

Aufbau- und Entwicklungsgesellschaft Bad Neuenahr-Ahrweiler mbH

Neubau Grundschule Bad Neuenahr-Ahrweiler

***Weststraße 27
in 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler***

**Geotechnischer Bericht
(Baugrundgutachten)**

Projekt - Nr. 2240116 BG G02a

Bonn, 29.04.2025

Vera Döttling, M.Sc. Geow.

Inhaltsverzeichnis

<u>1 Auftrag und Unterlagen</u>	<u>2</u>
<u>2 Durchgeführte Untersuchungen</u>	<u>3</u>
<u>3 Untersuchungsergebnisse</u>	<u>4</u>
3.1 Morphologie, Historie, Geplante Gebäude und Geologie.....	4
3.1.1 <i>Morphologie, derzeitige Nutzung</i>	4
3.1.2 <i>Geplante Gebäude</i>	4
3.1.3 <i>Geologie und Erdbeben</i>	5
3.1.4 <i>Geotechnische Kategorie</i>	6
3.2 Hydrogeologie.....	6
3.2.1 <i>Messung in den Bohrungen</i>	6
3.2.2 <i>Bewertung Grundwasser-/Ahrwasserstand</i>	7
3.3 Schichtbeschreibung.....	7
3.3.1 <i>Auffüllung</i>	7
3.3.2 <i>Deckschichten (Hochflutlehme)</i>	9
3.3.3 <i>Kiessande (Ahrschotter)</i>	11
3.3.4 <i>Charakteristische Baugrundkennwerte und Bodenklassen</i>	12
<u>4 Gründung</u>	<u>14</u>
4.1 Gründungssituation.....	14
4.2 Gründungstechnische Bewertung des Untergrundes (Tragfähigkeit)	14
4.3 Gründungsempfehlungen	15
4.4 Gründung des Gebäudes auf/ in den Kiessanden (Anlage 3).....	16
4.4.1 <i>Gründung über Einzel- und Streifenfundamente in/auf den Kiessanden</i>	16
4.4.2 <i>Gründung über Fundamentvertiefung durch Brunnenfundamente auf/in den Kiessanden</i>	18
<u>5 Hinweise zur Bauausführung</u>	<u>19</u>
5.1 Aushub	19
5.2 Planum.....	20
5.3 Baugrubensituation	20
5.4 Bauzeitliche Böschungen.....	21
5.5 Hinweise zum Bereich der Bestandsbebauung	21
5.6 Fundamentvertiefungen	22
5.7 Wiederverfüllung/Flächenaufbau/Bodenaustausch	23
5.8 Wasserhaltung	23
5.8.1 <i>Niederschlagswasser</i>	23
5.8.2 <i>Grund- und Oberflächenwasser/ Einfluss der Ahr</i>	24
5.8.3 <i>Hochwasser</i>	25
5.9 Beweissicherung und Kampfmittel.....	26
5.10 Abdichtung, Drainage und Auftriebssicherheit	26
<u>6 Bewertung Bodenaushub</u>	<u>27</u>
<u>7 Schlussbemerkung</u>	<u>28</u>

1 Auftrag und Unterlagen

Am 17.02.2025 beauftragte die Aufbau- und Entwicklungsgesellschaft Bad Neuenahr-Ahrweiler über das Projektmanagement Hitzler Ingenieure, Koblenz die Kühn Geoconsulting GmbH, aufbauend auf die bereits durchgeführten Voruntersuchungen ergänzende geotechnische Geländeuntersuchungen durchzuführen, und einen geotechnischen Bericht (Baugrundgutachten) zu erstellen. Geplant ist der Neubau der durch das Ahrhochwasser beschädigten Grundschule Bad Neuenahr-Ahrweiler. Die im Zuge der Voruntersuchungen durchgeführten Erkundungsergebnisse fließen in vorliegenden Bericht mit ein.

Zur Erstellung dieses Berichtes standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung, bzw. wurden für die Bearbeitung zu Grunde gelegt:

[U 1]: Kühn Geoconsulting GmbH

Orientierendes Baugrundgutachten (Voruntersuchung, 1. Bericht)
Projekt-Nr. 2240116BG_G01
Stand: 08.07.2024
sowie die darin zugrunde liegenden Unterlagen

[U 2]: Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler, Eigenbetrieb Abwasserwerk

Leitungsplan „LP-Weststraße“
Stand März 2025

[U 3]: Behnisch Architekten Atelier Weimar Gbr, Weimar

Aktualisierte Planunterlagen:
Grundrisse (Vorabzug): EG, 1.OG, 2.OG; Maßstab jeweils 1:100
Schnitte: AA, BB; Maßstab 1:100
Stand 13.03.2025
erhalten am 17.03.2025 über digitalen Projektserver

[U 4]: Behnisch Architekten Atelier Weimar Gbr, Weimar

Projektdokumentation
Stand 13.03.2025 // Abschluss Leistungsphase 1

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

2 Durchgeführte Untersuchungen

Am 06.03. und 07.03.2025 wurden auf dem Grundstück 7 Rammkernsondierungen (RKS 101 bis RKS 107) sowie 7 schwere Rammsondierungen (DPH 101 bis DPH 107) mit Tiefen von jeweils 6,00 m durchgeführt. Die Bohr- und Rammansatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Höhenbezugspunkt ist ein Kanaldeckel („KD“, siehe Anlage 1), für den in [U 2] eine Höhe von 95,07 m ü. NHN angegeben ist. Dieser Höhenbezugspunkt wurde auch für die bereits 2024 durchgeführten Voruntersuchungen (RKS 1 bis RKS 6, DPH 1 und DPH 2) übernommen, für die zum damaligen Zeitpunkt keine absoluten Höhen vorlagen und nur relative Höhen auf ebd. Kanaldeckel eingemessen wurden (s. [U 1]).

Alle Maße und Höhen sind vor Baubeginn und im Zuge der weiteren Planung verantwortlich zu überprüfen.

An fünf Bodenproben aus den neu durchgeführten Bohrungen wurden im geotechnischen Labor die des natürlichen Wassergehaltes (nach DIN EN ISO 17892-1:2022-08) und an zwei davon außerdem eine Konsistenzgrenzenbestimmung (nach DIN EN ISO 17892-12:2020-07) durchgeführt. Weiterhin wurde an zwei Proben eine Bestimmung des organischen Gehaltes (Glühverlust, nach DIN 18128) durchgeführt. Die bodenmechanischen Laborversuche wurden beim Lehrstuhl Geotechnik im Bauwesen an der RWTH Aachen durchgeführt.

Die Untersuchungsergebnisse sind in den Anlagen 1 (Lageplan), 2 (Bohrprofile), 3 (Ergebnisse Konsistenzgrenzenbestimmung) und 4 (Grundbruch-/Setzungsberechnungen) dargestellt.

Es ist festzustellen, dass uns die aktualisierten Unterlagen ([U 3], [U 4]) zum geplanten Grundriss des Erdgeschosses erreichten, nachdem die Geländeuntersuchungen bereits beendet waren. Aus diesem Grund liegen die an den südwestlichen Grundstücksecken geplanten RKS 106 und RKS 107 nun eingerückt innerhalb des geplanten Neubaus. Für diesen Bereich ergibt sich dadurch eine Unschärfe.

3 Untersuchungsergebnisse

3.1 Morphologie, Historie, Geplante Gebäude und Geologie

3.1.1 Morphologie, derzeitige Nutzung

Der Untersuchungsbereich (Gemarkung Bad Neuenahr, Flur 12, Flurstück 726/90) liegt in zentraler Ortslage von Bad Neuenahr und befindet sich ca. 100 m Luftlinie nördlich der Ahr, zwischen der Weststraße und angrenzend an die Hemmesserstraße.

Die Geländehöhen liegen zwischen ca. 94,2 m ü. NHN und ca. 95,1 m ü. NHN. Der Bereich ist somit, über die gesamte Untersuchungsfläche betrachtet, relativ flach.

Nördlich und östlich des geplanten Neubaus befindet sich das L-Förmige Bestandsschulgebäude mit Unterkellerung. Nach Angaben der Projektdokumentation [U 4] befinden sich die Kellerräume im Rohbauzustand, da das Gelände im Jahr 2021 vom schweren Hochwasserereignis im Ahrtal betroffen war. Der östlich liegende Flügel des Bestandes soll abgerissen werden. Ein Teil des geplanten Neubaus liegt dann auf dem Bereich des zu verfüllenden Bestandskellers. Der übrige Teil des Neubaus liegt im Bereich des Schulhofs.

3.1.2 Geplante Gebäude

Der Bauherr plant nach [U 3] den Bau von zwei jeweils dreigeschossigen, nicht unterkellerten Gebäuden mit einem Verbindungsstück (Eingangsbereich/ Pausenhalle). Auf der Nordseite der Gebäude sind ab dem 1.OG auskragende Gebäudebereiche dargestellt (siehe [U 3], Schnitt BB), deren Lastabtrag in den Untergrund voraussichtlich über Stützen/ Einzelfundamente erfolgen wird.

Die Gebäudeausdehnung (Erdgeschoss) beträgt in Ost-West-Richtung maximal ca. 63 m und in Nord-Süd-Richtung ca. 36 m.

Das Gebäude schließt nicht an bestehende Gebäude an, sondern wird, nach dem Teilrückbau des Bestandsgebäudes, im südlichen Bereich des Schulgeländes freistehend errichtet.

Wie bereits im geotechnischen Untersuchungsbericht [U 1] beschrieben und untenstehend (Kapitel 4, Gründungsempfehlung) erläutert, wird im Folgenden für den geplanten Neubau eine Mindestgründungstiefe von **1,0 m unter Geländehöhe im Endzustand** angenommen. Daraus ergibt sich aus der in [U 3] angegebenen Höhe $\pm 0,00 = 95,60$ m ü. NHN, die nach der Darstellung in den Schnitten auch der finalen Geländehöhe entspricht, eine Mindestgründungstiefe von 94,60 m ü. NHN.

Unter Annahme dieser Höhen liegt das $\pm 0,00$ – Niveau damit oberhalb des aktuellen Geländes, und die o.g. Gründungstiefe etwa im Niveau der aktuellen Geländeoberkante bzw. zum Teil ebenfalls noch etwas höher.

Konkretisieren oder ändern sich die Höhen im Zuge der weiteren Planungen, so sind die im vorliegenden Bericht getroffenen Annahmen durch den geotechnischen Sachverständigen entsprechend anzupassen.

3.1.3 Geologie und Erdbeben

Nach der geologischen Karte, Blatt 5408 Ahrweiler, besteht der Felsuntergrund aus Bänderschiefer, Grauwackesandstein und Tonschiefer des Devon. Auf dem Felsuntergrund lagern Verwitterungsbildungen aus angewittertem und verwittertem Fels. Darüber folgen Kiessande (Ahrschotter), die von Deckschichten überdeckt werden. Im Untersuchungsbereich sind diese Deckschichten bindig ausgebildet, und werden daher im Folgenden auch als Hochflutlehm bezeichnet. Nach der geologischen Karte sind jedoch auch sandige Lagen (Hochflutsande) nicht auszuschließen. Durch die derzeitige und vorherige Nutzung findet sich außerdem aufgefülltes Material in wechselnder Dicke und Zusammensetzung. Neben dem Oberbau unter den befestigten Schulhofflächen war demnach im westlichen Bereich des Schulhofes (westlich von RKS 1 und RKS 2) nach Angaben des Hausmeisters früher einen Teich vorhanden, welcher heute verfüllt ist. Weiterhin werden in [U 4] Hinweise auf Kampfmittelverdachtsflächen gegeben, sodass ehemalige Gruben nicht auszuschließen sind. Des Weiteren sind im Nahbereich bestehender Gebäude Arbeitsraumverfüllungen zu erwarten. Daher sind grundsätzlich kleinräumig wechselnde Auffüllungsdicken auf dem Grundstück nicht auszuschließen.

Für die Einordnung in Erdbebenzonen nach DIN 4149 ist die Tabelle 2 zu beachten.

Tabelle 1: Angaben bezüglich Erdbeben (Karte zu den Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland zur DIN 4149, Blatt Rheinland Pfalz im Maßstab 1:300.000 (Ausgabe 2008) und DIN 4149:2005-04)

Gemarkung:	Bad Neuenahr	
Erdbebenzone:	1	
Untergrundklasse:	R	
Baugrundklassen:	B (verwitterter Fels, Kiessande)	C (Deckschichten/Hochflutablagerungen)

Im Bereich der Auffüllung finden sich z.T. Böden mit lockerer Lagerung nach Abs. 5.2.3 (2). Für diesen Bereich ist der Einfluss auf die Erdbebeneinwirkung gesondert zu untersuchen und zu bewerten.

Die im geotechnischen Bericht getroffenen Angaben zur Erdbebenzone und der Untergrundklassen sind durch den Tragwerksplaner bzw. durch die entsprechenden Fachplaner zu überprüfen.

3.1.4 Geotechnische Kategorie

Die geplante Bebauung ist nach den uns vorliegenden Unterlagen, unter Berücksichtigung der Untergrundverhältnisse, sowie unter Berücksichtigung der Bedeutungskategorie III nach DIN EN 1998-1:2010-12, Tabelle 4.3, der geotechnischen Kategorie GK 3 nach DIN 1054:2021 zuzuordnen.

3.2 Hydrogeologie

3.2.1 Messung in den Bohrungen

In den am 06.03. und 07.03.2025 durchgeführten Bohrungen wurden Grundwasserstände zwischen 2,5 m (RKS 105) und 4,5 m (RKS 101) unter GOK, bzw. zwischen 90,2 m ü. NHN und 91,8 m ü. NHN festgestellt.

Weiterhin muss mit witterungsbedingt auftretendem Schichtwasser- oder Stauwasser gerechnet werden, das sich auf geringdurchlässigen Lagen der Auffüllung und der Hochflutablagerungen aufstaut. Diese Stauwasserstände sind unabhängig von den jeweiligen Wasserständen in der Ahr und den Grundwasserständen im Kiessand. Ohne entsprechende Ableitung/Drainage kann nach starken Niederschlägen auch ohne Hochwassereinwirkung ein zeitweises Aufstauen bis zur Geländeoberkante nicht ausgeschlossen werden.

3.2.2 Bewertung Grundwasser-/Ahrwasserstand

Auch der Grundwasserstand wird vom Wasserstand der ca. 100 m entfernten Ahr sowie dem Wassergraben „Mühlenteich“ beeinflusst, der sich noch zwischen Ahr und dem Untersuchungsbereich befindet.

Bei anhaltend hohen Wasserständen in der Ahr bzw. im „Mühlenteich“ oder Überflutungen muss mit einem möglichen Anstieg des Grundwasserstandes bis zur Geländehöhe gerechnet werden. Zudem muss damit gerechnet werden, dass im Untergrund Umläufigkeiten vorhanden sind (z.B. alte Kanäle, Schächte), durch die ebenfalls ein Hochwasserzutritt erfolgen kann, welcher ebenfalls ggf. einen Anstieg bis zur Geländeoberkante zur Folge hat.

Das untersuchte Grundstück befindet sich laut GeoDatenArchitektur WASSER RHEINLAND-PFALZ, im gesetzlich festgesetzten Überschwemmungsgebiet der Ahr. Dies zeigte sich auch beim Hochwasserereignis im Jahr 2021, bei welchem das Grundstück unmittelbar betroffen war.

Nach Angaben in [U 4] werden die HQ 100- Höhen aus der Planauskunft der Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler (Stand 28.01.2025) als Planungsgrundlage herangezogen. Diese liegen nach der beigefügten Planübersicht ([U 4], S.17, Abbildung 9) bei bis zu ca. 95,6 m ü. NHN, und damit auf Höhe der Geländeoberkante im Untersuchungsbereich, bzw. einige dm darüber.

