Gesellschaft
für Bohr- und Geotechnik mbH

BauGrund Süd, Maybachstraße 5, 88410 Bad Wurzach

Geotechnischer Bericht

zum
Bauvorhaben der Betz und Weber BauPartner GmbH,
Wangener Straße 134 + 138,
in 88212 Ravensburg

Aktenzeichen:	AZ 17 01 029
Bauvorhaben:	Betz und Weber BauPartner GmbH Wangener Straße 134 + 138 88212 Ravensburg -Baugrunderkundung-
Auftraggeber:	Betz und Weber BauPartner GmbH Ensisheimer Straße 8 88677 Markdorf
Planer:	Wurm Architektur Zwergerstraße 15 88214 Ravensburg
Bearbeitung:	M.Sc.-Geol. Kathrin Wolf B.Eng. Dominik Lang
Datum:	22.02.2017

Inhaltsverzeichnis

1 Vorgang 4

2 Geomorphologie des Untersuchungsgebietes 5

2.1 Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals 5
2.2 Allgemeine Baugrundbeschreibung 5

3 Geotechnisches Baugrundmodell 6

3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten 6
3.2 Bodenmechanische Laborversuche 8
3.2.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121 8
3.2.2 Zustandsgrenzen nach Atterberg 9
3.2.3 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 10
3.3 Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung 10

4 Georisiken 13

4.1 Seismische Aktivität 13

5 Hydrogeologie 13

5.1 Grundwasserverhältnisse 13
5.2 Versickerungsfähigkeit der Böden nach DWA A -138 14

6 Gründungskonzept und baubegleitende Maßnahmen 15

6.1 Bauwerk 15
6.2 Baugrundsituation 15
6.3 Gründung 16
6.4 Baugrube 18
6.5 Trockenhaltung des Bauwerks 19

7 Hinweise und Empfehlungen 20

Anlagenverzeichnis

1.1 Übersichtslageplan, unmaßstäblich

1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, Maßstab 1 : 500

2.1-3 Geotechnische Baugrundschnitte I-I‘ bis III-III‘, M.d.H. 1 : 100, M.d.L. unmaßstäblich

2.4-5 Pegelausbauskizzen BK 2/17+BK 3/17, M.d.H. 1 : 50, M.d.L. unmaßstäblich

3 Fotodokumentation der Bohrkerne

4.1-8 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

5.1-2 Grundbruch- und Setzungsberechnung

Verwendete Unterlagen und Literatur

[1.1] Zimmermann und Meixner 3D Welt, Fohlenweide 41, 88279 Amtzell, Auftraggeber: Betz und Weber, Projektbezeichnung: Bestandsvermessung Wangener Straße 138 Ravensburg, Projekt: 3D-10965-001, Maßnahme: 3D-16-A171 Planinhalt: Bestandsplan, Maßstab 1 : 250, gef. 29.08.2016

[1.2] Zimmermann und Meixner 3D Welt, Fohlenweide 41, 88279 Amtzell, Auftraggeber: Betz und Weber, Projektbezeichnung: Bestandsvermessung Wangener Straße 138 Ravensburg, Projekt: 3D-10965-001, Maßnahme: 3D-16-A171 Planinhalt: Spartenplan: Breitband, Gas, Strom, Telekom, Maßstab 1 : 250, gef. 29.08.2016

[2] Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Geologische Übersichtskarte von Baden-Württemberg, Blatt 8223, Ravensburg, Maßstab 1 : 25 000,

[3.1] DIN EN 1997-1, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1 Allgemeine Regeln

[3.2] DIN EN 1997-2, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

[3.3] DIN EN 1997-2/NA, Nationaler Anhang, National festgelegte Parameter

[3.4] DIN 1054:2012-12; Baugrund-Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

[4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef: Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, August 2008

[5] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, vom 14. März 2007- AZ .: 25-8980.08M20 Land/3

1 Vorgang

Die Bauherrschaft der Fa. Betz und Weber BauPartner GmbH aus Markdorf beabsichtigt den Neubau eines 8-stöckigen Gebäudes in der Wangener Straße 134 und 138 in Ravensburg. Planerisch wird das Projekt von dem Architekturbüro Wurm aus Ravensburg betreut.

Im Zusammenhang mit dem geplanten Neubau wurde die Fa. BauGrund Süd beauftragt, die geologische und hydrogeologische Beschaffenheit des Untergrundes im Baufeld zu erkunden und die Ergebnisse zusammenfassend in einem geotechnischen Bericht nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN EN 1997-2 darzustellen und gründungstechnisch zu bewerten.

Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse kamen am 07. und 08.02.2017 insgesamt vier trockene Rammkernbohrungen BK 1-4/17 mit durchgehender Kerngewinnung zur Ausführung. Abhängig von ihrer Lage auf dem Hanggelände reichten die Bohrungen bis in eine Tiefe zwischen 7,00 m und 14,00 m unter der Geländeoberkante (u. GOK). Im Zuge der Erkundungsarbeiten erfolgte der Ausbau der Bohrungen BK 2/17 und BK 3/17 zu temporären 3“-Grundwasserbeobachtungsmessstellen.

In Ergänzung zu den Rammkernbohrungen wurden zur Ermittlung des Lagerungszustandes bzw. der Festigkeit des Untergrundes sowie zur weiteren Abgrenzung der geologischen Schichtenfolge sechs Rammsondierungen (DPH 1-6/17) mit der schweren Rammsonde (dynamic probing heavy) nach DIN EN ISO 22476-2 niedergebracht. Die Rammsondierungen erreichten eine Tiefe zwischen 7,90 m und 11,80 m u. GOK.

Der Standort des Untersuchungsgebietes ist in der Anlage 1.1 dargestellt. Die Einmessung der Ansatzpunkte nach Lage und Höhe erfolgte mittels GPS durch Mitarbeiter der Fa. BauGrund Süd. Die entsprechenden Rechts- und Hochwerte (Gauß-Krüger-Koordinaten) sowie die Absoluthöhen sind im Lageplan der Anlage 1.2 enthalten.

Die erkundeten Bodenschichten wurden gemäß DIN EN ISO 14688-1:2013-12, DIN 18196:2011-05, DIN 18300:2015-08 und DIN 18301:2015-08 ingenieurgeologisch aufgenommen, wobei eine Zusammenfassung stratigraphisch gleicher Schichten stattfand. Daher können diese von der genormten Farbgebung für Lockergesteine teilweise abweichen. Anschließend erfolgte aus den Bodenprofilen der Rammkernbohrungen und den Rammsondierdiagrammen die Ausarbeitung eines geologischen Baugrundmodells, welches in den geotechnischen Baugrundschnitten der Anlage 2.1-3 wiedergegeben wird.

Die mit den Bohrungen durchörterten Böden sind als Bohrprofile fotographisch in der Anlage 3 dokumentiert. Aus dem Bohrgut wurden gestörte Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. BauGrund Süd bodenmechanisch untersucht. Die Ergebnisse der Laborversuche sind in den Anlagen 4.1-8 aufgeführt.

In den Anlagen 5.1-2 sind Grundbruch- und Setzungsberechnungen beigelegt, anhand derer der Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes ermittelt werden kann.

2 Geomorphologie des Untersuchungsgebietes

2.1 Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der südöstlichen Peripherie von Ravensburg in der Wangener Straße 134 und 138, welche auf der östlichen Seite angrenzt. Das Grundstück steigt in Richtung Westen stark an (siehe Abbildung 1). Der maximale Höhenunterschied der abgeteuften Aufschlüsse beträgt daher rd. 4,5 m. Auf der Ostseite der Wangener Straße verläuft die Flappach. Derzeit wird das projektierte Areal von zwei Containerbauwerken eingenommen. Auch die umliegenden Grundstücke sind derzeit bebaut.



Abbildung 1: Blick über das Untersuchungsareal in östlicher Richtung

Geologisch gesehen wurde das heutige Schussental und seine Seitentäler vorwiegend während der letzten beiden Vereisungen (Riss und Würm) vom Rheingletscher und seinen Schmelzwässern geformt. Der Gletscher schürfte aus dem tertiärzeitlichen Molassesockel die Hohlform des heutigen Schussentals heraus. Dementsprechend bestehen die Hochflächen und die Talflanken des heutigen Schussentals aus einem Sockel aus Molassegestein, der von Moränensedimente (Wechsellagerungen von Grundmoräne, Moränenkies und Moränensand sowie unterschiedlich zusammengesetzten Mischformen) überdeckt wurde. Die Grundmoräne stellt sich hier in größerer Tiefe als ein vom Gletscher überfahrener Beckenton bzw. Beckenschluff der Risseiszeit dar. Aufgrund der vorherigen und derzeitigen Bestandsbebauung wird die natürlichen Schichtenabfolge zur Oberfläche hin von mehreren Meter mächtigen Auffüllungen eingenommen.

2.2 Allgemeine Baugrundbeschreibung

Mit den abgeteuften Aufschlüssen kann für das projektierte Areal folgende generalisierte Schichtenabfolge zugrunde gelegt werden:

Auffüllungen	(Rezent)
Moränensedimente (Grundmoräne, Moränensand/-kies)	(Quartär/ Pleistozän/Würm)

Im Einzelnen wurden die erkundeten Schichten mit den abgeteuften Rammkernbohrungen und den Rammsondierungen in folgenden Schichttiefen festgestellt:

Tabelle 1: Schichtglieder und Schichttiefen Rammkernbohrungen (bis m unter Gelände)

Aufschluss	Auffüllungen	Moränenablagerungen (Moränenkies/-sand, Grundmoräne)
BK 1/17	0,00 - 2,70	2,70 - 7,00*
BK 2/17	0,00 - 1,60	1,60 - 9,50*
BK 3/17	0,00 - 2,50	2,50 - 14,00*
BK 4/17	0,00 - 2,20	2,20 - 8,00*

* Endtiefe Bohrung

Tabelle 2: Schichtglieder und Schichttiefen Rammsondierungen (bis m unter Gelände)

Aufschluss**	Auffüllungen	Moränenablagerungen (Moränenkies/-sand, Grundmoräne)
DPH 1/17	0,00 - 1,90	1,90 - 7,90*
DPH 2/17	0,00 - 2,50	2,50 - 11,80*
DPH 3/17	0,00 - 2,50	2,50 - 10,10*
DPH 4/17	0,00 - 1,80	1,80 - 8,00*
DPH 5/17	0,00 - 2,10	2,0 - 8,80*
DPH 6/17	0,00 - 1,30	1,30 - 8,00*

* Endtiefe Sondierung

** Da es sich bei Rammsondierungen um ein indirektes Aufschlussverfahren handelt (keine Bodenförderung), sind die Schichtgrenzen als Interpolation zu betrachten

3 Geotechnisches Baugrundmodell

3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Durch Interpolation der punktuellen Aufschlüsse wurde unter Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge ein räumliches Baugrundmodell entwickelt. Der Aufbau, die Zusammensetzung sowie die bautechnischen Eigenschaften des Untergrundes werden nachfolgend beschrieben. Das für das Bauvorhaben zugrunde gelegte Baugrundmodell ist dabei zusammenfassend in den Anlagen 2.1-3 dargestellt.

Auffüllungen

Auf dem gesamten Baufeld wird das Gelände von bis zu 2,70 m (BK 1/17) mächtigen Auffüllungen eingenommen. Diese lassen sich in eine Kies- und eine Schlufffazies unterteilen, wobei die Schlufffazies lediglich mit der Bohrung BK 3/17 aufgeschlossen wurde.

Entsprechend der bodenmechanischen Ansprache sind die schluffigen Auffüllböden oberflächig als ein schwach sandiger bis sandiger Schluff anzusprechen, welcher u.a. Wurzelreste beinhatet.

Mit zunehmender Tiefe stellen sich die schluffigen Auffüllungen als umgelagertes Bodenmaterial aus der Region dar, welches sich aus einem kiesigen bis stark kiesigen, schwach sandigen bis sandigen, schwach tonigen bis tonigen Schluff zusammensetzt und untergeordnet auch geringe Beimengungen an organischen Bestandteilen enthält. Gemäß der manuellen Prüfung des Bohrgutes besitzen die Schluffböden eine weiche bzw. weiche bis steife Konsistenz.

In den Bohrungen BK 1/17, BK 2/17 und BK 4/17 bestehen die künstlichen Auffüllungen im Untersuchungsgebiet aus einem schwach schluffigen bis schluffigen, schwach sandigen bis stark sandigen Fein- bis Grobkies, der lokal auch geringe Anteile an Organik enthält.

Die ermittelten Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen reichen im Bereich der inhomogenen Auffüllungen von N_{10} = 0 bis > 25 (N_{10} = Anzahl der Schläge pro 10 cm Eindringtiefe des Sondiergestänges in den Boden), wodurch die bereits beschriebene Inhomogenität der Auffüllböden unterstrichen wird. Erfahrungsgemäß sind die Schlagzahlen von $N_{10} \geq 7$ den kiesigen Auffüllungen sowie auf lokal eingeschaltete Grobkornkomponenten zuzuordnen, wohingegen den schluffigen Auffüllboden, infolge ihrer manuell festgestellten weichen bzw. weichen bis steifen Konsistenz die Schlagzahlen von $N_{10} < 7$ zuzuweisen sind. Demnach liegen die künstlichen Kiesschüttungen im Untersuchungsgebiet überwiegend in einem mitteldicht bis dicht gelagerten Zustand vor.

Der Oberboden, welcher Teilbereiche des projektierten Areals einnimmt ist aufgrund seiner organischen Anteile sowie Krümelgefüges für eine Bauwerksgründung ungeeignet und daher lediglich für statisch nicht relevante Geländeangleichungen zu verwenden. Die übrigen Auffüllungen im Untersuchungsgebiet sind aufgrund der festgestellten bodenmechanischen Heterogenität und inhomogenen räumlichen Verteilung ebenfalls nicht für eine Bauwerksgründung heranzuziehen.

Die Entsorgung der anfallenden Aushubmassen ist mit der zuständigen Fachbehörde bzw. Annahmestelle abzuklären. Eine abfallrechtliche und bodenschutzrechtliche Ersteinschätzung kann auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd ausgeführt werden.

Moränenablagerungen

Im liegenden der Auffüllungen folgen würmeiszeitliche Moränenablagerungen, welche sich aus Grundmoräne, Moränenkies und Moänensand zusammensetzen. Entsprechend der Erkundungsergebnisse variiert die räumliche Verteilung der unterschiedlichen Moränenfazies im Untersuchungsgebiet stark. Die einzelnen Fazies gehen z.T. fließend in einander über, wodurch sich die Moränenablagerungen auch als Mischformen der unterschiedlichen Hauptbodenarten (Schluff, Sand, Kies) darstellen. Die Basis der Moränenablagerungen wurden mit den abgeteuften Aufschlüssen nicht erkundet.

Im projektierten Areal setzt sich die **Grundmoräne** zum einen aus einer kiesigen bis stark kiesigen, sandigen bis stark sandigen und schwach tonigen Schluff und zum anderen aus einem tonigen, feinsandigen bis stark feinsandigen, lokal schwach kiesigen Schluff zusammen. Die Grundmoränensedimente mit dem hohen Sand- und Kieskornanteil liegen tendenziell der feinkornreicheren Grundmoräne auf.

