 Gründung des Gebäudes über eine Bodenplatte

Bei Berechnung über die Bettungsziffer kann zur Vorbemessung für die Bodenplatte in den steifen und weich bis steifen Deckschichten, ausgehend von ca. 1,0...2,0 m breiten Laststreifen und charakteristischen Sohldruckspannungen von 50,0 kN/m² - 150,0 kN/m², ein mittlerer Bettungsmodul von ca. 3,0...7,5 MN/m³ angesetzt werden. Zur Prüfung der Gebrauchstauglichkeit müssen die tatsächlich zulässigen Bettungsmoduli nach Festlegung der endgültigen Lasten in Abstimmung mit dem Statiker durch die Kühn Geoconsulting mittels Setzungsrechnungen ermittelt werden. Dies stellt eine zusätzliche Leistung dar, wofür Ihnen die Kühn Geoconsulting GmbH gerne zur Verfügung steht.

Die Gründungs- und Aushubsohlen sind vom Baugrundgutachter abzunehmen.

5 Bauausführung

5.1 Aushub

Beim Aushub fallen die Bodenklassen 1 (aufgefüllter Oberboden), 3 (nicht- bis schwach-bindige Auffüllung, nicht-bindige Kiessande und Sande) und 4 (bindige Auffüllung, Deckschichten, bindige Kiessande, tertiäre Tone) an. Gegebenenfalls können auch die Bodenklassen 5-6 (feste Schluffe und Tone) auftreten. Durchnässen die bindigen Böden beim Bearbeiten, so gehen sie in die Bodenklasse 2 über. Abhängig vom Humusgehalt sind die humosen Bereiche der Auffüllung auch der Bodenklasse 2 zuzuordnen. Alle Angaben zu den Bodenklassen beziehen sich auf die DIN 18 300 (2012).

Der Abbruch von möglicherweise vorhandenen Fundament- und Mauerwerksresten einer vorherigen Bebauung lässt sich nicht in das Klassifizierungsschema der DIN 18 300 einordnen und ist daher getrennt abzurechnen.

Für die Ausschreibung von Homogenbereichen nach DIN 18300-2015 sind diese in der Tabelle 7 angegeben.

5.2 Planum

Die anstehenden bindigen Auffüllungen, Deckschichten und tertiären Tone sind frost- und feuchtigkeitsempfindlich (F 3-Boden). Bei Zutritt von Wasser und/oder Befahren mit Gerät weichen sie tiefgründig auf und lassen sich dann nicht mehr bearbeiten. Dort, wo das Gelände während der Bauzeit befahren werden soll (Zufahrten oder Materiallagerplätze), müssen entsprechende Baustraßen (mindestens 0,5 m dicke Tragschicht mit verdichtungsfähigen Material auf einem Geotextil \geq GRK 3) angelegt werden.

Der Aushub muss über Kopf mit einer als Messer ausgebildeten Baggerschaufel erfolgen.

Alle Maßnahmen zum Schutz des Planums gegen Oberflächenwasser gemäß VOB sind unbedingt zu beachten.

5.3 Wiederverfüllung/Flächenaufbau/Bodenaustausch

Die bindige Auffüllung, die Deckschichten, die schluffigen Kiessande sowie die tertiären Tone lassen sich nicht ausreichend verdichten und sind deshalb nur zur Wiederverfüllung von nicht belasteten Flächen geeignet (z. B. Grünflächen), auf denen Setzungen in Kauf genommen werden können.

Im Bereich belasteter Flächen (Eingangsbereiche, Fahr- und Stellflächen) muss die Verfüllung mit gut verdichtbarem Material (Kiessand, Schotter) mit Tragschichteignung/Frostschutzqualität nach ZTV SoB-StB 04/07 lagenweise auf 100% der einfachen Proctordichte verdichtet erfolgen.

Das Erdplanum und der Oberbau von Fahrflächen müssen mit einem Geotextil (Filtervlies, mind. GRK ≥ 5) getrennt werden. Treten beim Aushub aufgeweichte Bereiche, alte Kanalgruben, Schächte usw. auf, so sind diese in Abstimmung mit dem Bodengutachter vollständig zu entfernen und durch einen Bodenaustausch in der o.g. Weise zu ersetzen. Die Aushubsohlen müssen, damit sie nicht aufweichen, unmittelbar nach dem Aushub abgedeckt werden.

5.4 Böschungen während der Bauzeit

Generell kann unter Beachtung der DIN 4124 für Böschungen bis zu einer Böschungshöhe von 5,0 m während der Bauzeit in der Auffüllung, den weich bis steifen Deckschichten und Kiessanden mit 45° und in den in den tertiären Tonen mit 60° geböscht werden. In der inhomogenen Auffüllung sowie unter Einfluss von Schichtwasser können Bereiche mit verringerter Scherfestigkeit auftreten, so dass eine Abflachung der Böschung erforderlich wird (z. B. Hang-/Schichtwasser und/oder beim Anschnitt von Leitungsräben und Arbeitsraumverfüllungen). Da sich hier allerdings aufgrund des Einschnitts des geplanten Gebäudes in das Gelände Böschungshöhen von bis zu ca. 5,0...6,0 m einstellen werden, muss ein rechnerischer Nachweis der Standsicherheit nach DIN 4084 erfolgen. Voraussichtlich muss eine Böschungssicherung oder ein Baugrubenverbau angelegt werden.

Fundamentgräben können bis zu einer Aushubtiefe von 1,20 m senkrecht abgegraben werden. Oberhalb der Böschungsschulter müssen für Lasten wie z. B. Aushub, gelagertes Material, Hebewerkzeuge/Fahrzeuge, Baucontainer oder Fahrflächen die nach DIN 4124 erforderlichen Abstände eingehalten werden. Die Böschungen müssen gegen Erosion durch Oberflächenwasser geschützt werden.

Sofern aus den Böschungen Wasser austritt, muss das Wasser über entsprechende Dränpackungen gefasst und drucklos abgeleitet werden. Falls Böschungsbereiche ausfließen, muss eine Sicherung mit einem Schwerkraftfilter (Schotterschüttung auf Geotextil) erfolgen. Zum Einbau der Schotterpackung wird zusätzlicher Platzbedarf erforderlich.

Eine abschließende Bewertung bezüglich der Standsicherheitssituation der Baugrube kann erst nach Vorlage aller Bauunterlagen nach DIN 4124, Abschnitt 3 (z.B. Schalplan, Leitungen,

Im Nordwesten / Nordosten werden die Böschungshöhen zudem mehr als 5,0 m betragen, sodass hier Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 notwendig werden. Aufgrund der lokal weich bis steifen Konsistenz der Deckschichten und der gespannten Schichtwasserhorizonte werden sich hier dann Böschungswinkel $< 45^\circ$ ergeben.

Insgesamt ist die Baugrundsituation für die Baugrube aufgrund der weich bis steifen, bei Schichtwasser zum Ausfließen neigenden Böden, der gespannten Schichtwasserkörper sowie dem Hangeinschnitt als problematisch zu bewerten. Zur Ermittlung des Schichtwasserandrangs und zur weiteren Beurteilung des Bodens empfehlen wir, im Vorfeld ca. 4-5 Schürfe durchzuführen.