3.3 Schichtbeschreibung

3.3.1 Auffüllung

In allen im Baufeld durchgeführten Rammkernsondierungen, sowohl in den Voruntersuchungen aus 2024, als auch in den nun durchgeführten Untersuchungen, wurden aufgefüllte Böden angetroffen, deren Unterkante zwischen 1,20 m (RKS 4) und 4,40 m (RKS 107) unter der Geländeoberkante liegt.

Insgesamt setzt sich die Auffüllung aus kiesigen Sanden, schluffigen, sandigen Kiesen, tonigen, feinsandigen, tlw. humosen Schluffen und schluffigen Tonen zusammen. An Fremdbemengungen in der Auffüllung wurden Betonreste, Ziegelbruchstücke, Keramik, Glas und Schlacke vorgefunden.

RKS 102 und RKS 103 wurden dabei im Bereich der Arbeitsraumverfüllung des Bestandsgebäudes abgeteuft, das zurückgebaut werden soll.

In RKS 1, RKS 104 und RKS 107, wurde oberflächennah aufgefüllter humoser Oberboden (0,05 m – 0,20 m dick) festgestellt. Je nach Anspruch an die Qualität des humosen Oberbodens muss nach DIN 18 915 geprüft werden, inwieweit er ggf. für vegetationstechnische Zwecke geeignet ist.

In weiteren Bereichen des Schulhofs waren teilweise Pflastersteine, oder (in RKS 5 und RKS 6) Schwarzdecke als Oberflächenversiegelung vorhanden, unter der entsprechender Oberbau (Lava, Basaltschotter) erbohrt wurde.

Nach der Bohrgutansprache wurde für bindige Lagen der Auffüllung eine weiche bis zum Teil halbfeste Konsistenz festgestellt. Die Festigkeit nimmt insgesamt mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt des Materials ab. Für nicht bindige Auffüllung wurden teilweise, v.a. oberflächennah, locker- bis mitteldichte Lagerungen festgestellt. Zum Teil, v.a. auch im Bereich des Unterbaus von Pflaster, war auch eine mitteldichte bis dichte Lagerung vorhanden.

Da z.T. eine relativ dicke Auffüllung vorliegt, wurden auch an Proben der Auffüllung geotechnische Laboruntersuchungen durchgeführt, um zu prüfen, ob die Auffüllung ggf. Gründungsfähig ist. Die Untersuchungsergebnisse sind in folgender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 2: Ermittelte Ergebnisse¹ der natürlichen Wassergehalte und Konsistenzgrenzen, sowie Glühverluste in den aufgefüllten Böden

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Ansprache	Wassergehalt [%]	Plastizitätszahl [-]	Glühverlust [%]	Konsistenz nach Bohrgutansprache
3-4	2,10-2,60	A(U,t'-t)	26,2	--	--	steif
105-4	0,60-0,70	A (U, t', g-g*)	19,6	0,197	--	steif
101-7	1,20-1,60	A (U,t',g)	19,3	--	--	weich-steif
106-5	0,80-1,10	A (U, fms, g-g*, t')	21,6	--	--	steif
102-9	2,00-3,00	A (G,s,u,h')	--	--	11,9	--
107-7	1,30-1,70	A (S, g*, h, u')	--	--	4,52	--

¹ Die Untersuchungsergebnisse aus [U 1] sind ebenfalls noch einmal mit aufgeführt

Gemäß DIN 1054 sind nach der Glühverlustbestimmung die beiden untersuchten Proben als organogen einzustufen (Massenanteil organischer Anteile > 3%).

Die Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 17 892-12:2020-07 ergab für die repräsentative Probe (A (U,t',g-g*)) eine Einstufung als TM-Boden (Ton, mittelplastisch). Die Fließgrenze wurde bei $w_L = 39,5\%$ und die Ausrollgrenze wurde bei $w_P = 19,9\%$ ermittelt.

Es ist insgesamt zu festzustellen, dass die Auffüllung im Untersuchungsbereich sehr

inhomogen zusammengesetzt ist, und auch unterschiedliche Konsistenzen und Lagerungsdichten aufweist, was in den Ergebnissen der obenstehenden Tabelle, sowie in den begleitend durchgeführten schweren Rammsondierungen (DPH) noch einmal deutlich wird.

Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Auffüllung (nicht bindig)

Raumgewicht (erdfeucht)	18,0	-	20,0	kN/m ³
Raumgewicht (unter Auftrieb)	10,0	-	12,0	kN/m ³
Kohäsion	2,5	-	0,0	kN/m ²
Reibungswinkel	30,0	-	35,0	°
Steifeziffer	15,0	-	30,0	MN/m ²

Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Auffüllung (bindig)

Raumgewicht (erdfeucht)	18,0	-	20,0	kN/m ³
Raumgewicht (unter Auftrieb)	8,0	-	10,0	kN/m ³
Kohäsion	10,0	-	5,0	kN/m ²
Reibungswinkel			27,5	°
Steifeziffer	5,0	-	15,0	MN/m ²

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: Auffüllung (nicht bindig)

Raumgewicht	16,0	-	21,0	kN/m ³
Lagerungsdichte D	0,1	-	0,8	
Lagerungsdichte Steinlagen			>0,8	

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: Auffüllung (bindig)

Raumgewicht	17,0	-	21,0	kN/m ³
Undrainierte Scherfestigkeit	50,0	-	250,0	kN/m ²
Wassergehalte	10,0	-	30,0	%
Plastizitätszahl	5,0	-	20,0	%
Konsistenzzahl	0,5	-	1,25	

3.3.2 Deckschichten (Hochflutlehme)

Deckschichten in Form von Hochflutlehm wurden nur in den östlichen, bzw. südöstlichen Bohrungen RKS 4, RKS 5, RKS 6, RKS 103, RKS 104 sowie RKS 105 unterhalb der Auffüllung erbohrt. In den übrigen Untersuchungspunkten waren die Hochflutlehme vollständig durch aufgefüllte Böden substituiert.

Die Oberkante der Hochflutlehme liegt in o.g. Bohrungen zwischen 1,20 m (RKS 4) und 2,30 m (RKS 105) unter GOK bzw. zwischen 92,04 m ü. NHN (RKS 105) und 93,71 m ü. NHN (RKS 4).

Bei den Hochflutlehm handelt es sich um schwach tonige bis tonige, teilweise schwach feinsandige bis feinsandige Schluffe. Im Übergangsbereich zu den darunterliegenden Kiessanden wurden z.T. auch kiesige Bestandteile erbohrt.

Die Deckschichten sind insgesamt als sehr wasserempfindlich einzustufen und neigen daher bei Wasserzutritt zum Ausfließen und Aufweichen.

In der folgenden Tabelle werden die Ergebnisse der Untersuchungen im geotechnischen Labor zusammengefasst.

Tabelle 3: Ermittelte Ergebnisse¹ der natürlichen Wassergehalte und Konsistenzgrenzen in den Deckschichten

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Ansprache	Wassergehalt [%]	Plastizitätszahl [-]	Konsistenz nach Bohrgutansprache
3-5	3,40-3,80	U, fs, t'	29,2	--	steif
4-6	1,20-2,30	U, t-t*, g	16,7	--	halbfest
5-5	2,30-2,90	U, fs, t'	23,5	--	steif
6-7	3,00-3,70	U, fs, t'	33,4	--	weich
103-7	2,60-3,40	U, t'-t	37,8	0,246	steif
104-10	2,00-2,50	U, t'-t	26,7	--	steif

¹ Die Untersuchungsergebnisse aus [U 1] sind ebenfalls noch einmal mit aufgeführt

Die Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 17892-12:2020-07 an der Probe 103-7 ergab, dass das Material als UA-Boden (ausgeprägt plastische Schluffe) einzuordnen ist. Die Fließgrenze wurde bei $w_L = 60,3\%$, die Ausrollgrenze bei $w_p = 35,7\%$ ermittelt.

Bei o.g. Wassergehalten zeigen die Deckschichten eine überwiegend steife Konsistenz, vereinzelt können auch weiche Bereiche vorkommen.

Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Deckschichten (Hochflutlehm)
(bei mind. steifer Konsistenz)

Raumgewicht (erdfeucht)	19,0	-	20,0	kN/m ³
Raumgewicht (unter Auftrieb)	9,0	-	10,0	kN/m ³
Kohäsion	10,0	-	5,0	kN/m ²
Reibungswinkel	27,5	-	30,0	°
Steifeziffer	7,5	-	15,0	MN/m ²

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: Deckschichten (Hochflutlehm)

Raumgewicht	18,0	-	21,0	kN/m ³
Undrainierte Scherfestigkeit	50,0	-	250,0	kN/m ²
Wassergehalte	14,0	-	60,0	%
Plastizitätszahl	10,0	-	20,0	%
Konsistenzzahl	0,5	-	1,3	

3.3.3 Kiessande (Ahrschofter)

Unter der Auffüllung (östlicher Bereich) bzw. unter den Hochflutlehm (westlicher Bereich) stehen die Kiessande an. Die Oberkante Kiessande liegt damit zwischen 2,30 m (RKS 4) und 4,40 m (RKS 107) unter GOK, bzw. bezogen auf NHN zwischen 90,10 m ü. NHN (RKS 107) und 92,61 m ü. NHN (RKS 4).

Es handelt sich um sandige, teils schwach schluffige Kiese. Erfahrungsgemäß können in den Ahrschoffern zusätzlich auch lehmige Zwischenlagen oder steinige und verkittete Bereiche vorkommen. Nach den schweren Rammsondierungen sind die Kiessande mitteldicht bis dicht, bereichsweise auch sehr dicht gelagert.

An einer Probe, in der auch lehmige Bestandteile in den Kiessanden vorgefunden wurden, wurde im Zuge der Voruntersuchungen eine Wassergehaltsbestimmung durchgeführt. Hierbei wurde ein natürlicher Wassergehalt von 7,0 % festgestellt.

Geotechnische Kennwerte für den Entwurf: Kiessande

Raumgewicht (erdfeucht)	19,0	-	20,0	kN/m ³
Raumgewicht (unter Auftrieb)	11,0	-	12,0	kN/m ³
Kohäsion	2,5	-	0,0	kN/m ²
Reibungswinkel	35,0	-	40,0	°
Steifeiziffer	80,0	-	120,0	MN/m ²

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche: Kiessande

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

3.3.4 Charakteristische Baugrundkennwerte und Bodenklassen

Für die Berechnung nach DIN 1054:2021-04 können die folgenden mittleren Baugrundkennwerte angesetzt werden:

Tabelle 4: Charakteristische Baugrundkennwerte nach DIN 1054:2021-04

Bodenschicht	Wichte erdfeucht [kN/m³]	Wichte unter Auftrieb [kN/m³]	Kohäsion [kN/m²]	Reibungs- winkel [°]	Steife- modul [MN/m²]	k _r -Wert (abgeschätzt) [m/s]
Auffüllung	18,00	9,00	2,50	27,50	15,00	10 ⁻³ bis 10 ⁻¹¹
Hochflutlehme	19,50	9,50	7,50	28,75	10,00	10 ⁻⁸ bis 10 ⁻¹¹
Kiessande	19,50	11,50	1,25	37,50	100,00	10 ⁻³ bis 10 ⁻⁹ (Lehmlagen)

Tabelle 5: Bodenklassen nach DIN 18300 (2012)

Bodenschicht	Bodenklassen nach DIN 18 300 (2012)
Auffüllung	3 (nichtbindig) 4 (bindig) ggf. 1 (aufgefüllter Oberboden) ggf. 5-7 (Steine, Steinlagen, Blöcke)
Hochflutlehme	4 ¹⁾
Kiessande	3 [4 ¹⁾ Lehmlagen] [5-7 Stein- und Blocklagen, verkittete Bereiche]

Untergeordnete Klassen in []

¹⁾ Bkl. 4 Übergang in Bkl. 2 bei Vernässen möglich

Tabelle 6: Bodenklassen nach DIN 18 196, Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB17 und Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVA-StB 97/06

Bodenschicht	Bodenklassen nach DIN 18 196	Frostempfindlichkeits- klassen nach ZTVE- StB17	Verdichtbarkeits-klas- sen nach ZTVA-StB 97/06
Auffüllung	A: OH, UL/TL, GE; GW, SU	F1/F2 (nichtbindig) F3 (bindig)	V1/V2 (nichtbindig) V3 (bindig)
Hochflutlehme	UL/UM TL/TM	F3	V3
Kiessande	GE, GW, GU, SE, SW UL/TL, SU (Lehmlagen)	F1, F2 F3 (Lehmlagen)	V1, V2, V3 (Lehmlagen)

Tabelle 7: Bohrbarkeitsklassen und Zusatzklassen nach DIN 18 301 (2012)

Bodenschicht	Bohrbarkeitsklassen nach DIN 18 301 (2012)	Zusatzklassen nach DIN 18 301 (2012)
Auffüllung	BN1, BN2 (nichtbindig) BB2 ¹⁾ , BB3 (bindig)	BS1 bis BS4
Hochflutlehme	BB2 ¹⁾ , BB3	BS1 bis BS2
Kiessande	BN1, BN2 ggf. BB2, BB3 (Lehmlagen)	BS1 bis BS3

¹⁾Übergang BB2 zu BB1 möglich bei Wasserzutritt

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 2015/2019 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 18300-2015/2019 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 8: Homogenbereiche nach DIN 18300-2015/2019 und nach DIN 18301-2015/2019

Homogenbereiche* ¹ nach DIN 18 300 – 2015/2019	Homogenbereiche* ² nach DIN 18 301 – 2015/2019
Homogenbereich A 1 * ³ (aufgefüllte gemischtkörnige und bindige Böden)	Homogenbereich B 1 * ³ (aufgefüllte gemischtkörnige und bindige Böden)
Homogenbereich A 2 * ³ (Steine, Blöcke in der Auffüllung)	Homogenbereich B 2 * ³ (Steine, Blöcke in der Auffüllung)
Homogenbereich A 3 (bindige Deckschichten, Kiessande)	Homogenbereich B 3 (bindige Deckschichten, Kiessande)
Homogenbereich A 4 * ³ (Fließende Bodenarten ³ : bindige Böden mit flüssiger bis breiiger Konsistenz [Auffüllung, Deckschichten])	Homogenbereich B 4 * ³ (Fließende Bodenarten ³ : bindige Böden mit flüssiger bis breiiger Konsistenz [Auffüllung, Deckschichten])
Homogenbereich A 5 * ³ (Verkittete Bereiche der Kiessande)	Homogenbereich B 5 * ³ (Verkittete Bereiche der Kiessande)

- *¹ Aushub mit Bagger (Homogenbereiche A1 – A5, A = Aushub)
- *² Bohrungen mit Drehbohranlage (Homogenbereiche B1 – B5, 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

4 Gründung

4.1 Gründungssituation

Der Bauherr plant den Neubau eines nicht unterkellerten Gebäudes. Wie bereits in [U 1] beschrieben, stellt die Gründung eines Gebäudes ohne Keller in einem Überflutungsgebiet besondere Anforderungen an die Fundamentplanung und den Hochwasserschutz. Da das Gebäude in einem Überflutungsgebiet errichtet wird, ist es erforderlich, die Gründungstiefe und -höhe entsprechend anzupassen. Grundsätzlich empfehlen wir daher zusätzlich zur für diese geographische und topographische Lage übliche empfohlene frostfreie Mindesteinbindetiefe auf 1,00 m unter GOK im Endzustand zu erhöhen. Dies bietet einen verbesserten Schutz gegen Unterspülungen und Erosion, die durch Hochwasser entstehen könnten.