Die gemischtkörnige Grundmoräne wird von **Moränenkiesen und Moränensanden** durchzogen. Die erkundete Kieslinse (BK 4/17) ist bodenmechanisch als schluffiger bis stark schluffiger, sandiger Fein- bis Grobkies zu beschreiben. Die geringmächtigen Sandhorizonte setzen sich aus einem schwach schluffigen, schwach kiesigen bis kieisgen Fein- bis Grobsand sowie einem schwach tonigen bis tonigen, schluffigen - stark schluffigen Fein- bis Mittelsand zusammen.

Da die Kies- und Sandhorizonte innerhalb der Grundmoräne zum Großteil wasserführend sind, liegt die lehmhaltige Grundmoräne an deren Kontaktflächen in einem aufgeweichten Zustand vor (Frost- und Witterungsempfindlichkeit). Ansonsten besitzt die Grundmoräne eine überwiegend steife bis halbfeste Konsistenz.

Die festgestellten Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen in den Moränenablagerungen zeigt insgesamt eine sehr große Spanne von N_{10} = 2 bis > 25 auf. Die Schlagzahlen von N_{10} < 5 sind dabei erfahrungsgemäß den aufgeweichten Abschnitten der Grundmoräne oder wasserführenden Sandlagen zuzuordnen. Dementsprechend besitzen die erdfeuchten Sedimente der Grundmoräne eine steife bis halbfeste Zustandsform und die Moränenkiese eine mitteldichte Lagerung.

Sowohl innerhalb der Moränenkiese als auch innerhalb der Grundmoräne ist mit dem Auftreten von Grobkomponenten bis hin zur Blockgröße (z.B. Findlinge) zu rechnen. Die Moränensande neigen aufgrund ihrer bodenmechanischen Eigenschaften im wasserführenden oder wassergesättigten Zustand im Anschnitt zum Ausfließen.

Gründungstechnisch betrachtet stellen die Moränenablagerungen im Baufeld ab einer steifen Konsistenz bzw. mitteldichten Lagerung einen gut tragfähigen Baugrund dar.

3.2 Bodenmechanische Laborversuche

Zusätzlich zu der manuellen Ansprache des Bohrguts, wurden aus den Rammkernbohrungen gestörte Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. BauGrund Süd im Hinblick auf ihre bodenmechanische Eigenschaften untersucht. Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen.

3.2.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121

Die Ergebnisse der durchgeführten Wassergehaltsbestimmungen sind in der Anlage 4.1 dargestellt. Es wurde an insgesamt 4 Bodenproben der natürliche Wassergehalt ermittelt, deren Ergebnisse nachstehend wiedergegeben sind:

Tabelle 3: Übersicht der durchgeführten Wassergehaltsbestimmungen in BK 2+3/16

Geologische Einheit	Anzahl Wassergehalts-bestimmungen	Minimaler Wassergehalt [%]	Maximaler Wassergehalt [%]
Moränenablagerungen	4	15,79	24,34

Der Wassergehalt der Moränenablagerungen variiert zwischen w_n = 15,79 % und w_n = 24,34 %, wonach den Moränenablagerungen entsprechend ihrer Plastizität eine weiche bis halbfeste Konsistenz zugeordnet werden kann. Die etwas höheren Wassergehalte sind auf die zwischengeschalteten wasserführenden Kies-/Sandlinsen zurückzuführen.

3.2.2 Zustandsgrenzen nach Atterberg

Nach Atterberg wird der Übergang von der flüssigen zur bildsamen (knetbaren) Zustandsform als Fließgrenze, von der knetbaren zur halbfesten Zustandsform als Ausrollgrenze und von der halbfesten zur festen Zustandsform als Schrumpfgrenze bezeichnet.

Die Fließ- und Ausrollgrenzen dienen in Verbindung mit dem natürlichen Wassergehalt dazu, die Konsistenzzahl (I_C) und damit die Zustandsform eines bindigen Erdstoffes (Korngröße ≤ 0,063 mm) zu bestimmen.

Die Plastizitätszahl gibt an, wie sich die Eigenschaften eines Erdstoffes bei der Aufnahme von Wasser ändern. Die Bestimmung der Zustandsgrenzen sind im Detail den Anlagen 4.2 bis 4.7 zu entnehmen. Die Ergebnisse sind zusammengefasst in der nachfolgenden Tabelle wiedergeben.

Tabelle 4: Übersicht der ermittelten Konsistenzgrenzen

Aufschluss	Tiefe (m u. GOK)	Konsistenzzahl I_C	Wassergehalt [%]	Zustandsform	Bodenart	Geologische Einheit
BK 3/17	6,0	0,66	17,1	weich	TL	Grundmoräne
BK 3/17	9,0	1,11	16,0	halbfest	ST	Grundmoräne
BK 3/17	12,0	1,05	19,7	halbfest	TL	Grundmoräne
BK 4/17	3,0	0,97	15,2	steif	TL	Grundmoräne
BK 4/17	6,0	0,93	20,3	steif	TM	Grundmoräne
BK 4/17	8,0	1,04	20,1	halbfest	TL	Grundmoräne

Die aus der gemischtkörnigen Grundmoräne (Moränenablagerungen) untersuchten Bodenproben, sind nach ihrer Lage im Plastizitätsdiagramm von Casagrande der Bodengruppe ST (Sand-Ton-Gemisch), TM (mittelplastische Tone) sowie TL (leichtplastische Tone) zu zuordnen, womit sich die unterschiedliche Zusammensetzung der gemischtkörnigen Grundmoräne widerspiegelt.

3.2.3 Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Eine Korngrößenverteilung liefert eine orientierende Beurteilung des Baugrundes hinsichtlich der Durchlässigkeit, Frostempfindlichkeit, Zusammendrückbarkeit, Scherfestigkeit, sowie die Eignung als Filtermaterial.

Die aus der Kornverteilungskurve ermittelte Zusammensetzung des Materials ist im Detail in der Tabelle 5 als auch in der Anlage 4.8 aufgeführt.

Tabelle 5: Übersicht der durchgeführten granulometrischen Analysen (s. Anlage 4.2)

Aufschluss	Tiefe (m u. GOK.)	Kies-anteil [%]	Sand-anteil [%]	Schluff/Ton-anteil [%]	Bodenart	Geologische Einheit	Durchlässigkeits-beiwert
BK 3/17	4,0 - 5,0	8,3	83,6	8,1 / -	Fein- bis Grobsand, schwach kiesig, schwach schluffig	Moränensand	$k_f = 1,5 \times 10^{-4}$ m/s [$k_f = 3,0 \times 10^{-5}$ m/s]*

* korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert nach DWA A-138

Wie aus der Tabelle 5 hervorgeht, bestehen die aus dem Moränensand untersuchten Bodenproben gemäß ihrer Korngrößenverteilungen aus einem schwach schluffigen, schwach kiesigen Fein- bis Grobsand. Mit einem aus der Körnungslinie nach Seiler abgeleiteten korrigierten Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 3,0 \times 10^{-5}$ m/s ist das Sediment, gemäß DIN 18130, als ein durchlässiger Boden zu bezeichnen.

3.3 Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung

Aus erd- und grundbautechnischer Sicht können für die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Horizonte die nachfolgenden Bodenkennwerte zugrunde gelegt werden:

Tabelle 6: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)

Schichten	Wichte (feucht) γ_k [kN/m³]	Wichte (u. Auftrieb) γ_k' [kN/m³]	Reib.-winkel dräniert φ_k[°]	Kohäsion dräniert c_k [kN/m²]	Steifemodul Es [MN/m²]
Auffüllungen (Kies)	19 - 20	9 - 10	30,0 - 35,0	0 - 2*	[5 - 10]
Auffüllungen (Schluff)	17 - 18	7 - 8	22,5 - 27,5	1 - 4	[2 - 4]
Moränensand	17 - 19	7 - 9	25,0 - 30,0	0 - 2*	15 - 25
Moränenkies	19 - 21	9 - 11	30,0 - 35,0	0 - 2*	30 - 50
Grundmoräne (weich - steif)	18 - 19	8 - 9	22,5 - 27,5	4 - 6	4 - 8
Grundmoräne (steif - halbfest)	19 - 20	9 - 10	25,0 - 30,0	5 - 10	30 - 50

*scheinbare Kohäsion

Entsprechend der derzeit gültigen Normen ist ein Homogenbereich ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020 und DIN EN 1997-2, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben. Der Oberboden wird in den Homogenbereichen nicht erfasst, da dieser in der Regel bautechnisch nicht geeignet ist und vor der Bauausführung abzutragen ist.

Auf der Basis der vorliegenden Baugrundaufschlussergebnisse, den zum Baugrund vorliegenden Erfahrungswerten sowie aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Baugrundschichten wird vorgeschlagen, die im Untersuchungsgebiet anstehenden Böden in folgende **Homogenbereiche** zu unterteilen.

Tabelle 7: Einteilung der Baugrundschichtung in Homogenbereiche

Homogenbereich	Baugrundschicht
A1	Auffüllung, Schluff (A, U)
A2	Auffüllung, Kies (A, G)
B1	Moränenkies- und sand (MG + MS)
B2	Grundmoräne (GMO)

Gemäß DIN 18300:2015-08 (VOB/C 2015) können für die oben beschriebenen Homogenbereiche folgende Eigenschaften und Kennwerte zugrunde gelegt werden, wobei das Bauvorhaben der **Geotechnischen Kategorie 2 (GK2)** zuzuordnen ist.

Tabelle 8: Kennwerte/Eigenschaften der Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08

Kennwert / Eigenschaft		Homogenbereich			
		A1	A2	B1	B2
Kornverteilung [%]	T	5 - 40	0 - 7	2 - 25	5 - 40
	U	30 - 70	2 - 25	2 - 30	35 - 75
	S	10 - 45	15 - 45	20 - 85	15 - 45
	G	0 - 20	35 - 85	10 - 85	1 - 45
Massenanteil Steine [%]		0 - 3	0 - 5	5 - 15	0 - 5
Massenanteil Blöcke [%]		0 - 1	0 - 3	0 - 5	0 - 3
Massenanteil große Blöcke [%]		-	0 - 1	0 - 3	0 - 1
Lagerungsdichte		-	mitteldicht - dicht	mitteldicht	-
Konsistenz		weich, weich - steif	-	-	weich bis steif bzw. steif - halbfest
Konsistenzzahl I_c		0,50 - 0,80	-	-	0,60 - 1,10
Plastizitätszahl I_p [%]		5 - 50	-	-	5 - 30
Wichte (feucht) γ [kN/m³]		17 - 18	19 - 21	17 - 21	19 - 20
Undränierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]		20 - 60	-	-	50 - 200
Wassergehalt w_n [%]		15 - 30	-	-	10 - 30
Organischer Anteil [%]		< 3	<3	-	-
Bodengruppe nach DIN18196:2011-05		4	3, 4	3, 4	4,6
Frostempfindlichkeit [ZTV E-StB 09; Tab.1]		F3	F1, F2, F3	F2, F3	F3
Ortsübliche Bezeichnung		A, U	A, G	MG + MS	GMO

4 Georisiken

4.1 Seismische Aktivität

Entsprechend der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland (Quelle: DIN 4149:2005-04), befindet sich das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 1** und ist somit als ein Gebiet indem gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveau rechnerisch die Intensität 6,5 bis < 7 erreicht werden kann, zu charakterisieren. Das Untersuchungsgebiet liegt in der **Untergrundklasse S** (Gebiet tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

Nach DIN EN 1998-1/NA:2012-08, Abs. 5.2.3 Baugrundklassen kann für den anstehenden Untergrund die **Baugrundklasse C** (grobkörnige bzw. gemischtkörnige Lockergesteine in mitteldichter Lagerung bzw. in mindestens steifer Konsistenz) zugrunde gelegt werden.

5 Hydrogeologie

5.1 Grundwasserverhältnisse

Ein Zulauf von Grundwasser konnte zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten in allen vier Rammkernbohrungen beobachtet werden. Eine Messung des Wasserspiegels in den Rammsondierungen war dagegen nicht möglich, da das Sondierloch unmittelbar nach dem Ziehen des Sondiergestänges zusammenfiel. Die während der Erkundungsarbeiten am 07.02. sowie 08.02.2017 aufgenommenen Wasserstände sind in der nachfolgenden Tabelle 9 zusammengefasst:

Tabelle 9: Wasserspiegelhöhen in den Erkundungsbohrungen BK 1-4/17

Aufschluss	07.02. und 08.02.2017		16.02.2017	
	Wasser angetroffen m u. GOK	Wasser angetroffen m ü. NN	Wasserspiegel Stichtagsmessung m u. GOK	Wasserspiegel Stichtagsmessung m u. GOK
BK 1/17	2,50	505,59	-	-
BK 2/17	1,40	510,89	1,60	511,09
BK 3/17	2,50	510,12	1,10	511,52
BK 4/17	2,80	504,64		

Zur Zeitpunkt der Bohrarbeiten wurde das Grundwasser vorwiegend innerhalb der Moränenkies- und sande bzw. in den stark kiesigen Grundmoränensedimenten angetroffen. Jedoch konnte mit den abgeteuften Aufschlüssen kein durchgängiger, weitreichender Porenwasserleiter erkundet werden.

Aufgrund der unterschiedlichen Tiefenlage des angetroffenen Wasserspiegels stellt es sich eher so dar, als ob die auf der sehr feinkornreichen Grundmoräne (toniger, feinsandiger Schluff) aufliegenden Kies- und Sandhorizonte sowie die stark kiesigen Schluffe der Grundmoräne innerhalb der Moränenablagerungen den in südwestliche Richtung ansteigenden Hang entlang des Gefälles entwässern.

Da die hangseitigen Bohrungen BK 2/17 und BK 3/17 im Zuge der Erkundungsarbeiten zu 3“-Grundwasserbeobachtungsmessstellen ausgebaut wurden, bietet es sich im Hinblick auf die Trockenhaltung der herzustellenden Baugrube an, einen Kurzzeitpumpversuch im Untersuchungsgebiet durchzuführen, um über Ergiebigkeit des Wasservorkommens im Baufeld adäquate Aussagen zu erhalten.

Um ergänzende Informationen über den jahreszeitlichen Verlauf des Wasserspiegels zu erhalten, ist zu empfehlen, die Wasserstände über die temporären Grundwasserpegel regelmäßig über einen längeren Zeitabschnitt zu erfassen. Diese auftretenden Wasserspiegelschwankungen können, wenn gewünscht, durch sogenannte Datenlogger kontinuierlich auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd aufzeichnet werden.

Neben dem angetroffene Hangzugwasser innerhalb der Moränenablagerungen ist zudem mit dem Auftreten von Schichtwasser innerhalb der kiesigen Auffüllungen zu rechnen.

5.2 Versickerungsfähigkeit der Böden nach DWA A -138

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Versickerung kann direkt erfolgen oder das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen durch eine Sickeranlage mit verzögerter Versickerung in Trockenperioden dem Untergrund zugeführt werden.

Nach DWA A - 138 (April 2005) sollte der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in dem die Versickerung stattfinden soll, zwischen $k_f = 1{,}0 \times 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1{,}0 \times 10^{-6}$ m/s liegen. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f < 1{,}0 \times 10^{-6}$ m/s ist eine Regenwasserbewirtschaftung über eine Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abgeleitet werden müssen.

