Augustiner-Bräu Wagner KG
Bauabteilung
Landsberger Straße 31 -35
80339 München

AZ 20-09-16
08.10.2020

Geotechnisches Baugrundgutachten
Bauvorhaben: München, Freiham, Ludwig-Schmid-Straße
---

1. Vorgang
2. Morphologie, Geologische Situation, Schichtenfolge
3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte
4. Grundwasserverhältnisse
5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Anlagen:

1.1 Lageplan
2.1-2 geotechnische Baugrundprofile
3.1-3 Bodenmechanische Versuche
4.1-3 Fundamentdiagramme

Unterlagen: Geologische Karte, Lageplan, Eingabeplan, Schnitt Baugrundgutachten 1213-05-[redacted] vom 03.02.2006

1. Vorgang

Der Bauherr Augustiner-Bräu Wagner KG beauftragte das Büro des Unterzeichners mit der Baugrunderkundung und Erstellung eines ingenieurgeologischen Baugrundgutachtens mit Gründungsvorschlag für o.g. Bauvorhaben.

Zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden in der Zeit vom 29.09.2020 bis 02.10.2020 drei Bohrungen B1 - B3, Tiefe jeweils 15 m mit durchgehendem Gewinn von gekernten Bodenproben des Durchmessers 140 mm nach DIN 4021 und vier Rammsondierungen DPH 1 - 4, Tiefe 2,0 m – 2,60 m, (schwere Rammsonde nach DIN 4094) ausgeführt.
Die Lage der geotechnischen Aufschlüsse ist im Lageplan in der Anlage 1.1 dargestellt. Die angegebenen Höhen wurden von OK RFB der Bestandshalle = 540,24 m , die im Lageplan dargestellt ist, eingemessen.

2. Morphologie, Geologische Situation Schichtenfolge

Morphologie

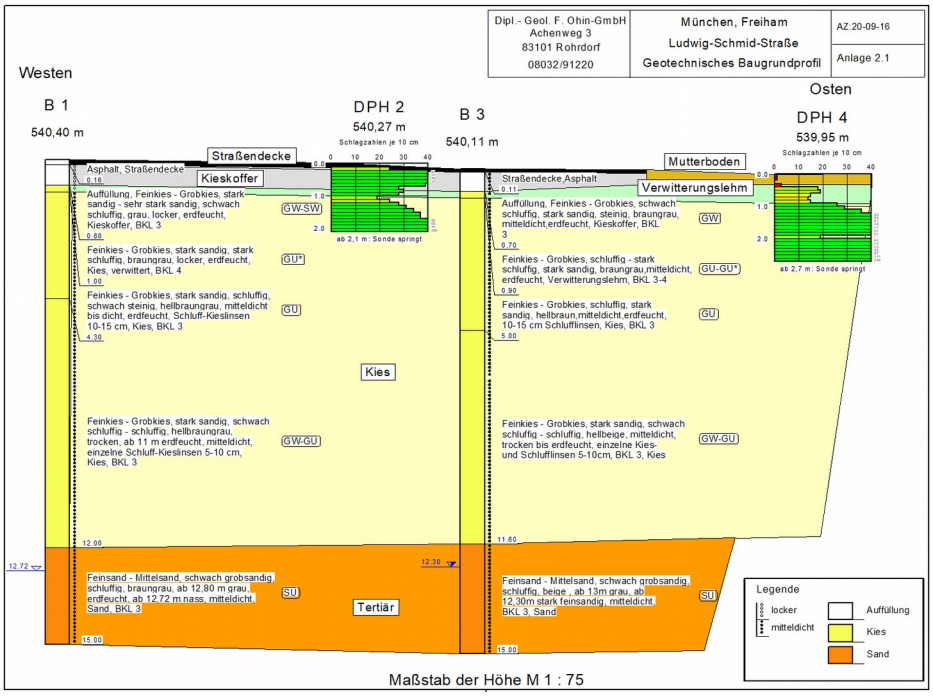
Das Baugelände liegt im Südwesten des Gewerbegebiets Freiham der Stadt München und trägt die Anschrift Ludwig-Schmid-Straße 9. Das Grundstück gehört zum Werksgelände der Augustiner-Bräu KG und wird derzeit als Verkehrsfläche genutzt. Die Geländeoberfläche ist eben ausgebildet. Besondere Auffälligkeiten zeigen sich nicht.

Geologische Situation

Der tiefere Untergrund des Geländes besteht aus dem Tertiär der oberen Süßwasser Molasse. Darüber folgen Schmelzwasserkiese der Münchner Schotterebene. Durch die Verwitterung wurde der Kies oberflächlich zersetzt und es bildete sich der Verwitterungslehm. Mit der Bebauung wurde die natürliche Schichtenfolge größtenteils mit einer Auffüllung überdeckt und mit einer Straßendecke versiegelt.

Schichtenfolge

Entsprechend der geologischen Situation wurde in den Bohrungen das folgende Baugrundprofil angetroffen:



: Mutterboden
: Straßendecke
: Kieskoffer
: Verwitterungslehm
: Kies
: Sand

Das geologische Normalprofil baut sich von oben nach unten wie folgt auf:

Mutterboden

Der Mutterboden wurde nur im Nordosten der Untersuchungsfläche angetroffen und ist 0,4 m dick.

Straßendecke

Es wurden von Norden nach Süden folgende Schichtstärke der Straßendecke gemessen:

Lokalität	Bohrung	Dicke
Nordwesten	B 1	16 cm
Mitte Nord	DPH 2	11 cm
Mitte Nord	B 3	11 cm
Südwest	DPH 1	14 cm
Mitte Süd	B 2	12 cm
Mitte Süd	DPH 3	11 cm

Die Straßendecke ist in der Regel zwischen 11 cm und 12 cm dick. Nur im Westen ist die Schichtdicke der Straßendecke auf im Mittel 14 cm bis 16 cm erhöht.

Kieskoffer

Es wurden von Norden nach Süden folgende Schichtstärken der Kieskoffers gemessen:

Lokalität	Bohrung	Dicke
Nordwesten	B 1	0,6 m
Mitte Nord	DPH 2	0,7 m
Mitte Nord	B 3	0,6 m
Südwest	DPH 1	0,9 m
Mitte Süd	B 2	1,1 m
Mitte Süd	DPH 3	0,9 m

Die Unterkante des Kieskoffers liegt im nördlichen Abschnitt zwischen 0,7 m und 0,8 m Tiefe und im südlichen Bereich zwischen 1,0 m und 1,2 m Tiefe. Die Schichtdicke des Kieskoffers schwankt zwischen 0,6 m im Norden und 1,1 m im Süden.

Unter dem Kieskoffer liegt in der Regel der Verwitterungslehm. Nur im südöstlichen Abschnitt ist der Kieskoffer vom Kies unterlagert.

Verwitterungslehm

Der Verwitterungslehm wurde bis auf den südöstlichen Bereich auf dem gesamten Gelände erschlossen und setzt in der Regel unter dem Kieskoffer zwischen 0,7 m im Norden und 1,2 m im Süden ein. Nur im Nordosten liegt die Oberfläche des Verwitterungslehmes unter dem Mutterboden in 0,4 m Tiefe.

Die Unterkante des Verwitterungslehmes liegt im nördlichen Abschnitt zwischen 0,9 m und 1,0 m Tiefe und im südlichen Abschnitt zwischen 1,4 m und 1,5 m Tiefe. Die Schichtdicke des Verwitterungslehmes reicht von 0,2 m bis 0,5 m.

Unter dem Verwitterungslehm folgt der Kies.

Kies

Der Kies ist auf dem gesamten Gelände vorhanden und setzt zwischen 0,9 m Tiefe im Norden und 1,5 m Tiefe im Süden ein. Die Basis des Kieses liegt im nördlichen Abschnitt zwischen 12,0 m und 11,6 m Tiefe und steigt in südliche Richtung auf 11,0 m unter Gelände an. Die Schichtdicke des Kieses beläuft sich auf 9,6 m bis 11 m. Unter dem Kies folgt das Tertiär.

Tertiär

Das Tertiär bildet den Abschluss der erschlossenen Schichtenfolge und setzt zwischen 11,0 m Tiefe im Süden und 12,0 m Tiefe im Norden ein. Mit den bis zu 15 m tiefen Bohrungen wurde das Tertiär nicht durchstoßen. Entsprechend der geologischen Situation wird sich das Tertiär noch weit in die Tiefe fortsetzen.

3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte

Zusätzlich zur Schichtansprache, die in den geotechnischen Baugrundprofilen in der Anlage 2.1-2 dargestellt ist, werden die bautechnischen Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten wie folgt beurteilt:

Straßendecke

Zur Bestimmung von Teer wurde das Lackansprühverfahren angewandt. Dieses Verfahren wird vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft (Merkblatt Nr 3.4/1) als qualitativer Schnelltest zur Erkennung des Teergehaltes vorgeschlagen.

Aufgrund des Farbtestes wurden folgende Befunde festgestellt:

Lokalität	Bohrung	Dicke	Befund
Nordwesten	B 1	16 cm	Asphalt
Mitte Nord	DPH 2	11 cm	Asphalt
Mitte Nord	B 3	11 cm	Asphalt
Südwest	DPH 1	14 cm	Asphalt
Mitte Süd	B 2	12 cm	Asphalt
Mitte Süd	DPH 3	11 cm	Asphalt

Hinweise wie Geruch, Aussehen oder eine Verfärbung als Folge des Lackansprüh-verfahrens, was auf teerhaltiges Material hinweisen würde, konnte nicht festgestellt werden.

Von der Straßendecke wurden Proben genommen, aus denen im Labor 3 Mischproben erstellt wurden. Die Mischproben werden vom Institut Fresenius auf ihren PAK-Gehalt untersucht. Die chemischen Analyseergebnisse werden nachgereicht.

Kieskoffer

Der braun bis grau gefärbte Kieskoffer baut sich in der Regel aus einem schwach schluffigen und stark sandigen bis sehr stark sandigen Fein- bis Grobkies auf. Abschnittsweise ist der Kieskoffer schluffige und steinig ausgebildet.

Die Lagerungsdichte des Kieskoffers schwankt, nach Angabe des Bohrgeräteführers, zwischen locker und mitteldicht gelagert. Die mittleren Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen betragen für den Kieskoffer zwischen N_{10} = 10 und 25 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe, was ein Schwanken zwischen einer lockeren und einer mitteldichten Lagerung anzeigt. Schlagzahlen von N_{10} > 35 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe sind auf Steine zurückzuführen.

Vom Kieskoffer wurden Proben entnommen, die im Labor zu 2 Mischproben verarbeitet wurden. Die Mischproben werden vom Institut Fresenius gemäß dem Leitfaden < 2 mm analysiert.

Der Kieskoffer eignet sich aufgrund des unterlagernden Verwitterungslehmes nicht zur Abtragung größerer Tragwerkslasten in den Untergrund. Für die Gründung von Straßen und Parkplätzen ist der Kieskoffer als ein tragfähiger Baugrund zu bewerten. Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist im Kieskoffer aufgrund des unterlagernden Verwitterungslehms nicht möglich.

Verwitterungslehm

Der braune Verwitterungslehm ist aus dem unterlagernden Kies entstanden und besteht gemäß seiner Genese aus einem stark schluffigen, stark sandigen und abschnittsweise steinigen Fein- bis Grobkies.