Aus den in Abschnitt 3.1.2 hergeleiteten Höhenannahmen mit der Höhe $\pm 0,00 = 95,60$ m ü. NHN ergibt sich damit eine Mindestgründungstiefe von 94,60 m ü. NHN für die weitere Betrachtung.

Unter Annahme dieser Höhen liegt diese Gründungstiefe teilweise dann oberhalb der gegenwärtigen Geländeoberkante, bzw. im Mittel etwa im Niveau der aktuellen Geländeoberkante, und die Angabe zu $\pm 0,00$ oberhalb des aktuellen Geländes. Weiterhin liegt die Gründungstiefe dann ca. 2,0 m bis 4,5 m über der OK Kiessande.

Mit Ausnahme von RKS 103, RKS 104 und RKS 105, wo noch Hochflutlehme (0,10 m – 1,30 m dick) erbohrt wurden, sind darüber ausschließlich die aufgefüllten Böden in wechselnder Zusammensetzung vorhanden.

Für den Bereich im Westen, in dem das unterkellerte Bestandsgebäude im Vorfeld zurückgebaut wird, ist mit Auffüllung im Umfang der stattfindenden Kellerverfüllung zu rechnen. Für diesen Bereich sind auch die ergänzenden Hinweise (Abschnitte 5.5 und 5.7) zu beachten.

4.2 Gründungstechnische Bewertung des Untergrundes (Tragfähigkeit)

Wie in Abschnitt 3.3 beschrieben, wurden in allen Sondierungen aufgefüllte Böden verschiedener Qualität erbohrt. Die inhomogenen Auffüllungen (bindig/nicht bindig) sind, aufgrund der lockeren bis stellenweise mitteldichten Lagerungsdichte und den lokal vorhandenen humosen Bereichen als gering tragfähig zu bewerten und ohne weitere Maßnahmen nicht für eine Gründung geeignet.

Die unter der Auffüllung in einigen Bohrungen angetroffenen Deckschichten (Hochflutlehme) weisen eine mittlere Tragfähigkeit auf, während die darunter liegenden Kiessande als hochtragfähig einzustufen sind.

4.3 Gründungsempfehlungen

Für eine setzungsarme Gründung mit geringen Setzungsdifferenzen, muss der Lastabtrag in den Kiessanden erfolgen. Wir empfehlen dies einheitlich für alle Gebäudeteile.

Die Kiessande liegen, wie in Abschnitt 4.1 beschrieben, ca. 2,0 m bis 4,5 m unter der o.g. angenommenen Mindestgründungstiefe. Die gering tragfähige Auffüllung und auch die in Teilen vorhandenen Hochflutablagerungen werden somit durchgründet.

Dazu sind Fundamentvertiefungen notwendig. Die Vertiefungen sind, abhängig von der Tiefe, als Vertiefungen mit unbewehrtem Beton oder über Brunnenfundament auszuführen. Auf der sicheren Seite liegend wird in den Grundbruch-/Setzungsberechnungen (Abschnitt 4.4) von einer Einbindung von 1,0 m u. GOK ausgegangen.

Die Brunnen können entweder in Form von Schachtringen oder als Bohrbrunnen bis auf die OK Kiessand eingebracht werden und binden (im Gegensatz zu einer Pfahlgründung) nur im geringen Maße in die Kiessande ein. Dabei sind Brunnendurchmesser von mind. 0,90 m bis 1,80 m vorzusehen, damit die Innenschachtung mittels Polyp-/Hydraulikgreifer durchgeführt werden kann. Alternativ können die Brunnen als SOB-Brunnen mit geringeren Durchmessern ausgeführt werden, wobei sich dann die Anzahl der Brunnen entsprechend erhöht. (s.a. Abschnitt 5.6).

Für den Bereich des zu verfüllenden Kellers empfehlen wir die alte Bestandsbodenplatte in den entsprechenden Bereichen zu durchgründen, um auch hier einen Lastabtrag in die darunter zu erwartenden Kiessande durchzuführen.

Prinzipiell wäre im Bereich des verfüllten Kellers auch eine Gründung über eine Bodenplatte möglich. Dazu wird allerdings ein höherer Aufwand an Vorarbeiten und geotechnischer Begleitung notwendig werden. Aufgrund der erhöhten Anforderungen, die dann bei der Verfüllung berücksichtigt werden müssen, sowie auch aufgrund der dann zu erwartenden Setzungsdifferenzen zwischen den verschiedenen Gebäudeteilen des Neubaus, ist diese Variante jedoch nicht zu favorisieren.

Unabhängig von der Gründungsart muss die Gründung, wie beschrieben, mit einer Mindesteinbindetiefe von 1,00 m unterhalb der geplanten Geländeoberkante erfolgen. Weiterhin sind lastfreie Frostschrünzen vorzusehen.

Aufgeweichte Bereiche im Erdplanum müssen entfernt und durch einen geeigneten Bodenaustausch ersetzt werden. Die Gründungs- und Aushubsohlen sind vom Baugrundgutachter abzunehmen.

4.4 Gründung des Gebäudes auf/ in den Kiessanden (Anlage 3)

4.4.1 Gründung über Einzel- und Streifenfundamente in/auf den Kiessanden

Für die Berechnungen der aufnehmbaren Sohldrücke wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die Fundamente einheitlich auf den Kiessanden gegründet werden.

Anhand der in Abschnitt 3.3.4 angegebenen Bodenkennwerte ergeben sich für Streifenfundamente auf/in den Kiessanden, die in Tabelle 9 aufnehmbaren Sohldrücke (Teilsicherheitsbeiwert für GEO 2: $\eta = 1,4$ n. DIN 1054: 2021-04) bezüglich des Grundbruchwiderstandes. Voraussetzung ist die Lastaufbringung entspr. DIN 1054. Bei den statischen Berechnungen muss berücksichtigt werden, dass die einwirkenden Lasten zusätzlich noch mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten der Tabelle 2 der DIN 1054: 2021-04 zu beaufschlagen sind.

Für die Ermittlung der aufnehmbaren Sohldrücke wurde das Schichtbild, wie auch in der DIN 4019 beschrieben, vereinfachend vereinheitlicht. Für die Berechnung wird von ausreichend biegesteifen Streifenfundamenten ausgegangen, so dass die Setzungen in den kennzeichnenden Punkten maßgeblich sind. Voraussetzung ist außerdem eine Lastaufbringung nach DIN 1054 sowie eine Mindesteinbindetiefe von 1,00 m und Mindestbreite der Fundamente von 0,50 m.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse mit Einbindetiefen von 1,00 m dargestellt (Tabelle 9).

Tabelle 9: Aufnehmbare Sohldrücke für Einzel- und Streifenfundamente des Schulgebäudes auf/in den Kiessanden (Lastfall BS-P, $\gamma_{gr} = 1,4$, Grenzzustand GEO 2), Wichte unter Auftrieb berücksichtigt

Fundamentbreite in [m]	0,50	1,00	1,50	2,00
	Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m²]			
Einbindetiefe von $\geq 1,00$ m	490	640	780	920

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Weiterhin muss bei der Prüfung der Gebrauchstauglichkeit beachtet werden, dass die zulässigen Sohldruckspannungen unter Berücksichtigung der charakteristischen Lasten bzw. repräsentativen Beanspruchungen/Einwirkungen unterhalb der Werte in Tabelle 10 bleiben (Setzungen nach DIN 4019 $\leq 1,0$ 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 1,0 cm zugelassen werden können (Tabelle 10). 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 des Gebäudes (Lastfall BS-P, Grenzzustand SLS, Setzungen auf 1,0 cm begrenzt), Wichte unter Auftrieb berücksichtigt

Fundamentbreite in [m]	0,50	1,00	1,50	2,00
	Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m ²]			
Einbindetiefe von $\geq 1,00$ m	490*	600	460	390

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Die mit * gekennzeichneten Werte entspr. Tab. 9, da das o.g. Setzungskriterium nicht erreicht wird.

Die Setzungen betragen unter voller Ausnutzung der in Tabelle 10 genannten Sohldrücke bis zu 1,0 cm. Voraussetzung ist die Lastaufbringung entspr. DIN 1054. Bei einer ungleichmäßigen Lastverteilung können die Setzungsdifferenzen bis zu 1,0 cm betragen. Setzungen treten unmittelbar nach Lastaufbringung auf, sind also zum Ende der Rohbauphase weitestgehend abgeklungen. Für die Fundamente muss eine ausreichende Bewehrung vorgesehen werden. Die Verträglichkeit der Setzungen und Setzungsunterschiede für das Gebäude ist vom Statiker zu bewerten.

Bei Fundamentbreiten $> 2,0$ m, bei einem geringeren Abstand benachbarter Fundamente ($< 1,5 \dots 2,0 \cdot$ Fundamentbreite b) oder unregelmäßiger Lastverteilung, z. B. durch hochbelastete Einzelstützen, sind größere Setzungen bzw. Setzungsunterschiede zu erwarten. Um evtl. notwendige Abminderungen der zulässigen Sohldruckspannungen festzulegen, müssen dann nach Vorlage des Lastenplanes durch den Statiker noch Setzungsberechnungen nach DIN 4019, Teil 1, durch das Ing.-Büro Kühn Geoconsulting erfolgen.

4.4.2 Gründung über Fundamentvertiefung durch Brunnenfundamente auf/in den Kiessanden

Für die Berechnungen der aufnehmbaren Sohldrücke wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die Fundamente einheitlich auf den Kiessanden gegründet werden.

Nachfolgend werden die aufnehmbaren Sohldrücke für den Grenzzustand GEO 2 (Bemessungswert des Widerstandes) mit einer Teilsicherheit $\gamma_{Gr}=1,4$ berechnet. Die Mindesteinbindetiefe der Brunnenfundamente beträgt dabei 1,00 m. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 dargestellt. Zwischenwerte können interpoliert werden. Grundlage für die Berechnungen sind die charakteristischen Baugrundkennwerte gem. Tabelle 4.

Für die Ermittlung der aufnehmbaren Sohldrücke wurde das Schichtbild vereinfachend vereinheitlicht (n. DIN 4019). Voraussetzung ist außerdem eine Lastaufbringung nach DIN 1054:2021 sowie ein Mindestdurchmesser der Brunnen von 0,90 m.

Es muss für die statischen Berechnungen berücksichtigt werden, dass die einwirkenden Lasten mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten der Tabelle 2 / DIN 1054:2021 zu beaufschlagen sind.

Tabelle 11: Aufnehmbare Sohldrücke bei Einzelfundamenten (Brunnenfundamente, Lastfall BS-P, $\gamma_{Gr}=1,4$, Grenzzustand GEO 2), Wichte unter Auftrieb berücksichtigt

Durchmesser in [m]	0,90	1,00	1,20	1,50	1,80
	Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m ²]				
Einbindetiefe von $\geq 1,00$ m	705	730	750	820	860

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

In der nachfolgend aufgeführten Tabelle 12 werden die zulässigen Sohldrücke unter Berücksichtigung der charakteristischen Lasten für die Gebrauchstauglichkeit/Setzungen (SLS-GZ der Gebrauchstauglichkeit) 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 11 (Setzungen nach DIN 4019 $\leq 1,0$ cm; SLS) liegen. Entsprechend DIN EN 1997-1, Abschnitt 2.4.8 sollten die Teilsicherheitsbeiwerte-Beanspruchungen für die GZ der Gebrauchstauglichkeit gleich 1,0 gesetzt werden.

**Tabelle 12: Aufnehmbare Sohldrücke für charakteristische Lasten bei Brunnenfundamenten
 (Lastfall BS-P, Grenzzustand SLS, Setzungen auf 1,0 cm begrenzt)**

Durchmesser in [m]	0,90	1,00	1,20	1,50	1,80
	Aufnehmbare Sohldrücke [kN/m²]				
Einbindetiefe von $\geq 1,00$ m	705*	730*	750*	820*	825

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Die mit * gekennzeichneten Werte entspr. Tab. 11, da das o.g. Setzungskriterium nicht erreicht wird.

Die Setzungen und Setzungsunterschiede werden dann bis 1,0 cm erreichen. Die Verträglichkeit der Setzungen und Setzungsunterschiede für das Gebäude ist vom Statiker zu bewerten.

Bei größeren Durchmessern der Brunnenfundamente als in den Tabellen 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.

5 Hinweise zur Bauausführung

5.1 Aushub

Beim Aushub fällt ggf. die Bodenklasse 1 (Reste an aufgefülltem humosem Oberboden), die Bodenklassen 4 (bindige Anteile in der Auffüllung und in den Deckschichten, gemischtkörnige Schichten, Lehmlagen in den Kiessanden), 3 (nicht bindige Anteile in der Auffüllung, Kiese, Sande) und sowie ggf. die Bodenklassen 5-7 (Steine und Bauschutt; Stein- oder verkittete Lagen) an. 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 der vorherigen Bebauung, sowie alter Kanäle, Schächte usw., lässt sich nicht in das Klassifizierungsschema der DIN 18 300 einordnen und ist daher getrennt abzurechnen.

Für die Ausschreibung von Homogenbereichen nach DIN 18300-2015/2019 sind diese in der Tabelle 8 angegeben.

5.2 Planum

Die bindigen Auffüllungen und Deckschichten sind frost- und feuchtigkeitsempfindlich (F3-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 0,50 m dicke Tragschicht mit verdichtungsfähigen Material auf einem Geotextil $\geq$ GRK 3) angelegt werden. Bei schwerem Gerät wie Mobilkränen, Drehbohranlagen, etc. werden eine Verdickung auf mind. 0,80 m und potenziell weitere Ertüchtigungsmaßnahmen notwendig.

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 Baugrubensituation

Die Baugrube des geplanten Bauvorhabens ergibt sich aus den Abmessungen des Gebäudes sowie einem Arbeitsraum von i.d.R. mind. 0,80 m.

Der geplante Neubau ist nach vorliegenden Planunterlagen grundsätzlich ausreichend von benachbarten Bestandsgebäuden entfernt, sodass die Baugrube geböscht werden kann.

Es wird davon ausgegangen, dass im Zuge der Planung der Abbruchmaßnahme des Bestandsgebäudes eine entsprechende Baugrubensicherung – auch im Bereich der Baugrube des geplanten Neubaus – erfolgen wird.

Für die Baugrube ist außerdem ein Augenmerk auf den vor allem westlich und südöstlich liegenden Baumbestand zu legen. Im Zuge der fortschreitenden Planung ist zu prüfen, inwieweit die Bäume erhalten bzw. geschützt werden müssen. Ggf. ergibt sich hieraus, dass in Teilbereichen der Baugrube sicherungsmaßnahmen erforderlich werden, wenn durch die Bäume der Platzbedarf für eine Böschung nicht ausreicht.

5.4 Bauzeitliche Böschungen

Generell kann unter Beachtung der DIN 4124 für Böschungen bis zu einer Böschungshöhe von 5,0 m während der Bauzeit in den Auffüllungen, den Hochflutablagerungen und den Kiese-sanden mit 45° geböscht werden. Theoretisch könnten in den bindigen Bereichen der Hochflutablagerungen die Böschungen mit 60° angelegt werden, was sich baupraktisch allerdings kaum differenzieren lässt. Unter Einfluss von Schichtwasser können Bereiche mit verringerter Scherfestigkeit auftreten, so dass eine Abflachung der Böschung erforderlich wird (z. B. Schichtwasser und/oder beim Anschnitt von Leitungsräben und Arbeitsraumverfüllungen). Bei Böschungen > 5,0 m muss ein rechnerischer Nachweis der Standsicherheit nach DIN 4084 erfolgen.