Die im Baufeld erkundeten Auffüllungen sind aufgrund ihrer Inhomogenität nicht zur Versickerungs von Niederschlagswasser geeignet. Zudem können Auffüllungen im allgemeinen nur zur Versickerung herangezogen werden, wenn diese nachweislich keine Verunreinigungen enthalten und somit unbedenklich sind.

Von einer Versickerung von Niederschlagswasser innerhalb der Moränenablagerungen wird ebefalls abgeraten, da diese in ihrer Zusammensetzung in Bezug auf ihren Feinkornanteil, welcher maßgeblich für die Wasserdurchlässigkeit der Böden verantwortlich ist, engräumig stark variieren.

Von der Errichtung einer Versickerungsanlage auf dem Untersuchungsgebiet ist nach derzeitigem Kenntnisstand Abstand zu nehmen.

6 Gründungskonzept und baubegleitende Maßnahmen

6.1 Bauwerk

Die Fa. Betz und Weber BauPartner GmbH aus Markdorf beabsichtigt den Neubau eines Wohn- und Geschäftshauses in der Wangener Straße 134 und 138 in Ravensburg.

Derzeit stehen auf dem bereits rückgebauten Geschäftsgebäudeareal zwei temporäre Asylunterkünfte sowie im nördlichen Bereich noch ein unbewohntes Einfamilienhaus, welche für den geplanten achtgeschossigen Neubau mit Tiefgarage rückgebaut werden. Entsprechend der Lage grenzt das Untersuchungsareal östlich und südlich an die Wangener Straße (B32) an, von der die Zufahrt zur Tiefgarage vermutlich ebenerdig erfolgen soll. Zu den weiteren Seiten hin (Westen und Norden) schließen unmittelbar bebaute Grundstücke an.

Da noch keine Planungsunterlagen vorliegen, wird angenommen, dass die Gründungsebene der hanggeschossigen Tiefgarage auf einem Höhenniveau von rd. 507,00 m ü. NN flächig zu liegen kommt. Die Gründungssohle schneidet bei diesem angenomenen Gründungsniveau im hangseitigen Bereich über 6,0 m in das Bestandsgelände ein. Aufgrund der Umgebungsbebauungen und des nicht unerheblichen Einschnitts in das Hanggelände wird zur Herstellung der Tiefgarage eine entsprechende Baugrubensicherung erforderlich, welche im Detail, je nach geplantem Gründungsniveau der Tiefgarage, zu konzipieren sein wird.

Da Entwurfspläne sowie Lastangaben zum Zeitpunkt der Erstellung des geotechnischen Berichtes noch nicht vorlagen, wird im Folgenden in allgemeiner Form auf die geotechnischen Belange eingegangen.

6.2 Baugrundsituation

Wie das zum Bauvorhaben entwickelte Baugrundmodell in den Anlagen 2.1-3 darlegt, wird die Baugrundsituation im Baufeld im Wesentlichen von Moränenablagerungen geprägt, die von heterogenen Auffüllungen überlagert werden.

Die bis in eine Tiefe von 2,50 m angetroffenen Auffüllungen werden überwiegend in den Aushubbereich fallen, so dass diesen keine Gründungsrelevanz zugeordnet werden kann.

Unterhalb der inhomogenen Auffüllungen folgen ungegliederte Moränenablagerungen in Form von Grundmoräne, Moränenkies und Moänensand, die z.T. fließend ineinander übergehen, wodurch sich die Moränenablagerungen auch als Mischformen der unterschiedlichen Hauptbodenarten (Schluff, Sand, Kies) darstellen.

Gründungstechnisch betrachtet stellen die Moränenablagerungen im Baufeld generell ab einer steifen bis halbfesten Konsistenz bzw. mitteldichten Lagerung einen gut tragfähigen Baugrund dar.

6.3 Gründung

Mit der aufgeschlossenen Baugrundabfolge sowie den zu erwartenden hohen Bauwerkslasten (achtgeschossiges Gebäude) wird empfohlen, die Bauwerkslasten aus dem Neubau setzungsarm in einem einheitlichen Gründungssubstrat abzusetzen.

Hierzu sind die anstehenden setzungswilligen Auffüllungen und ungegliederten weichen bis steifen Moränenablagerungen mit den Gründungselementen zu durchstoßen und einheitlich bis zu den sehr gut tragfähigen, halbfesten bis festen bzw. mindestens mitteldichten Moränenablagerungen zu führen.

Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, die Bauwerkslasten über tiefer geführte Einzelfundamente nach Art einer verrohrten Brunnengründung (Magerbetonvertiefung) in die halbfeste bis feste bzw. mindestens mitteldichten Moränenkiese einzuleiten.

Bei einer **Brunnengründung** werden durch eine verrohrte Polypgreiferbohrung Einzelfundamente im Schutze der Hilfsverrohrung bis auf den tragfähigen Untergrund geführt. Im Anschluss werden die Brunnen im Kontraktorverfahren mit Magerbeton verfüllt.

Bei der Gründung, wie eben beschrieben, kann aus der Anlage 5.1-2 zur Vorbemessung der Brunnengründung der Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für quadratische Einzelfundamente entnommen werden. Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes $\sigma_{R,d}$ wurde mittels Grundbruch- und Setzungsberechnungen für mittige Belastungen ermittelt. Für die Bemessung der kreisrunden Brunnengründung sind die Spannungen für die flächengleichen quadratischen Fundamente anzusetzen.

Berechnungsgrundlagen sind der EC 7 bzw. im Detail die DIN EN 1997-1:2009-09, die DIN EN 1997-1/NA und die DIN 1054:2010-12, sowie die DIN 4017:2006-03. Es liegt die Bemessungssituation BS-P (ständige Situationen / persistent situations) sowie die Schichtenabfolge der Kernbohrung BK 1/17 (Anlage 5.1) und BK 4/17 (Anlage 5.2) zugrunde.

Das Verhältnis von veränderlichen zu Gesamtlasten wird mit 0,5 vorausgesetzt. Bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 1{,}0$ ergeben sich je nach gewählter Fundamentgeometrie die im Diagramm der Anlagen 5.1-2 dargestellten Bemessungswerte für die Sohlwiderstände ($R_{n,d}$).

Tabelle 10: Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes in Abhängigkeit der Fundamentgeometrie (Einzelfundament in der mind. halbfesten Grundmoräne, Anlage 5.1)

Einzelfundament a x b [m]	entspricht Brunnen ca. Ø [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m^2]	$R_{n,d}$ [kN]	$_{zugh.}s$ [cm]
0,8 x 0,8	0,90	~876,1	~560,7	~0,92
1,0 x 1,0	1,15	~882,5	~882,5	~1,15

Tabelle 11: Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes in Abhängigkeit der Fundamentgeometrie (Einzelfundament im mind. mitteldichten Moränenkies, Anlage 5.2)

Einzelfundament a x b [m]	entspricht Brunnen ca. Ø [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m^2]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$_{zugh.}s$ [cm]
0,8 x 0,8	0,90	~1318,9	~844,1	~1,42
1,0 x 1,0	1,15	~1150	~1150	~1,50

Je nach gewählter Fundamentgeometrie und Schichtenablauf ist in den Anlagen 5.1-2 entweder die Grundbruchsicherheit (rote Linie) oder die Begrenzung der Setzungen auf z.B. 1,5 cm (blaue Linie) maßgebend für den Bemessungswert des Sohldruckwiderstands. Die Größe der tatsächlich zulässigen Setzungen für das Bauwerk ist vom zuständigen Planer festzulegen.

Bei den aufgeführten Tragfähigkeitswerten ist die gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Fundamenten nicht berücksichtigt. Es wird vorgeschlagen, die Gründungsvorbemessung nach den Fundamentdiagrammen in den Anlagen 5.1-2 vorzunehmen. Zusätzlich ist die Tragkonstruktion, nach Vorlage von Bauwerkslasten (Fundamente mit Bodenpressungen) sowie die gegenseitigen Beeinflussungen der Fundamente und die Verträglichkeit der Setzungsdifferenzen bzw. Fundamentverdrehungen in Bezug auf die unterschiedliche Baugrundschichtung mit einer Setzungsberechnung zu überprüfen.

Die **Bodenplatte ist deckenartig** mit den Brunnenköpfen zu verbinden, so dass diese keine nennenswerten Setzungen aus den unterlagerten Böden erfährt.

Alternativ bietet sich auch ein **mantelverpresster duktiler Gussrammpfahl** an. Hier werden mittels Hydraulikbagger und Schnellschlaghammer duktile Gussrohre in den Boden eingerammt. Bei diesem Pfahlsystem können die Pfahllängen problemlos an wechselnde Baugrundverhältnisse angepasst werden. Die Anforderungen an das Rammplanum sind dabei gering.

Die innere Tragfähigkeit eines mantelverpressten duktilen Gussrammpfahls mit Durchmesser 118 mm liegt je nach Rohrwandung (7,5 mm bis 10,6 mm) laut der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (Nr. Z-34.25-230) in der Größenordnung zwischen 869 kN bis 1163 kN (Bemessungswert $R_{1,d}$ der Querschnittstragfähigkeit).

Gemäß der EA-Pfähle, 2. Auflage Seite 20, liegen die charakteristischen Pfahlwiederstände im Gebrauchszustand, je nach Querschnitt, Baugrundzusammensetzung und Ausführungsart, in einer Größenordnung zwischen etwa 0,5 MN und 1,1 MN. Die tatsächlich ableitbare Pfahllast und Pfahllänge sind vom Spezialtiefbauer bzw. vom Statiker vorzugeben.

Die Bodenplatte ist in diesem Zusammenhang zerrbalkenartig mit den Pfahlköpfen zu verbinden, so dass diese keine nennenswerten Setzungen aus den unterlagerten Böden erfährt.

6.4 Baugrube

Zur Herstellung des Neubaus wird auf Grund des nach Westen ansteigenden Hanggeländes eine Baugrube mit einer Tiefe von größer 6,0 m erforderlich. Aufgrund der Umgebungsbebauungen bzw. den vorhandenen Platzverhältnissen ist eine Ausbildung einer frei geböschten Baugrube nur bedingt im Projektareal möglich.

In den Bereichen, in denen die Platzverhältnisse eine **frei geböschte Baugrube** gestatten, ist zu beachten, dass **oberhalb des Wassers** in den anstehenden Auffüllungen, Grundmoränensedimenten weicher bis steifer Zustandsform und Moränenkiese/-sande lediglich Böschungen mit einer Neigung von **max. 45°** ausführbar sind. In den Grundmoränenböden ab mindestens steifer bis halbfester Konsistenz sind dagegen Neigungen bis **max. 60°** möglich.

Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass gemäß DIN 4124 die Standsicherheit ab einer Böschungshöhe von 5,0 m rechnerisch nachgewiesen werden muss. Ab einer Baugrubenhöhe von 3,0 m ist der Einbau einer 1,50 m breiten Berme zu empfehlen. Eine entsprechende erdstatische Berechnung kann bei Bedarf vom Unterzeichner erbracht werden.

Wie die Baugrundaufschlüsse allerdings aufgezeigt haben, sind die anstehenden Sand-/ Kiesböden wassergesättigt bzw. wasserführend. Aus Sicht des Unterzeichners ist eine gänzlich frei geböschte Baugrube somit nicht zu realisieren, da die Sande im Anschnitt ausfließen werden und somit die Böschung instabil wird.

Aufgrund der oben beschriebenen Umstände wird daher empfohlen, die Baugrube im Schutze eines wasserabweisenden Verbaussystems auszuheben, wobei als Verbausystem ein frei auskragender oder einfach verankerter **Spundwandverbau** vorgeschlagen wird, welcher statisch nachzuweisen ist. Sofern die Platzverhältnisse ausreichen, kann der Verbau auch mit einem entsprechenden Vorabtrag ausgeführt werden.

Aufgrund der zum Teil halbfesten bis festen Zustandsform der Grundmoräne sind zur Abteufung der Spundbohlen Einbringhilfen (Austauschbohrungen, Auflockerungsbohrungen) mit einzukalkulieren. Die hierfür benötigten Platzverhältnisse sind frühzeitig abzuklären.

Nach Vorlage aktuellster Entwurfs- und Ausführungspläne sowie von detaillierten Höhen- und Geländeprofilen, kann das zur Ausführung kommende Baugrubensicherungskonzept auf Wunsch ausgearbeitet werden bzw. danach die eventuell erforderlichen statischen Berechnungen des geplanten Verbausystems (Entwurfs- und Ausführungsplanung) von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

Um mögliche Regressansprüche seitens der angrenzenden Eigentümer vorzubeugen, wird vor Beginn der Bautätigkeiten eine Beweissicherung empfohlen, wobei diese ggf. nach Abschluss der Bautätigkeiten zu ergänzen ist.

6.5 Trockenhaltung des Bauwerks

Bei den am 07.02. bis 08.02.2017 durchführten Baugrundaufschlüssen wurde Schicht-/ Hangzugwasser angetroffen. Wie der geotechnische Baugrundschnitt der Anlage 2.1-3 zeigt, wird der Neubau vermutlich überwiegend in schwach durchlässigen Grundmoränenablagerungen einbinden. Eine Ableitung dieses angetroffenen Hangzug-/ Schichtwassers ist mittels einer dauerhaft, funktionsfähigen, rückstaufreien Ring- und Flächendrainage nach DIN 4095 mit kapillarbrechender Wirkung sowie Abdichtung nach DIN 18195, Teil 4 (Abdichtung gegen Bodenfeuchte) möglich, sofern diese behördlich gestattet wird. Ist dies nicht der Fall, sind alle erdberührenden Bauteile nach den Richtlinien der DIN 18195, Teil 6 (Abdichtung gegen aufstauendes Sickerwasser) abzudichten. Alternativ ist das Gewerk in WU-Bauweise (Prinzip Weiße Wanne) zu errichten.

7 Hinweise und Empfehlungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen. Abweichungen von gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können aufgrund der Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Die in den Rammsondierungen dargestellten Schichtgrenzen sind als Interpretation zu sehen. Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich. **Es wird deshalb empfohlen, zur Abnahme der Gründungssohlen/Pfahlaufstandsebene den Unterzeichner des Berichtes heranzuziehen.**

Der vorliegende geotechnische Bericht bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes vorliegenden Planungsstand. Nachträgliche Änderungen des Planungsstandes sind mit dem Gutachter abzustimmen. Gegebenenfalls sind weitere Aufschlüsse bzw. Berechnungen erforderlich, um die bisherigen geotechnischen Angaben und Empfehlungen dem aktuellen Planungsstand bzw. der Ausführungsplanung gegenüber bestätigen zu können.

Nach Vorlage aktuellster Entwurfs- und Ausführungspläne sowie von detaillierten Höhen- und Geländeprofilen, ist das zur Ausführung kommende Baugrubensicherungskonzept im Detail festzulegen bzw. danach kann die eventuell erforderlichen statischen Berechnungen des geplanten Verbausystems (Entwurfs- und Ausführungsplanung) von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Kathrin Wolf
M.Sc. Geol.