Darauf aufbauend können dann Empfehlungen für die weitere Baugrubenplanung gegeben werden, da das Verbausystem und die zulässige Böschungsneigung in diesem Fall maßgeblich vom Schichtwasserandrang abhängen. Zudem werden ggf. zusätzliche Bohrungen im Bereich der Verbauchse notwendig werden.

Abhängig von den Ergebnissen muss zudem entschieden werden, ob und in welchem Umfang eine Wasserhaltung notwendig wird. Ggf. sind die gespannten Schichtwasserkörper mit Bohrungen zu entspannen.

Fazit:

Aufgrund des Einschnitts des geplanten Gebäudes in das Gelände, der Schichtwasserhorizonte und der dadurch resultierenden weich bis steifen Konsistenz der Deckschichten ergibt sich eine komplexe Baugrubensituation, die eine Baugrubenplanung sowie Standsicherheitsberechnungen erforderlich machen. Dafür sind ergänzende Schürfe notwendig. Für die Baugrubenplanung steht Ihnen die Kühn Geoconsulting GmbH gerne zur Verfügung.

5.6 Verbau

5.6.1 Allgemein

Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, werden die in Abschnitt 5.4 genannten Böschungswinkel in Teilbereichen nicht eingehalten werden können. Zudem kann aus dem Schichtwasserandrang ein abflachen der Böschungen notwendig werden, wodurch ggf. Sicherungsmaßnahmen notwendig werden. Die Baugrube muss dann durch eine Baugrubensicherung (abhängig vom Wasserandrang z.B. ein wasserdurchlässiger Trägerbohlwandverbau und/oder höherwertiger, verformungsarmer und wasserdichter Verbau) gesichert werden.

Die für die Berechnungen des Verbaus erforderlichen Bodenkennwerte können dem Abschnitt 3.3 entnommen werden.

Bei der Baugrubensicherung sind im Zuge der statischen Bemessung der Baugrubensicherung die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB, neueste Auflage) der Deutschen Gesellschaft f. Geotechnik zu beachten.

Grundsätzlich hat der AN dafür Sorge zu tragen, dass die eingesetzten Geräte den örtlichen Verhältnissen angepasst sind und an benachbarten Bauwerken keine Schäden eintreten können.

In jedem Falle müssen vor Durchführung von Baugrubensicherungen alle bestehenden Leitungen/Sparten genau bekannt sein.

Für die Herstellung der Baugrubensicherung werden Kampfmitteluntersuchungen notwendig werden. Hier muss eine entsprechende Anfrage zur Luftbildauswertung bei der Bezirksregierung Köln gestellt werden.

5.6.2 Trägerbohlwandverbau

Im lastabstrahlfreien Bereich der gepl. Baumaßnahme bietet sich für die Baugrubensicherung ein kostengünstiger Trägerbohlwandverbau ("Berliner Verbau" mit Holzausfachung oder Trägerverbau mit Spritzbetonverzug) an. Dies gilt nur, wenn kein zusätzlicher Lasteintrag vorhanden ist, anderenfalls ist ggf. eine Bohrpfahlwand als Baugrubenverbau notwendig. Die Löcher für die Träger müssen verrohrt gebohrt werden. Das Bohrverfahren ist der Nachbarbebauung so anzupassen, dass keine Schwingungsübertragungen stattfinden.

Der Hohlraum zwischen Träger und Bohrloch ist kraftschlüssig bis zur GOK zu verfüllen. Generell sind die Träger als verloren zu betrachten, da ein Ziehen zu Sackungen führen wird.

Es muss gewährleistet sein, dass sich kein Bodenzug, z.B. durch Schichtwasserandrang, ergibt. Hierzu ist die Ausfachung ggf. mit einem Geotextil auszukleiden oder ein alternativer, wassersperrender Verbau zu wählen.

Beim Trägerverbau bzw. "Berliner Verbau" muss unbedingt auf eine satte Hinterfüllung ohne tiefeichende Störung geachtet werden.

Auch beim Ziehen des Verbaus darf es zu keiner Störung des anstehenden Bodens kommen, die zu Sackungen führen könnten. Der Verbau darf nur soweit zurückgebaut werden, wie er durch das Verfüllen entbehrlich geworden ist.

Grundsätzlich hat der AN dafür Sorge zu tragen, dass die eingesetzten Geräte den örtlichen Verhältnissen angepasst sind und an benachbarten Bauwerken keine Schäden eintreten können.

Für die Berechnung und Planung der Baugrubensicherung steht Ihnen die KÜHN Geoconsulting GmbH gerne zur Verfügung.

5.6.3 Bohrpfahlwand

Dort, wo ein höherer Lasteintrag erfolgt oder bei hohem Schichtwasserandrang, ist ggf. ein wasserdichter Verbau, z.B. eine verformungsarme, tangierende/aufgelöste Bohrpfahlwand vorzusehen.

5.6.4 Rückverankerung nach DIN EN 1537

Dort, wo zusätzliche Lasten auf den Verbau (z.B. Bestandsbebauung, Verkehrslasten Zufahrtsstraße) einwirken oder der Verbau wirtschaftlicher zu gestalten ist, muss der Verbau voraussichtlich rückverankert werden. Dies kann zudem wirtschaftlicher sein, da sich geringere Einbindetiefen ergeben können.

Für die Rückverankerung des Verbaus ergeben sich Bedarfsflächen in den angrenzenden Nachbargrundstücken. Um Stillstände zu vermeiden, sind entsprechende nachbarschaftliche Vereinbarungen frühzeitig und vor Baubeginn einzuholen. Weiterhin müssen die vorhandenen Versorgungsleitungen höhen- und lagemäßig ermittelt werden (insbesondere Kanäle und Schächte), um die Ankerlagen entsprechend abzustimmen und ggf. zu verlegen oder steiler zu stellen. Für die Bemessung und Ausführung der Rückverankerung ist die DIN EN 1537 zu beachten.

5.7 Sicherung der Dauerböschungen

Die für die Bauzeit angegebenen Böschungswinkel aus Abschnitt 5.4 gelten nicht für die Dauerböschung. Für Dauerböschungen mit intensiver Begrünung müssen die Böschungswinkel ebenfalls mit Standsicherheitsberechnungen festgelegt werden, wobei Böschungen mit $>33,5^\circ$

(Böschungsverhältnis ca. 1:1,5) in der Regel nicht nachweisbar sein werden. Für steilere bzw. durch die zu überbrückende Höhe längere Böschungen im Hangbereich werden entsprechende Sicherungsmaßnahmen (z. B. Gabionenwände, Stützmauern) erforderlich, deren Standsicherheit durch statische Berechnungen nachgewiesen werden muss.

Das bei nasser Witterung aus den Böschungen austretende Schicht- bzw. Stauwasser muss in Dränpackungen gefasst und einer dauerhaften Vorflut zugeleitet werden. Hinter Stützwänden müssen Dränagen mit ausreichender Vorflut eingebaut werden. Bei unkontrolliertem Wasseraustritt können Nässe- und Frostschäden entstehen und die Standsicherheit ist gefährdet.

Maßnahmen zur Sicherung von Dauerböschungen müssen geplant und berechnet werden, wozu die Kühn Geoconsulting GmbH gerne zur Verfügung steht. Dazu sind maßstäbliche Schnitte der geplanten Baumaßnahme erforderlich, die auch die oberhalb liegende Bebauung miteinbeziehen.