Nach Angabe des Bohrgeräteführers wechselt die Lagerungsdichte des Verwitterungslehems zwischen locker und mitteldicht gelagert. Die mittleren Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen schwanken zwischen N_{10} = 7 und 17 Schlägen pro 10cm Eindringtiefe. Nach DIN 4094 4.9 schwankt die Lagerungsdichte zwischen D = 0,28 und 0,49. Nach DIN 1054 Tabelle A 6.3 wechselt die Lagerungsdichte zwischen locker und mitteldicht gelagert.

Der Verwitterungslehm stellt einen stark frostempfindlichen Baugrund dar, der sich nicht zur Abtragung größerer Tragwerkslasten in den Untergrund eignet. Für die Gründung von Verkehrsflächen ist der Verwitterungslehm als ein bedingt tragfähger Baugrund zu bewerten, dessen Tragfähigkeit durch einen Teilbodenersatzkörper zu erhöhen ist.

Kies

Der Kies ist braun bis grau gefärbt und besteht aus einem schluffigen, stark sandigen und abschnittsweise steinigen Fein- bis Grobkies. Drei Korngrößenanalysen des Kieses ergaben folgende Zusammensetzungen (Anlage 3.1):

	B 1	B 2	B 3	B 3
Tiefe [m]	4,3 - 12,0	2,5 - 7,2	0,7 - 5,0	6,5 - 11,6
Kies	66 %	75 %	68 %	65 %
Sand	22 %	17 %	21 %	22 %
Schluff	12 %	8 %	11 %	13 %
Ungleichförmigkeit U	-	69,1	-	-
Krümmungszahl C	-	4,4	-	-
Bodengruppe	GU	GU	GU	GU
Bodenklasse	3	3	3	3
Frostsicherheit	F2	F2	F2	F2
Durchlässigkeit k_f	-	$4*10^{-4}$ m/s	-	-

Entsprechend dem Bohrwiderstand ist der Kies mitteldicht gelagert. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zeigen für den oberen Abschnitt des Kieses N_{10} > 35 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe. Die Lagerungsdichte beträgt nach DIN 4094 4.9 D > 0,65, was einer dichten Lagerung entspricht.

Mit zunehmender Tiefe steigen die Schlagzahlend er schweren Rammsondierungen auf N_{10} > 300 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe an, was einem Springen der Rammsonde entspricht. Ein weiterer Sondierfortschritt konnte nicht erzielt werden, was die dichte Lagerung des Kieses bestätigt.

Der Kies weist in der Regel einen Schluffgehalt > 10 % auf, womit eine Ableitung des Durchlässigkeitswertes aus dem Siebast der Korngrößenverteilung nach Hazen und Beyer nicht zulässig ist. Nur in der Bohrung B 2 beträgt der Schluffgehalt des Kieses weniger als 10 %. Hier ergab die Auswertung der Sieblinie nach Hazen und Beyer eine Durchlässigkeit des Kieses von $k_f = 4 \times 10^{-4}$ m/s. Der Kies ist nach DIN 1830 als stark durchlässig einzustufen und zur Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

Das stützende Korngerüst verleiht dem Kies eine gute Tragfähigkeit, die nur geringe Setzungen erwarten lässt. Der Kies ist als ein tragfähiger Baugrund einzustufen.

Tertiär

Das graue Tertiär baut sich aus einem schluffigen Fein- bis Mittelsand mit variierenden Feinsandanteilen auf. Eine Korngrößenanalyse des Tertiärs ergab folgende Zusammensetzung (Anlage 3.1):

	B 2
Tiefe [m]	11,0 - 15,0
Grobsand	3 %
Mittelsand	54 %
Feinsand	26 %
Schluff	17 %
Ungleichförmigkeit U	-
Krümmungszahl C	-
Bodengruppe	SU*
Bodenklasse	4
Frostsicherheit	F3
Durchlässigkeit k_f	-

Das Tertiär ist nach Angabe des Bohrgeräteführers mitteldicht gelagert. Eine Ableitung der Durchlässigkeit nach Hazen und Beyer aus dem Siebast der Kornverteilungskurve ist aufgrund des hohen Schluffgehaltes nicht zulässig. Die Durchlässigkeit des Tertiärs wird anhand der Kornzusammensetzung auf $k_f = 5 \times 10^{-6}$ m/s abgeschätzt. Das Teritär ist nach DIN 18130 als durchlässig einzustufen.

Das Tertiär ist im ungestörten Zustand als tragfähiger, nur zu geringen Setzungen neigender, Untergrund zu beurteilen, dessen Verflüssigungsbereitschaft im Grundwasser zu beachten ist.

Für die Standsicherheitsberechnungen dürfen die folgenden Bodenkennwerte verwendet werden.

Tabelle 1: charakteristische Bodenkennwerte

		Kieskoffer	Verwitterungs-lehm	Kies	Tertiär
Wichte γ_k	kN/m²	21/11 20/10	20/10 19/9	22/12 21/11	21/11 20/10
Reibungswinkel φ_k	Grad	37,5 35	30 27,5	37,5 35	32,5 30
Kohäsion undräniert c_{uk}	kN/m²	0 0	0 0	0 0	0 0
Kohäsion dräniert $c`_k$	kN/m²	0 0	0 0	0 0	0 0
Steifezahl E_{sk}	MN/m²	120 80	35 20	100 80	60 40
Bodengruppe	DIN 18196	GW - GU	GU*	GU	SU - SU*
Bodenklasse	DIN 18300	3	4	3	3 - 4
Frostsicherheit	ZTVE	F1 - F2	F3	F2	F2 - F3

Obere und untere vorsichtige mittlere Schätzwerte DIN 1054 -2003.

4. Grundwasserverhältnisse

Die Grundwasserbeobachtungen im Bohrloch sind in den Bohrprofilen der Anlage 2.1 dargestellt. Grundwasser lief in den Bohrungen B 1 bis B 3 zu.

4.1 Grundwasserstände, -fließrichtung, -leiter und Durchlässigkeit

Die Wasserstandsbeobachtungen sind wie folgt zusammenzustellen:

Bohrung	Grundwasser angebohrt		Grundwasser bei Bohrende	
	m unter Gelände	m u. 0,00	m unter Gelände	m u. 0,00
B 1	12,72	527,68	12,72	527,68
B 2	12,60	527,66	12,60	527,66
B 3	12,30	527,81	12,30	527,81

Die Flurabstände schwanken zwischen 12,30 m und 12,72 m unter Geländeoberkante. Der Grundwasserspiegel stellte sich im Mittel auf ca. 527,75 m ü NN.

Entsprechend der hydrogeologischen Karte Bayerns fließt das Grundwasser in nordöstlicher Richtung. Die dargestellten Grundwassergleichen beziehen sich auf ein Niedrigwasser und geben für das Baugelände eine Höhe der Grundwasseroberfläche von 527,50 m ü NN aus. Als Grundwasserleiter fungieren der Kies und das Tertiär. Der Grundwasserleiter wird aufgrund seiner großen Ausdehnung und starken Durchlässigkeit von erheblichen Wassermengen durchströmt.

4.2 Versickerungsversuch

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit des Kieses wurde in den Bohrungen B 1 und B 2 jeweils ein Versickerungsversuch durchgeführt. Dazu wurde in das Bohrloch eine konstante Wassermenge eingefüllt, bis sich ein konstanter Grundwasserspiegel im Bohrloch einstellte. Das Ergebnis stellt sich wie folgt dar (siehe Anlage 3.2-3):

	B 1	B 2
Tiefe Bohrloch m u GOK	5,90 m	10,70 m
konstanter Wasserspiegel m u GOK	3,00 m	7,30 m
Wassermenge	0,47 l/s	0,63 l/s
Durchlässigkeit k_f	$4{,}2 * 10^{-4}$ m/s	$4{,}8 * 10^{-4}$ m/s

In den Korngrößenanalysen wurden folgende Durchlässigkeiten ermittelt:

B 1: Schluffanteil > 10 %, Ableitung des k_f-Wertes aus Siebast nicht möglich
B 2: $k_f = 4 * 10^{-4}$ m/s

Die Durchlässigkeiten für den Kies aus den Sieblinien und aus den Versickerungsversuchen zeigen die gleichen Werte. Zur Bemessung von Versickerungseinrichtungen darf für den Kies eine Bemessungsdurchlässigkeit von $k_f = 4 * 10^{-4}$ m/s angesetzt werden.

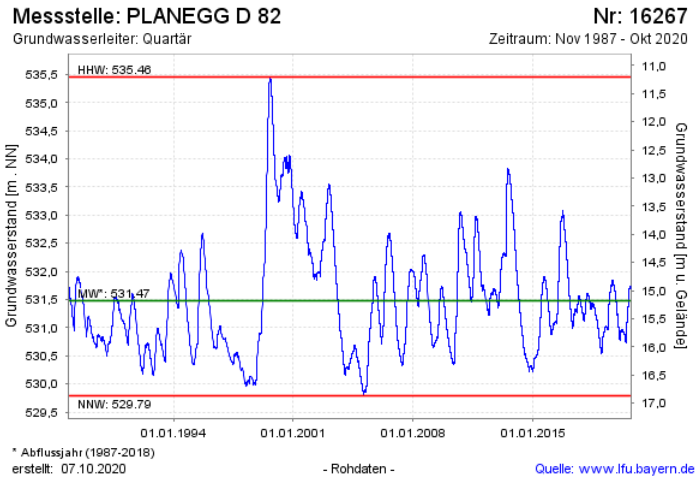
4.3 Überschwemmungsgebiet

Gemäß dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdete Gebiete des bayerischen Landesamtes für Umwelt, ist das Baugelände weder bei einem 100-jährigen Hochwasser HQ100 noch bei einem extremen Hochwasserereignis HQ-extrem überflutungsgefährdet.

4.4 Bemessungswasserstand

Gemäß der Auswertung der oben dargestellten Grundwassergleichenkarte herrschte zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung ein niedriger Wasserstand.

Der Vergleich mit Grundwasseraufzeichnungen aus einem kontinuierlich ausgewerteten Grundwasserpegel in Planegg, der ca. 3,5 km südlich vom Grundstück und im selben Grundwasserleiter liegt ergab, dass der Grundwasserspiegel von einem mittleren Niedrigwasserstand um 5,25 m ansteigen kann.



Zur Bemessung der Auftriebssicherheit ist der höchste zu erwartende Grundwasserstand maßgeblich und auf eine Quote von HHW = 533,25 m ü NN anzusetzen. Der mittlere höchste Grundwasserstand wird auf MHW = 530,50 m ü NN abgeschätzt.