Alois Jäger
Geschäftsführer

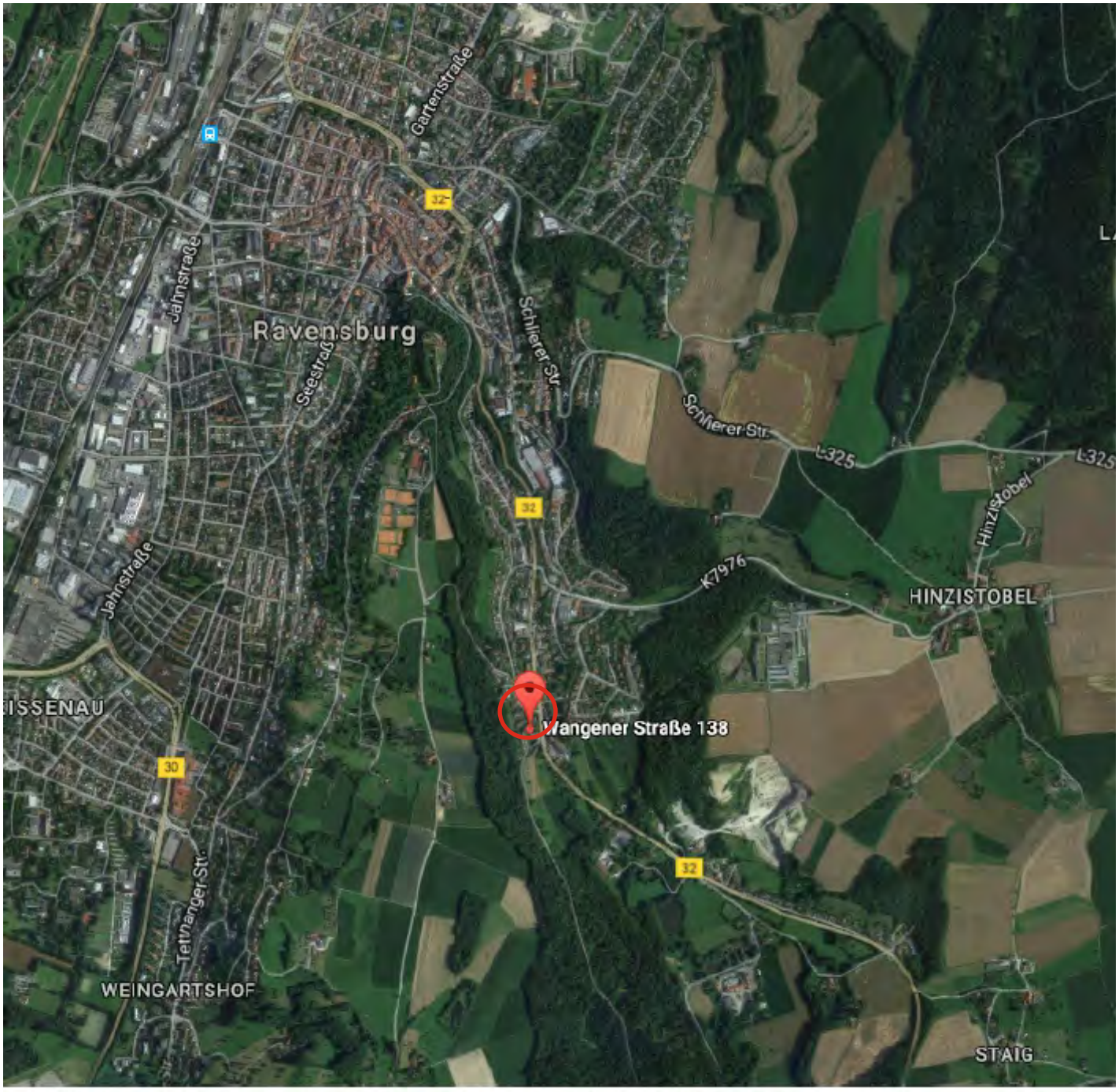
Dominik Lang
B.Eng.

baugrund süd
Gesellschaft
für Bohr- und Geotechnik mbH

Betz und Weber BauPartner GmbH
Wangener Straße 134 + 138
in 88212 Ravensburg

AZ 17 01 029

Anlage 1.1: Übersichtslageplan ohne Maßstab



Untersuchungsgebiet

baugrund süd

Gesellschaft
für Bohr- und Geotechnik mbH

Betz und Weber BauPartner GmbH
Wangener Straße 134 + 138
in 88212 Ravensburg

AZ: 17 01 029

Anlage 1.2: Lageplan mit Untersuchungspunkten
Maßstab: 1:500

Legende:

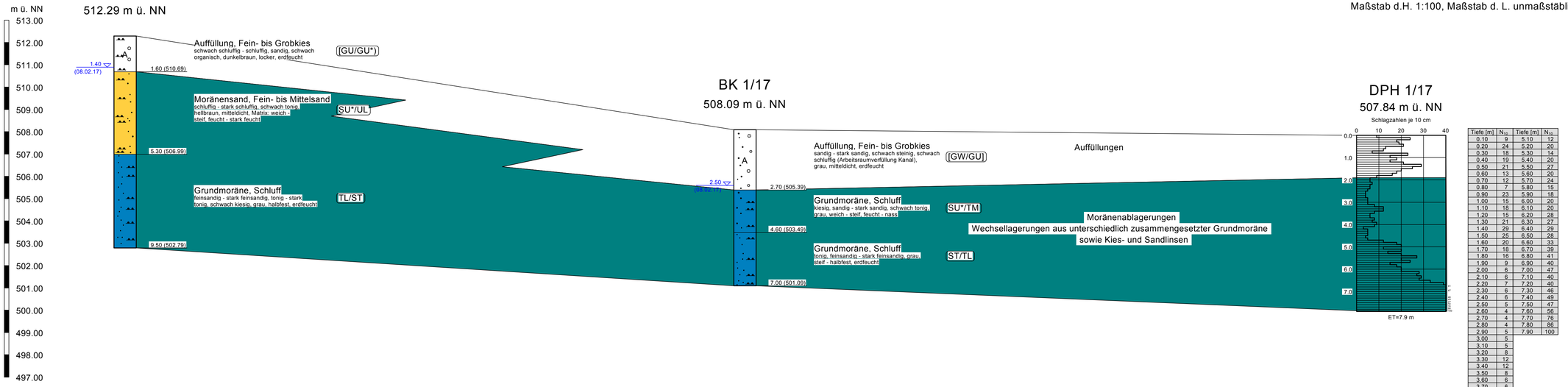
- **BK 1-4/17** Rammkernbohrungen
- **DPH 1-6/17** schwere Rammsondierungen
- geotechnische Profilschnitte

Pkt.	Rechtswert	Hochwert	Höhe [mü.NN]
BK1	3546646.13	5292139.86	508.09
BK2	3546617.51	5292120.00	512.29
BK3	3546602.46	5292156.63	512.62
BK4	3546640.65	5292189.84	507.44
DPH1	3546644.22	5292157.60	507.84
DPH2	3546604.28	5292145.60	512.96
DPH3	3546618.21	5292157.01	510.17
DPH4	3546627.77	5292200.70	508.35
DPH5	3546623.36	5292222.02	508.64
DPH6	3546637.47	5292216.22	507.43

baugrund süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH Maybachstraße 5 88410 Bad Wurzach	Betz und Weber Baupartner GmbH, Wangener Straße 134 + 138 in 88212 Ravensburg	AZ 17 01 029 Anlage Nr. 2.1

Geotechnischer Baugrundschnitt I - I'

Maßstab d.H. 1:100, Maßstab d. L. unmaßstäblich



Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	9	5.10	12
0.20	24	5.20	20
0.30	18	5.30	14
0.40	19	5.40	20
0.50	21	5.50	27
0.60	13	5.60	20
0.70	12	5.70	24
0.80	7	5.80	15
0.90	23	5.90	18
1.00	15	6.00	20
1.10	18	6.10	20
1.20	15	6.20	28
1.30	21	6.30	27
1.40	29	6.40	29
1.50	25	6.50	28
1.60	20	6.60	33
1.70	18	6.70	39
1.80	16	6.80	41
1.90	9	6.90	40
2.00	6	7.00	47
2.10	6	7.10	40
2.20	7	7.20	40
2.30	6	7.30	46
2.40	6	7.40	49
2.50	5	7.50	47
2.60	4	7.60	56
2.70	4	7.70	76
2.80	4	7.80	86
2.90	5	7.90	100
3.00	5		
3.10	5		
3.20	8		
3.30	12		
3.40	12		
3.50	8		
3.60	6		
3.70	6		
3.80	8		
3.90	7		
4.00	9		
4.10	8		
4.20	3		
4.30	5		
4.40	5		
4.50	5		
4.60	4		
4.70	5		
4.80	12		
4.90	18		
5.00	20		

Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen ist interpoliert.

Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar.

Die Schichtenunterteilung bei den Sondierungen ist interpoliert.

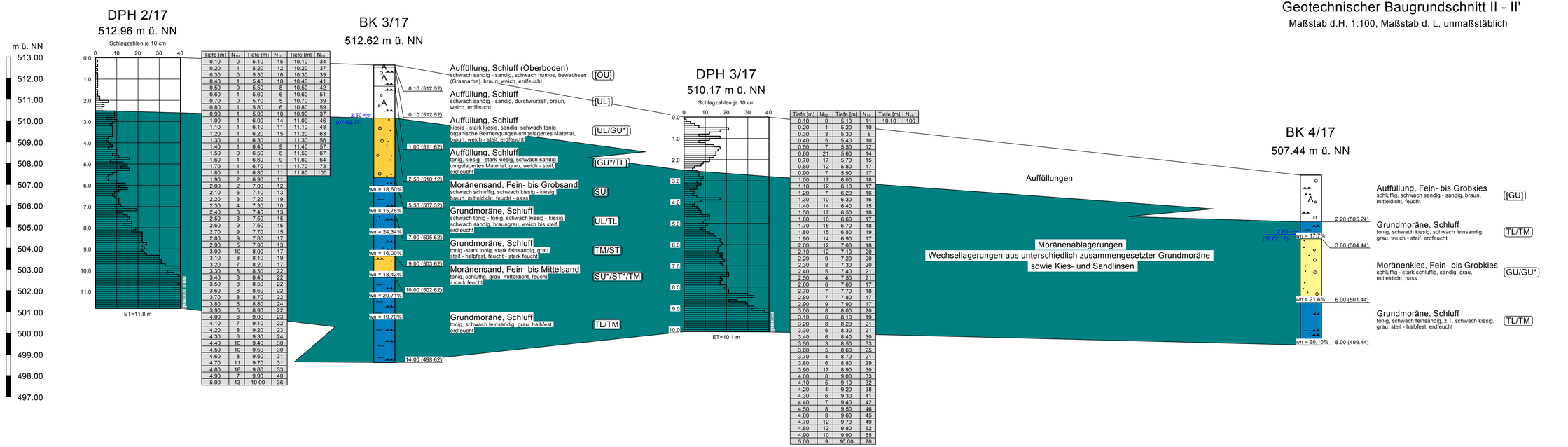
baugrund süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH
Maybachstraße 5
88410 Bad Wurzach

Betz und Weber Baupartner GmbH,
Wangener Straße 134 + 138
in 88212 Ravensburg

AZ 17 01 029
Anlage Nr. 2.2

Geotechnischer Baugrundschnitt II - II'

Maßstab d.H. 1:100, Maßstab d. L. unmaßstäblich



Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	0	5.10	15	10.10	34
0.20	1	5.20	12	10.20	37
0.30	0	5.30	16	10.30	39
0.40	1	5.40	10	10.40	41
0.50	0	5.50	8	10.50	42
0.60	1	5.60	6	10.60	51
0.70	0	5.70	5	10.70	39
0.80	1	5.80	6	10.80	59
0.90	1	5.90	10	10.90	37
1.00	1	6.00	14	11.00	46
1.10	1	6.10	11	11.10	48
1.20	1	6.20	15	11.20	63
1.30	1	6.30	11	11.30	56
1.40	1	6.40	9	11.40	57
1.50	0	6.50	8	11.50	67
1.60	1	6.60	9	11.60	64
1.70	1	6.70	11	11.70	73
1.80	1	6.80	11	11.80	100
1.90	2	6.90	11		
2.00	2	7.00	12		
2.10	6	7.10	13		
2.20	3	7.20	19		
2.30	4	7.30	10		
2.40	3	7.40	13		
2.50	3	7.50	15		
2.60	9	7.60	16		
2.70	9	7.70	15		
2.80	9	7.80	17		
2.90	5	7.90	13		
3.00	10	8.00	17		
3.10	8	8.10	19		
3.20	7	8.20	17		
3.30	8	8.30	22		
3.40	8	8.40	22		
3.50	8	8.50	22		
3.60	8	8.60	22		
3.70	8	8.70	22		
3.80	6	8.80	24		
3.90	5	8.90	22		
4.00	6	9.00	23		
4.10	7	9.10	22		
4.20	8	9.20	23		
4.30	6	9.30	24		
4.40	10	9.40	30		
4.50	10	9.50	30		
4.60	8	9.60	31		
4.70	11	9.70	31		
4.80	16	9.80	33		
4.90	7	9.90	40		
5.00	13	10.00	36		

Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	0	5.10	11	10.10	100
0.20	1	5.20	10		
0.30	3	5.30	8		
0.40	5	5.40	10		
0.50	7	5.50	12		
0.60	21	5.60	14		
0.70	17	5.70	15		
0.80	12	5.80	17		
0.90	7	5.90	17		
1.00	17	6.00	18		
1.10	12	6.10	17		
1.20	7	6.20	16		
1.30	10	6.30	16		
1.40	14	6.40	15		
1.50	17	6.50	18		
1.60	16	6.60	17		
1.70	15	6.70	18		
1.80	15	6.80	19		
1.90	14	6.90	17		
2.00	12	7.00	18		
2.10	12	7.10	20		
2.20	9	7.20	20		
2.30	8	7.30	20		
2.40	5	7.40	21		
2.50	4	7.50	21		
2.60	6	7.60	17		
2.70	7	7.70	18		
2.80	7	7.80	17		
2.90	9	7.90	17		
3.00	8	8.00	20		
3.10	6	8.10	19		
3.20	8	8.20	21		
3.30	6	8.30	21		
3.40	6	8.40	30		
3.50	3	8.50	33		
3.60	5	8.60	25		
3.70	4	8.70	21		
3.80	6	8.80	29		
3.90	17	8.90	30		
4.00	8	9.00	33		
4.10	5	9.10	32		
4.20	4	9.20	38		
4.30	6	9.30	41		
4.40	7	9.40	42		
4.50	8	9.50	46		
4.60	8	9.60	45		
4.70	12	9.70	49		
4.80	12	9.80	52		
4.90	10	9.90	55		
5.00	9	10.00	70		

Legende

A Auffüllung	Moränensand
Moränenkies	Grundmoräne

Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen ist interpoliert.