Bei einem Grundwasseranstieg ist ein Abflachen der Baugrubenböschungen unvermeidlich. Die o.g. Angaben gelten nur für erdfeuchte Baugrubenböschungen.

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.

Eine abschließende Bewertung bezüglich der Standsicherheitssituation der Baugrube kann erst nach Vorlage aller Bauunterlagen nach DIN 4124, Abschnitt 3 (z.B. Schalplan, Leitungen, Abstand angrenzender Bauwerke etc.) erfolgen. Können die in DIN 4124 genannten Mindestabstände und zulässigen Lasteintragungen aus Verkehrslasten (z.B. Bauverkehr, Autokran) nicht eingehalten werden oder ergeben sich Böschungshöhen über 5,0 m, so muss in jedem Fall eine Standsicherheitsberechnung nach DIN 4084 erfolgen, wobei sich meist flachere Böschungswinkel als die o. g. ergeben.

5.5 Hinweise zum Bereich der Bestandsbebauung

Für den Abbruch der Altgründung ist ein Abbruchkonzept zu erstellen. Sollen Bodenplatten im Untergrund verbleiben, so sind diese zu perforieren, um ein Aufstauen von Sickerwasser o.ä. zu vermeiden. Sollen Bestandswände im Untergrund verbleiben, so sind diese bis mind. 1,0 m unter der Gründungssohle des Neubaus abubrechen. Bestehende Installationen im Untergrund (z.B. Leitungslagen) sind zu entfernen, wenn sie im Einflussbereich der Lasten des Neubaus liegen. Auflockerungen, die im Lastabtragsbereich des Neubaus, beispielsweise im

Rahmen der Abbrucharbeiten, stattfinden, müssen vollständig beseitigt, ein Bodenaustausch durchgeführt und abschnittsweise nachverdichtet werden.

Da der geplante Neubau die bestehenden Keller z.T. überschneidet, müssen, wie oben beschrieben, nach den Abbrucharbeiten die bestehenden Kellergruben verfüllt werden. Hierzu ist ein gut abgestuftes und verdichtungsfähiges Mineralgemisch (z.B. Kiessand oder Naturschotter 0/45 oder 0/56) zu verwenden und lagenweise verdichtet einzubauen um spätere Sackungen auszuschließen (hierzu s.a. Abschnitt 5.5).

5.6 Fundamentvertiefungen

Unter Beachtung der DIN 4124 müssen die Baugruben für evtl. Fundamentvertiefungen entsprechend geböscht werden, woraus sich ein nicht unbeträchtlicher Mehraushub und Betonverbrauch ergibt. Wird die Fundamentvertiefung mit Hydraulikgreifer durchgeführt, so bleibt bei vorsichtiger, senkrechter Abschachtung der Mehrausbruch gering, wenn sofort mit Beton aufgefüllt wird. Die Löcher dürfen allerdings nicht betreten und die Böschungskanten nicht befahren/betreten werden. Die jeweils erreichbaren Einsparungen richten sich nach dem Anteil an Auffüllung bzw. Sand (je mehr Auffüllung bzw. Sand, desto flachere Böschungen). Fundamentvertiefungen müssen am gleichen Tag ausgehoben und betoniert werden. Grundsätzlich ist vom Planer bzw. der bauausführenden Firma die Tiefe des Gebäudebestandes in Bezug zur Baugrube verantwortlich zu überprüfen. Dies betrifft auch evtl. vorhandene Fundamentüberstände des Bestandes. Es müssen vor Durchführung von Baugrubensicherungen alle bestehenden Leitungen/Sparten genau bekannt sein.

Grundsätzlich können Fundamentvertiefungen entweder als Blockfundamente (geringere Tiefe) oder als Brunnen (größere Tiefe) ausgeführt werden.

Falls bei diesem Bauvorhaben, trotz der großen Auffüllungsdicke, die Ausführung als Blockfundamente in Erwägung gezogen werden soll, ist die Ausführbarkeit (Standicherheit der anstehenden Böden

Die Brunnen können entweder in Form von Schachtringen oder als Bohrbrunnen bis auf die Kiessande eingebracht werden. Dabei werden die Brunnen im Bereich des Kiessandes abgesetzt und binden (im Gegensatz zu einer Pfahlgründung) nur im geringen Maß ein.

Für die Fundamentvertiefung über Brunnen (Brunnengründung) sind Brunnendurchmesser von mind. 0,90 m bis 1,80 m vorzusehen, damit die Innenschachtung mittels Polyp-/Hydraulikgreifer durchgeführt werden kann. Alternativ können die Brunnen als SOB-Brunnen mit geringeren Durchmessern ausgeführt werden, wobei sich dann die Anzahl der Brunnen entsprechend erhöht.

5.7 Wiederverfüllung/Flächenaufbau/Bodenaustausch

Die inhomogene Auffüllung und die Deckschichten 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.

Wird ein Bodenaustausch oder Flächenaufbau notwendig, so muss dieser mit gut verdichtbarem Material (Kiessand, Schotter) mit Tragschichteignung/Frostschutzqualität nach ZTV SoB-StB 04/07 lagenweise auf 100% der einfachen Proctordichte hergestellt werden. Gleiches gilt für Bereiche belasteter Flächen (Eingangsbereiche, Fahr- und Stellflächen). Die Verdichtungsgeräte müssen an die Einbaudicken und Untergrundverhältnisse angepasst werden. Für den Bodenaustausch muss ein Lastabstrahlwinkel von 45° eingehalten werden.

Das Erdplanum und die Tragschicht müssen mit einem Geotextil (Filtervlies, mind. GRK ≥ 3) 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.

5.8 Wasserhaltung

5.8.1 Niederschlagswasser

Die Durchlässigkeit der im Erdplanum/Untergrund anstehenden Schichten (Auffüllung, Hochflutlehm/Deckschichten, ggf. bindige Zwischenlagen in den Kiessanden) ist gering bis sehr gering. Sie reicht nicht aus, um zufließendes Oberflächenwasser und auftretendes Schichtwasser versickern zu lassen. Insbesondere bei starken, langanhaltenden Niederschlägen sammelt sich dann Wasser auf dem Planum, was zum Aufweichen und damit zur Zerstörung des Bodens führt. Damit die Aushubsohle nicht aufweicht muss eine ausreichende Planumentwässerung (offene Wasserhaltung mit entsprechenden Dränggräben und Pumpensumpf) sichergestellt werden.

Der Zufluss von Wasser aus dem umliegenden Gelände und von versiegelten Flächen muss verhindert werden (Verwallungen, Gegengefälle, Fanggräben). Die Wasserhaltung für das Niederschlagswasser muss auch während der Arbeitspausen (nachts, Wochenende) funktionsstüchtig gehalten werden, damit bei Starkregen keine Vernässung der Flächen entsteht. Vernässte Flächen müssen vor der weiteren Bearbeitung trockengelegt werden.

5.8.2 Grund- und Oberflächenwasser/ Einfluss der Ahr

In den Rammkernsondierungen lagen am 06.03. und 07.03.2025 die Wasserstände etwa zwischen 2,5 m (RKS 105) und 4,5 m (RKS 101) unter GOK. Weiterhin ist, wie oben beschrieben, auch zeitweise aufstauendes Sickerwasser, ggf. bis zur Geländeoberkante, nicht auszuschließen.

Da die Ahr weiter entfernt liegt als der künstliche Wassergraben des Mühlenteiches, wird der Wasserstand im Grundstücksbereich überwiegend von dem künstlichen Wasserlauf beeinflusst. Die Wasserführung in Graben wird technisch reguliert und ist damit weitgehend unabhängig vom Wasserstand in der Ahr. Erst bei länger anhaltenden, hohen Hochwasserständen der Ahr muss damit gerechnet werden, dass sich durch Wegsamkeiten im Uferbereich die Ahrschotter mit Wasser füllen und die Wasserstände im Boden durch den Rückstau geländenahe ansteigen.

Die Kiessande (Ahrschotter) haben in Abhängigkeit vom Lehmanteil eine relativ hohe Durchlässigkeit. Dadurch werden die abzupumpenden Wassermengen bereits bei geringen Absenkhöhen sehr groß. Für eine Absenkung des Wasserstandes in tiefer reichenden Baugruben würden dann sehr große Pumpen und Rohrleitungen sowie eine ausreichende Vorflut erforderlich, um das Wasser abzuleiten. Bei einer derart starken Wasserentnahme aus den Ahrschottern besteht die Gefahr, dass es durch Erosion von Schluff- und Sandanteilen mit dem abgepumpten Wasser (andauernde Trübung des abgepumpten Wassers) zu Bodenentzug und Auflockerungen im Untergrund kommt. Bei der Lastaufbringung können dadurch gebäudeunverträgliche Setzungen und Setzungsunterschiede entstehen. Eine Absenkung der Wasserstände ist daher kaum oder nur mit sehr hohem Aufwand möglich.

Wenn der Wasserstand in der Ahr während Trockenwetterperioden niedrig liegt, kann ohne Wasserhaltung ausgekommen werden.

Weiterhin handelt es sich beim hier betrachteten Bauvorhaben um ein nicht unterkellertes Gebäude, bei dem, wenn wie oben beschrieben über Fundamentvertiefungen gegründet wird, größere Aushubtiefen bis auf die Kiessande nur in relativ geringem Ausmaß stattfinden werden, sodass ggf. keine Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig sind.

Jahreszeitlich bedingt kann ggf. Wasser zusitzen, was zu entsprechendem Mehraufwand führen kann und/oder entsprechendes Gerät und Betonausbildungen erfordert. Um Planungssicherheit zu erhalten, empfehlen wir, Ahrseitig des Grundstücks einen Grundwassermesspegel einzurichten, um Grundwasserstände abzuschätzen und entsprechend darauf reagieren zu können.

Aufgrund der vorstehend beschriebenen Situation empfehlen wir, die Tiefbauarbeiten während der trockenen Jahreszeiten (ca. zwischen Juli und November) auszuführen, wenn erfahrungsgemäß geringere Grundwasserstände auftreten.

5.8.3 Hochwasser

Bei extremem Hochwasser der Ahr kann, wie die Vergangenheit zeigt, eine Überschwemmung des Geländes nicht ausgeschlossen werden. Die Wasserstandsentwicklung der Ahr muss deshalb während der Bauzeit in kurzen Zeitabständen beobachtet und mit geeigneten Alarmplänen berücksichtigt werden. Baustillstände müssen bei einer Überschwemmung in Kauf genommen werden.

Mögliche Überflutungen und Wasseranstiege müssen auch bezüglich der Auftriebssicherheit von Bauteilen während aller Bauzustände berücksichtigt werden. Steigt das Hochwasser über die Gründungs- bzw. Aushubsohlen tiefer reichender Baugrubenteile bzw. entsteht eine Überflutung, so müssen die nachfolgenden Maßnahmen für die Bauzeit beachtet werden:

Die Auftriebssicherheit aller vom Wasseranstieg bzw. der Überflutung betroffenen Bauteile muss für alle Bauzustände sichergestellt sein. Für leer stehende Bauteile muss bei Wasserzutritt eine passive, selbständige Flutung erfolgen.

Die Baugrubenböschungen werden sich unter Wasser abflachen. Daher müssen die kritischen Bereiche (z. B. Arbeitsraum von Schächten) möglichst frühzeitig vor Eintritt einer Flutung verfüllt werden. Deshalb sollten unmittelbar nach Fertigstellung der jeweiligen Bauteile die Arbeitsräume verfüllt werden.

Nach Rückgang des Wasserstandes ist zu prüfen, ob Ausspülungen und Auflockerungen in den Böschungen, hinter einem Verbau und/oder in der Gründungssohle eingetreten sind. In Abhängigkeit von den Ergebnissen muss nachgearbeitet werden.

5.9 Beweissicherung und Kampfmittel

Grundsätzlich hat der AN dafür Sorge zu tragen, dass die eingesetzten Geräte den örtlichen Verhältnissen angepasst werden und an benachbarten Bauwerken keine Schäden eintreten können. Da durch Bauarbeiten sowie möglicher Absenkung von Wasserständen aber Schäden an der Nachbarbebauung, Straßenkörpern oder Leitungstrassen nicht vollständig ausgeschlossen werden können, muss eine entsprechende Beweissicherung erfolgen.

Sofern nicht bereits geschehen, sind die entsprechenden Kampfmittelanfragen zur Luftbildauswertung zu stellen.

5.10 Abdichtung, Drainage und Auftriebssicherheit

Bei der Planung der Abdichtung nach DIN 18 195 muss berücksichtigt werden, dass auf jeden Fall Bodenfeuchte auftritt. Weiterhin sind die anstehenden Böden (Auffüllung, Hochflutablagerungen) bindig ausgebildet und weisen nur eine geringe Durchlässigkeit ($k_f < 10^{-4}$ m/s) auf. Daher muss damit gerechnet werden, dass sich versickerndes Oberflächen- und Sickerwasser zeitweise aufstauen kann.

Weiterhin liegt das Gebäude im Überflutungsbereich der Ahr.

Es gelten folgende Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1: 2017-07:

Bauteile unterhalb von 0,5 m über dem
Bemessungswasserstand
und < 3,0 m Wassersäule:

Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E
(ohne Dränung nach DIN 4095, Abdichtung nach Abschnitt 8.6.1 / Tab. 5 der DIN 18 533 oder gleichwertig)

Bauteile unterhalb von 0,5 m über dem
Bemessungswasserstand
und > 3,0 m Wassersäule:

Wassereinwirkungsklasse W 2.2-E
(ohne Dränung nach DIN 4095, Abdichtung nach Abschnitt 8.6.2 / Tab. 6 der DIN 18 533 oder gleichwertig)

Bei der Herstellung eines wasserundurchlässigen Bauwerks aus Beton muss gem. der DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)“ (2017-12) in Abhängigkeit der jeweiligen Höhenlage, die entsprechende Beanspruchungsklasse berücksichtigt werden. Es sind durch den Fachplaner/Architekten die Nutzungsklassen zu berücksichtigen. Die Bodenplatte ist entsprechend betontechnologisch auszubilden.

Ein entsprechender Auftrieb ist zu berücksichtigen.

Die Auftriebssicherheit muss während aller Bauzustände sichergestellt werden. Es sind die in Abschnitt 3.2 dargestellten Wasserstände anzusetzen.

Die die Gebäude umgebenden Flächen müssen so ausgebildet werden, dass das Oberflächenwasser vom Gebäude weggeführt wird.

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, wurde bereits eine abfallbezogene Untersuchung zur Überprüfung der Möglichkeiten zur Verwertung/Entsorgung beauftragt. Hierzu wird aktuell ein eigener Bericht erstellt.

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.

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.

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 zum Zeitpunkt der Geländearbeiten und die zur Verfügung gestellten Planunterlagen.

Die im Gutachten getroffenen Aussagen beziehen sich nur auf die Einstufung des Bodens bezüglich seiner Eignung als Baugrund. Die Ergebnisse der Vorerkundung nach Ersatzbaustoffverordnung werden in einem eigenen Bericht zusammengefasst.

Die Angaben zu den Bodenklassen basieren auf der VOB 2012. Die Einteilung in Homogenbereiche nach VOB, Ergänzungsband 2015/2019, erfolgte auf Grundlage der für das o.g. Baugrundgutachten durchgeführten Geländeuntersuchungen und Laborarbeiten. Da nach der VOB, Ergänzungsband 2015/2019, hierfür ein höherer Untersuchungsaufwand vorgegeben ist, kann die Einteilung in Homogenbereiche nur näherungsweise erfolgen

Wir weisen darauf hin, dass es durch Baubehelfe, Baugrubensicherungen etc. zu besonderen Lasteinwirkungen oder tiefen Baugrundeingriffen kommen kann, die durch die o.g. geotechnischen Untersuchungen nicht abgedeckt sind. Hier sind dann in jedem Fall ergänzende Abstimmungen mit dem geotechnischen Sachverständigen erforderlich.