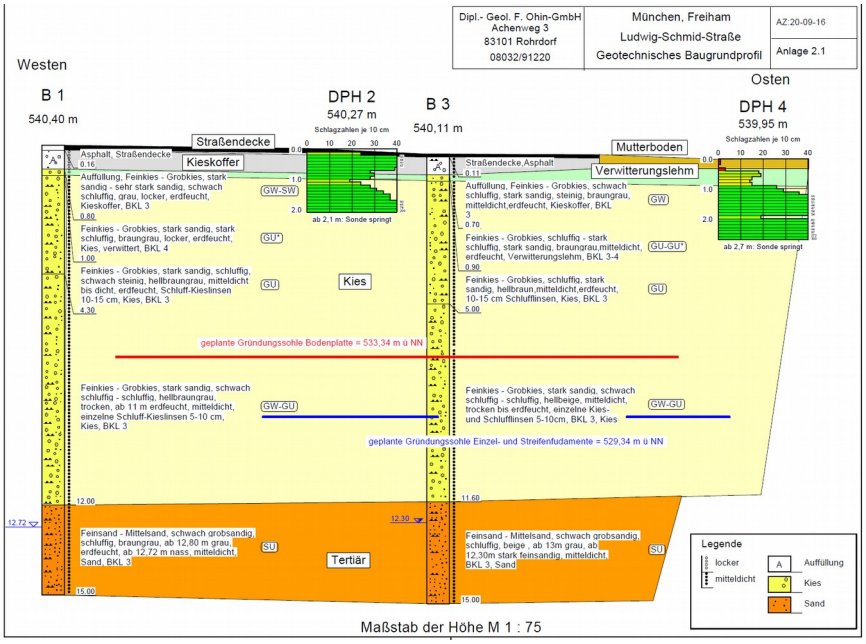
5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Nach den vorliegenden Planunterlagen ist auf dem Grundstück ein unterkellertes Abfüllzentrum mit den Grundrissabmessungen von ca. 36 m x 144 m geplant. Die Gründungssohle der Bodenplatte liegt 6,90 m unter der Bezugshöhe +- 0,00 (= 540,24 m ü NN), d.h. 533,34 m ü NN. Die Einzel. Und Streifenfundamente gründen 2,0 m tiefer auf 531,34 m ü NN. Die angegebenen Höhen sind vom Planer zu kontrollieren.

5.1 Gründungstechnische Baugrundbeurteilung

Entsprechend dem vorliegenden geotechnischen Baugrundprofil vgl. Anlage 2.1-2 steht der tragfähige Baugrund in Form des Kieses im gesamten Gelände zwischen 0,9 m und 1,5 m Tiefe an.

Der Kieskoffer und der Verwitterungslehm eignen sich nicht zur Abtragung größerer Tragwerkslasten in den Untergrund. Die gesamten Tragwerkslasten sind in den Kies abzusetzen. Der Kieskoffer und der Verwitterungslehm sind mit der Gründung zu durchstoßen.



5.2. Gründung

Die geplante Gründungssohle des unterkellerten Gebäudes liegt im Kies.

Bodenplatte

Das Gebäudetragwerk kann flach auf einer biegesteifen Bodenplatte in den Kies gegründet werden. Die Aushubsohle ist, um die Auflockerung durch den Aushub rückgängig zu machen, mit einer schweren Rüttelplatte auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

In der Anlage 4.1 sind die Fundamentdiagramme entsprechend EC 7 nach Setzungs- und Grundbruchberechnungen entsprechend DIN 4017 und DIN 4019 für die maßgeblichen Breiten der Bodenplatte dargestellt.

Es wird bei der Berechnung von folgenden Vorgaben ausgegangen:

BS-P ständige Bemessungssituation (Lastfall 1)		
Teilsicherheitsbeiwert Widerstand Grundbruchwiderstand	γ_{Gr}	= 1,4
Teilsicherheit Gleiten	γ_{Gl}	= 1,10
Teilsicherheitsbeiwert ständige Einwirkungen allgemein	γ_{G}	= 1,35
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_{Q}	= 1,5
Verhältnis von veränderlichen / ständigen Einwirkungen		= 0,5
Einbindetiefe		= 0,00 m
Mittig belastete Fundamente		

Für die so gegründete Bodenplatte dürfen die folgenden Tragfähigkeitswerte angesetzt werden.

Maßgebliche Breite von 5,0 m

Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes	$\sigma_{R.d}$	= 414 kN/m²
Bemessungswert des Sohldrucks effektiv	$\sigma_{E.k}$	= 290 kN/m²

Die Flachgründung auf der Bodenplatte ist bei Auslastung der o.g. Bodenpressung mit einer Setzung von 2,0 cm behaftet.

Der Wert des Bettungsmoduls beträgt

ks = 0,290 / 0,02 = 14,5 MN/m³

Maßgebliche Breite von 3,0 m

Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes	$\sigma_{R.d}$	= 510 kN/m²
Bemessungswert des Sohldrucks effektiv	$\sigma_{E.k}$	= 356 kN/m²

Die Flachgründung auf der Bodenplatte ist bei Auslastung der o.g. Bodenpressung mit einer Setzung von 2,0 cm behaftet.

Der Wert des Bettungsmoduls beträgt

ks = 0,356 / 0,02 = 17,8 MN/m³

Streifen- und Einzelfundamente

Streifen- und Einzelfundamente können nach obigen Vorgaben in dem Kies gegründet werden. Wir gehen davon aus, dass die Fundamente in den vorliegenden Schnitten maßstabsgetreu dargestellt sind. Damit beträgt die Einbindetiefe 2,0 m. Die Breite der Fundamente beträgt maßstäblich 4,0 m.

In der Anlage 4.2-3 sind die Fundamentdiagramme für Streifen- und Einzelfundamenten nach obigen Vorgaben für eine Einbindetiefe von 2,0 m dargestellt. Angegeben wird in Anlehnung an DIN 1054 der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R.d}$ und der effektive zulässige Sohlwiderstand σ_{Ek}. Bei einer Begrenzung der Setzung auf 2,0 cm sind folgende Tragfähigkeitswerte anzusetzen:

Bemessungswert des Sohldruck $\sigma_{R.d}$

Streifenfundament angenommen	b = 2,0 m	$\sigma_{R.d}$ = 600 kN/m²
Einzelfundament angenommen	a = 4,0 m	$\sigma_{R.d}$ = 722 kN/m²

effektive zulässige Sohlwiderstand σ_{Ek}

Streifenfundament angenommen	b = 2,0 m	σ_{Ek} = 419 kN/m²
Einzelfundament angenommen	a = 4,0 m	σ_{Ek} = 505 kN/m²

5.3 Grundwasserschutz und Auftriebssicherheit

Entsprechend der Ausführung im Abschnitt 4 wurde in den Bohrungen Grundwasser ab 12,30 m Tiefe festgestellt.

Ein Grundwasserspiegel, der sich im Bereich des Kellergeschosses bewegt, wird sich nicht einstellen. Es wird empfohlen, Arbeitsräume nach der DIN 4095 zu entwässern und das anfallende Wasser im Kies zu versickern. Die geplanten Einzel- und Streifenfundamente liegen im Grundwasserschwankungsbereich und sind daher aus wasserdichten Beton herzustellen.

Zur Bemessung der Auftriebssicherheit ist der höchste zu erwartende Grundwasserstand maßgeblich und auf eine Quote von HHW = 533,25 m ü NN anzusetzen.

5.4 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Die Baugrube wird mit den Fundamentvertiefungen für die Streifen- und Einzelfundamente bis zu 9,0 m tief. Sie kann in den anstehenden Böden aufgrund des Platzmangels nicht frei geböscht werden.

Als Baugrubenverbau bietet sich der Trägerbohlwandverbau an. Die anstehenden Böden sind entsprechend den Rammdiagrammen der schweren Rammsondierungen als „schwer bis nicht rammber“ einzustufen. Die Bohlträger müssen vorgebohrt werden. Aufgrund der großen Tiefe kann eine Rückverankerung des Baugrubenverbaus notwendig werden. Der Kies ist zur Rückverankerung geeignet. Für verpresste Anker darf im Kies eine Mantelreibung von q_{sk} = 200 kN/m² angesetzt werden.

5.5 Aushubklassen

Beim Baugrubenaushub ist nach DIN 18 300 mit den folgenden Bodenklassen und Auflockerungsfaktoren zu rechnen:

Böden	Bodenklasse	Auflockerung
Kieskoffer	3	15 %
Verwitterungslehm	4	15 - 20 %
Kies	3	15 - 20 %
Tertiär	4	15 - 20 %

Für die Verfüllung der Arbeitsräume ist der Kies geeignet.

5.6 Homogenbereiche nach DIN 18300 2015

Die Böden sind in folgende Homogenbereiche zusammenzufassen:

	Mutterboden	Kieskoffer	Verwitterungs-lehm	Kies	Tertiär
Homogenbereich	O1	B1	B2	B3	B4
Korngröße	Schluff	Kies und Sand	Kies und Schluff	Kies und Sand	Sand und Schluff
Massenanteil Steine und Blöcke	0 %	1 %	1 %	3 %	0 %
Dichte in kN/m³	15	20 - 21	19 - 20	21 - 22	20 - 21
undrainierte Scherfestigkeit in kN/m²	40	-	-	-	-
Wassergehalt	erdfeucht	erdfeucht	erdfeucht	erdfeucht	erdfeucht - nass
Plastizitätszahl	-	-	-	-	-
Konsistenz	weich	-	-	-	-
Lagerungsdichte	-	locker, mitteldicht	locker, mitteldicht	dicht	mitteldicht - dicht
Organischer Anteil	15 %	-	-	-	-
Bodengruppe	OH	GW - GU	GU*	GU	SU - SU*

5.7 Verkehrsflächen und Hofbefestigungen

Gemäß den Richtlinien der ZTVE - StB 09 (zusätzliche Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) muss der Untergrund Mindestanforderungen bezüglich des Verformungsmoduls (EV_2 > 45 MN/m²) genügen. Auf dem bestehenden Kieskoffer und dem Kies werden die Anforderungen an den oben genannten EV_2 - Wert erreicht werden. Auf dem Verwitterungslehm werden die oben geforderten Werte nicht erreicht werden.

Gründen neue Straßen und Parkplätze auf dem Verwitterungslehm, ist die Tragfähigkeit des Verwitteurngslehmes mit einem Bodenersatzkörper aus Kiessand (d > 0,30 m) zu erhöhen. Auf dem Verwitterungslehm ist ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 anzuordnen. Das Fließ verhindert, dass sich der Kies in den schluffigen Untergrund drückt. Der Bodenersatzkörper besteht aus Kiessand mit max. 5 % Schluff, min 25 % Sand und einem Größtkorn von 100 mm. Er ist lagenweise d< 30 cm einzubauen und pro Lage auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Über den Bodenersatzkörper folgt der Regelaufbau aus Frostschutzkies.