5.8 Wasserhaltung

Die Durchlässigkeit der im Erdplanum/Untergrund anstehenden Schichten ist zum größten Teil gering bis sehr gering. Sie reicht nicht aus, um zufließendes Oberflächenwasser und auftretendes Schichtwasser versickern zu lassen.

In der Aushubphase muss mit gespanntem Schichtwasser gerechnet werden. Daher empfehlen wir, wie zuvor beschrieben, die Durchführung von 4-5 Schürfen zur Abschätzung des Schichtwasseranfalls. Darauf aufbauend ist dann die weitere Planung der Wasserhaltung vorzusehen. Die nachfolgenden Angaben erläutern die möglichen Arten der Wasserhaltung, abhängig vom Wasserandrang.

Aus den vorgenannten Gründen ist für die geplanten Baugruben mindestens eine offene Wasserhaltung einzuplanen. Es ist daher für die Baugrube ein umlaufender Drängraben mit mehreren Pumpensämpfen ($d=1,0 \dots 1,5$ m) als offene Wasserhaltung einzuplanen. In Abhängigkeit vom Wasseranfall ist bei Bedarf eine mind. 0,3 m dicke Filterschicht aus gebrochenem, nullkornfreiem Material (auf einem Geotextil der GRK 5) in der Baugrubensohle einzurichten. Diese kann bei entsprechender Auslegung mit der Tragschicht (0,50 m) kombiniert werden.

Im Zuge der Baugrubenplanung sind die Böschungen und die potenziell erforderlichen Baugrubensicherungen so anzulegen, dass ein genügender Platz für die Pumpensämpfe und die Drängräben vorhanden ist.

Sofern größere Mengen an Schichtwasser anstehen, sind die weiteren Maßnahmen mit dem geotechnischen Sachverständigen abzustimmen. Bei Bedarf muss eine geschlossene Wasserhaltung mittels Wellpoint-Anlage (gebohrte und verfilterte Kleinbrunnen) und Vakuumförderung eingerichtet werden.

Für die Entnahme und die Ableitung des geförderten Wassers müssen im Vorfeld die entsprechenden Genehmigungen bei den zuständigen Behörden eingeholt werden.

Die Wasserhaltung muss auch während der Arbeitspausen (Nachts, Wochenende) dauerhaft funktionstüchtig gehalten werden.

5.9 Abdichtung und Auftriebssicherheit

Aufgrund des zuvor beschriebenen Schichtwassers empfehlen wir eine Abdichtung gegen drückendes Wasser nach der Wassereinwirkungsklasse W2.2 (Einbindetiefe größer 3,0 m u. gepl. GOK) der DIN 18533-1. Ggf. ist eine Dränage zur Beschränkung der Druckhöhe am Gebäude möglich, wofür allerdings zuerst die Ableitung des Dränwassers sowie die Genehmigungsfähigkeit geklärt werden muss.

Bei der Herstellung eines wasserundurchlässigen Bauwerks aus Beton muss hier gem. der DAfStb-Richtlinie (Dez. 2017) die Beanspruchungsklasse 1 für ständig und zeitweise drückendes Wasser berücksichtigt werden. Weiterhin sind bauseits bzw. durch den Fachplaner die Nutzungsklassen gem. Abs. 5. zu berücksichtigen.

Die die Gebäude umgebenden Flächen müssen mit Gegengefälle angelegt werden, damit der Zufluss von Oberflächenwasser zum Gebäude ausgeschlossen wird.

Die Auftriebssicherheit muss während aller Bauzustände sichergestellt werden. Bei einer Abdichtung gegen drückendes Wasser und somit ohne Dränage ist zu beachten, dass sich zulaufendes Wasser im Arbeitsraum ansammeln kann, sodass ein Wasserstand auf Geländehöhe anzusetzen ist.

6 Bewertung Bodenaushub

Im Bereich der geplanten Baumaßnahme wurde aufgefülltes oder umgelagertes Material erbohrt. Da es sich dabei nicht um den natürlich anstehenden Boden handelt, ist ggf. eine abfallbezogene Untersuchung zur Überprüfung der Möglichkeiten zur Verwertung/Entsorgung erforderlich.

Auffüllungen weisen häufig eine inhomogene, kleinräumig wechselnde Zusammensetzung auf. Sollte beim Aushub aufgefülltes Material auftreten, so ist dieses separat gesichert (z. B. in wasserdichten Containern) zu lagern. Für die weiteren erforderlichen Maßnahmen zum fachgerechten Handling der vorgefundenen Situation ist die Kühn Geoconsulting GmbH hinzuzuziehen. Die Aushubarbeiten sind jeweils zu unterbrechen, damit keine Folgeschäden (z.B. Vermischung unterschiedlich belasteter Belastungschichten) verursacht werden.

Die Untersuchung des Bodens erfolgt nach dem untergesetzlichen Regelwerk, der LAGA - Richtlinie M 20¹, zur Überprüfung einer möglichen Wiederverwertung. **Sofern die Konzentrationsvorgaben der Zuordnungsklassen der o.g. LAGA-Richtlinie überschritten werden, ist eine Verwertung nicht möglich. Für diesen Fall muss eine Untersuchung gemäß Deponieverordnung (DepV, 2009)² durchgeführt werden.**

Für die zuvor aufgeführten abfallbezogenen Untersuchungen (Analytik) und Bewertungen steht Ihnen die Kühn Geoconsulting GmbH gerne zur Verfügung.

Im Rahmen jedes Bauantrags ist die Bezirksregierung Düsseldorf – Kampfmittelbeseitigungsdienst Rheinland zu beteiligen. Die Anfrage muss über das Ordnungsamt der zuständigen Gemeinde gestellt werden, wobei ein Plan mit Flurstücksnummer, Flur und der Gemarkung übersandt werden muss, in dem das geplante BV eingetragen ist.

¹ **LAGA - Richtlinie:** Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen und Abfällen - Technische Regeln; Mitteilungen der LAGA M 20; Stand: 06.11.2003 bzw. 05.11.2004.

² **Deponieverordnung 2009** - Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung) DepV vom 27.04.2009; BGBl I Nr. 22 vom 29.04.2009, S. 900

7 Schlussbemerkung

Die Beschreibung der Boden- und Grundwasserverhältnisse beruht auf punktuellen Aufschlüssen, zwischen denen linear interpoliert wurde. Abweichungen in Bereichen zwischen den Untersuchungspunkten können nicht ausgeschlossen werden.

Der Untersuchungsumfang, die Untersuchungstiefe und die Aussagen im Baugrundgutachten beziehen sich auf den mitgeteilten Planungsstand und die zur Verfügung gestellten Planunterlagen.

Die im Gutachten getroffenen Aussagen beziehen sich nur auf die Einstufung des Bodens bezüglich seiner Eignung als Baugrund. Eine Altlastuntersuchung war nicht beauftragt.