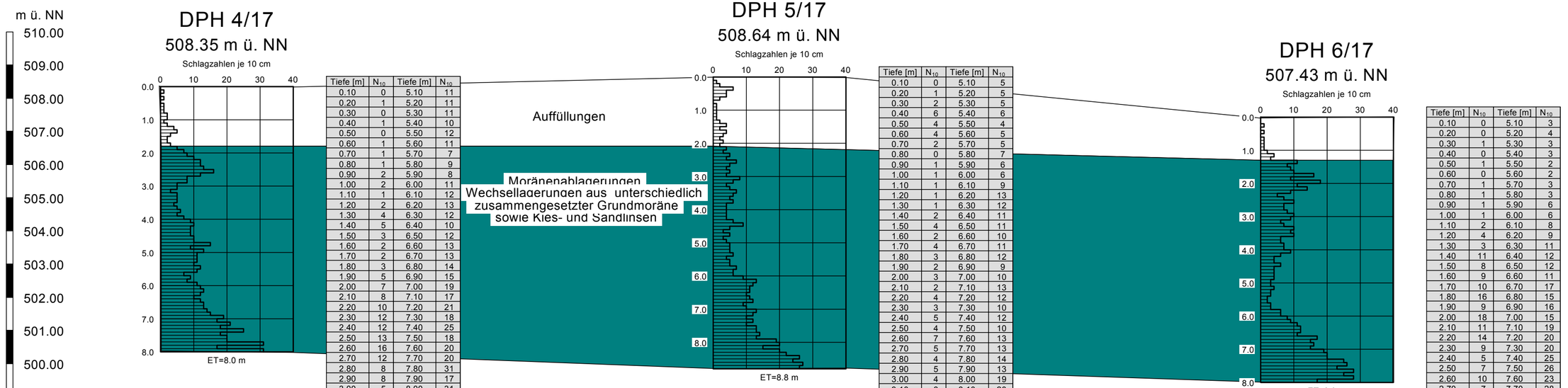
Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar.

Die Schichtenunterteilung bei den Sondierungen ist interpoliert.

baugrund süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH Maybachstraße 5 88410 Bad Wurzach	Betz und Weber Baupartner GmbH, Wangener Straße 134 + 138 in 88212 Ravensburg	AZ 17 01 029 Anlage Nr. 2.3

Geotechnischer Baugrundschnitt III - III'

Maßstab d.H. 1:100, Maßstab d. L. unmaßstäblich



Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	0	5.10	11
0.20	1	5.20	11
0.30	0	5.30	11
0.40	1	5.40	10
0.50	0	5.50	12
0.60	1	5.60	11
0.70	1	5.70	7
0.80	1	5.80	9
0.90	2	5.90	8
1.00	2	6.00	11
1.10	1	6.10	12
1.20	2	6.20	13
1.30	4	6.30	12
1.40	5	6.40	10
1.50	3	6.50	12
1.60	2	6.60	13
1.70	2	6.70	13
1.80	3	6.80	14
1.90	5	6.90	15
2.00	7	7.00	19
2.10	8	7.10	17
2.20	10	7.20	21
2.30	12	7.30	18
2.40	12	7.40	25
2.50	13	7.50	18
2.60	16	7.60	20
2.70	12	7.70	20
2.80	8	7.80	31
2.90	8	7.90	17
3.00	5	8.00	31
3.10	5		
3.20	3		
3.30	5		
3.40	5		
3.50	5		
3.60	4		
3.70	5		
3.80	6		
3.90	5		
4.00	7		
4.10	9		
4.20	10		
4.30	9		
4.40	9		
4.50	9		
4.60	10		
4.70	10		
4.80	15		
4.90	9		
5.00	13		

Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	0	5.10	5
0.20	1	5.20	5
0.30	2	5.30	5
0.40	6	5.40	6
0.50	4	5.50	4
0.60	4	5.60	5
0.70	2	5.70	5
0.80	0	5.80	7
0.90	1	5.90	6
1.00	1	6.00	6
1.10	1	6.10	9
1.20	1	6.20	13
1.30	1	6.30	12
1.40	2	6.40	11
1.50	4	6.50	11
1.60	2	6.60	10
1.70	4	6.70	11
1.80	3	6.80	12
1.90	2	6.90	9
2.00	3	7.00	10
2.10	2	7.10	13
2.20	4	7.20	12
2.30	3	7.30	10
2.40	5	7.40	12
2.50	4	7.50	10
2.60	7	7.60	13
2.70	5	7.70	13
2.80	4	7.80	14
2.90	5	7.90	13
3.00	4	8.00	19
3.10	8	8.10	20
3.20	6	8.20	15
3.30	4	8.30	20
3.40	5	8.40	22
3.50	7	8.50	26
3.60	6	8.60	24
3.70	5	8.70	27
3.80	6	8.80	26
3.90	4		
4.00	4		
4.10	4		
4.20	4		
4.30	4		
4.40	6		
4.50	9		
4.60	5		
4.70	3		
4.80	5		
4.90	3		
5.00	4		

Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	0	5.10	3
0.20	0	5.20	4
0.30	1	5.30	3
0.40	0	5.40	3
0.50	1	5.50	2
0.60	0	5.60	2
0.70	1	5.70	3
0.80	1	5.80	3
0.90	1	5.90	6
1.00	1	6.00	6
1.10	2	6.10	8
1.20	4	6.20	9
1.30	3	6.30	11
1.40	11	6.40	12
1.50	8	6.50	12
1.60	9	6.60	11
1.70	10	6.70	17
1.80	16	6.80	15
1.90	9	6.90	16
2.00	18	7.00	15
2.10	11	7.10	19
2.20	14	7.20	20
2.30	9	7.30	20
2.40	5	7.40	25
2.50	7	7.50	26
2.60	10	7.60	23
2.70	7	7.70	28
2.80	7	7.80	25
2.90	8	7.90	28
3.00	10	8.00	17
3.10	9		
3.20	6		
3.30	7		
3.40	10		
3.50	9		
3.60	10		
3.70	6		
3.80	6		
3.90	7		
4.00	7		
4.10	9		
4.20	6		
4.30	4		
4.40	4		
4.50	6		
4.60	4		
4.70	4		
4.80	4		
4.90	4		
5.00	3		

Legende

A Auffüllung

Moränenablagerungen

* Schichtenverlauf und zugewiesene Geologie
anhand von Erfahrungswerten sowie den Bohrprofilen BK 1-4/17 (Anlage 2.1-2)

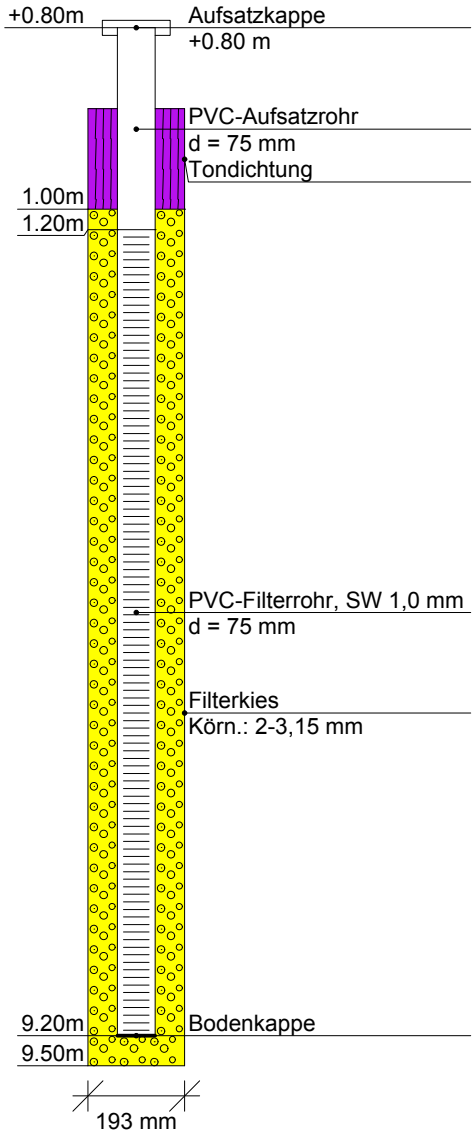
Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen ist interpoliert.
Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar.
Die Schichtenunterteilung bei den Sondierungen ist interpoliert.

Baugrund Süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH
Maybachstraße 5
88410 Bad Wurzach

Projekt : Betz und Weber Baupartner GmbH in 88212 Ravensburg
Projektnr.: AZ 1701029
Anlage : 2.4
Maßstab : 1: 75 / 1: 15

Pegelausbau

BK2/17- 3"Pegel



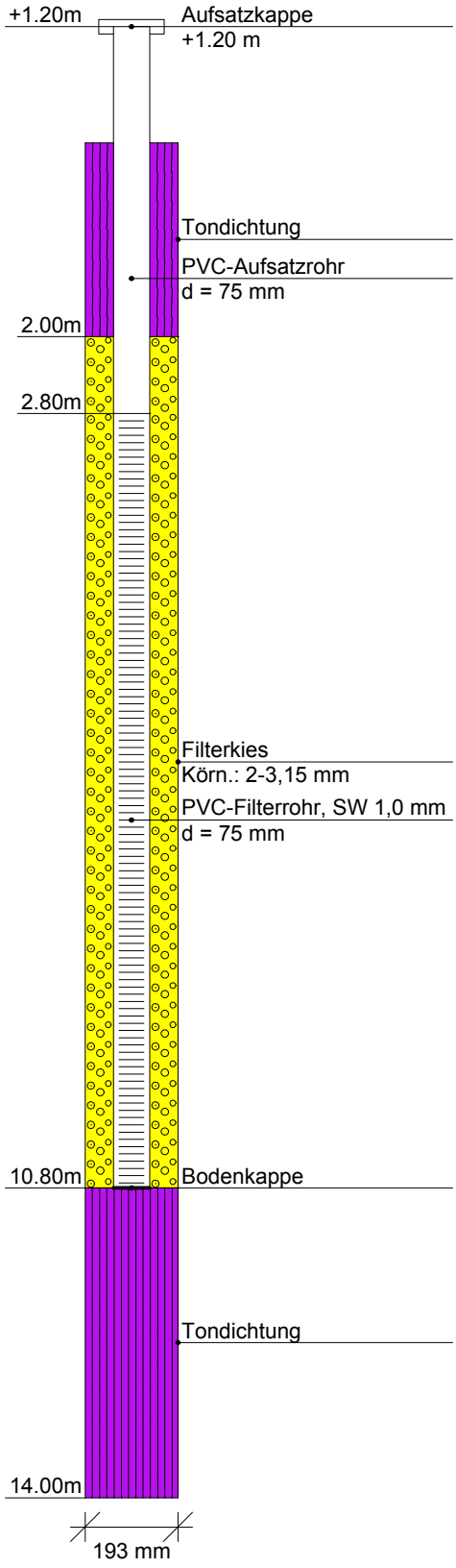
DC

Baugrund Süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH
Maybachstraße 5
88410 Bad Wurzach

Projekt : Betz und Weber Baupartner GmbH in 88212 Ravensburg	
Projektnr.: AZ 1701029	
Anlage : 2.5	
Maßstab : 1: 75 / 1: 15	

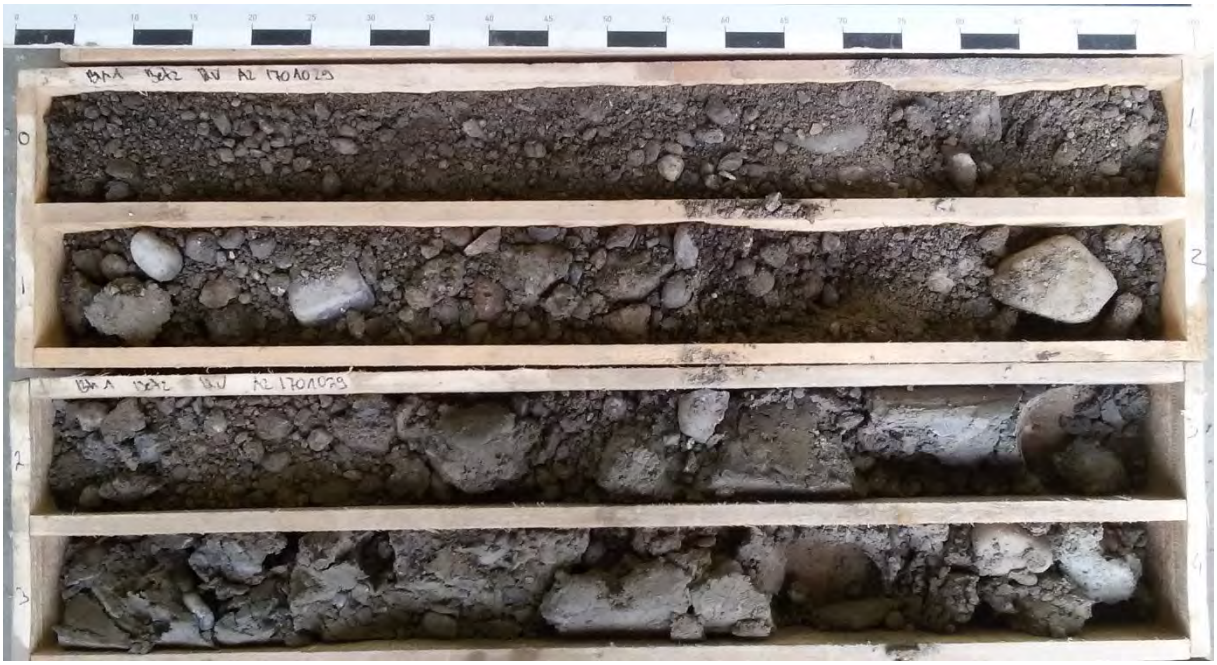
Pegelausbau

BK3/17- 3"Pegel



DC

BK 1/17: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 1/17: 4,0 bis 7,0 m u. GOK



BK 2/17: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 2/17: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



BK 2/17: 8,0 bis 9,5 m u. GOK



BK 3/17: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 3/17: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



BK 3/17: 8,0 bis 12,0 m u. GOK



BK 3/17: 12,0 bis 14,0 m u. GOK



BK 4/17: 0,0 bis 4,0 m u. GOK



BK 4/17: 4,0 bis 8,0 m u. GOK



baugrund süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik
Maybachstraße 5, 88410 Bad Wurzach

Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121

Betz und Weber BauPartner GmbH, in 88212 Ravensburg
AZ 17 01 029

Bohrung Nr.	**BK 3/17**			
Prüfungsnummer	**1**	**2**	**3**	**4**
Entnahmetiefe [m]	7.0	8.0	10.0	11.0
Behälter Gewicht [g]	113.14	113.11	113.13	112.38
Probe feucht + Behälter [g]	512.89	535.85	446.92	502.4
Probe trocken + Behälter [g]	458.39	453.1	394.97	435.49
Wassergehalt w [%]	15.79	24.34	18.43	20.71

BauGrund Süd
Maybachstraße 5
84100 Bad Wurzach
Tel.: 07564 - 93130

Bericht: AZ 17 01 029

Anlage: 4.2

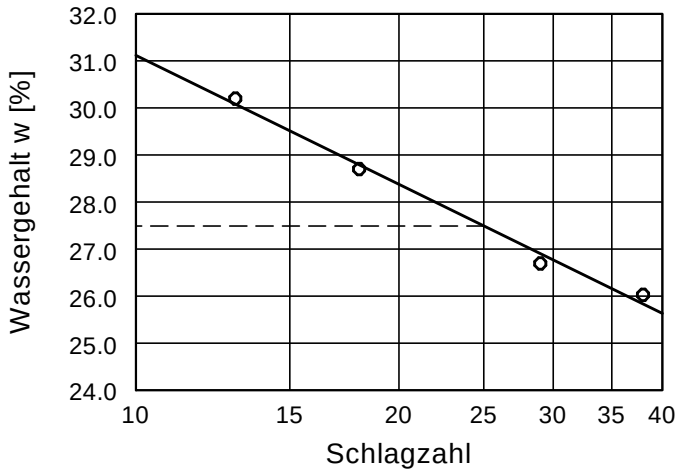
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Betz und Weber BauPartner GmbH