5.8 Versickerung von Niederschlagswasser

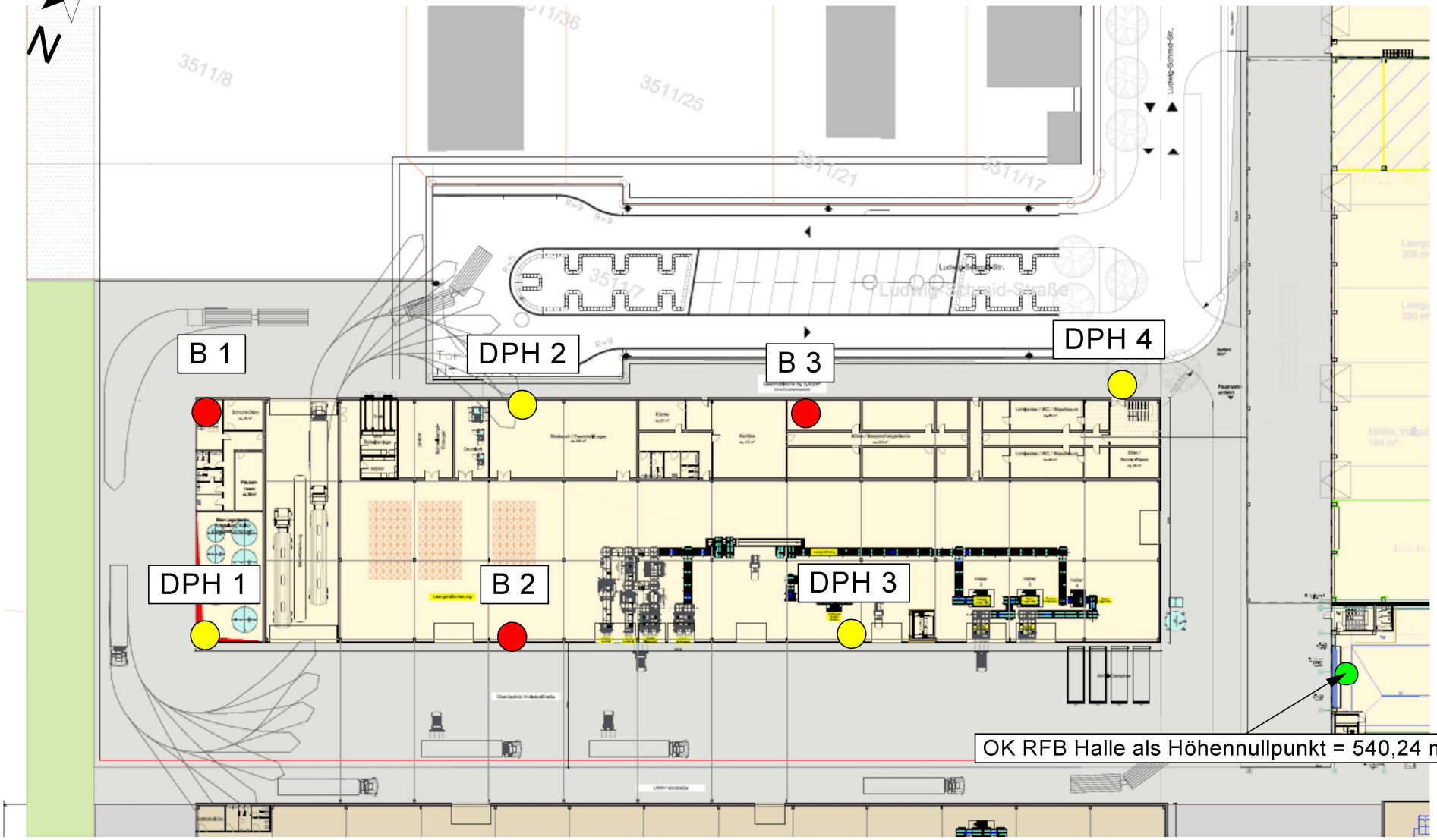
Zur Versickerung eignet sich die Rigolenversickerung. Der Verwitterungslehm ist aufgrund des hohen Feinkornanteils als schwach durchlässig einzustufen und mit der Versickerungsanlage zu durchstoßen. Die Versickerungsanlage muss mindestens 0,5 m in den Kies einbinden.

Zur Bemessung von Versickerungseinrichtungen darf für den Kies eine Bemessungs-durchlässigkeit von $k_f = 4 * 10^{-4}$ m/s angesetzt werden.

Der mittlere höchste Grundwasserstand wird auf MHW = 530,50 m ü NN abgeschätzt.

[redacted]

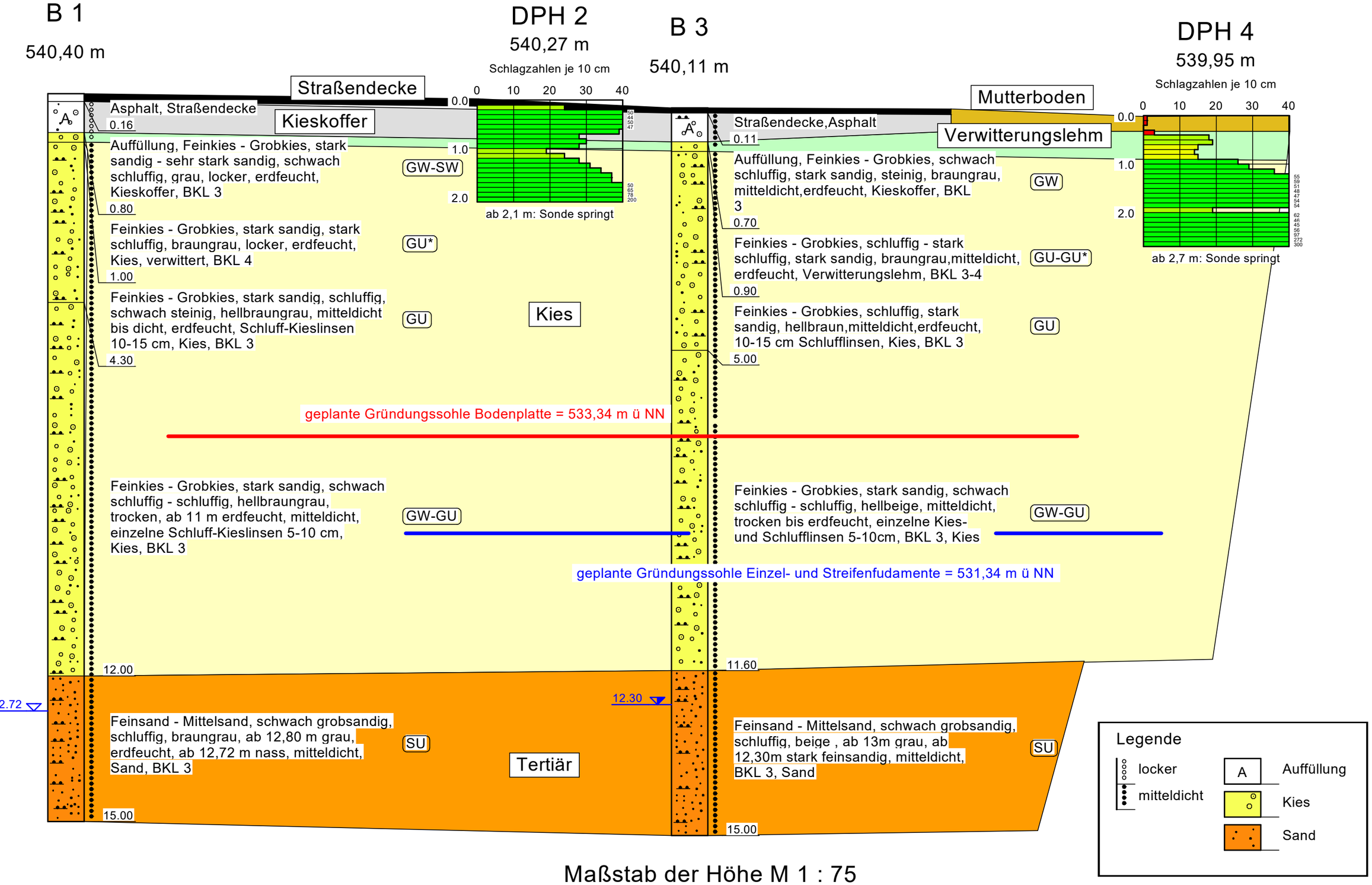
Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH Achenweg 3 83101 Rohrdorf 08032/91220	München, Freiham Ludwig-Schmid-Straße Lageplan	AZ: 20-09-16 Anlage 1.1



Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH Achenweg 3 83101 Rohrdorf 08032/91220	München, Freiham Ludwig-Schmid-Straße Geotechnisches Baugrundprofil	AZ:20-09-16 Anlage 2.1

Westen

Osten

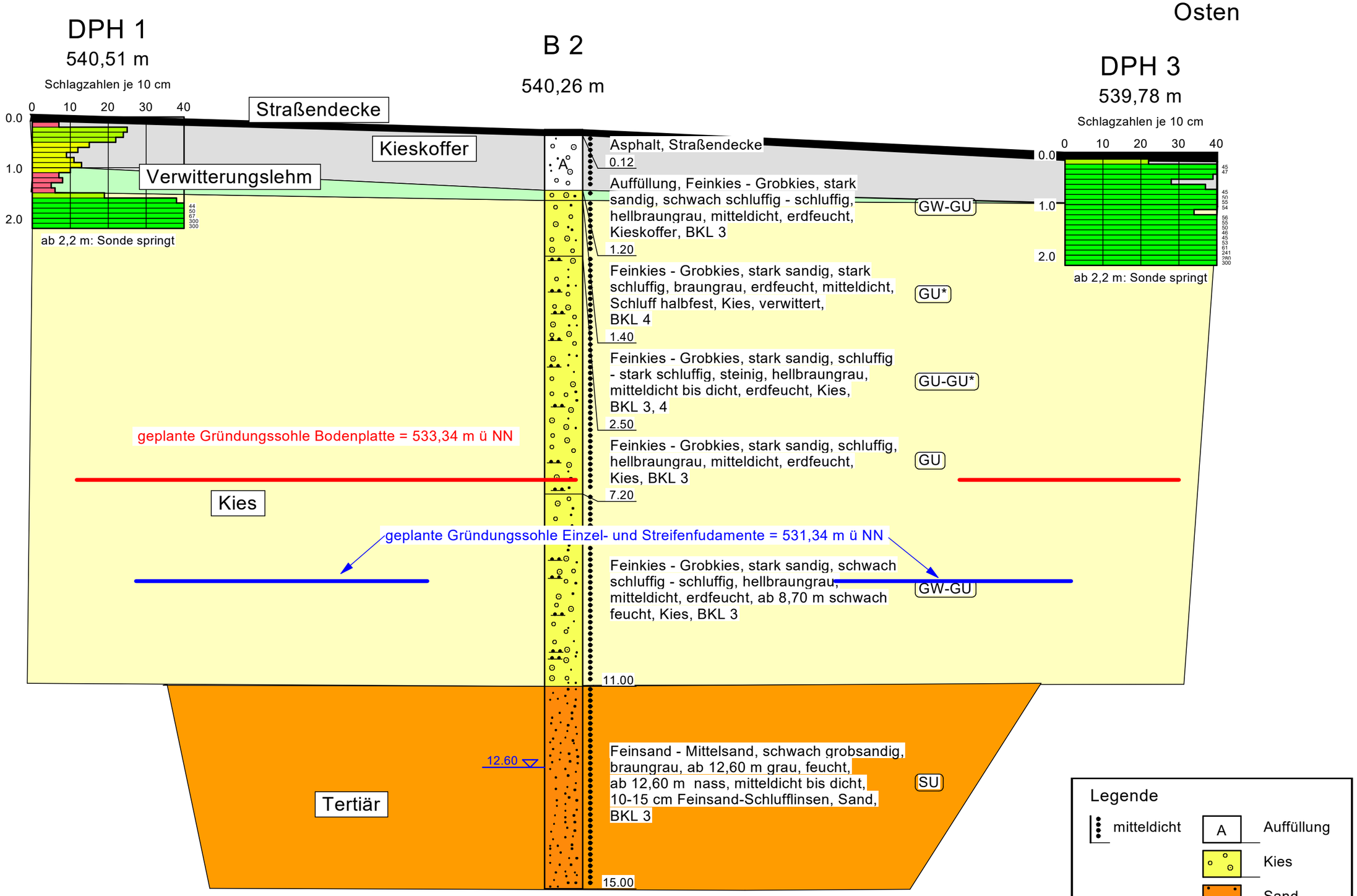


Maßstab der Höhe M 1 : 75

Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH Achenweg 3 83101 Rohrdorf 08032/91220	München, Freiham Ludwig-Schmid-Straße Geotechnisches Baugrundprofil	AZ:20-09-16 Anlage 2.2