Die Angaben zu den Bodenklassen basieren auf der VOB 2012. Die Einteilung in Homogenbereiche nach VOB, Ergänzungsband 2015, erfolgte auf Grundlage der für das o.g. Baugrundgutachten durchgeführten Geländeuntersuchungen und Laborarbeiten. Da nach der VOB, Ergänzungsband 2015, hierfür ein höherer Untersuchungsaufwand vorgegeben ist, kann die Einteilung in Homogenbereiche nur näherungsweise erfolgen

Aufgrund der Hanglage, dem Einschnitt des geplanten Gebäudes in das Gelände sowie des Schichtwassers werden eine Baugrubenplanung sowie eine Standsicherheitsberechnung der rückwärtigen Böschung notwendig werden. Wir empfehlen zudem die Durchführung von 4-5 Schürfen zur Ermittlung des Schichtwasserandrangs und zur ergänzenden Beurteilung der Böden.

Es werden zudem für die Planung des Verbaus sowie ggf. für die Gründung über Pfähle o. Ä. ergänzende Bohrungen, ggf. auch Großbohrungen, notwendig werden.

Dem Baugrundgutachter muss Gelegenheit zur Überprüfung des Baugrunds während der Aus-
hubarbeiten gegeben werden. Die Gründungssohlen sind vom Baugrundgutachter abzuneh-
men.

Bonn, 31.05.2019

Kühn Geoconsulting GmbH



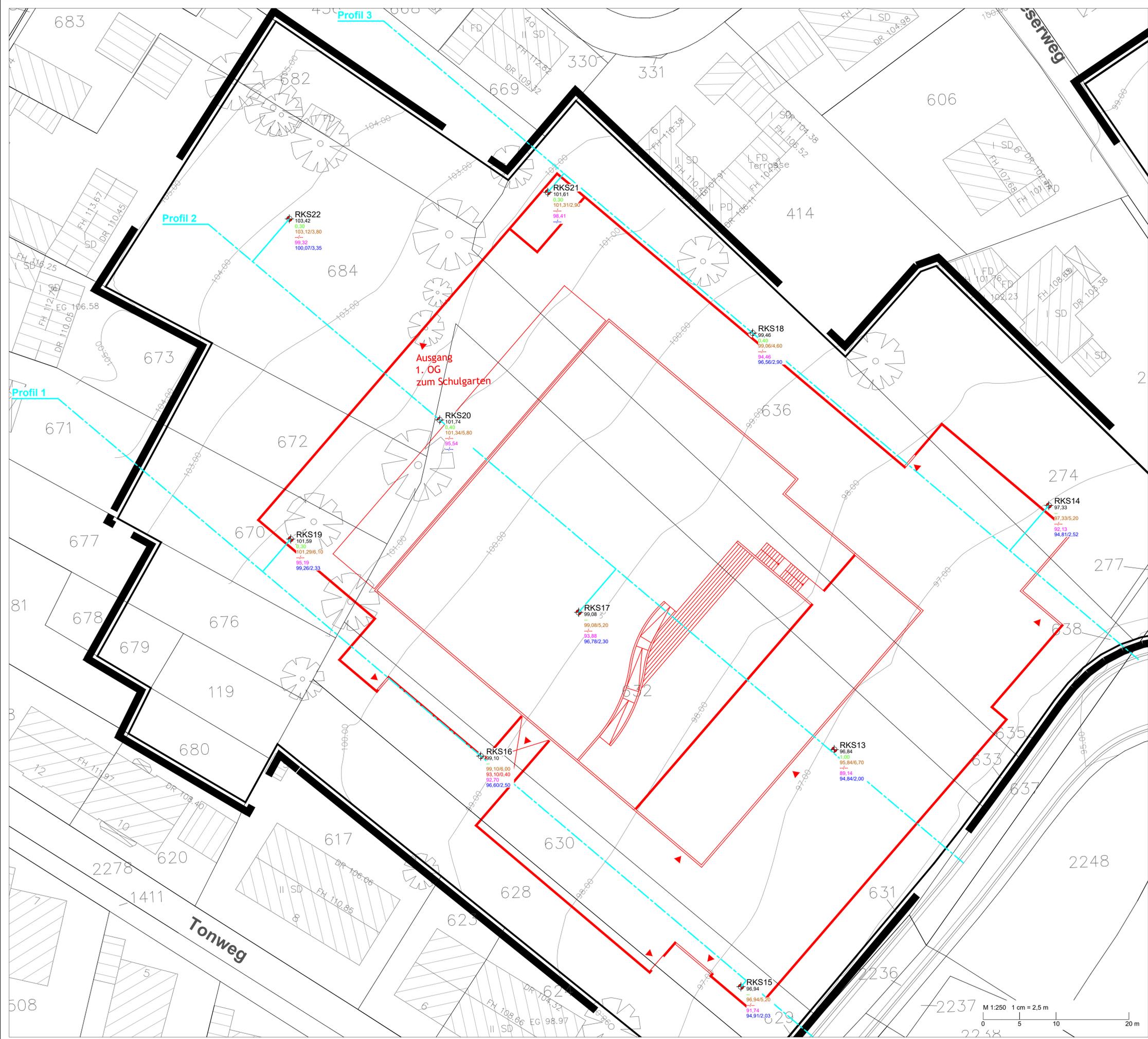
.....
Dipl.-Geol. Stefan Oesinghaus
Geschäftsführender Gesellschafter



.....
MARIUS RÖMER, M.Sc. Geow.
Projektleiter Baugrund

Anlagen: 1 Lageplan
 2 Profile
 3 Labor (Kornverteilung)
 4 Grundbruch-/Setzungsberechnungen
 5 Ergebnisse Betonaggressivität Boden

∅ - Träger der Freien Christlichen Schulen Bonn/Rhein-Sieg, Herr Andreas Wiegel
 3 x per Post (Buntspechtweg 1, 53123 Bonn)
 1 x per E-Mail (Andreas.wiegel@fcsb.de)



Zeichenerklärung

- + **RKS16** Lage und Nummer der Rammkernsondierung
- 99,10 Höhe des Ansatzpunktes [m ü. NN]
- Dicke Auffüllung [m]
- 99,10/6,00 OK Deckschichten [m ü. NN] / Dicke [m]
- 93,10/0,40 OK Kiessand [m ü. NN] / Dicke [m]
- 92,70 OK Tertiär [m ü. NN]
- 96,60/2,50 Wasserstand [m ü. NN] / unter GOK [m]

- - - **Profil 1** Lage und Nummer des Bohrprofils
- Neubau



D				
C				
B				
A				
INDEX	Art der Änderung	Datum	Name	

Projekt / Bauvorhaben:
Freie Christliche Schule
 Im Klostergarten,
 Alfter Oedekoven

Auftraggeber / Bauherr:
Träger der freien christlichen Schulen Bonn/Rhein-Sieg e.V.
 Buntspechtweg 1
 53123 Bonn

Planverfasser:
KÜHN Geoconsulting GmbH
 Auf der Kaiserfuhr 39
 D-53127 Bonn

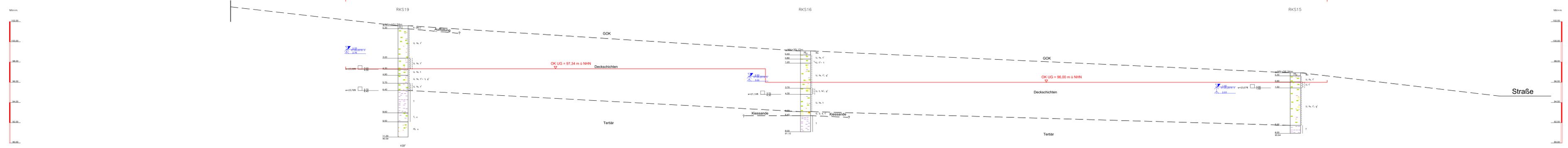
Tel.: +49 228 98972-0
 Fax.: +49 228 98972-11
 www.geoconsulting.de