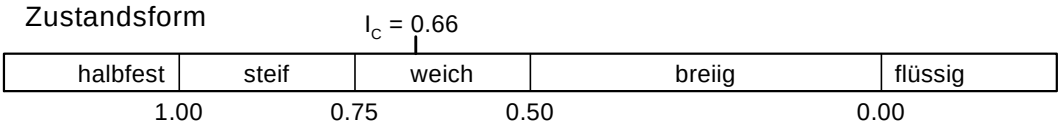
in 88212 Ravensburg

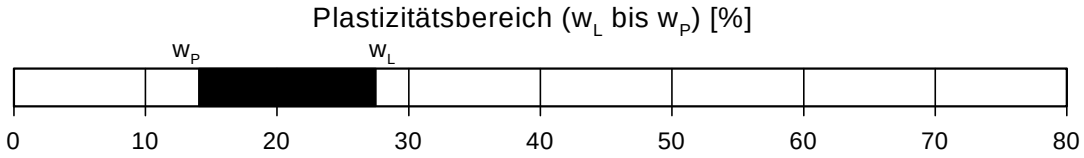
Bearbeiter: DVi Datum: 16.02.2017

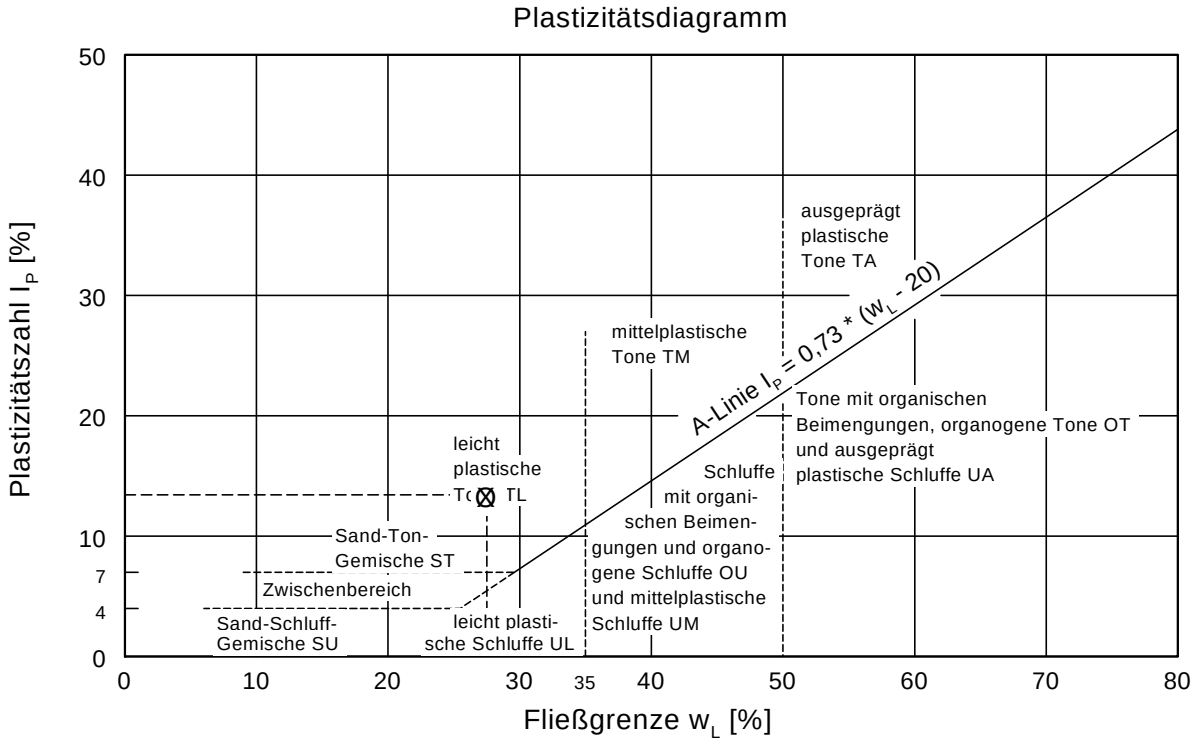
Prüfungsnummer: 1
Entnahmestelle: BK 3/17
Tiefe: 6,0 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: TL
Probe entnommen am: 10.02.2017



Wassergehalt w =	17.1 %
Fließgrenze w_L =	27.5 %
Ausrollgrenze w_P =	14.0 %
Plastizitätszahl I_P =	13.5 %
Konsistenzzahl I_C =	0.66
Anteil Überkorn ü =	9.4 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	3.0 %
Korr. Wassergehalt =	18.6 %







BauGrund Süd
Maybachstraße 5
84100 Bad Wurzach
Tel.: 07564 - 93130

Bericht: AZ 17 01 029

Anlage: 4.3

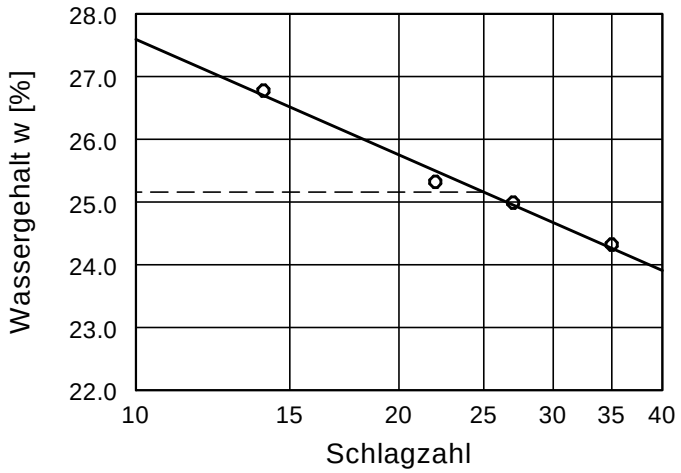
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Betz und Weber BauPartner GmbH

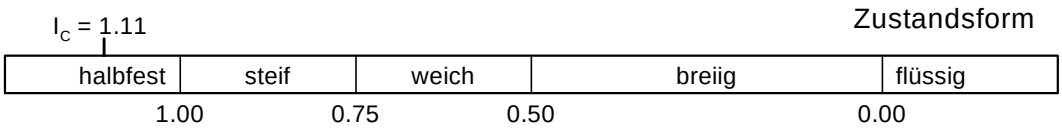
in 88212 Ravensburg

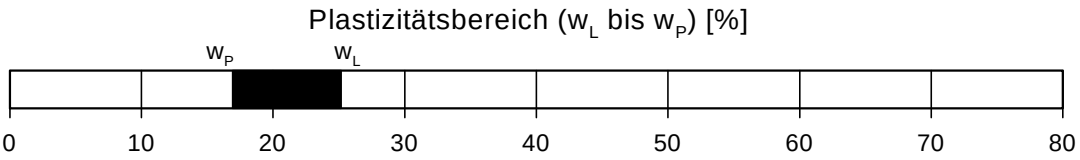
Bearbeiter: DVi Datum: 16.02.2017

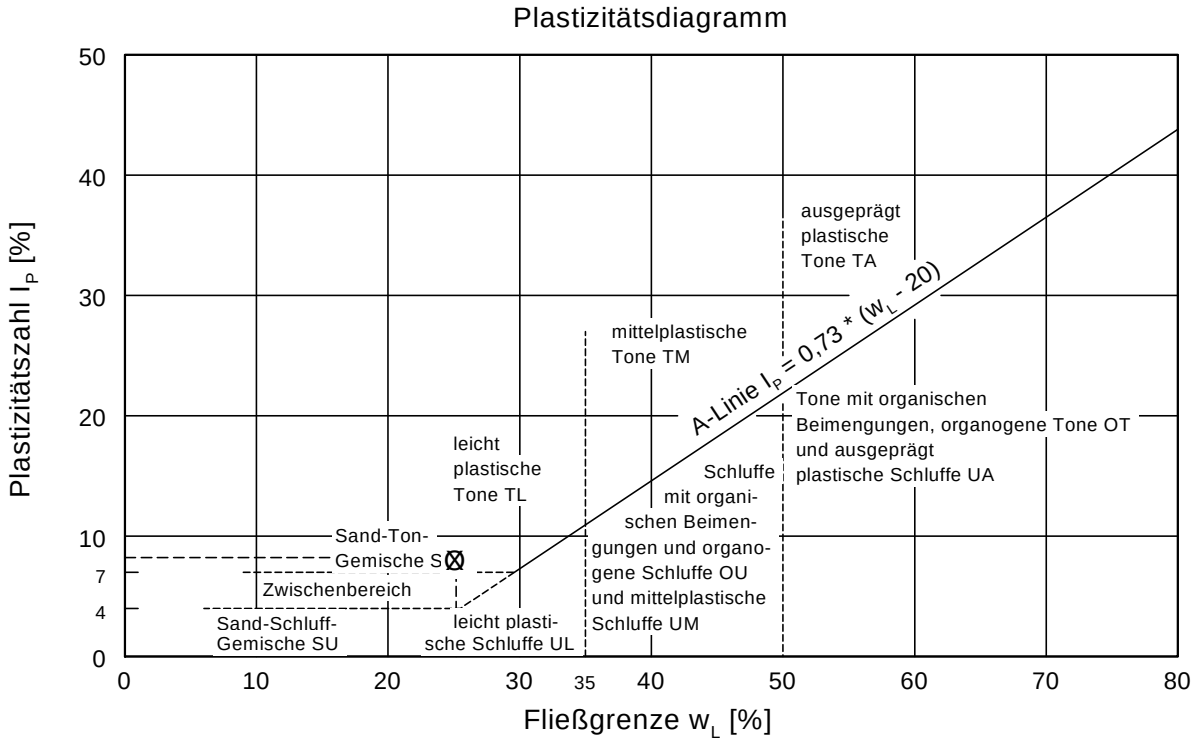
Prüfungsnummer: 2
Entnahmestelle: BK 3/17
Tiefe: 9,0 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: ST
Probe entnommen am: 10.02.2017



Wassergehalt w =	16.0 %
Fließgrenze w_L =	25.2 %
Ausrollgrenze w_P =	16.9 %
Plastizitätszahl I_P =	8.3 %
Konsistenzzahl I_C =	1.11







BauGrund Süd
Maybachstraße 5
84100 Bad Wurzach
Tel.: 07564 - 93130

Bericht: AZ 17 01 029

Anlage: 4.4

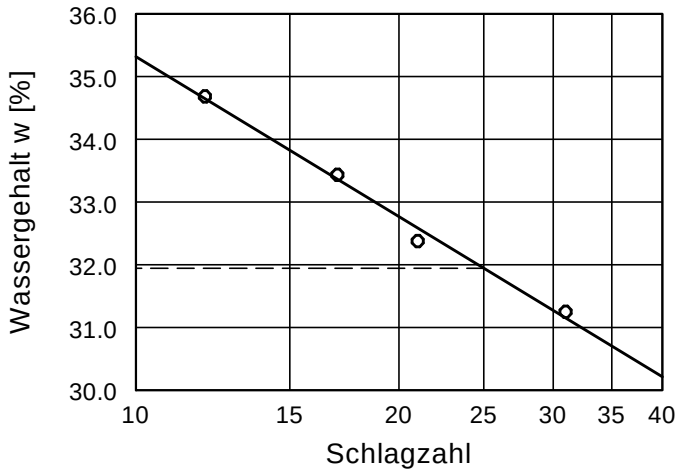
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Betz und Weber BauPartner GmbH

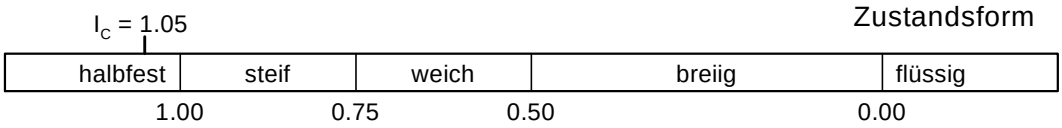
in 88212 Ravensburg

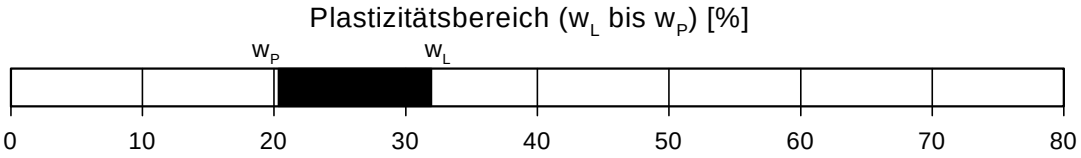
Bearbeiter: DVi Datum: 16.02.2017

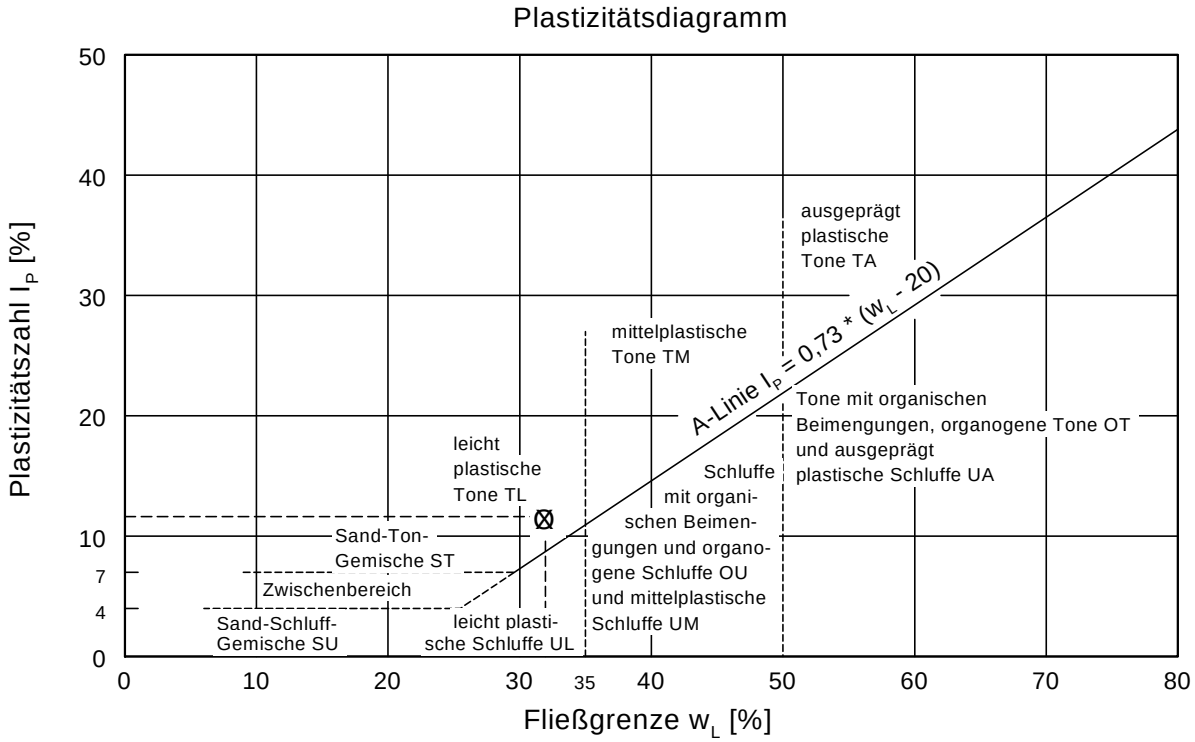
Prüfungsnummer: 3
Entnahmestelle: BK 3/17
Tiefe: 12,0 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: TL
Probe entnommen am: 10.02.2017