Kommt es zu Planungsänderungen, so bitten wir um Mitteilung, damit ggf. das Gutachten überarbeitet und/oder zusätzliche Untersuchungen durchgeführt werden können.

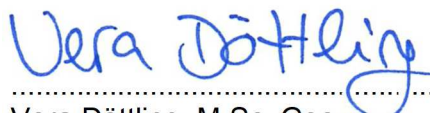
Dem geotechnischen Sachverständigen muss Gelegenheit zur Überprüfung des Baugrunds während der Aushubarbeiten gegeben werden. Die Gründungssohlen sind vom geotechnischen Sachverständigen abzunehmen.

Bonn, 29.04.2025

Kühn Geoconsulting GmbH

ppa.


Tobias Ackermann, M.Sc.Geow.
Prokurist


Vera Döttling, M.Sc. Geow.
Projektbearbeitung Baugrund

Anlagen: 1 Lageplan
2 Profile
3 Geotechnische Laboruntersuchungen
4 Grundbruch-/Setzungsberechnungen

Ø Aufbau-u. Entwicklungsgesellschaft Bad Neuenahr-Ahrweiler,
Hauptstraße 136a,
53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler

1 x per E-Mail: Claudia.tigges@ag-bnaw.de; cc.: NG-BNA@hitzler-ingenieure.de

KD = 95,07

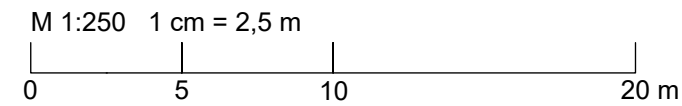
Profil 1

Profil 2

Profil 3

Profil 4

Profil 5



Zeichenerklärung

RKS6/DPH1 Lage und Nummer der Rammkernsondierung / Schweren Rammsondierung (2024)

RKS103 Lage und Nummer der Rammkernsondierung

DPH103 Lage und Nummer der Schweren Rammsondierung

94,09 Höhe des Ansatzpunktes [m ü. NHN]
2,00 Dicke Auffüllung [m]
92,36/2,00 OK Deckschichten [m ü. NHN] / [m unter GOK]
91,06/3,30 OK Kiessande [m ü. NHN] / [m unter GOK]
90,65/3,71 Grundwasserstand [m ü. NHN] / [m unter GOK]

Profil 1 Lage und Nummer des Bohrprofils

Neubau (geplant)



D			
C			
B			
A			
INDEX	Art der Änderung	Datum	Name

Projekt / Bauvorhaben:
Umbau Grundschule in Bad Neuenahr, Weststraße

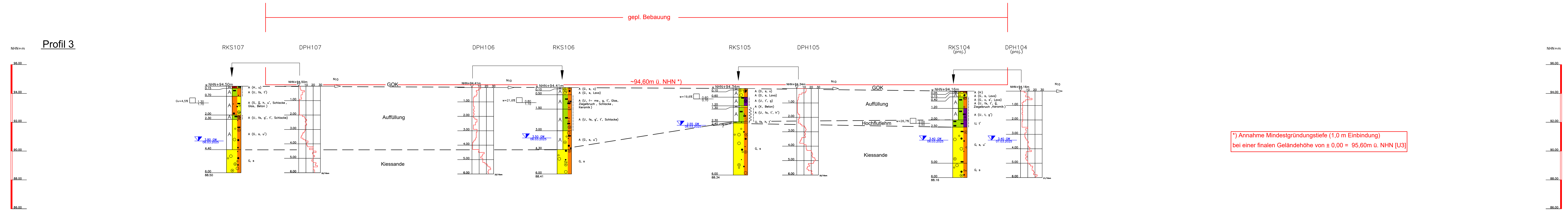
Auftraggeber / Bauherr:
Aufbau- und Entwicklungsgesellschaft Bad Neuenahr-Ahrweiler mbH
Hauptstraße 136a
53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler

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 G02a
Plan erstellt nach Vorlagen von:

Anmerkungen:
Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn
verantwortlich zu überprüfen. Alle Höhen nach
Bauinvenientelement, kein Vermesseraufmaß.

Bearbeitung:	Rottmann/Döttling	Planname:	2240116_BG_G02_A1	Datum:	17.04.2025
Zeichnung:	J. Heuschkel	Plangröße:	750 x 420	Anlage:	1
Projekt-Nr.:	2240116	Maßstab:	1 : 250		

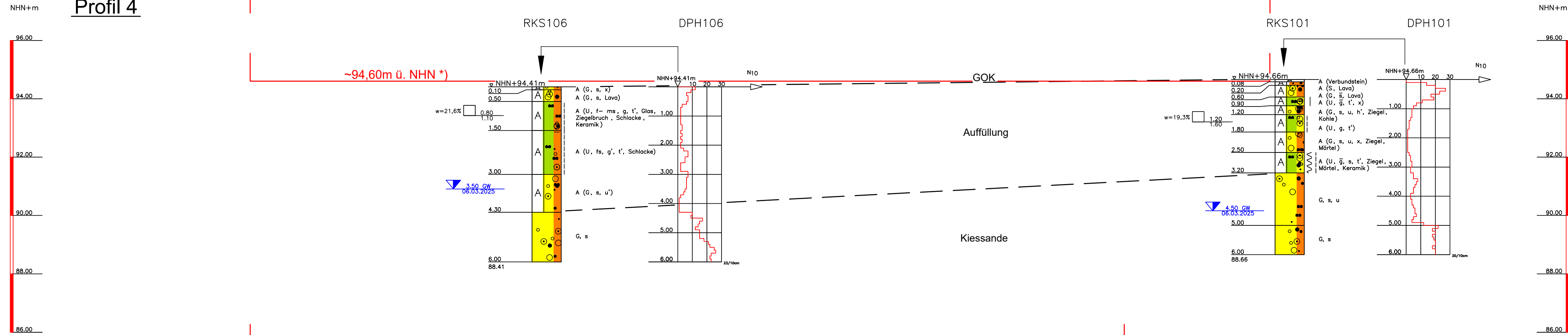


10446	BC	G02	A2.4B	Return:	22.4
-------	----	-----	-------	---------	------

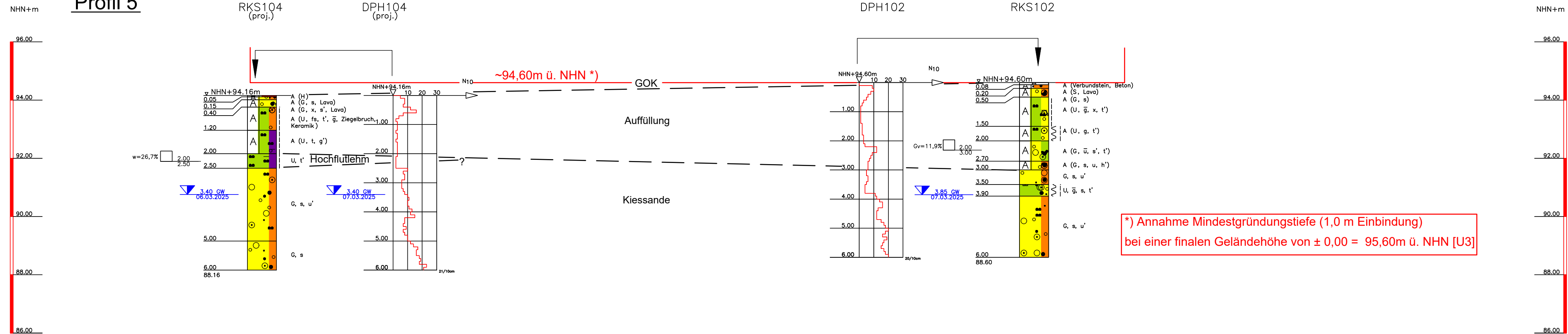
KÜHN
Geoconsulting GmbH
www.geoconsulting.de

2240116_BG_G02

Profil 4



Profil 5



*) Annahme Mindestgründungstiefe (1,0 m Einbindung)
bei einer finalen Geländehöhe von ± 0,00 = 95,60m ü. NHN [U3]

Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodenarten nach DIN EN ISO 14688-1

Mutterboden	Mu	Mu
Auffüllung	A	A
Ton	T t	
Schluff	U u	
Sand	S s	
Kies	G g	
Steine	X x	
Blöcke	Y y	
Lehm	L l	
Mudde	F o	
Torf	H h	
Braunkohle	Bk bk	

Felsarten nach DIN EN ISO 14689-1

Fels, allgemein	Z	Z
Fels, verwittert	Zv	Zv
Kongl., Brekzie	Gst	
Sandstein	Sst	
Feinsandstein	fSst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Mergelstein	Mst	
Kalkstein	Kst	
Granit	Gr	
Basalt	Ba	
Tuff	Tu	

Korngrößen

fein	f
mittel	m
grob	g

Nebenanteile

schwach (<15%)	
stark (ca. 30-40%)	

Konsistenz

breig	brg
weich	wch
steif	stf
halbfest	hfst
fest	fst

Feuchtigkeit

nass	f
------	---

Schichtgrenzen, interpoliert

Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe	
Spitzendurchmesser	3,57 cm
Spitzenquerschnitt	10,00 cm²
Gestängedurchmesser	2,20 cm
Rammstößgewicht	10,00 kg
Fallhöhe	50,00 cm

Klüftung

klü	klüftig
klü	stark klüftig

Grundwasser angebohrt

Grundwasser nach Bohrende

Ruhewasserstand

Schichtwasser

Grundwasseranstieg

Grundwasser, versickert

k_f-Wert-Bestimmung

Sonderprobe

Wassergehalt

Glühverlust

kein Bohrfortschritt

kein Rammfortschritt

D			
C			
B			
A			
INDEX	Art der Änderung	Datum	Name

Projekt / Bauvorhaben:

Umbau Grundschule in Bad Neuenahr, Weststraße

Auftraggeber / Bauherr:

Aufbau- und Entwicklungsgesellschaft Bad Neuenahr-Ahrweiler mbH

Hauptstraße 136a

53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler

Planverfasser:

KÜHN Geoconsulting GmbH

Auf der Kaiserfuhr 39

D-53127 Bonn

Tel.: +49 228 98972-0

Fax.: +49 228 98972-11

KÜHN
Geoconsulting GmbH
www.geoconsulting.de

Planbenennung:

Bohrprofile 4 + 5

Anmerkungen:

Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen. Alle Höhen nach Baunivellement, kein Vermesseraufmaß.

Gutachten / Planungsstand:

Baugrundgutachten G02a

Plan erstellt nach Vorlagen von:

Bearbeitung:	T. Rottmann	Plannamen:	2240116_BG_G02_A2.2P	Datum:	23.04.2025
Zeichnung:	J. Heuschkel	Plangröße:	780 x 297	Anlage:	2.2
Projekt-Nr.:	2240116	Maßstab:	1 : 100		



Bestimmung der Plastizitätszahl

Fließgrenze w_L (gem. DIN 18122 - LM) / Ausrollgrenze w_P (gem. DIN 18122 - P)

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-021		Projektbezeichnung AG:	Umbau Grundschule	
Projektnummer:	25050		Projektnummer AG:	2240116	
Labornummer:	0325		Eingangsdatum:	25.03.2025	
Probenbezeichnung:	103/7		Ausgeführt von:	DL	
Entnahmestelle:	Umbau Grundschule		Ausgeführt am:	31.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,60-3,40	m u. GOK	Bodenart:	T,u'	DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	UA/OT	DIN 18196

Wassergehalt der Gesamtprobe

Versuch Nr.	[-]	1	2	3
$m + m_B$	[g]	62,86	57,91	
$m_d + m_B$	[g]	57,86	54,36	
m_B	[g]	44,80	44,85	
$m_w = (m + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	5,00	3,55	
$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	13,06	9,51	
$w = m_w / m_d$	[1]	0,3828	0,3733	
$w = m_w / m_d$	[%]	38,28	37,33	
w (Mittelwert)	[1]	0,3781		
w (Mittelwert)	[%]	37,81		

Fließgrenze

Ausrollgrenze

Versuch Nr.	[-]	1	2	3	4	1	2	3
Behälter Nr.	[-]	165	222	13	17	243	1	12
Schlagzahl	[N]	18	24	34	38	-	-	-
$m + m_B$	[g]	77,28	74,05	76,08	72,24	63,67	65,39	56,92
$m_d + m_B$	[g]	71,25	68,66	70,33	66,89	62,57	63,99	55,60
m_B	[g]	61,65	59,73	60,47	57,51	59,53	60,11	51,80
m_w	[g]	6,03	5,39	5,75	5,35	1,10	1,40	1,32
m_d	[g]	9,60	8,93	9,86	9,38	3,04	3,88	3,80
w	[1]	0,628	0,604	0,583	0,570	0,362	0,361	0,347

Mittelwert Ausrollgrenze w_p	0,357
--	--------------

Übers Kornanteil und Berechnung des Wassergehaltes der Körner <0,4mm

Masse Übers Korn $m_{\bar{u}}$	[g]	0,00	Übers Kornanteil $\bar{u} = m_{\bar{u}} / m_d$	[%]	0,00
Gesamtmasse m_d	[g]	100,00	Wassergehalt Körner <0,4mm $w_{<0,4} \approx w / (1 - \bar{u})$	[1]	0,3781
Übers Kornanteil $\bar{u} = m_{\bar{u}} / m_d$	[1]	0,00			



Bestimmung der Plastizitätszahl

Fließgrenze w_L (gem. DIN 18122 - LM) / Ausrollgrenze w_P (gem. DIN 18122 - P)

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-021		Projektbezeichnung AG:	Umbau Grundschule	
Projektnummer:	25050		Projektnummer AG:	2240116	
Labornummer:	0325		Eingangsdatum:	25.03.2025	
Probenbezeichnung:	103/7		Ausgeführt von:	DL	
Entnahmestelle:	Umbau Grundschule		Ausgeführt am:	31.03.2025	
Entnahmetiefe:	2,60-3,40	m u. GOK	Bodenart:	T,u'	DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	UA/OT	DIN 18196

Bestimmung der Zustandsgrenzen

Fließgrenze	w_L	[1]	0,603	Ausrollgrenze	w_P	[1]	0,357
-------------	-------	-----	-------	---------------	-------	-----	-------

Bestimmung der Plastizitätszahl

Plastizitätszahl	I_p	[1]	0,246
------------------	-------	-----	-------

Konsistenzzahl und Konsistenz

Wassergehalt der Gesamtprobe	w	[1]	0,378	Wassergehalt der Körner <0,4mm	$w_{<0,4}$	[1]	0,378
Konsistenzzahl bei w	$I_{c,w}$	[1]	0,913	Konsistenzzahl bei $w_{<0,4}$	$I_{c,w<0,4}$	[1]	0,913
Konsistenz bei w	-	[-]	steif	Konsistenz bei $w_{<0,4}$	-	[-]	steif