Westen

Osten



Maßstab der Höhe M 1 : 75

Dipl.Geol.F.Ohin GmbH
Achenweg 3
83101 Rohrdorf
Tel.: 08032 91220

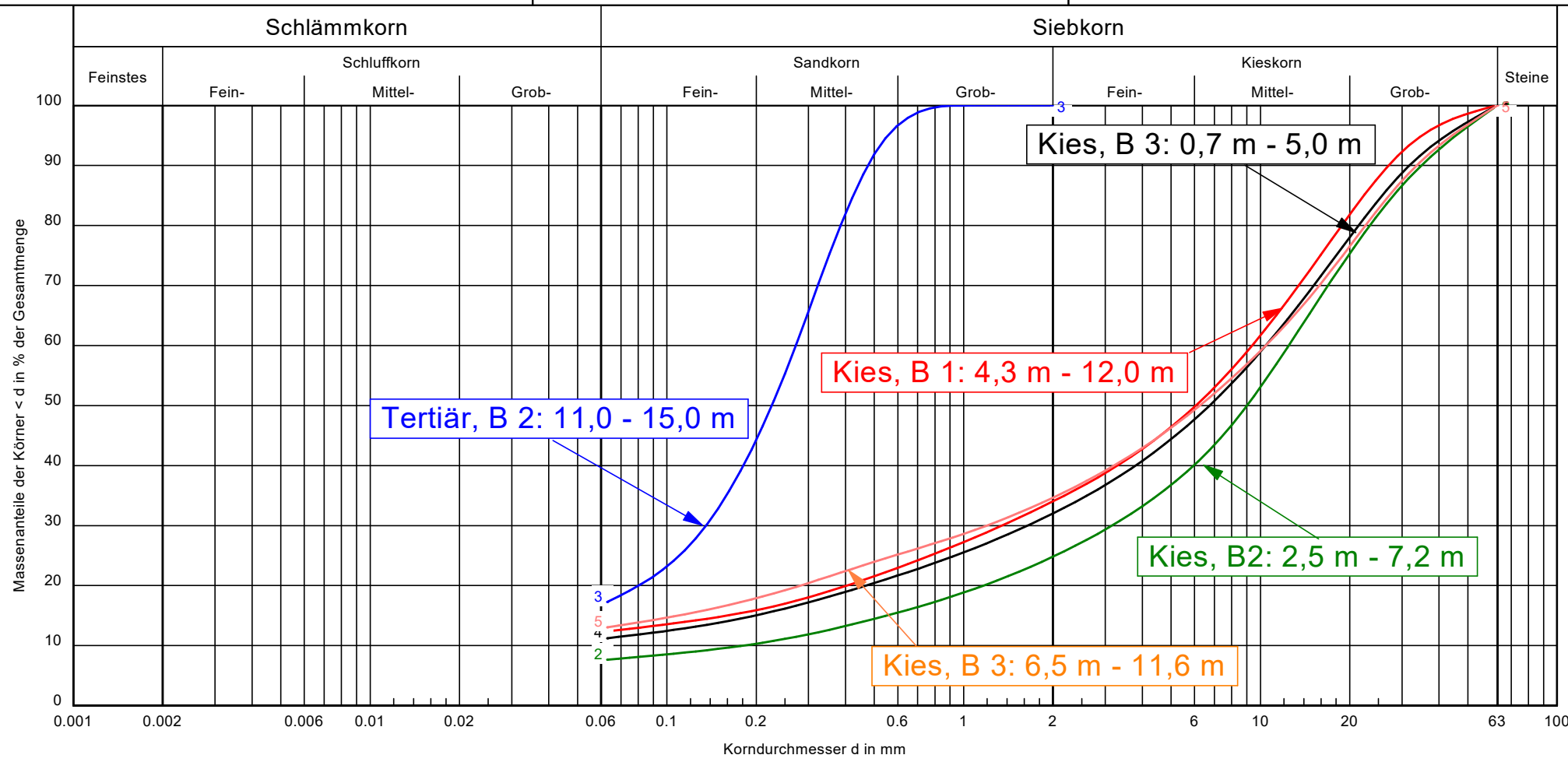
Bearbeiter: Datum: 05.10.2020

Körnungslinie

München Freiham

Ludwig- Schmid- Str.

Prüfungsnummer:
Probe entnommen am: 29.-30.09.2020
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Nasssieb- und Schlämmanalyse



Signatur:					
Entnahmestelle:	B 1	B 2	B 2	B 3	B3
Tiefe:	4,3 m - 12,0 m	2,5 - 7,2 m	11,0 - 15,0 m	0,7 m - 5,0 m	6,5 m - 11,6 m
Bodenart	G, s, u'	G, s, u'	S, u	G, s, u'	G, s, u'
U/Cc	-/-	69.1/4.4	-/-	-/-	-/-
k [m/s] (Hazen):	-	$3.8 \cdot 10^{-4}$	-	-	-
T/U/S/G [%]:	- /12.4/21.6/66.0	- /7.7/17.2/75.2	- /17.3/82.7/ -	- /11.2/20.8/68.0	- /13.0/21.6/65.4
Frostsicherheit	F2	F2	F3	F2	F2
Reibungswinkel	38.9	39.3	37.0	39.0	38.8
Bodengruppe	GU	GU	SU*	GU	GU
Kornkennzahl	0127	0128	0280	0127	0127

Bemerkungen:

Zu- und Abschläge Reibungswinkel:
Korrektur für Abstufung: mittel (+-0°)
Korrektur für Lagerung: mittel (+-0°)
Korrektur für Kornform: mittel (+-0°)

Bericht:
20-09-16
Anlage:
3.1

Versickerungsversuch im Bohrloch

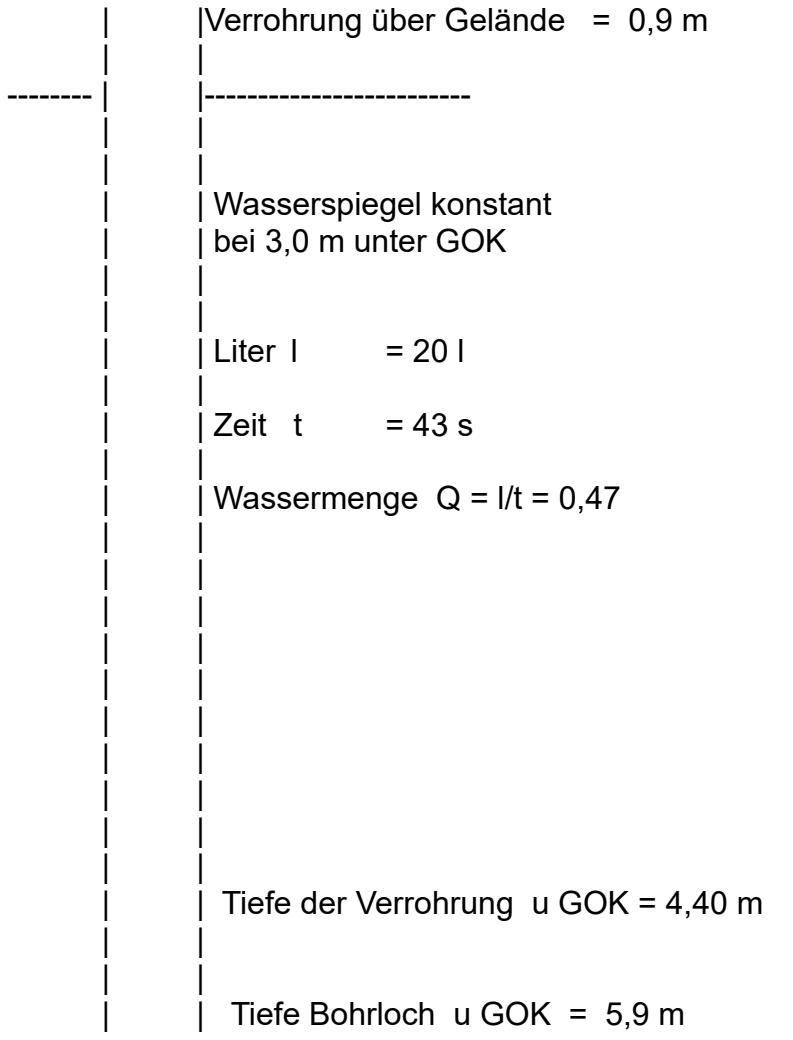
München, Freiham, Ludwig-Schmid-Straße

Bohrung: B 1

Datum: 29.09.2020

Mitarbeiter: [redacted]

Durchmesser Bohrloch = 140 mm



$$kf = \frac{Q}{5{,}5 * r * h} = \frac{0{,}47 * 10^{-3}}{5{,}5 * 0{,}07 * 2{,}9} = 4{,}2 * 10^{-4}\ m/s$$

Versickerungsversuch im Bohrloch

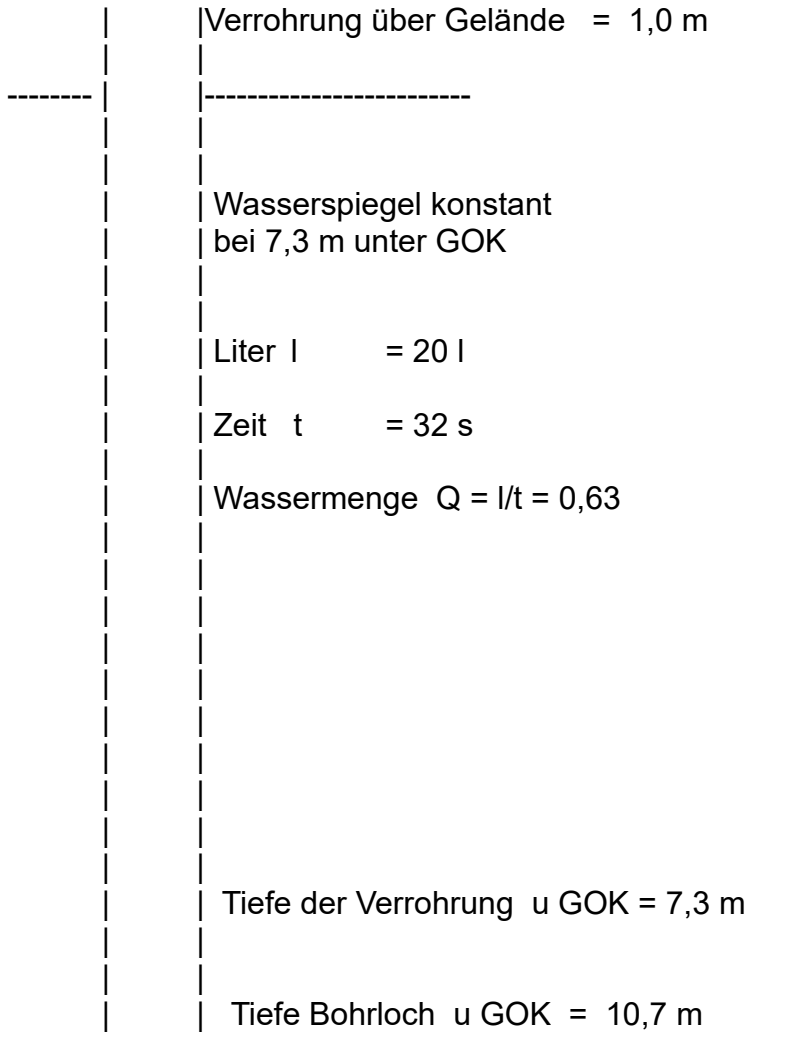
München, Freiham, Ludwig-Schmid-Straße

Bohrung: B 2

Datum: 24.09.2020

Mitarbeiter: [redacted]