Wassergehalt w =	19.7 %
Fließgrenze w_L =	31.9 %
Ausrollgrenze w_P =	20.3 %
Plastizitätszahl I_P =	11.6 %
Konsistenzzahl I_C =	1.05







BauGrund Süd
Maybachstraße 5
84100 Bad Wurzach
Tel.: 07564 - 93130

Bericht: AZ 17 01 029

Anlage: 4.5

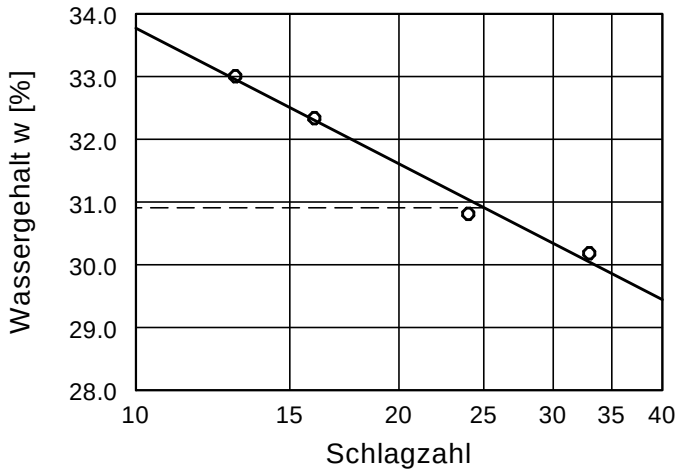
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Betz und Weber BauPartner GmbH

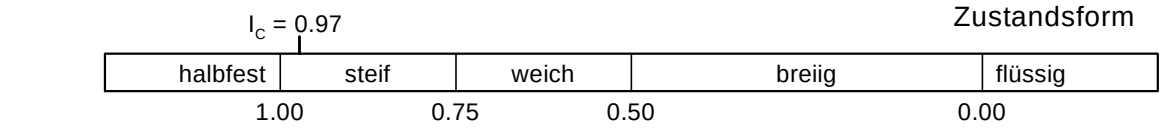
in 88212 Ravensburg

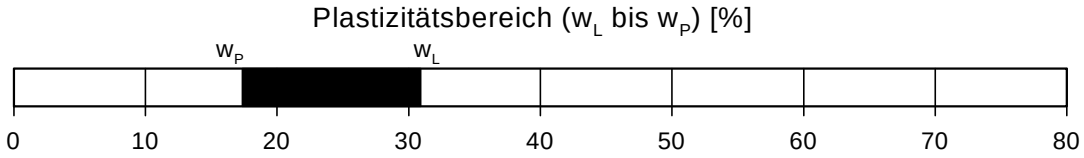
Bearbeiter: DVi Datum: 16.02.2017

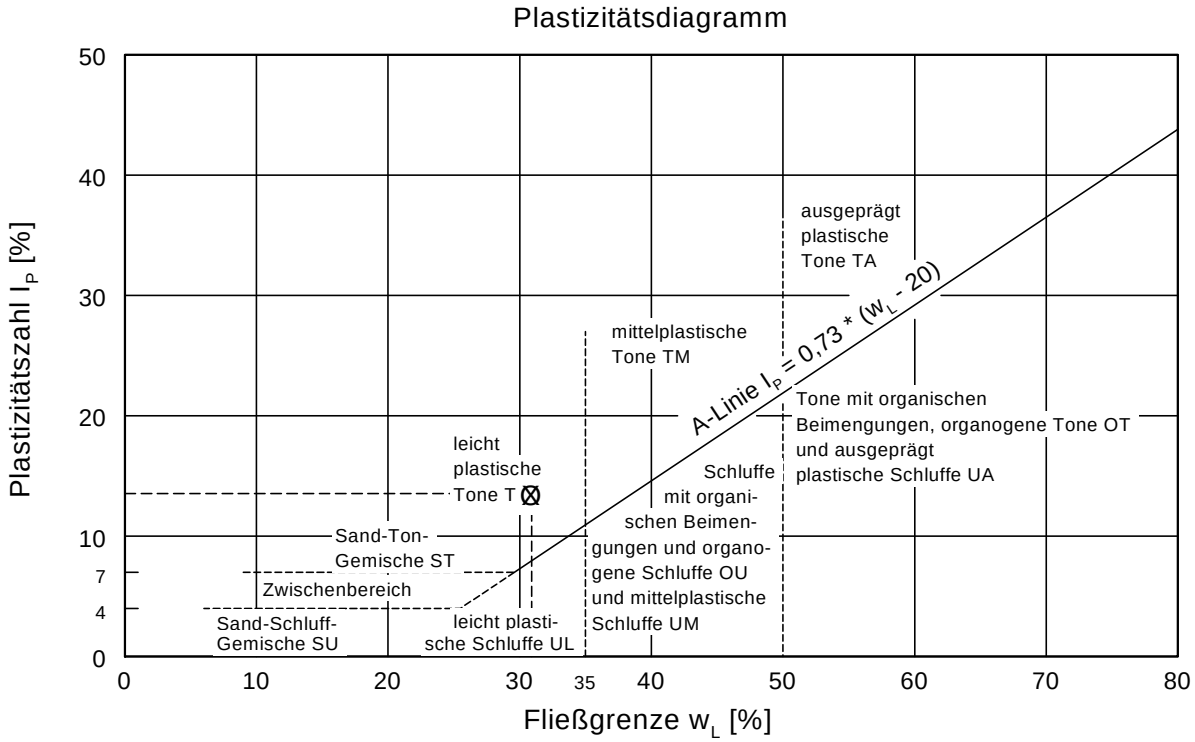
Prüfungsnummer: 4
Entnahmestelle: BK 4/17
Tiefe: 3,0 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: TL
Probe entnommen am: 10.02.2017



Wassergehalt w =	15.2 %
Fließgrenze w_L =	30.9 %
Ausrollgrenze w_P =	17.4 %
Plastizitätszahl I_P =	13.5 %
Konsistenzzahl I_C =	0.97
Anteil Überkorn ü =	17.0 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	3.0 %
Korr. Wassergehalt =	17.7 %







BauGrund Süd
Maybachstraße 5
84100 Bad Wurzach
Tel.: 07564 - 93130

Bericht: AZ 17 01 029

Anlage: 4.6

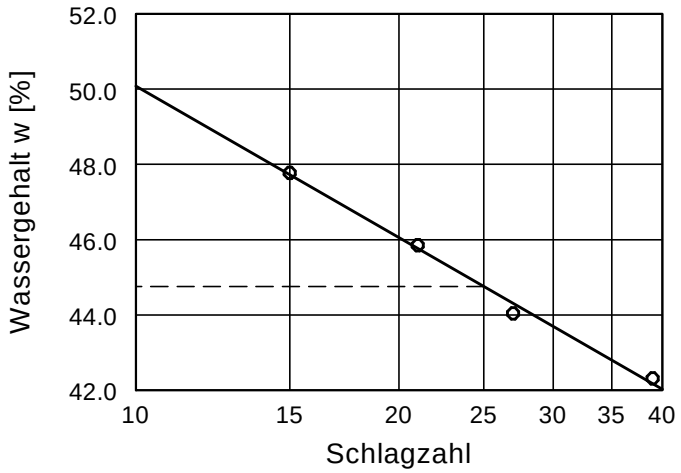
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Betz und Weber BauPartner GmbH

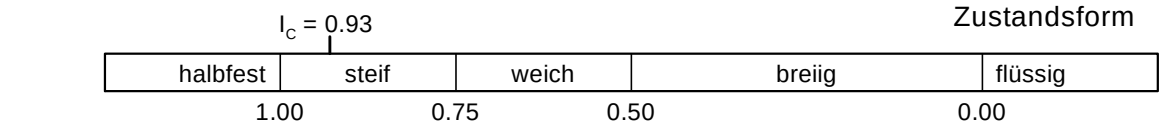
in 88212 Ravensburg

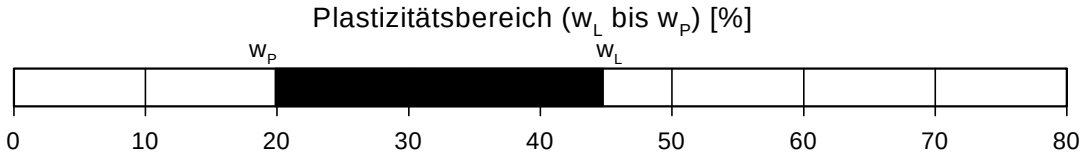
Bearbeiter: DVi Datum: 16.02.2017

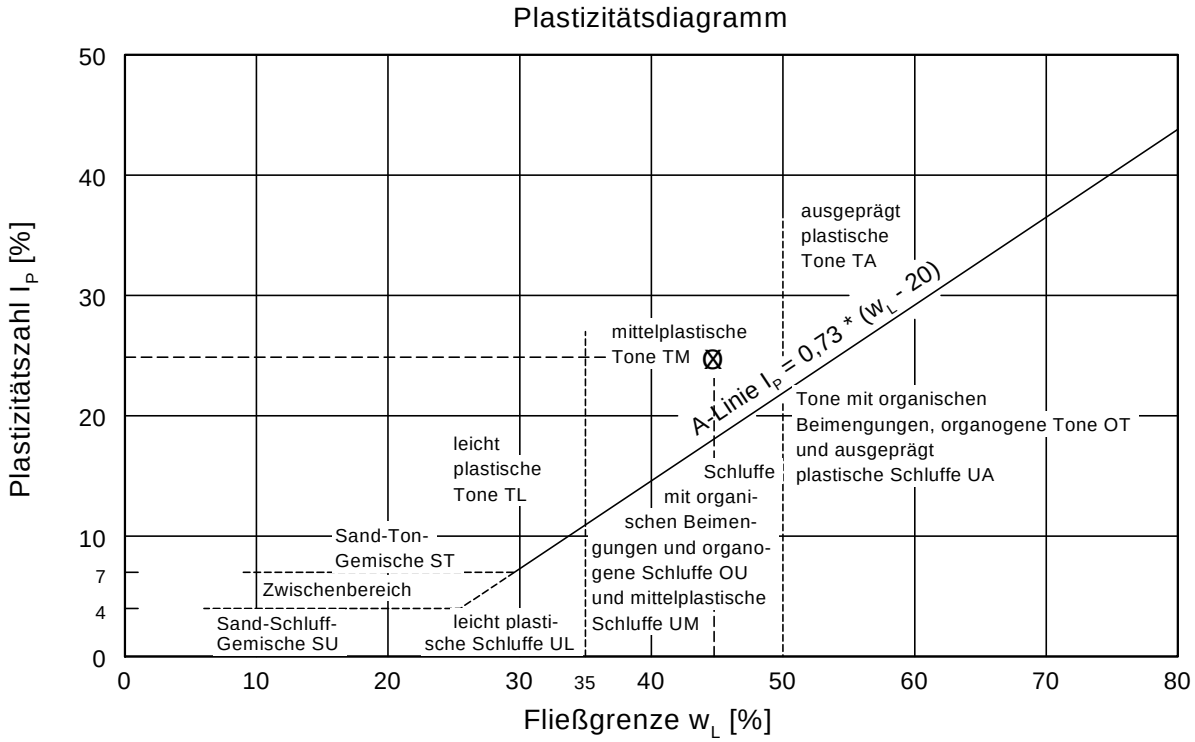
Prüfungsnummer: 5
Entnahmestelle: BK 4/17
Tiefe: 6,0 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: TM
Probe entnommen am: 10.02.2017



Wassergehalt w =	20.3 %
Fließgrenze w_L =	44.8 %
Ausrollgrenze w_P =	19.9 %
Plastizitätszahl I_P =	24.9 %
Konsistenzzahl I_C =	0.93
Anteil Überkorn ü =	7.2 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	3.0 %
Korr. Wassergehalt =	21.6 %







BauGrund Süd
Maybachstraße 5
84100 Bad Wurzach
Tel.: 07564 - 93130

Bericht: AZ 17 01 029

Anlage: 4.7

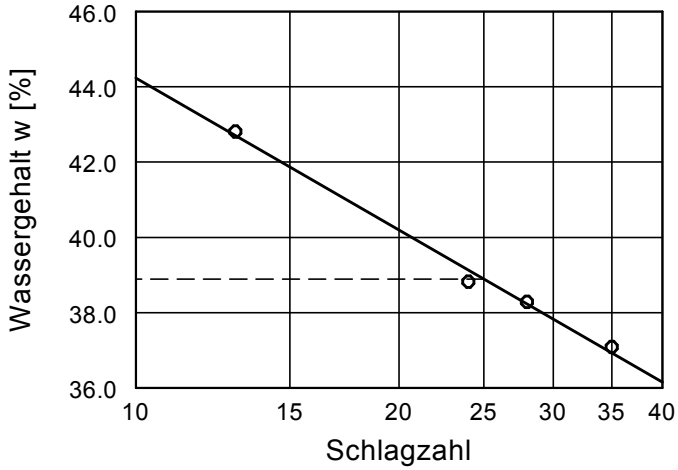
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Betz und Weber BauPartner GmbH

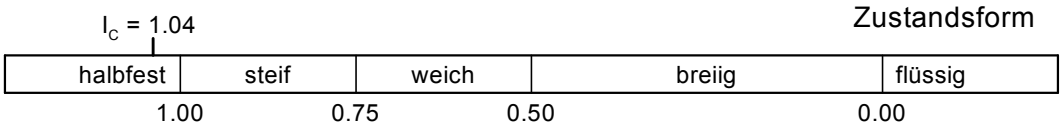
in 88212 Ravensburg

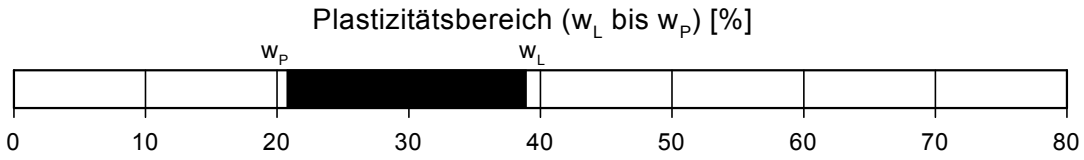
Bearbeiter: DVi Datum: 16.02.2017

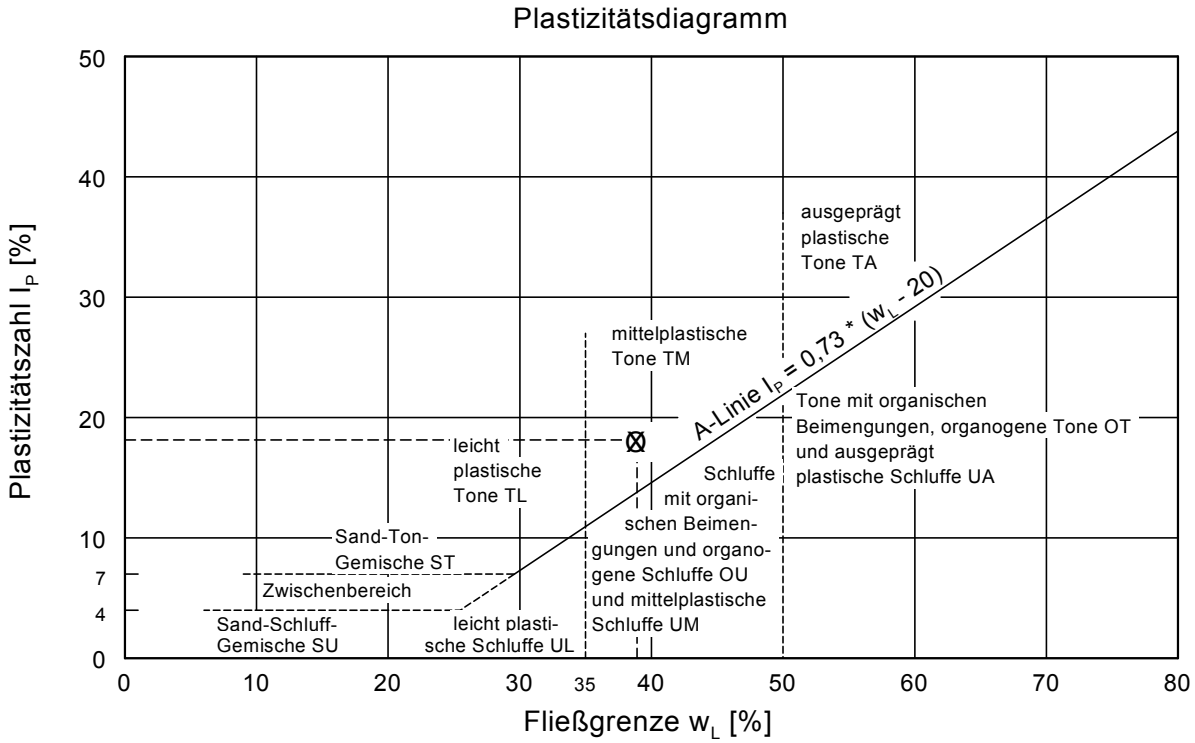
Prüfungsnummer: 6
Entnahmestelle: BK 4/17
Tiefe: 8,0 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: TL
Probe entnommen am: 10.02.2017