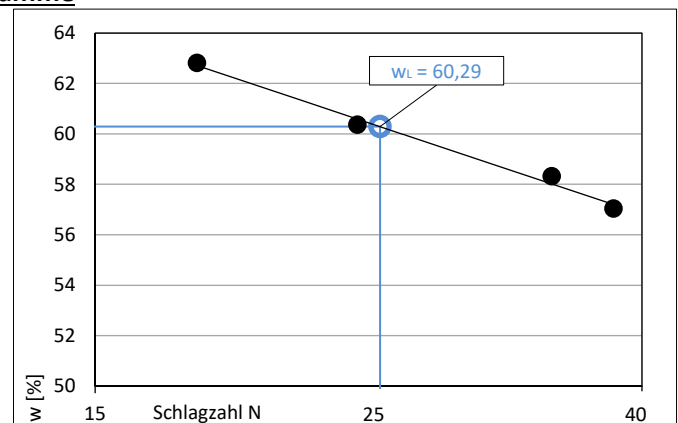
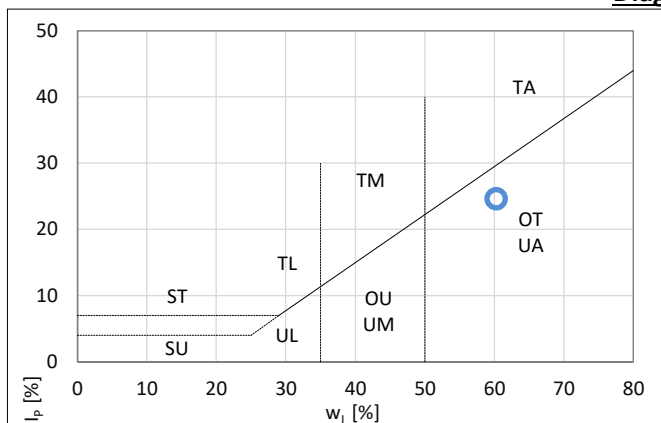
Schrumpfgrenze und Konsistenzzahl bei Schrumpfgrenze

Schrumpfgrenze	w_s	[1]	-	I_c bei w_s	I_{c,w_s}	[1]	-
----------------	-------	-----	---	-----------------	-------------	-----	---

Wassergehalt w bei diversen I_c

I_c	[-]	0,10	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80	0,85	0,90
w	[%]	57,83	55,37	54,13	52,90	50,44	47,98	46,75	45,52	43,05	40,59	39,36	38,13

Diagramme



Bemerkungen:

geprüft:

i. A.:

**Bestimmung der Plastizitätszahl**Fließgrenze w_L (gem. DIN 18122 - LM) / Ausrollgrenze w_P (gem. DIN 18122 - P)

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-021		Projektbezeichnung AG:	Umbau Grundschule	
Projektnummer:	25050		Projektnummer AG:	2240116	
Labornummer:	0327		Eingangsdatum:	25.03.2025	
Probenbezeichnung:	105/4		Ausgeführt von:	PR	
Entnahmestelle:	Umbau Grundschule		Ausgeführt am:	26.03.2025	
Entnahmetiefe:	0,60-0,70	m u. GOK	Bodenart:	T,g,u'	DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	UA/OT	DIN 18196

Wassergehalt der Gesamtprobe

Versuch Nr.	[-]	1	2	3
$m + m_B$	[g]	376,89	383,11	
$m_d + m_B$	[g]	350,11	354,31	
m_B	[g]	210,68	210,80	
$m_w = (m + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	26,78	28,80	
$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	139,43	143,51	
$w = m_w / m_d$	[1]	0,1921	0,2007	
$w = m_w / m_d$	[%]	19,21	20,07	
w (Mittelwert)	[1]	0,1964		
w (Mittelwert)	[%]	19,64		

Fließgrenze**Ausrollgrenze**

Versuch Nr.	[-]	1	2	3	4	1	2	3
Behälter Nr.	[-]	20	44	78	18	5	16	210
Schlagzahl	[N]	15	23	28	40	-	-	-
$m + m_B$	[g]	76,07	80,63	78,47	77,65	60,32	62,80	62,02
$m_d + m_B$	[g]	70,71	74,56	73,90	72,41	59,43	61,92	61,12
m_B	[g]	57,97	59,34	62,17	58,37	54,93	57,51	56,58
m_w	[g]	5,36	6,07	4,57	5,24	0,89	0,88	0,90
m_d	[g]	12,74	15,22	11,73	14,04	4,50	4,41	4,54
w	[1]	0,421	0,399	0,390	0,373	0,198	0,200	0,198

Mittelwert Ausrollgrenze w_p	0,199
--	--------------

Übers Kornanteil und Berechnung des Wassergehaltes der Körner <0,4mm

Masse Übers Korn $m_{\bar{u}}$	[g]	23,50	Übers Kornanteil $\bar{u} = m_{\bar{u}} / m_d$	[%]	23,50
Gesamtmasse m_d	[g]	100,00	Wassergehalt Körner <0,4mm	[1]	0,2567
Übers Kornanteil $\bar{u} = m_{\bar{u}} / m_d$	[1]	0,24	$w_{<0,4} \approx w / (1 - \bar{u})$		



Bestimmung der Plastizitätszahl

Fließgrenze w_L (gem. DIN 18122 - LM) / Ausrollgrenze w_P (gem. DIN 18122 - P)

Projektbezeichnung:	Kuehn_25-021		Projektbezeichnung AG:	Umbau Grundschule	
Projektnummer:	25050		Projektnummer AG:	2240116	
Labornummer:	0327		Eingangsdatum:	25.03.2025	
Probenbezeichnung:	105/4		Ausgeführt von:	PR	
Entnahmestelle:	Umbau Grundschule		Ausgeführt am:	26.03.2025	
Entnahmetiefe:	0,60-0,70	m u. GOK	Bodenart:	T_g, u'	DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	UA/OT	DIN 18196

Bestimmung der Zustandsgrenzen

Fließgrenze	w_L	[1]	0,395	Ausrollgrenze	w_P	[1]	0,199
-------------	-------	-----	-------	---------------	-------	-----	-------

Bestimmung der Plastizitätszahl

Plastizitätszahl	I_p	[1]	0,197
------------------	-------	-----	-------

Konsistenzzahl und Konsistenz

Wassergehalt der Gesamtprobe	w	[1]	0,196	Wassergehalt der Körner $< 0,4\text{mm}$	$w_{<0,4}$	[1]	0,257
Konsistenzzahl bei w	$I_{c,w}$	[1]	1,011	Konsistenzzahl bei $w_{<0,4}$	$I_{c,w<0,4}$	[1]	0,705
Konsistenz bei w	-	[-]	halbfest bis fest	Konsistenz bei $w_{<0,4}$	-	[-]	weich

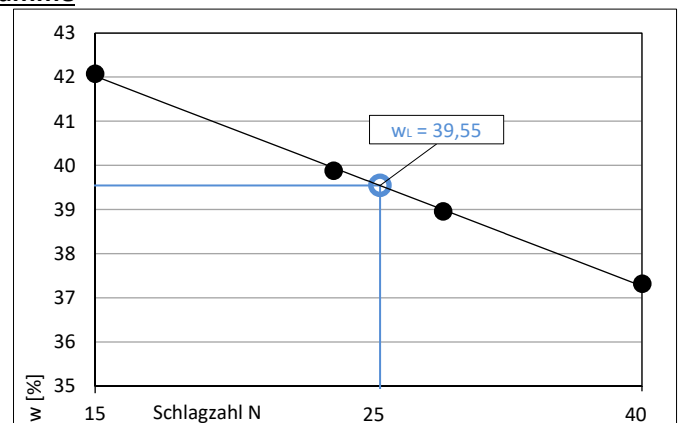
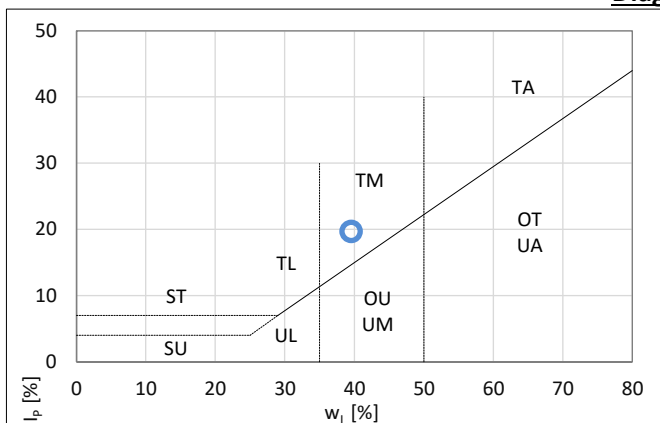
Schrumpfgrenze und Konsistenzzahl bei Schrumpfgrenze

Schrumpfgrenze	w_s	[1]	-	I_c bei w_s	I_{c,w_s}	[1]	-
----------------	-------	-----	---	-----------------	-------------	-----	---

Wassergehalt w bei diversen I_c

I_c	[-]	0,10	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80	0,85	0,90
w	[%]	37,58	35,61	34,62	33,64	31,67	29,70	28,71	27,73	25,76	23,79	22,81	21,82

Diagramme



Bemerkungen:

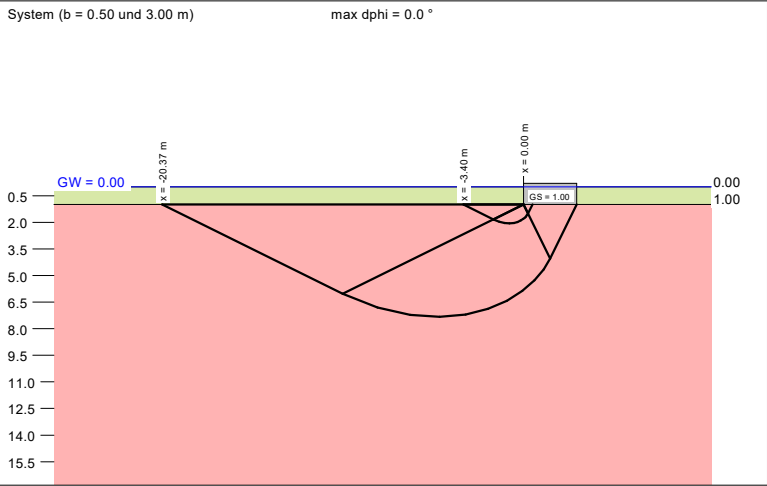
geprüft:

i. A.:

Grundbruch- / Setzungsberechnung
für Streifenfundamente

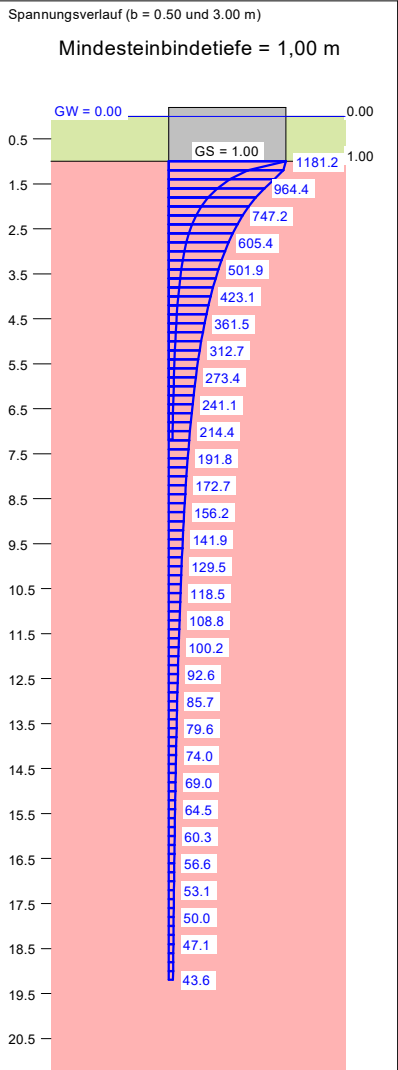
Gründung über Fundamentvertiefungen auf den Kiessanden

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	9.0	27.5	2.5	15.0	0.00	Auffüllung
	19.5	11.5	37.5	1.3	100.0	0.00	Kiessande



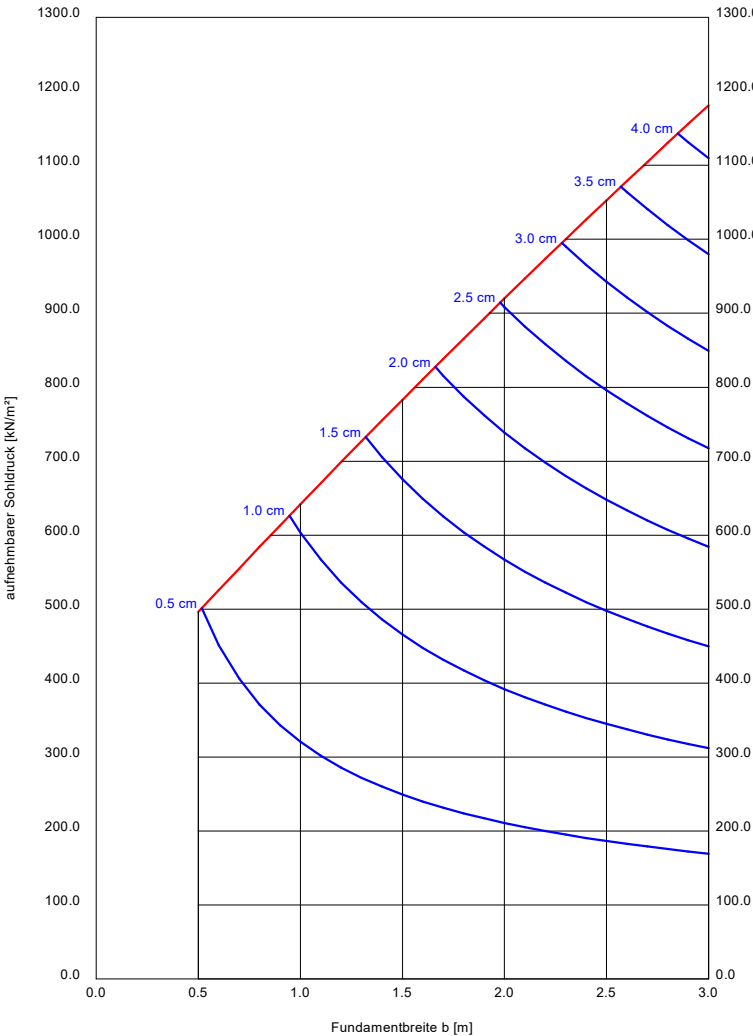
a	b	zul σ	zul R	s	cal φ	cal c	γ_2	σ_0	t_g	UK LS
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m]	[cm]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	[kN/m²]	[m]	[m]
10.00	0.50	496.3	248.2	0.48	37.5	1.25	11.50	9.00	7.18	2.06
10.00	0.60	525.8	315.5	0.59	37.5	1.25	11.50	9.00	7.88	2.27
10.00	0.70	555.0	388.5	0.70	37.5	1.25	11.50	9.00	8.54	2.48
10.00	0.80	584.1	467.3	0.82	37.5	1.25	11.50	9.00	9.16	2.69
10.00	0.90	613.0	551.7	0.94	37.5	1.25	11.50	9.00	9.76	2.90
10.00	1.00	641.8	641.8	1.07	37.5	1.25	11.50	9.00	10.34	3.11
10.00	1.10	670.4	737.4	1.20	37.5	1.25	11.50	9.00	10.89	3.32
10.00	1.20	698.8	838.5	1.33	37.5	1.25	11.50	9.00	11.43	3.53
10.00	1.30	727.0	945.1	1.47	37.5	1.25	11.50	9.00	11.95	3.74
10.00	1.40	755.1	1057.1	1.61	37.5	1.25	11.50	9.00	12.45	3.96
10.00	1.50	783.0	1174.5	1.76	37.5	1.25	11.50	9.00	12.95	4.17
10.00	1.60	810.7	1297.2	1.91	37.5	1.25	11.50	9.00	13.42	4.38
10.00	1.70	838.3	1425.1	2.06	37.5	1.25	11.50	9.00	13.89	4.59
10.00	1.80	865.7	1558.3	2.22	37.5	1.25	11.50	9.00	14.35	4.80
10.00	1.90	892.9	1696.6	2.37	37.5	1.25	11.50	9.00	14.79	5.01
10.00	2.00	920.0	1840.0	2.53	37.5	1.25	11.50	9.00	15.23	5.22
10.00	2.10	946.9	1988.4	2.70	37.5	1.25	11.50	9.00	15.66	5.43
10.00	2.20	973.6	2141.9	2.86	37.5	1.25	11.50	9.00	16.08	5.64
10.00	2.30	1000.1	2300.3	3.03	37.5	1.25	11.50	9.00	16.49	5.85
10.00	2.40	1026.5	2463.7	3.20	37.5	1.25	11.50	9.00	16.90	6.07
10.00	2.50	1052.7	2631.8	3.38	37.5	1.25	11.50	9.00	17.29	6.28
10.00	2.60	1078.8	2804.8	3.55	37.5	1.25	11.50	9.00	17.69	6.49
10.00	2.70	1104.6	2982.6	3.73	37.5	1.25	11.50	9.00	18.07	6.70
10.00	2.80	1130.4	3165.0	3.91	37.5	1.25	11.50	9.00	18.45	6.91
10.00	2.90	1155.9	3352.1	4.09	37.5	1.25	11.50	9.00	18.82	7.12
10.00	3.00	1181.2	3543.7	4.28	37.5	1.25	11.50	9.00	19.19	7.33

zul $\sigma = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.00) = \sigma_{0f,k} / 1.40$
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