Durchmesser Bohrloch = 140 mm



$$kf = \frac{Q}{5{,}5 * r * h} = \frac{0{,}63 * 10^{-3}}{5{,}5 * 0{,}07 * 3{,}4} = 4{,}8 * 10^{-4}\ m/s$$

Boden	γ [kN/m³]	γ ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	21.0	11.0	35.0	0.0	80.0	0.00	Kies
	20.0	10.0	30.0	0.0	40.0	0.00	Tertiär

Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH
Achenweg 3
83101 Rohrdorf
08032/91220

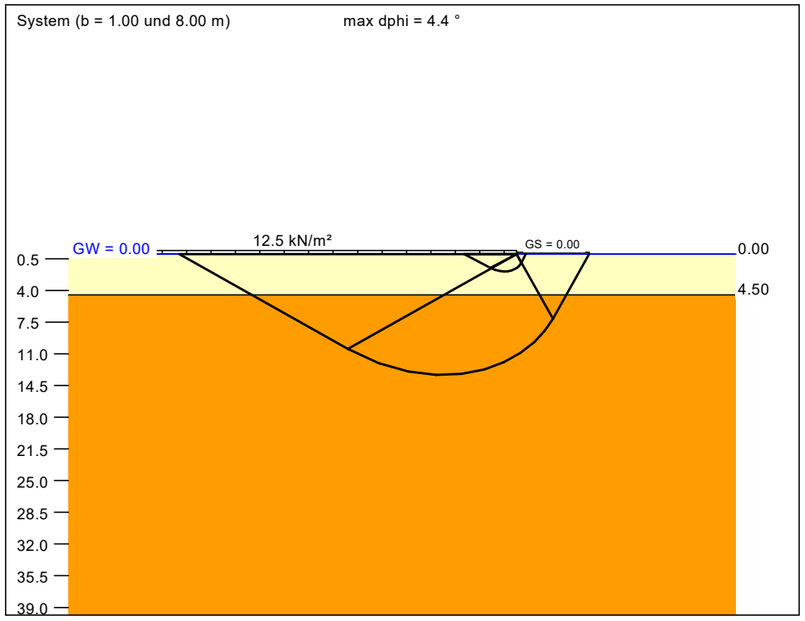
München
Ludwig-Schmid-Straße
Bodenplatte Keller

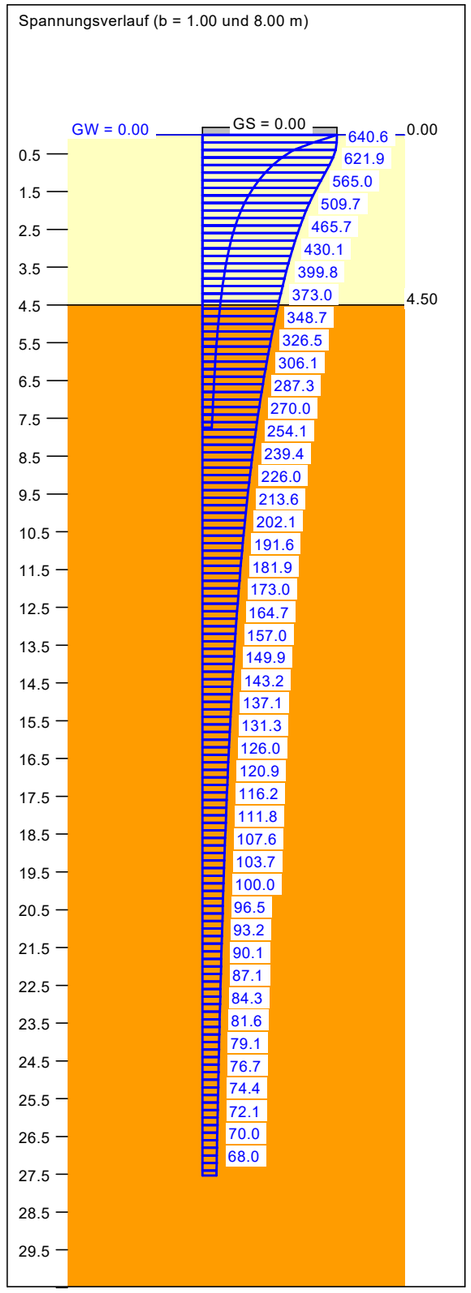
AZ: 20-09-16

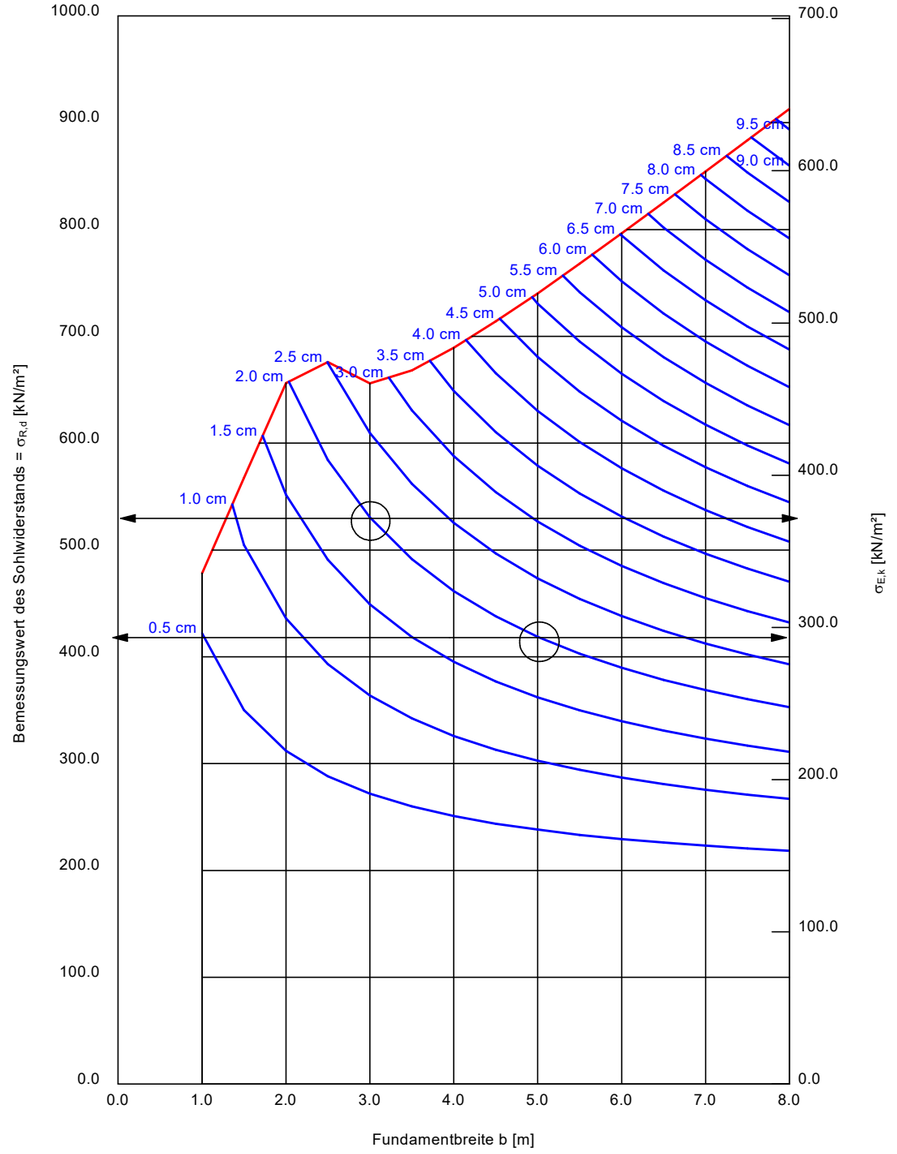
Anlage 4.1

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 36.00 m)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.425
Gründungssohle = 0.00 m
Grundwasser = 0.00 m
Vorbelastung = 100.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Sohldruck
Setzungen







a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_Ü$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
36.00	1.00	478.2	478.2	335.6	0.63 *	35.0	0.00	11.00	12.50	7.74	1.91
36.00	1.50	567.6	851.4	398.3	1.21 *	35.0	0.00	11.00	12.50	10.33	2.86
36.00	2.00	656.2	1312.4	460.5	1.97 *	35.0	0.00	11.00	12.50	12.77	3.82
36.00	2.50	676.0	1690.1	474.4	2.51 *	34.4	0.00	11.00	12.50	14.32	4.64
36.00	3.00	655.9	1967.7	460.3	2.80 *	33.4	0.00	10.93	12.50	15.23	5.38
36.00	3.50	668.1	2338.5	468.9	3.28 *	32.9	0.00	10.86	12.50	16.45	6.17
36.00	4.00	689.4	2757.5	483.8	3.83 *	32.6	0.00	10.79	12.50	17.73	6.96
36.00	4.50	714.0	3213.2	501.1	4.44 *	32.3	0.00	10.73	12.50	19.01	7.75
36.00	5.00	740.1	3700.4	519.4	5.09 *	32.1	0.00	10.68	12.50	20.28	8.56
36.00	5.50	768.0	4223.8	538.9	5.79 *	31.9	0.00	10.63	12.50	21.54	9.36
36.00	6.00	796.4	4778.6	558.9	6.53 *	31.8	0.00	10.59	12.50	22.78	10.15
36.00	6.50	825.3	5364.3	579.1	7.29 *	31.7	0.00	10.56	12.50	23.99	10.94
36.00	7.00	854.4	5980.5	599.5	8.10 *	31.5	0.00	10.53	12.50	25.19	11.74
36.00	7.50	883.6	6626.8	620.1	8.93 *	31.4	0.00	10.50	12.50	26.37	12.53
36.00	8.00	912.8	7302.7	640.6	9.79 *	31.4	0.00	10.47	12.50	27.53	13.32

* Vorbelastung = 100.0 kN/m²
$\sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Boden	γ [kN/m³]	γ ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	21.0	11.0	35.0	0.0	80.0	0.00	Kies
	20.0	10.0	30.0	0.0	40.0	0.00	Tertiär

Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH
Achenweg 3
83101 Rohrdorf
08032/91220