Planbenennung:
Lageplan

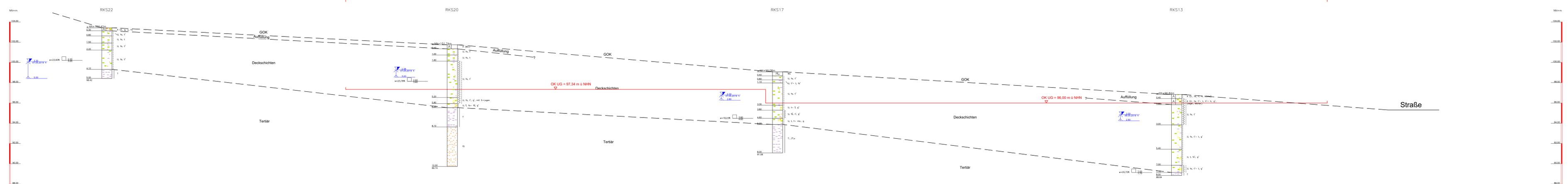
Gutachten / Planungsstand:
Baugrundgutachten G01 - Schulgebäude
 Plan erstellt nach Vorlagen von:

Anmerkungen: Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen. Alle Höhen nach Bauvolumenwert, kein Vermesseraufmaß.	Bearbeitung: M. Römer	Plannamen: 2150034_BG_G01_A1	Datum: 24.05.2019
Zeichnung: J. Kubsch	Plangröße: 845 x 590	Maßstab: 1 : 250	Anlage: 1

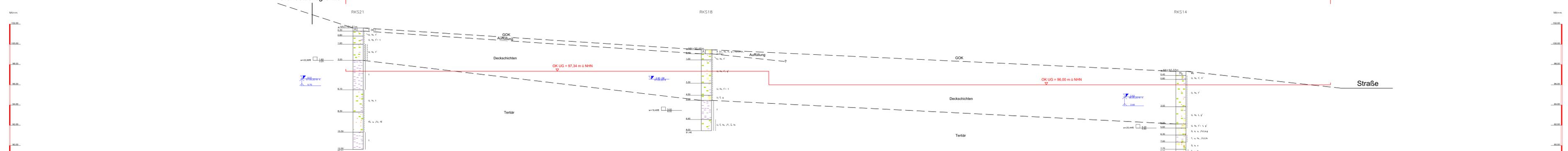
Profil 1



Profil 2



Profil 3



Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodenarten nach DIN ISO 14688-1

Mutterboden	Mu	[Symbol]	Felsarten nach DIN ISO 14689-1	Fels, allgemein	Z	[Symbol]
Auffüllung	A	[Symbol]	Fels, verwittert	Zv	[Symbol]	
Ton	T	[Symbol]	Kongl. / Breccie	Kgl	[Symbol]	
Schluff	U	[Symbol]	Sandstein	Sst	[Symbol]	
Sand	S	[Symbol]	Felsandstein	Fst	[Symbol]	
Kies	G	[Symbol]	Schuffstein	Sst	[Symbol]	
Steine	X	[Symbol]	Tonstein	Tst	[Symbol]	
Blocke	Y	[Symbol]	Mergelstein	Mst	[Symbol]	
Lehm	L	[Symbol]	Kalkstein	Kst	[Symbol]	
Müde	F	[Symbol]	Gneis	Gst	[Symbol]	
Tuff	H	[Symbol]	Basalt	Bst	[Symbol]	
Braunkohle	Bk	[Symbol]	Tuff	Tst	[Symbol]	
mit Bräunungserschichten	Bk	[Symbol]	Küffung	Kü	[Symbol]	
			stark küffig	Kü	[Symbol]	
			stark stark küffig	Kü	[Symbol]	

Korngrößen

klein	f	[Symbol]	Grundwasser angebohrt	[Symbol]
mittel	m	[Symbol]	Grundwasser nach Bohrende	[Symbol]
groß	g	[Symbol]	Ruhewasserstand	[Symbol]
stark (>15%)	+	[Symbol]	Schichtwasser	[Symbol]
stark (ca. 30-40%)	++	[Symbol]	Grundwasserstand	[Symbol]
stark	+++	[Symbol]	Grundwasser, versickert	[Symbol]

Nebenanteile

dreifach	Drg	[Symbol]	Feuchtigkeit	F	[Symbol]
wach	Wch	[Symbol]	Schichtgrenzen, interpoliert	[Symbol]	
stark	Stk	[Symbol]	Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476	[Symbol]	
halbfest	Hst	[Symbol]	Wasserprobe	[Symbol]	
fest	Fst	[Symbol]	Güterprobe	[Symbol]	
			kein Bohrfortschritt	KBF	[Symbol]
			kein Rammfortschritt	KRF	[Symbol]

INDEX

Projekt / Bauvorhaben:	Art der Änderung	Datum	Name
Freie Christliche Schule Im Klostergarten, Altehr Oideckoven			
Auftraggeber / Bauherr:			
Träger der freien christlichen Schulen Bonn/Rhein-Sieg e.V. Buntspechtweg 1 53123 Bonn			
Planverfasser:			
KÜHN Geoconsulting GmbH Auf der Kaiserfurth 39 D-53127 Bonn			
Planbenennung:			
Profile 1 - 3			
Anmerkungen:			
Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen. Alle Höhen nach Bauverleiment, kein Vermesseraufmaß.			
Baugrundgutachten G01 - Schulgebäude			
Plan erstellt nach Vorlagen von:			
Bearbeitung: M. Römer	Plannamen:	2150034_BG_G01_A2	Datum: 24.05.2019
Zeichnung: J. Kubesch	Plangröße:	1770 x 585	
Projekt-Nr.: 2150034	Maßstab:	1:100	Anlage: 2

Auf der Kaiserfuhr 39
53127 Bonn
Tel.: (0228) 98972-0
Fax: (0228) 98972-11
www.geoconsulting.de

Prüfungsnr.: 2150034
Anlage: 3.1
zu: 2150034_BG_G01

Bestimmung der Korngrößenverteilung
kombinierte Sieb-/Schlamm-analyse
nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungsnr.: 2150034
Bauvorhaben: Schule im Klostergarten Oedekoven
(Schulgebäude)
Ausgeführt durch: He
am: 24.05.2019
Bemerkung:

Entnahmestelle: Probe 15/4
Station: m rechts der Achse
Entnahmetiefe: m unter GOK
Bodenart:
Art der Entnahme:
Entnahme am: durch:

Sieb-analyse:

Einwaage Siebanalyse me: 9,60 g %-Anteil der Siebeinwaage $me' = 100 - ma'$ me': 7,38
Abgeschlammter Anteil ma: 120,40 g %-Anteil der Abschlämzung $ma' = 100 - me'$ ma': 92,62
Gesamtgewicht der Probe mt: 130,00 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	0,00	0,00	100,0
3	16,000	0,00	0,00	100,0
4	8,000	1,70	1,31	98,7
5	4,000	1,60	1,23	97,5
6	2,000	1,10	0,85	96,6
7	1,000	0,90	0,69	95,9
8	0,500	0,80	0,62	95,3
9	0,250	0,70	0,54	94,8
10	0,125	0,80	0,62	94,2
11	0,063	2,00	1,54	92,6
	Schale	0,00	0,00	92,6

Summe aller Siebrückstände: S = 9,60 g Größtkorn [mm]: 16,00

Siebverlust: SV = me - S = -0,00 g

SV' = (me - S) / me * 100 = -0,00 %

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	15,83
Schluff	76,40
Sandkorn	4,37
Feinsand	2,39
Mittelsand	0,83
Grobsand	1,15
Kieskorn	3,40
Feinkies	1,59
Mittelkies	1,81
Grobkies	0,00
Steine	0,00

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
10,0	
20,0	0,004
30,0	0,011
40,0	0,017
50,0	0,023
60,0	0,029
70,0	0,032
80,0	0,040
90,0	0,057
100,0	15,619

Bemerkungen:

Auf der Kaiserfuhr 39
53127 Bonn
Tel.: (0228) 98972-0
Fax: (0228) 98972-11
www.geoconsulting.de

Prüfungsnr.: 2150034
Anlage: 3.1
zu: 2150034_BG_G01

Bestimmung der Korngrößenverteilung
kombinierte Sieb-/Schlamm-analyse
nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungsnr.: 2150034
Bauvorhaben: Schule im Klostergarten Oedekoven
(Schulgebäude)
Ausgeführt durch: He
am: 24.05.2019
Bemerkung:

Entnahmestelle: Probe 15/4
Station: m rechts der Achse
Entnahmetiefe: m unter GOK
Bodenart:
Art der Entnahme:
Entnahme am: durch:

Aräometer Nr. : 9

Meniskuskorrektur mit Dispergierungsmittel: $C_m = -0,5000$ Dest. Wasser

Ermittlung der Trockenmasse

Durch Trocknen (nach der Schlamm-analyse)

Behälter Nr.: Trockene Probe + Behälter md + mB 880,14 g
Korndichte ρ_s : 2,650 g/cm³ Behälter mB 840,62 g
Referenzwert R'_0 : 0,000 Trockene Probe md 39,52 g
Referenzwert $R_0 = R'_0 + C_m$: -0,500 $\mu = md * (\rho_s - 1) / \rho_s = 100\%$ der Lesung 24,61 g
 $a = 100 / \mu * (R + C_\theta) = 4,06 * (R + C_\theta) \%$ von md

Uhrzeit Vorgabe:	Abgelaufene Zeit s/m/h/d	Aräometer- lesung $R' = (\rho' - 1) * 10^3$	Lesung + Meniskuskorr. $R = R' + C_m$	Korndurch- messer d [mm]	Temperatur θ [°C]	Tauch- tiefe H_r [mm]	Korr.Lesung $R + C_\theta$	Schlamm- probe a [%]	Gesamt- probe a_{tot} [%]
08:15:00									
08:15:30	30 s	21,50	21,00	0,0712	19,0	132,99	21,50	87,37	92,60
08:16:00	1 m	20,00	19,50	0,0515	19,0	139,20	20,00	81,28	86,14
08:17:00	2 m	18,10	17,60	0,0375	19,0	147,07	18,10	73,56	77,96
08:20:00	5 m	12,40	11,90	0,0255	19,0	170,69	12,40	50,39	53,41
08:30:00	15 m	8,80	8,30	0,0154	19,0	185,60	8,80	35,76	37,90
09:00:00	45 m	5,70	5,20	0,0091	19,5	198,45	5,70	23,16	24,55
10:15:00	2 h	5,10	4,60	0,0056	19,5	200,93	5,10	20,73	21,97
14:15:00	6 h	4,20	3,70	0,0033	19,5	204,66	4,20	17,07	18,09
08:15:00	1 d	3,50	3,00	0,0017	18,7	207,56	3,50	14,22	15,07

Bemerkungen:

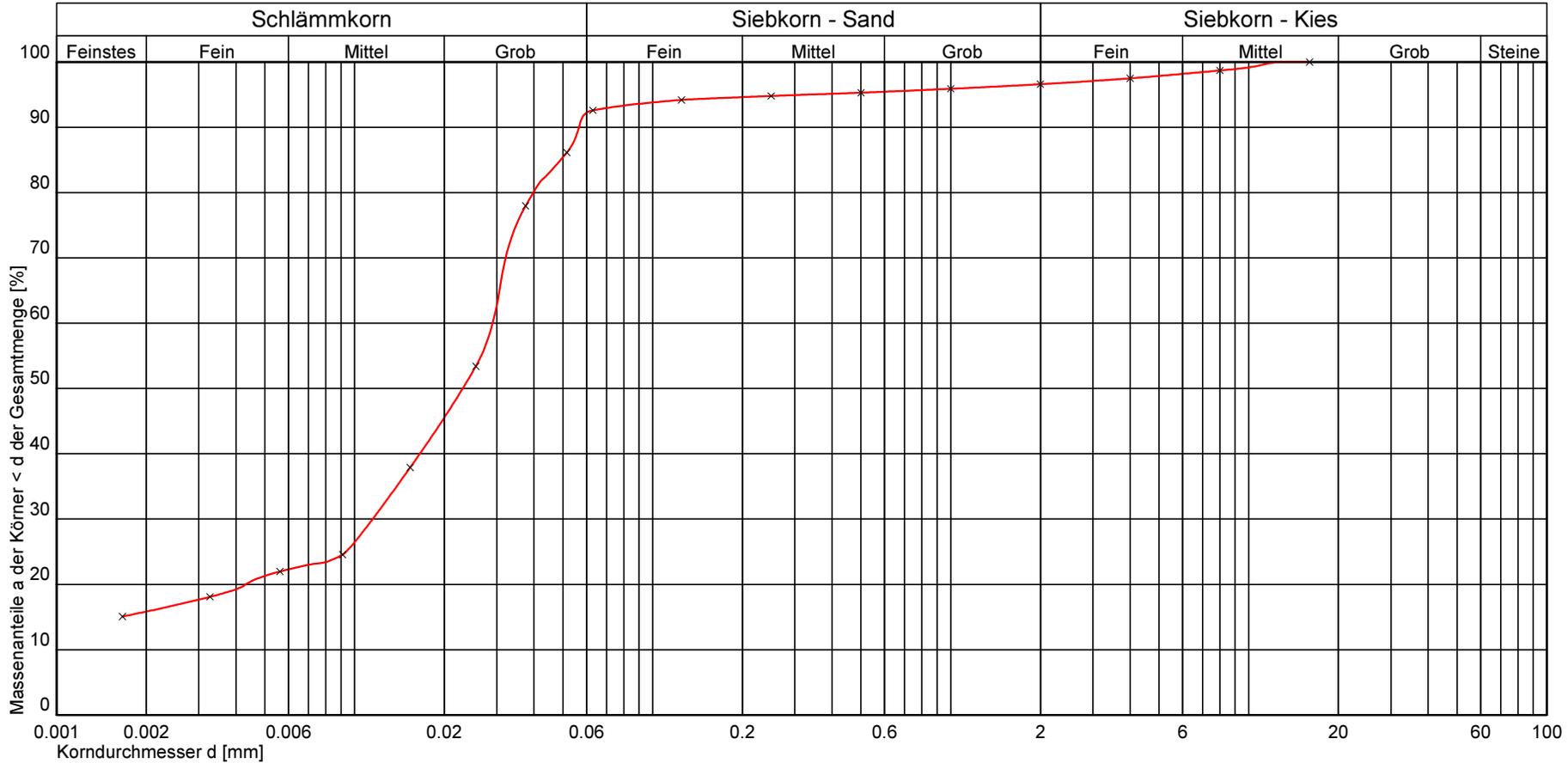
Prüfungs-Nr.: 2150034
 Bauvorhaben: Schule im Klostergarten Oedekoven
 (Schulgebäude)
 Ausgeführt durch: He
 am: 24.05.2019
 Bemerkung:

Bestimmung der Korngrößenverteilung
kombinierte Sieb-/Schlamm-analyse
 nach DIN EN ISO 17892-4

Entnahmestelle: Probe 15/4
 Station: m rechts der Achse
 Entnahmetiefe: m unter GOK
 Bodenart:
 Art der Entnahme:
 Entnahme am: durch:

Auf der Kaiserfuhr 39
 53127 Bonn
 Tel.: (0228) 98972-0
 Fax: (0228) 98972-11
 www.geocoonsulting.de

Prüfungsnr.: 2150034
 Anlage: 3.1
 zu: 2150034_BG_G01



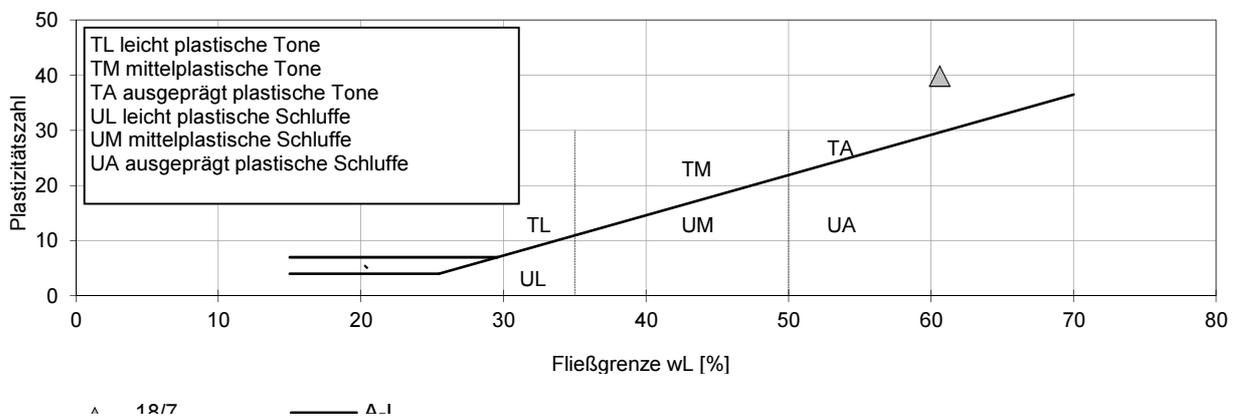
Kurve Nr.:						Bemerkungen
Arbeitsweise						
$C_U = d_{60}/d_{10} / C_C / \text{Median}$						
Bodengruppe (DIN 18196)	UL					
Geologische Bezeichnung						
kf-Wert	$1,897 \cdot 10^{-6}$ [m/s] nach Seelheim					
Kornkennziffer	2 8 0 0 0 U,t					

Freie Christliche Schulen Bonn/Rhein-Sieg-Kreis
 Neubau Schulgebäude "Im Kloostergarten" in Alfter-Oedekoven

Tab. 1: Bestimmung der Konsistenzgrenzen n. DIN 18122

Proben-Nr.	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Überkorn \ddot{u} [%]	Plastizitätszahl I_P ($I_P = w_L - w_P$)	Bemerkungen
18/7	60,6	20,8	0,1	39,8	Tertiär

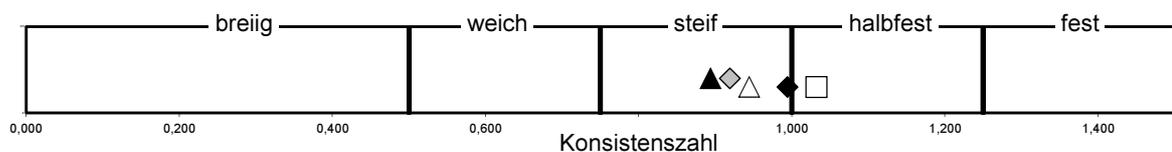
Bild 1: Darstellung im Plastizitätsdiagramm



Tab. 2: Bestimmung der Wassergehalte n. DIN 18121 und Ermittlung der Konsistenz

Proben-Nr.	Wassergehalt		Konsistenzzahl I_c ($I_c = (w_L - w_{\ddot{u}}) / I_P$)	Konsistenz n. DIN 18122	Bemerkungen
	w [%]	w _ü [%]			
18/7	19,5	19,5	1,032	halbfest	
	21,0	21,0	0,994	steif	
	23,0	23,0	0,944	steif	
	24,0	24,0	0,919	steif	
	25,0	25,0	0,894	steif	

Bild 2: Darstellung der Konsistenzen im Konsistenzbalken n. ATTERBERG



Bemerkung: ws näherungsweise = 1,25 (n. Schultz/Muhs 1967)

Gründung im Bodenaustausch über den Deckschichten

Einbindetiefe: $\geq 0,80$ m (Streifenfundamente)



Kühn Geoconsulting
Auf der Kaiserfuhr 39
53127 Bonn

BV: Schulgebäude
Freie Christliche Schulen Bonn / Rhein-Sieg

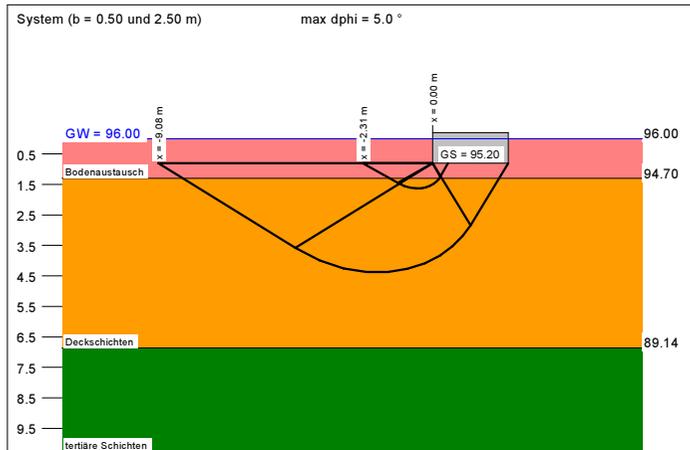
Bericht Nr.
2150034 BG G01
Anlage Nr.
4.1