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 = 0.500

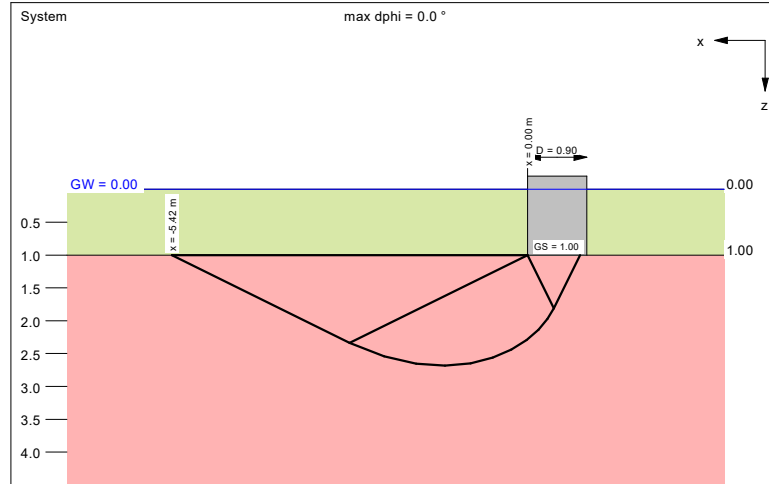
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.000$
Gründungssohle = 1.00 m
Grundwasser = 0.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt
aufnehmbarer Sohldruck
Setzungen



Grundbruch- / Setzungsberechnung für Brunnenfundamente

Gründung über Fundamentvertiefungen auf den Kiessanden

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E _s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	9.0	27.5	2.5	15.0	0.00	Auffüllung
	19.5	11.5	37.5	1.3	100.0	0.00	Kiessande

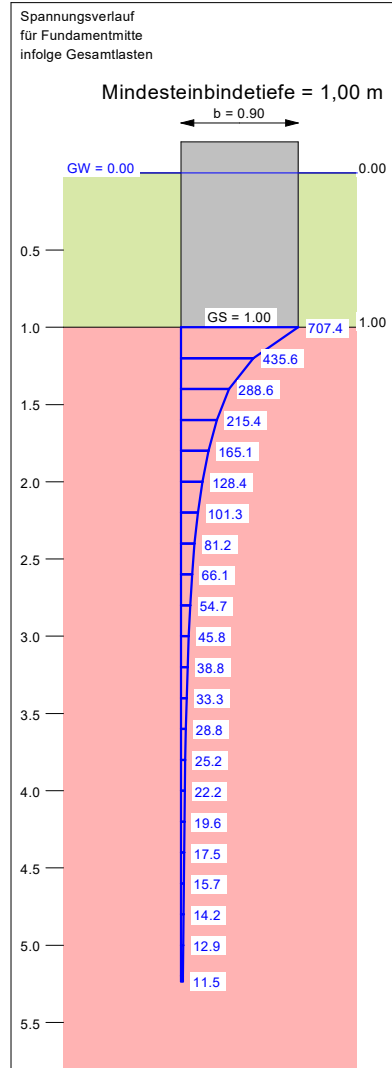


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 450.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 0.900$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 0.113 m)
 $a' = 0.798$ m
 $b' = 0.798$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 0.113 m)
 $a' = 0.798$ m
 $b' = 0.798$ m

UK log. Spirale = 2.68 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 7.39 m
 Fläche log. Spirale = 6.62 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{c0} = 58.40$; $N_{d0} = 45.81$; $N_{b0} = 34.38$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.622$; $v_d = 1.609$; $v_b = 0.700$

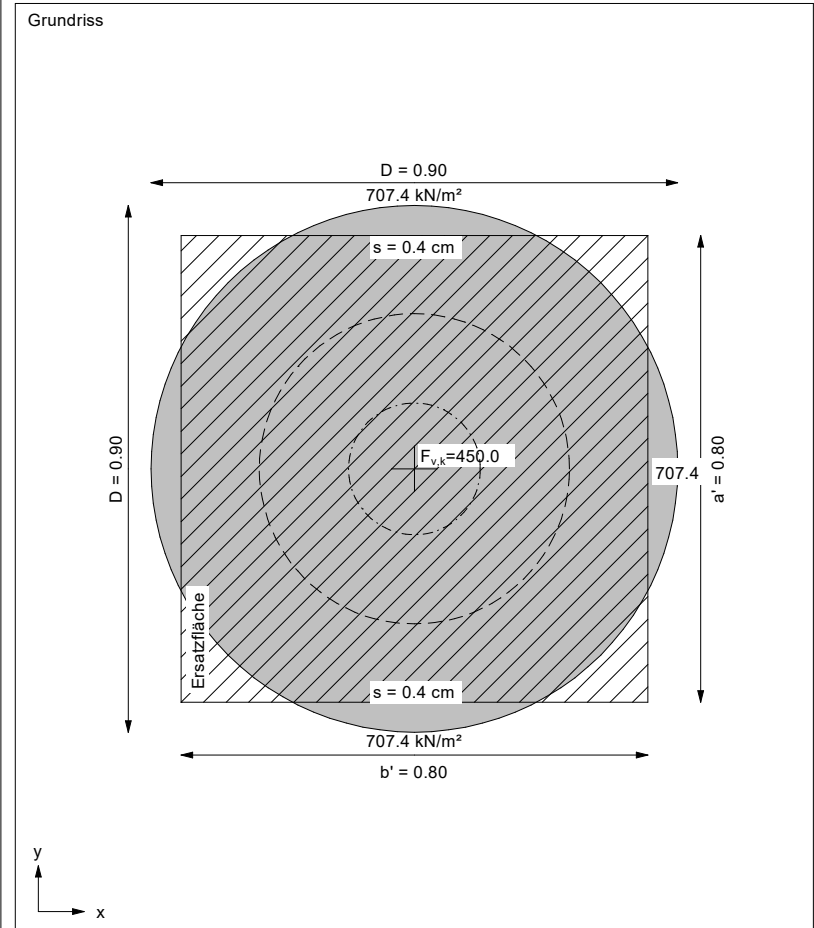
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 5.23$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.45 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.45 cm
 unten = 0.45 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 450.0 \cdot 0.90 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 182.3$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 182.3 = 0.000$

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 1002.5 / 716.07$ kN/m²
 $R_{n,k} = 637.76$ kN
 $R_{n,d} = 455.55$ kN
 $V_d = 1.00 \cdot 450.00 + 1.00 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 450.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.988
 cal $\varphi = 37.5^\circ$
 cal $c = 1.25$ kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.50$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 9.00$ kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

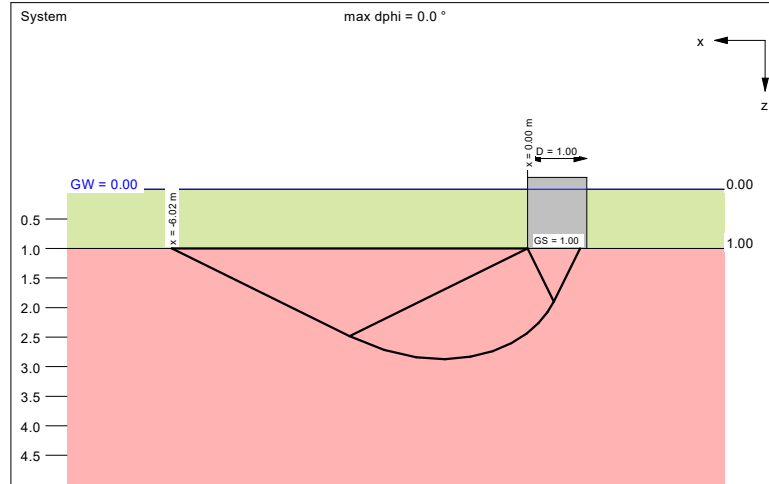
$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Grundbruch- / Setzungsberechnung für Brunnenfundamente

Gründung über Fundamentvertiefungen auf den Kiessanden

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E _s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	9.0	27.5	2.5	15.0	0.00	Auffüllung
	19.5	11.5	37.5	1.3	100.0	0.00	Kiessande

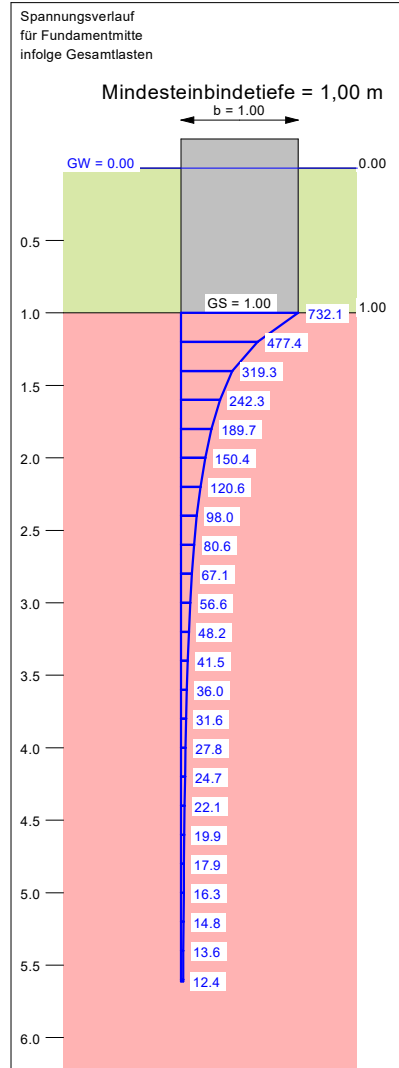


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 575.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 1.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 0.125 m)
 $a' = 0.886$ m
 $b' = 0.886$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 0.125 m)
 $a' = 0.886$ m
 $b' = 0.886$ m

UK log. Spirale = 2.87 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 8.21 m
 Fläche log. Spirale = 8.17 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{c0} = 58.40$; $N_{d0} = 45.81$; $N_{b0} = 34.38$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.622$; $v_d = 1.609$; $v_b = 0.700$

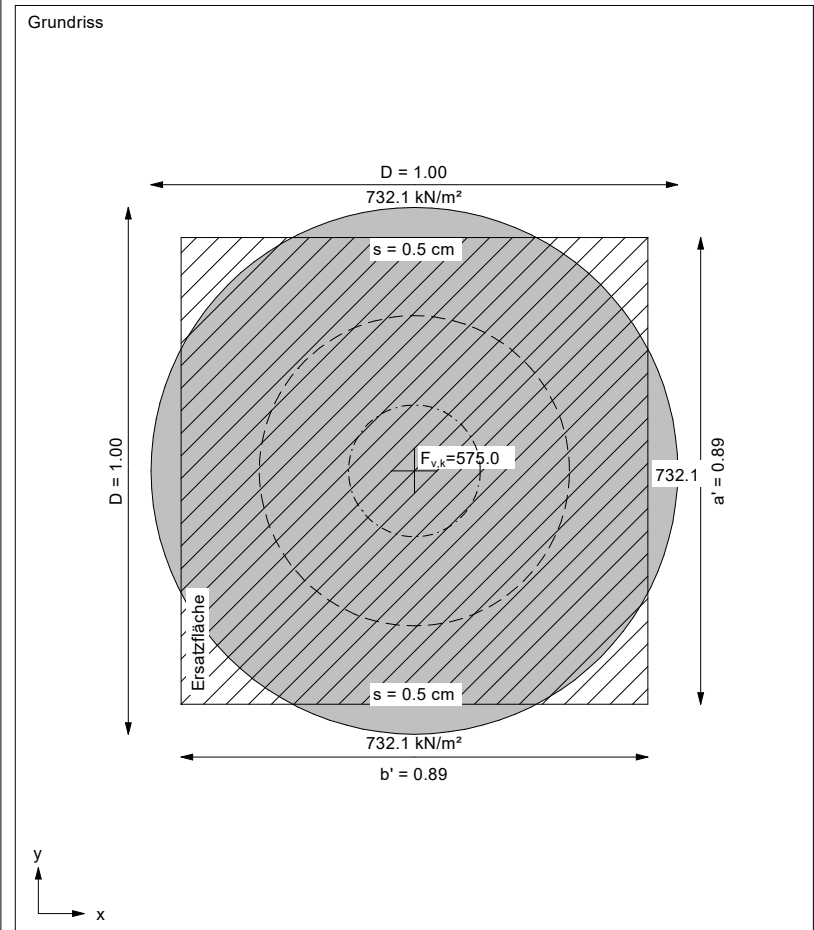
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 5.61$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.52 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.52 cm
 unten = 0.52 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 575.0 \cdot 1.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 258.8$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 258.8 = 0.000$

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 1027.0 / 733.59$ kN/m²
 $R_{n,k} = 806.63$ kN
 $R_{n,d} = 576.16$ kN
 $V_d = 1.00 \cdot 575.00 + 1.00 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 575.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.998
 cal $\varphi = 37.5^\circ$
 cal c = 1.25 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.50$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 9.00$ kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

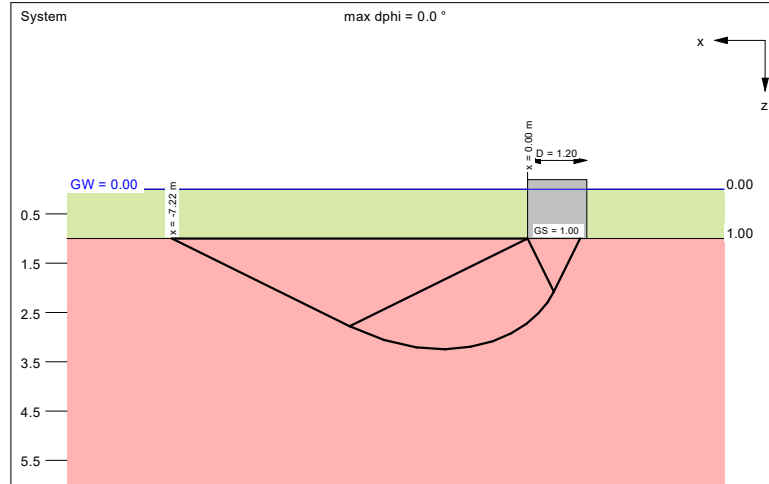
$\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Grundbruch- / Setzungsberechnung für Brunnenfundamente