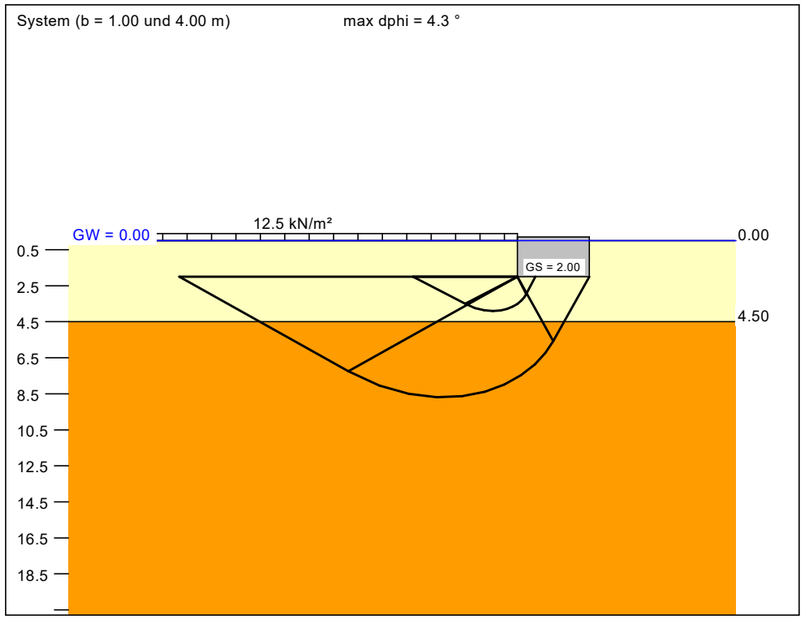
München
Ludwig-Schmid-Straße
Streifenfundament

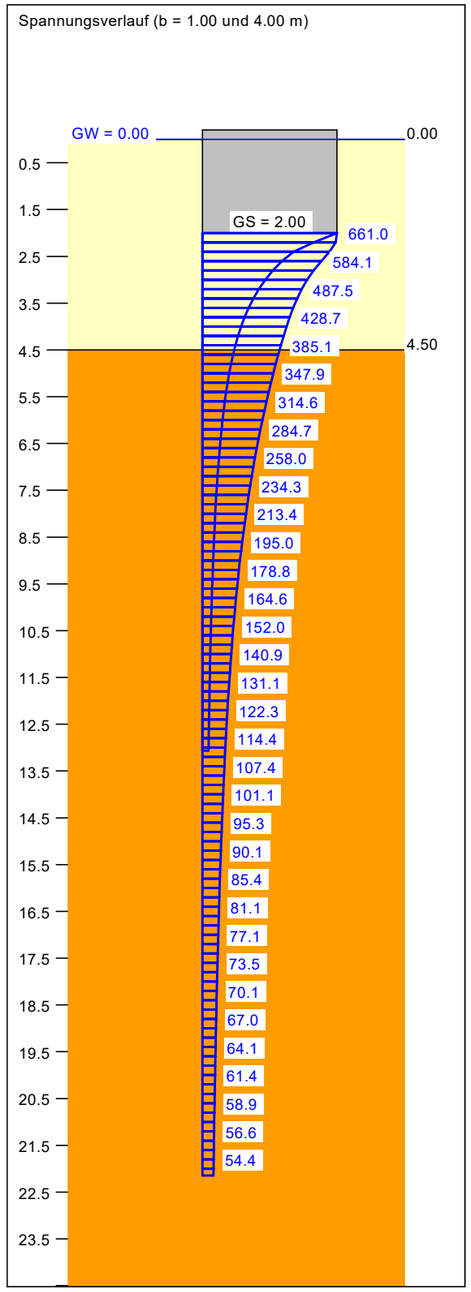
AZ: 20-09-16

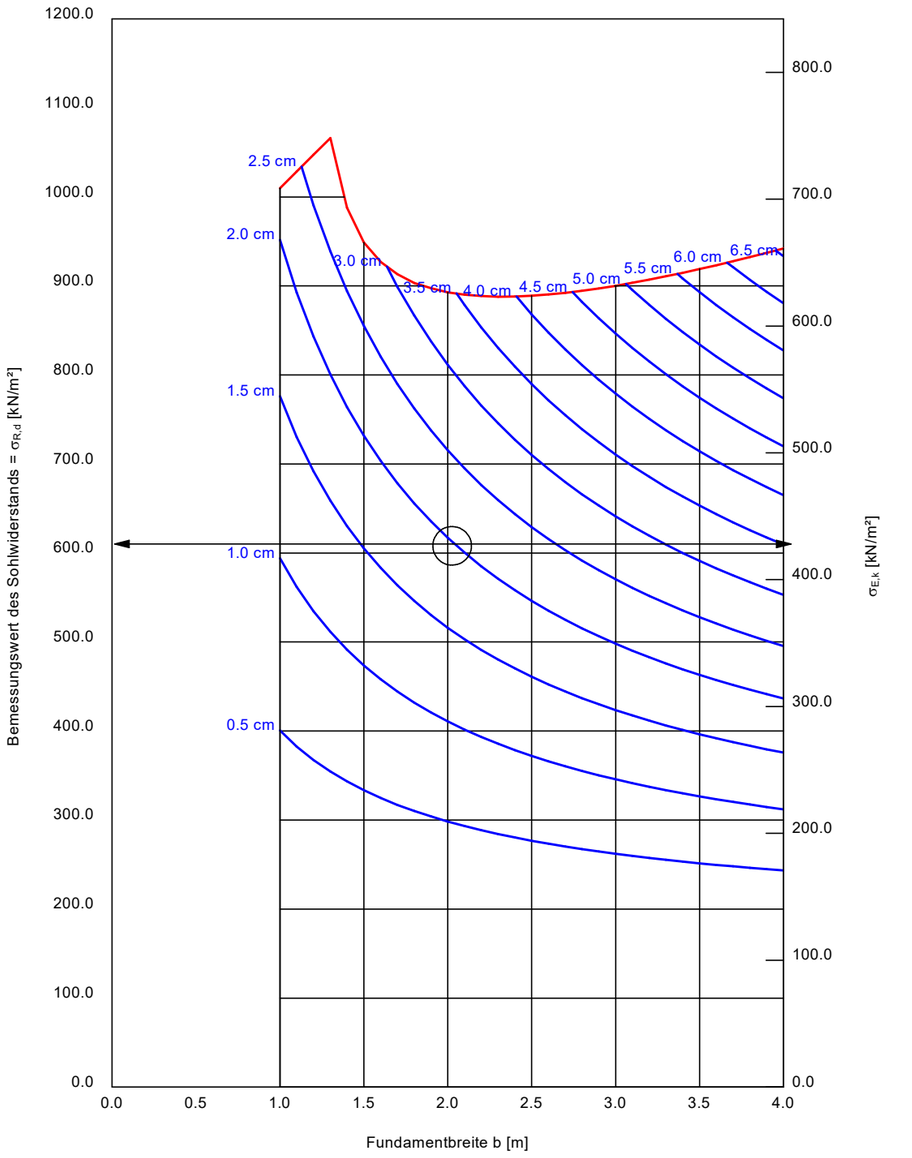
Anlage 4.2

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 36.00 m)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.425
Gründungssohle = 2.00 m
Grundwasser = 0.00 m
Vorbelastung = 100.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Sohldruck
Setzungen







a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_Ü$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
36.00	1.00	1009.8	1009.8	708.6	2.17 *	35.0	0.00	11.00	34.50	13.07	3.91
36.00	1.10	1028.5	1131.4	721.8	2.43 *	35.0	0.00	11.00	34.50	13.69	4.10
36.00	1.20	1047.3	1256.7	734.9	2.70 *	35.0	0.00	11.00	34.50	14.30	4.29
36.00	1.30	1066.0	1385.8	748.1	2.97 *	35.0	0.00	11.00	34.50	14.90	4.48
36.00	1.40	987.8	1382.9	693.2	2.87 *	34.3	0.00	10.99	34.50	14.81	4.59
36.00	1.50	948.7	1423.1	665.8	2.89 *	33.9	0.00	10.98	34.50	14.93	4.74
36.00	1.60	926.8	1482.9	650.4	2.96 *	33.6	0.00	10.95	34.50	15.16	4.89
36.00	1.70	913.1	1552.3	640.8	3.07 *	33.3	0.00	10.93	34.50	15.42	5.05
36.00	1.80	903.3	1626.0	633.9	3.18 *	33.2	0.00	10.90	34.50	15.70	5.20
36.00	1.90	897.3	1704.9	629.7	3.30 *	33.0	0.00	10.87	34.50	15.99	5.36
36.00	2.00	892.9	1785.7	626.6	3.43 *	32.8	0.00	10.85	34.50	16.29	5.52
36.00	2.10	890.3	1869.6	624.8	3.57 *	32.7	0.00	10.82	34.50	16.59	5.68
36.00	2.20	888.6	1955.0	623.6	3.70 *	32.6	0.00	10.80	34.50	16.89	5.83
36.00	2.30	887.8	2041.9	623.0	3.84 *	32.5	0.00	10.78	34.50	17.19	5.99
36.00	2.40	888.0	2131.3	623.2	3.99 *	32.4	0.00	10.75	34.50	17.49	6.15
36.00	2.50	888.9	2222.3	623.8	4.13 *	32.3	0.00	10.73	34.50	17.79	6.31
36.00	2.60	890.3	2314.8	624.8	4.28 *	32.2	0.00	10.71	34.50	18.09	6.47
36.00	2.70	892.2	2408.8	626.1	4.43 *	32.2	0.00	10.69	34.50	18.39	6.63
36.00	2.80	894.4	2504.4	627.7	4.59 *	32.1	0.00	10.68	34.50	18.68	6.79
36.00	2.90	897.2	2601.7	629.6	4.74 *	32.0	0.00	10.66	34.50	18.98	6.95
36.00	3.00	900.2	2700.5	631.7	4.90 *	32.0	0.00	10.64	34.50	19.27	7.10
36.00	3.10	903.5	2800.8	634.0	5.06 *	31.9	0.00	10.63	34.50	19.57	7.26
36.00	3.20	907.0	2902.5	636.5	5.22 *	31.9	0.00	10.61	34.50	19.86	7.42
36.00	3.30	910.8	3005.6	639.2	5.39 *	31.8	0.00	10.60	34.50	20.15	7.58
36.00	3.40	914.8	3110.2	641.9	5.55 *	31.8	0.00	10.58	34.50	20.44	7.74
36.00	3.50	918.9	3216.3	644.9	5.72 *	31.7	0.00	10.57	34.50	20.73	7.90
36.00	3.60	923.3	3323.8	647.9	5.89 *	31.7	0.00	10.56	34.50	21.01	8.06
36.00	3.70	927.8	3432.7	651.1	6.06 *	31.6	0.00	10.55	34.50	21.30	8.22
36.00	3.80	932.4	3543.0	654.3	6.23 *	31.6	0.00	10.54	34.50	21.58	8.38
36.00	3.90	937.1	3654.8	657.6	6.41 *	31.5	0.00	10.52	34.50	21.86	8.53
36.00	4.00	942.0	3768.0	661.0	6.58 *	31.5	0.00	10.51	34.50	22.14	8.69

* Vorbelastung = 100.0 kN/m²

$\sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$ (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Boden	γ [kN/m³]	γ ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	21.0	11.0	35.0	0.0	80.0	0.00	Kies
	20.0	10.0	30.0	0.0	40.0	0.00	Tertiär

Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH
Achenweg 3
83101 Rohrdorf
08032/91220