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.000

$\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.000$
Oberkante Gelände = 96.00 m
Gründungssohle = 95.20 m
Grundwasser = 96.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Datei: 2150034BG_G01_A4.1_SF_0,8m.gdg
— aufnehmbare Sohldruck
— Setzungen

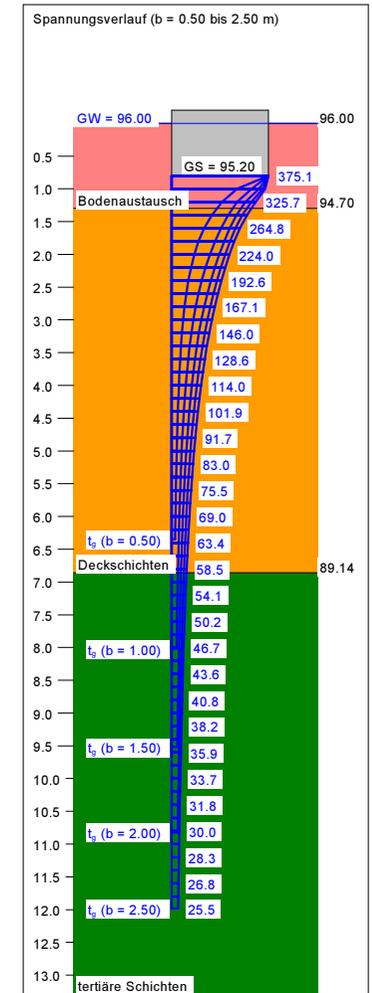
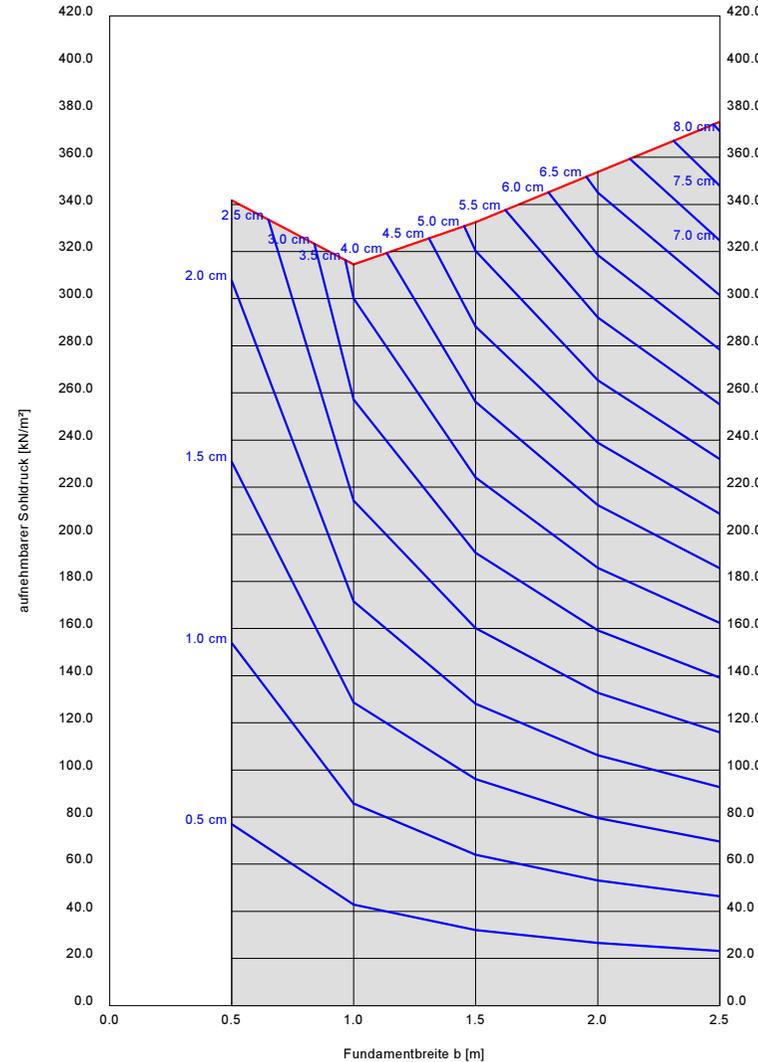
Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	94.70	20.0	12.0	37.5	1.3	100.0	0.00	Bodenaustausch
	89.14	19.5	9.5	26.3	10.0	10.0	0.00	Deckschichten
	<89.14	21.5	11.5	25.0	22.5	35.0	0.00	tertiäre Schichten

Oberkante Gelände = 96.00 m



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_0 [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	341.7	170.8	2.22	31.2 *	5.92	11.39	9.60	6.35	1.63
10.00	1.00	314.5	314.5	3.67	28.2 *	7.73	10.67	9.60	8.02	2.29
10.00	1.50	332.5	498.7	5.19	27.4 *	8.45	10.33	9.60	9.52	2.98
10.00	2.00	353.7	707.4	6.66	27.1 *	8.82	10.14	9.60	10.82	3.67
10.00	2.50	375.1	937.6	8.09	26.9 *	9.05	10.03	9.60	11.98	4.37

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
zul $\sigma = \sigma_{01,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.00) = \sigma_{01,k} / 1.40$
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00



Eurofins Umwelt West GmbH - Vorgebirgsstrasse 20 - D-50389 - Wesseling

**Kühn Geoconsulting GmbH
Auf der Kaiserfuhr 39
53127 Bonn****Titel: Prüfbericht zu Auftrag 01928852**
Prüfberichtsnummer: AR-19-AN-020853-01**Auftragsbezeichnung: 2150034_Gesamtschule_Alfter****Anzahl Proben: 1**
Probenart: Boden
Probenahmedatum: 06.05.2019
Probenehmer: Auftraggeber**Probeneingangsdatum: 24.05.2019**
Prüfzeitraum: 24.05.2019 - 13.06.2019

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

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

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Tizian Bajon
Prüfleiter
Tel. +49 2236 897 205Digital signiert, 14.06.2019
Dr. Francesco Falvo
Prüfleitung

Probenbezeichnung	2150034_M P1
Probenahmedatum/ -zeit	06.05.2019
Probennummer	019109387

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

Probenvorbereitung Feststoffe

Fraktion < 2 mm	AN	LG004	DIN ISO 11464: 2006-12	0,1	%	90,3
Fraktion > 2 mm	AN	LG004	DIN ISO 11464: 2006-12	0,1	%	9,7

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	LG004	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	84,3
--------------	----	-------	-----------------------	-----	-------	------

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

Säuregrad nach Baumann Gully	FR/f	JE02	DIN 4030-2: 2008-06	4	ml/kg TS	< 4
---------------------------------	------	------	---------------------	---	----------	-----

Anionen aus der Originalsubstanz

Sulfid, gesamt	FR/f	JE02	DIN 4030-2: 2008-06	5,0	mg/kg TS	24
----------------	------	------	---------------------	-----	----------	----

Anionen aus dem Salzsäureauszug nach DIN 4030-2: 2008-06

Sulfat (SO ₄)	AN	LG004	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	20	mg/kg TS	170
---------------------------	----	-------	------------------------------------	----	----------	-----

Anionen aus dem Heißwasser-Auszug

Chlorid (Cl)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	25	mg/kg TS	< 25
--------------	----	-------	--------------------------------	----	----------	------

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

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

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die mit JE02 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.