Gründung über Fundamentvertiefungen auf den Kiessanden

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	9.0	27.5	2.5	15.0	0.00	Auffüllung
	19.5	11.5	37.5	1.3	100.0	0.00	Kiessande

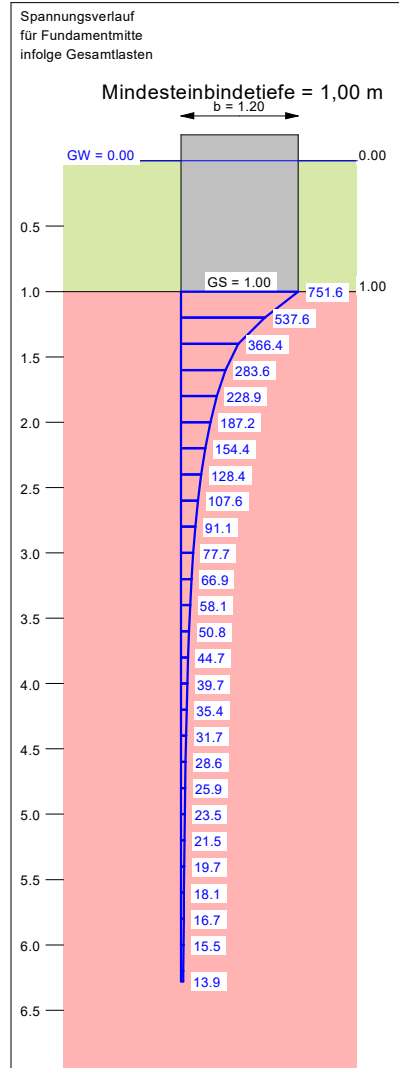


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 850.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 1.200$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 0.150 m)
 $a' = 1.063$ m
 $b' = 1.063$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 0.150 m)
 $a' = 1.063$ m
 $b' = 1.063$ m

UK log. Spirale = 3.24 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 9.85 m
 Fläche log. Spirale = 11.77 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{c0} = 58.40$; $N_{d0} = 45.81$; $N_{b0} = 34.38$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.622$; $v_d = 1.609$; $v_b = 0.700$

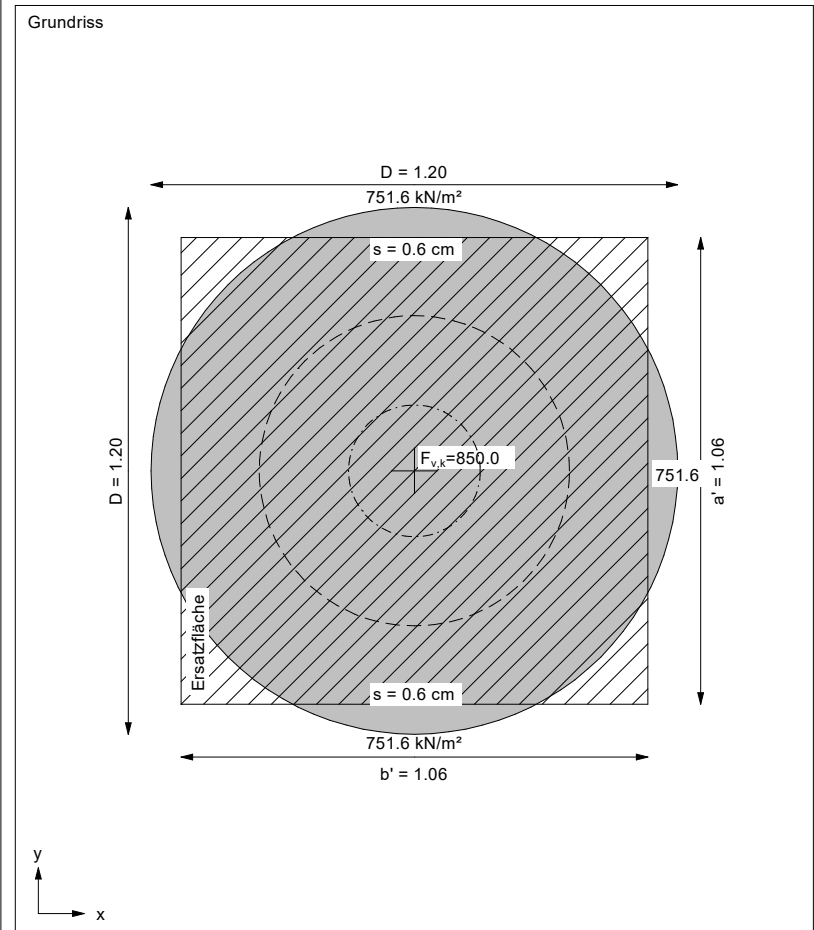
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 6.28$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.63 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.63 cm
 unten = 0.63 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 850.0 \cdot 1.20 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 459.0$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 459.0 = 0.000$

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 1076.1 / 768.64$ kN/m²
 $R_{n,k} = 1217.03$ kN
 $R_{n,d} = 869.31$ kN
 $V_d = 1.00 \cdot 850.00 + 1.00 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 850.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.978
 cal $\varphi = 37.5^\circ$
 cal $c = 1.25$ kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.50$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 9.00$ kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

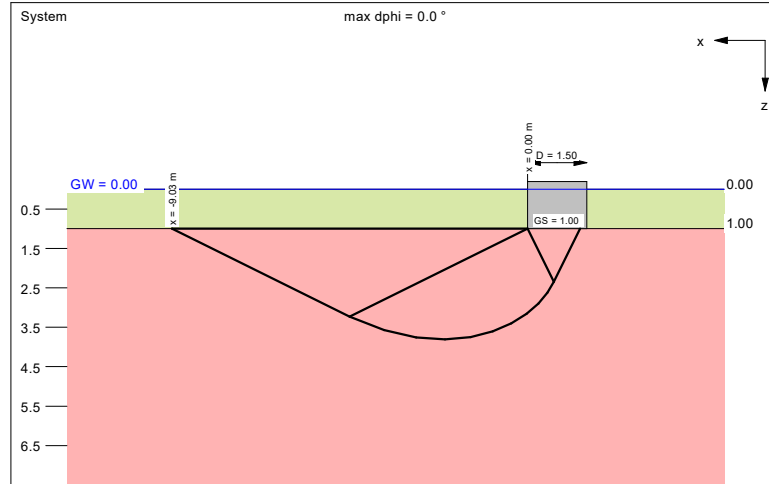
$\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Grundbruch- / Setzungsberechnung für Brunnenfundamente

Gründung über Fundamentvertiefungen auf den Kiessanden

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E _s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	9.0	27.5	2.5	15.0	0.00	Auffüllung
	19.5	11.5	37.5	1.3	100.0	0.00	Kiessande

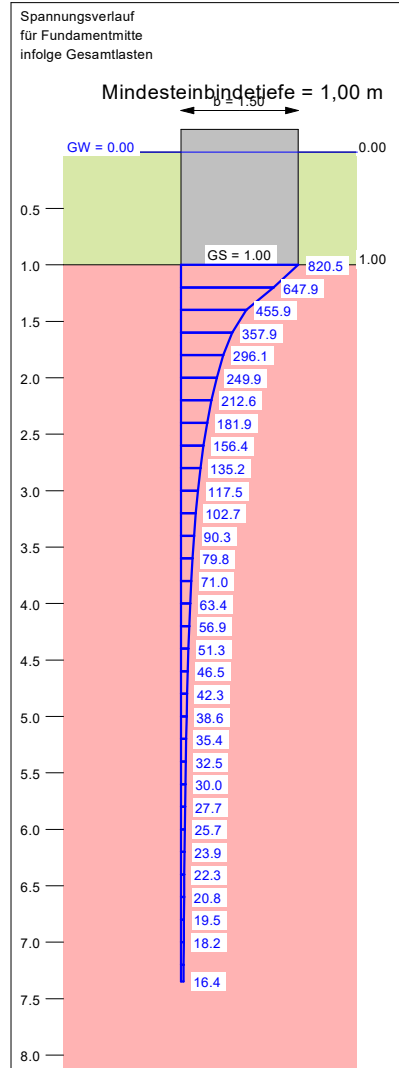


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1450.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 1.500$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 0.188 m)
 $a' = 1.329$ m
 $b' = 1.329$ m
 Unter Gesamlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 0.188 m)
 $a' = 1.329$ m
 $b' = 1.329$ m

UK log. Spirale = 3.81 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 12.32 m
 Fläche log. Spirale = 18.39 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{c0} = 58.40$; $N_{d0} = 45.81$; $N_{b0} = 34.38$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.622$; $v_d = 1.609$; $v_b = 0.700$

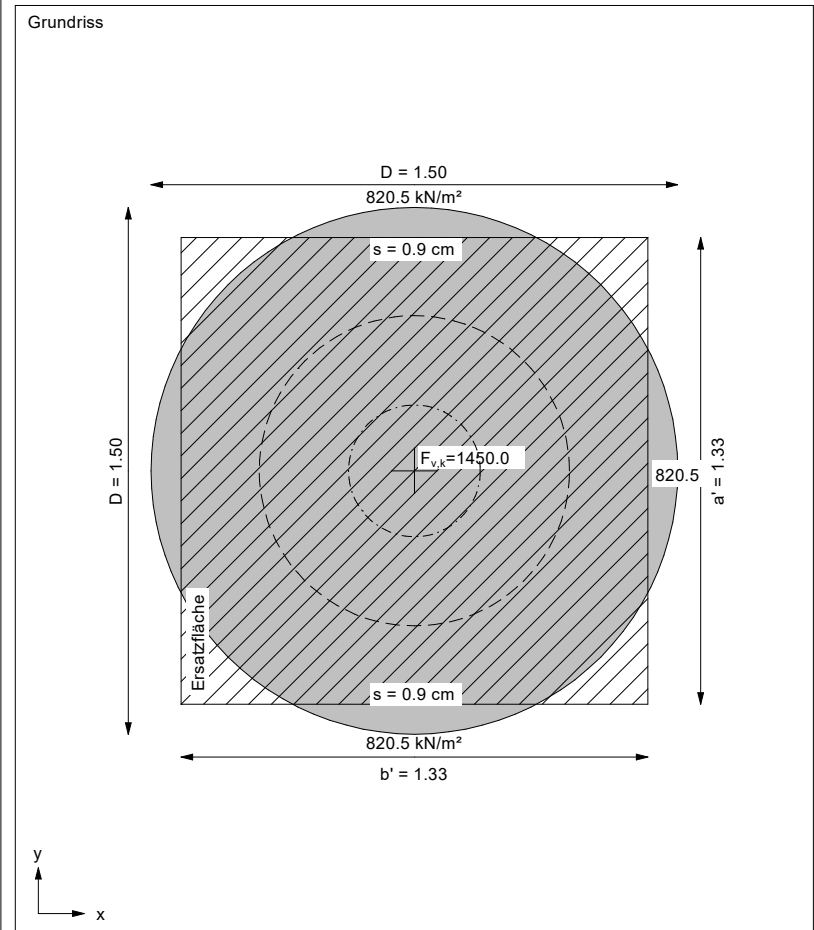
Setzung infolge Gesamlasten:
 Grenztiefe $t_g = 7.35$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.86 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.86 cm
 unten = 0.86 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 1450.0 \cdot 1.50 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 978.8$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 978.8 = 0.000$

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 1149.7 / 821.20$ kN/m²
 $R_{n,k} = 2031.66$ kN
 $R_{n,d} = 1451.19$ kN
 $V_d = 1.00 \cdot 1450.00 + 1.00 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 1450.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.999
 cal $\varphi = 37.5^\circ$
 cal $c = 1.25$ kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.50$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 9.00$ kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

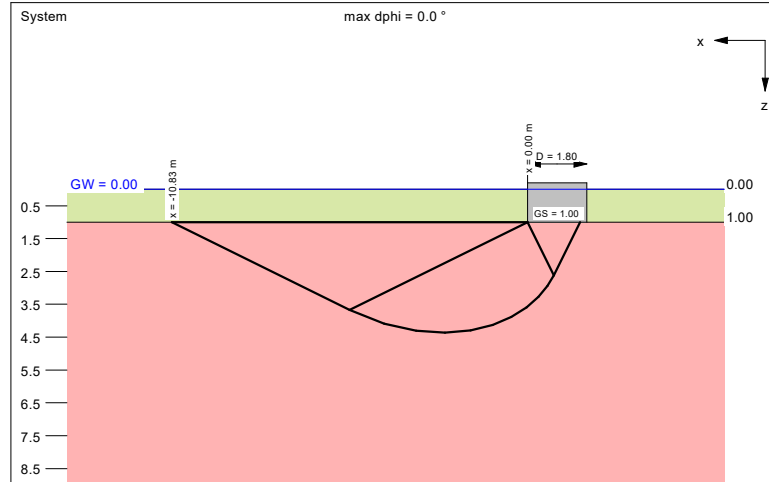
$\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Grundbruch- / Setzungsberechnung für Brunnenfundamente

Gründung über Fundamentvertiefungen auf den Kiessanden

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E _s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	9.0	27.5	2.5	15.0	0.00	Auffüllung
	19.5	11.5	37.5	1.3	100.0	0.00	Kiessande

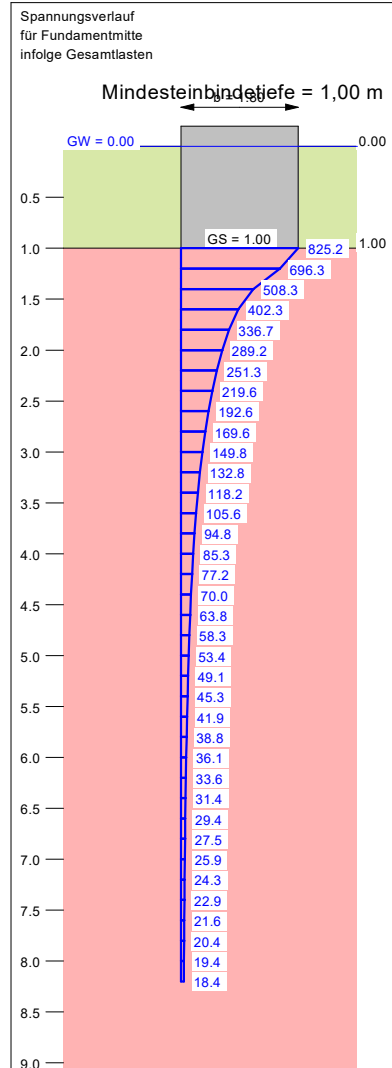


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 2100.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 1.800 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 0.225 m)
 $a' = 1.595$ m
 $b' = 1.595$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 0.225 m)
 $a' = 1.595$ m
 $b' = 1.595$ m

UK log. Spirale = 4.37 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 14.78 m
 Fläche log. Spirale = 26.48 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{c0} = 58.40$; $N_{d0} = 45.81$; $N_{b0} = 34.38$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.622$; $v_d = 1.609$; $v_b = 0.700$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 8.20$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 1.03 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 1.03 cm
 unten = 1.03 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 2100.0 \cdot 1.80 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 1701.0$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 1701.0 = 0.000$

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 1223.3 / 873.77$ kN/m²
 $R_{n,k} = 3112.86$ kN
 $R_{n,d} = 2223.47$ kN
 $V_d = 1.00 \cdot 2100.00 + 1.00 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 2100.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.944
 cal $\varphi = 37.5^\circ$
 cal c = 1.25 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.50$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 9.00$ kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.00$
 $\gamma_Q = 1.00$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