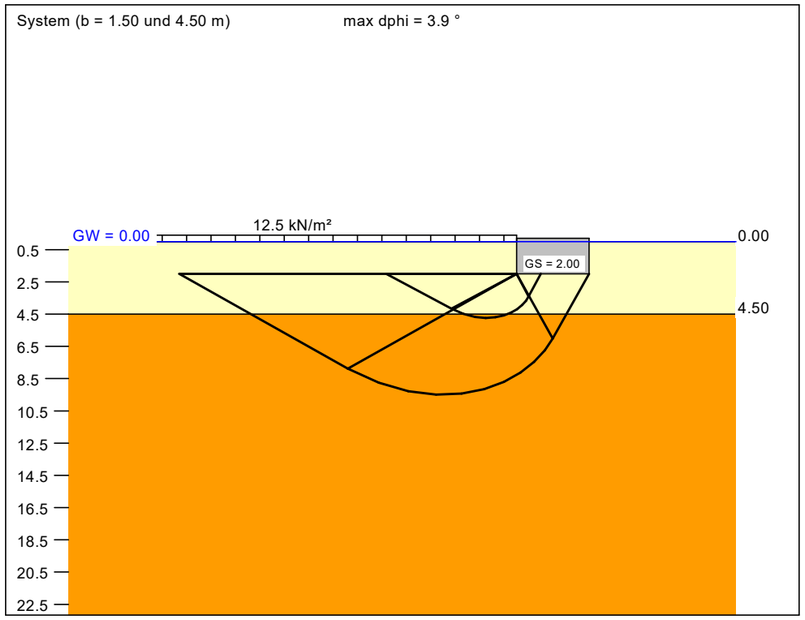
München
Ludwig-Schmid-Straße
Einzelfundament

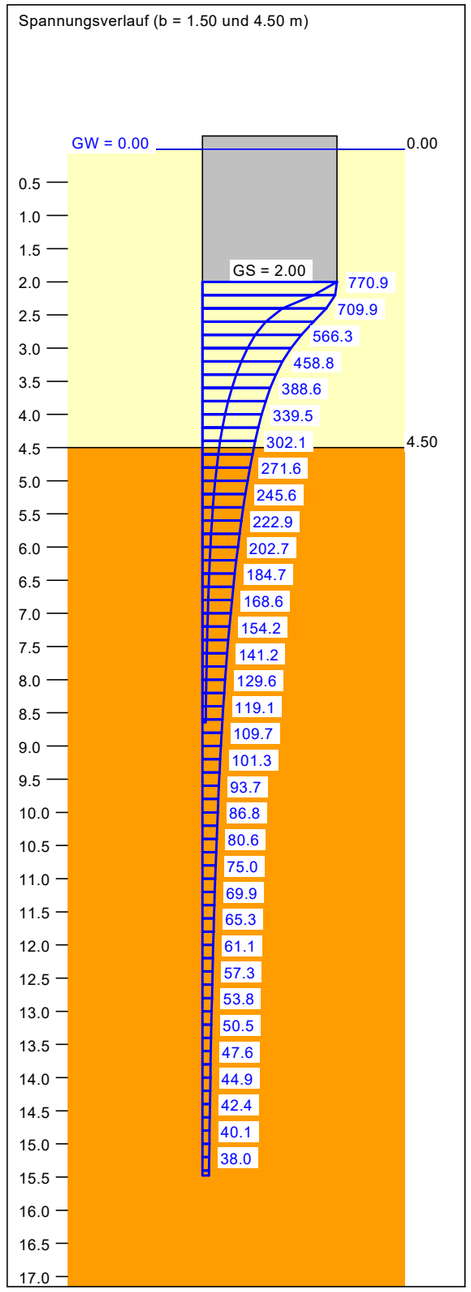
AZ: 20-09-16

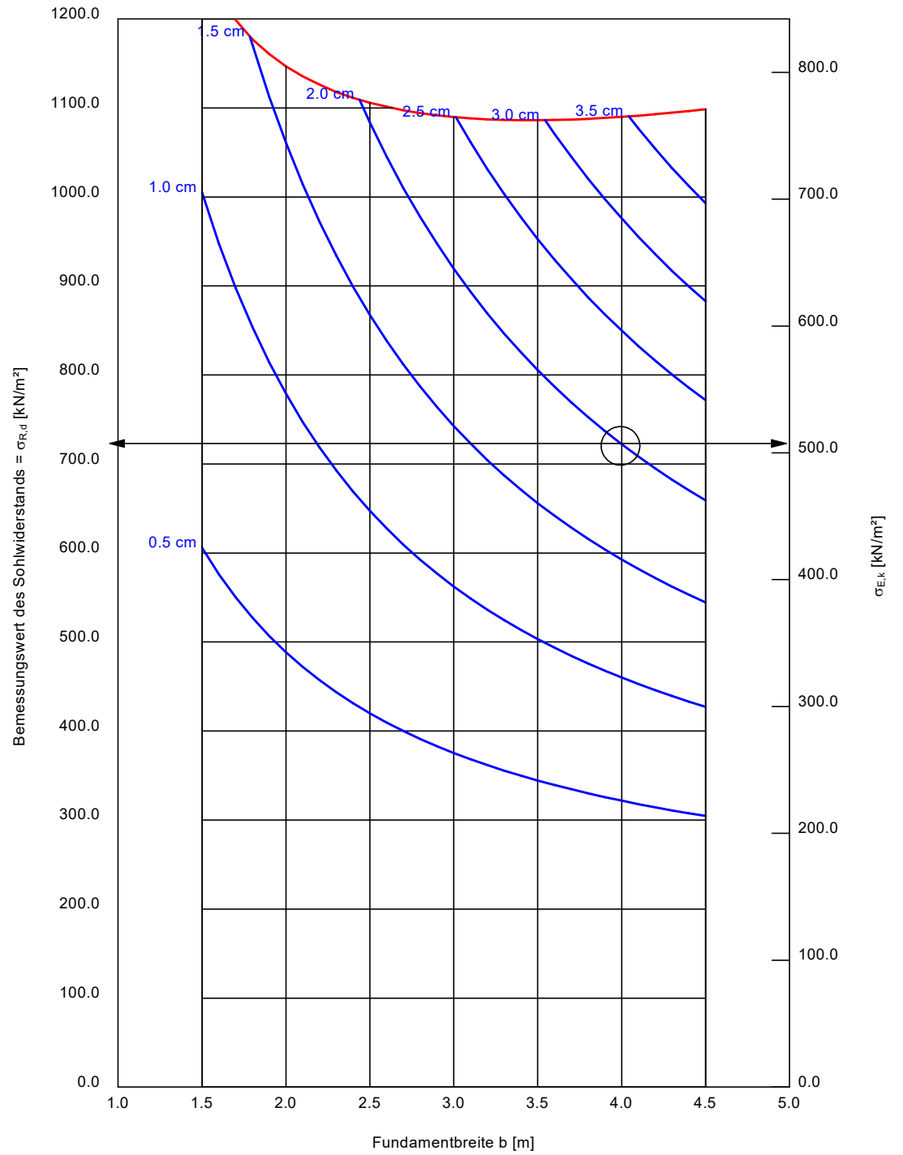
Anlage 4.3

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.425
Gründungssohle = 2.00 m
Grundwasser = 0.00 m
Vorbelastung = 100.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Sohldruck
Setzungen







a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\ddot{U}}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
1.50	1.50	1266.6	2849.9	888.9	1.34 *	33.9	0.00	10.98	34.50	8.64	4.74
1.60	1.60	1226.7	3140.4	860.9	1.38 *	33.6	0.00	10.95	34.50	8.86	4.89
1.70	1.70	1198.8	3464.6	841.3	1.44 *	33.3	0.00	10.93	34.50	9.10	5.05
1.80	1.80	1176.9	3813.0	825.9	1.51 *	33.2	0.00	10.90	34.50	9.34	5.20
1.90	1.90	1160.5	4189.3	814.4	1.58 *	33.0	0.00	10.87	34.50	9.58	5.36
2.00	2.00	1146.6	4586.3	804.6	1.65 *	32.8	0.00	10.85	34.50	9.82	5.52
2.10	2.10	1135.6	5007.8	796.9	1.73 *	32.7	0.00	10.82	34.50	10.06	5.68
2.20	2.20	1126.1	5450.1	790.2	1.81 *	32.6	0.00	10.80	34.50	10.30	5.83
2.30	2.30	1117.9	5913.5	784.5	1.89 *	32.5	0.00	10.78	34.50	10.54	5.99
2.40	2.40	1111.4	6401.5	779.9	1.97 *	32.4	0.00	10.75	34.50	10.77	6.15
2.50	2.50	1105.9	6911.8	776.1	2.05 *	32.3	0.00	10.73	34.50	11.01	6.31
2.60	2.60	1101.3	7444.5	772.8	2.14 *	32.2	0.00	10.71	34.50	11.24	6.47
2.70	2.70	1097.4	7999.8	770.1	2.22 *	32.2	0.00	10.69	34.50	11.48	6.63
2.80	2.80	1094.2	8578.5	767.9	2.31 *	32.1	0.00	10.68	34.50	11.71	6.79
2.90	2.90	1091.7	9181.3	766.1	2.40 *	32.0	0.00	10.66	34.50	11.94	6.95
3.00	3.00	1089.8	9807.8	764.7	2.49 *	32.0	0.00	10.64	34.50	12.17	7.10
3.10	3.10	1088.3	10458.2	763.7	2.58 *	31.9	0.00	10.63	34.50	12.39	7.26
3.20	3.20	1087.2	11132.8	762.9	2.67 *	31.9	0.00	10.61	34.50	12.62	7.42
3.30	3.30	1086.5	11832.0	762.5	2.77 *	31.8	0.00	10.60	34.50	12.85	7.58
3.40	3.40	1086.2	12556.0	762.2	2.86 *	31.8	0.00	10.58	34.50	13.07	7.74
3.50	3.50	1086.1	13305.1	762.2	2.96 *	31.7	0.00	10.57	34.50	13.29	7.90
3.60	3.60	1086.4	14079.7	762.4	3.06 *	31.7	0.00	10.56	34.50	13.51	8.06
3.70	3.70	1086.9	14880.0	762.8	3.15 *	31.6	0.00	10.55	34.50	13.74	8.22
3.80	3.80	1087.7	15706.4	763.3	3.25 *	31.6	0.00	10.54	34.50	13.96	8.38
3.90	3.90	1088.7	16559.1	764.0	3.35 *	31.5	0.00	10.52	34.50	14.18	8.53
4.00	4.00	1089.9	17438.5	764.8	3.46 *	31.5	0.00	10.51	34.50	14.39	8.69
4.10	4.10	1091.3	18344.8	765.8	3.56 *	31.5	0.00	10.50	34.50	14.61	8.85
4.20	4.20	1092.9	19278.4	766.9	3.66 *	31.4	0.00	10.49	34.50	14.83	9.01
4.30	4.30	1094.6	20239.5	768.2	3.77 *	31.4	0.00	10.48	34.50	15.04	9.17
4.40	4.40	1096.5	21228.5	769.5	3.88 *	31.4	0.00	10.48	34.50	15.26	9.33
4.50	4.50	1098.5	22245.6	770.9	3.98 *	31.3	0.00	10.47	34.50	15.47	9.49

* Vorbelastung = 100.0 kN/m²
$\sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50