Wassergehalt w =	20.1 %
Fließgrenze w_L =	38.9 %
Ausrollgrenze w_P =	20.8 %
Plastizitätszahl I_P =	18.1 %
Konsistenzzahl I_C =	1.04







BauGrund Süd
Gesellschaft für Bohr-und Geotechnik mbH
Maybachstraße 5
88410 Bad Wurzach

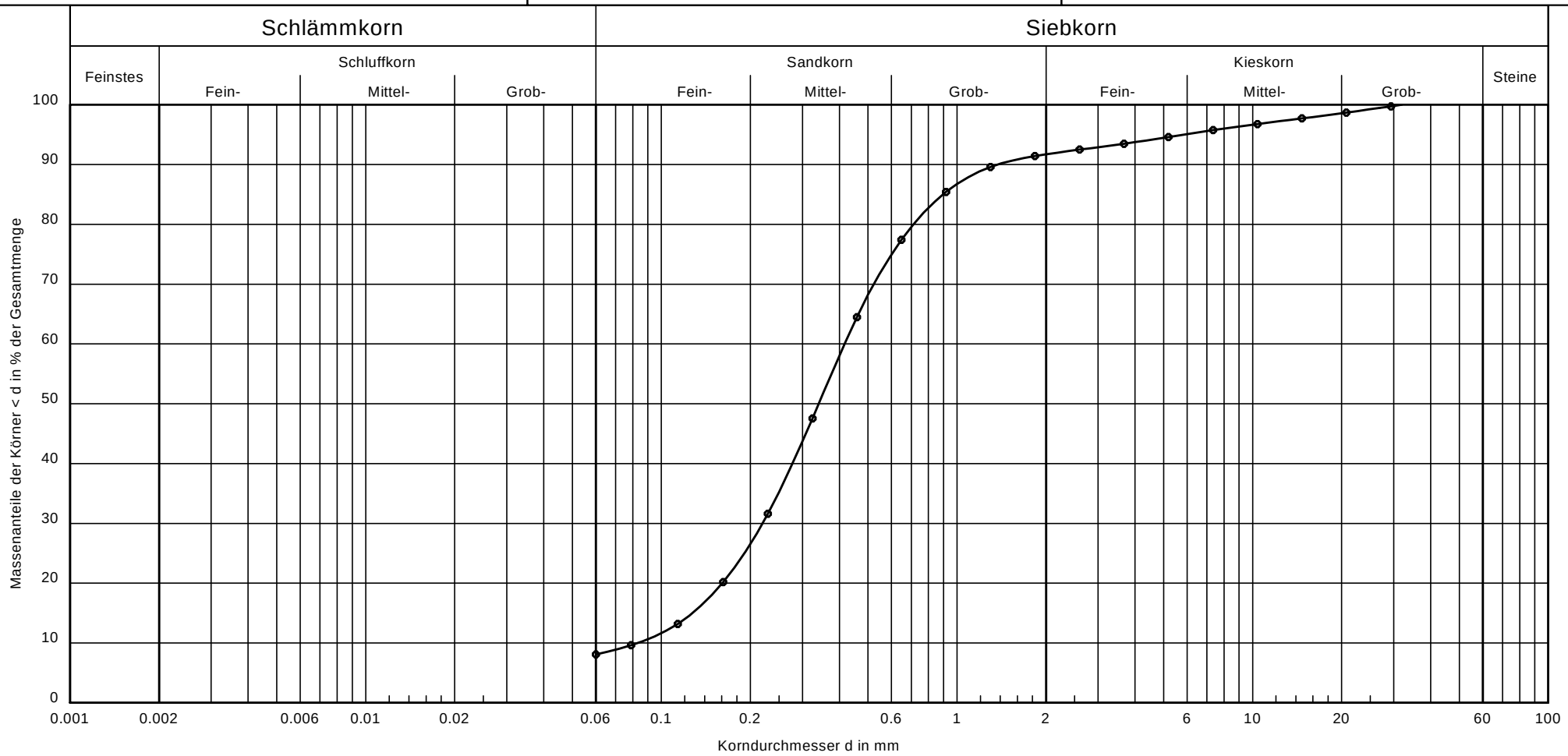
Bearbeiter: DVi Datum: 16.02.2017

Körnungslinie

Betz und Weber BauPartner GmbH

in 88212 Ravensburg

Prüfungsnummer: 1
Probe entnommen am: 10.02.2017
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebung



Bezeichnung:	
Bodenart:	mS, fs, gs, u', g'
Entnahmestelle:	BK 3/17
Tiefe:	4,0 - 5,0 m
U/Cc:	5.0/1.4
k [m/s] (Seiler):	$1.5 \cdot 10^{-4}$
T/U/S/G [%]:	- /8.1/83.6/8.3

Nach DIN 4022:

1. Sand, schwach kiesig (S, g', u')

schwach schluffig

Bericht:
AZ 17 01 029
Anlage:
4.8

Nachweis des Grenzzustandes GEO-2 - Grundbruch- und Setzungsberechnung

Einzelfundament in der Grundmoräne mind. halbfeste Konsistenz, BS-P

baugrund süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik
Maybachstraße 5
88410 Bad Wurzach

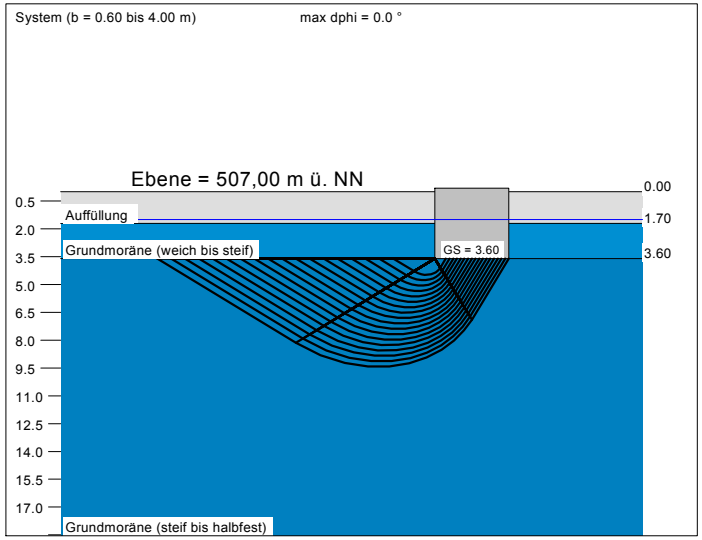
Betz und Weber BauPartner GmbH
Wangener Straße 134 + 138
88212 Ravensburg

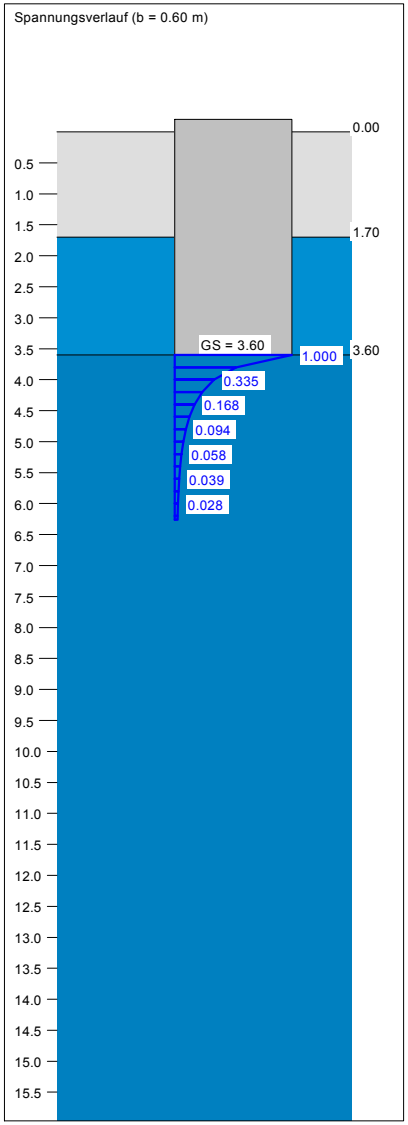
AZ 17 01 029

Anlage 5.1

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	1.70	18.0	8.0	25.0	2.5	3.0	0.00	Auffüllung
	3.60	18.5	8.5	25.0	5.0	6.0	0.00	Grundmoräne (weich bis steif)
	>3.60	19.5	9.5	27.5	7.5	40.0	0.00	Grundmoräne (steif bis halbfest)

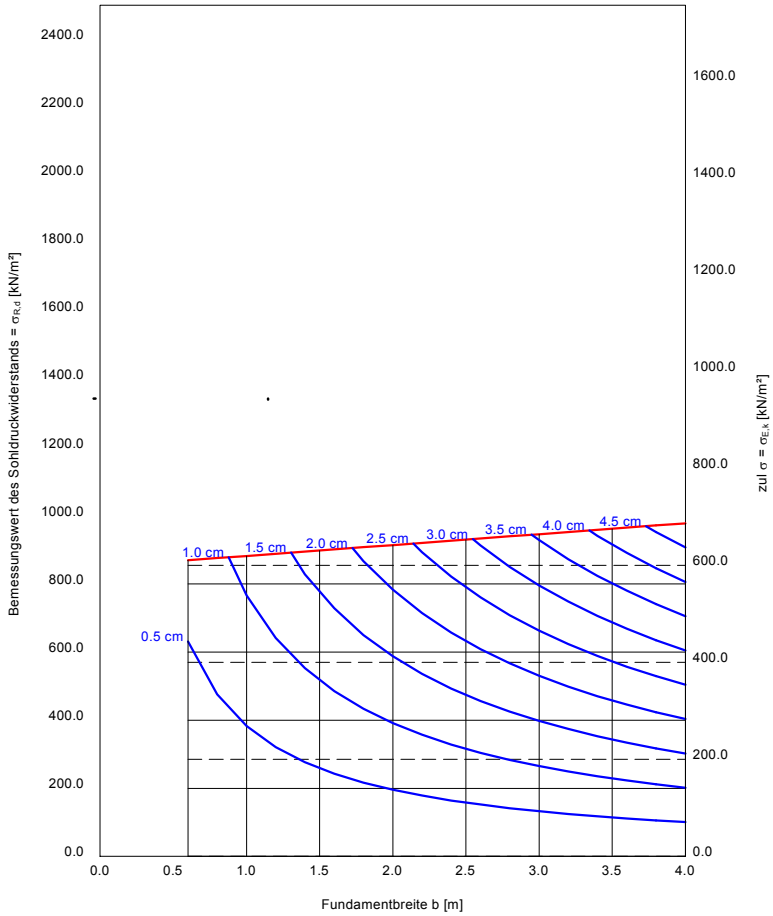
Berechnungsgrundlagen:
Schichtenabfolge BK 1/17
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.425
Gründungssohle = 3.60 m
Grundwasser = 1.50 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Sohldruck
Setzungen





a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	zul σ/$\sigma_{E,k}$ [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]
0.60	0.60	869.7	313.1	610.3	0.69	27.5	7.50	9.50	44.75	6.26	4.47
0.80	0.80	876.1	560.7	614.8	0.92	27.5	7.50	9.50	44.75	6.99	4.76
1.00	1.00	882.5	882.5	619.3	1.15	27.5	7.50	9.50	44.75	7.68	5.05
1.20	1.20	888.9	1280.0	623.8	1.39	27.5	7.50	9.50	44.75	8.33	5.35
1.40	1.40	895.3	1754.7	628.3	1.62	27.5	7.50	9.50	44.75	8.95	5.64
1.60	1.60	901.7	2308.3	632.7	1.86	27.5	7.50	9.50	44.75	9.55	5.93
1.80	1.80	908.1	2942.1	637.2	2.09	27.5	7.50	9.50	44.75	10.13	6.22
2.00	2.00	914.5	3657.8	641.7	2.34	27.5	7.50	9.50	44.75	10.69	6.51
2.20	2.20	920.9	4456.9	646.2	2.58	27.5	7.50	9.50	44.75	11.24	6.80
2.40	2.40	927.3	5341.0	650.7	2.82	27.5	7.50	9.50	44.75	11.77	7.09
2.60	2.60	933.7	6311.5	655.2	3.07	27.5	7.50	9.50	44.75	12.30	7.38
2.80	2.80	940.0	7370.0	659.7	3.32	27.5	7.50	9.50	44.75	12.81	7.67
3.00	3.00	946.4	8518.0	664.2	3.57	27.5	7.50	9.50	44.75	13.31	7.96
3.20	3.20	952.8	9757.1	668.7	3.82	27.5	7.50	9.50	44.75	13.81	8.26
3.40	3.40	959.2	11088.8	673.2	4.07	27.5	7.50	9.50	44.75	14.29	8.55
3.60	3.60	965.6	12514.7	677.6	4.33	27.5	7.50	9.50	44.75	14.77	8.84
3.80	3.80	972.0	14036.2	682.1	4.59	27.5	7.50	9.50	44.75	15.24	9.13
4.00	4.00	978.4	15654.9	686.6	4.85	27.5	7.50	9.50	44.75	15.71	9.42

zul σ = $\sigma_{E,k} = \sigma_{0t,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0t,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0t,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Nachweis des Grenzzustandes GEO-2 - Grundbruch- und Setzungsberechnung

Einzelfundament im Moränenkieskies mind. mitteldichter Lagerung, BS-P

baugrund süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik
Maybachstraße 5
88410 Bad Wurzach

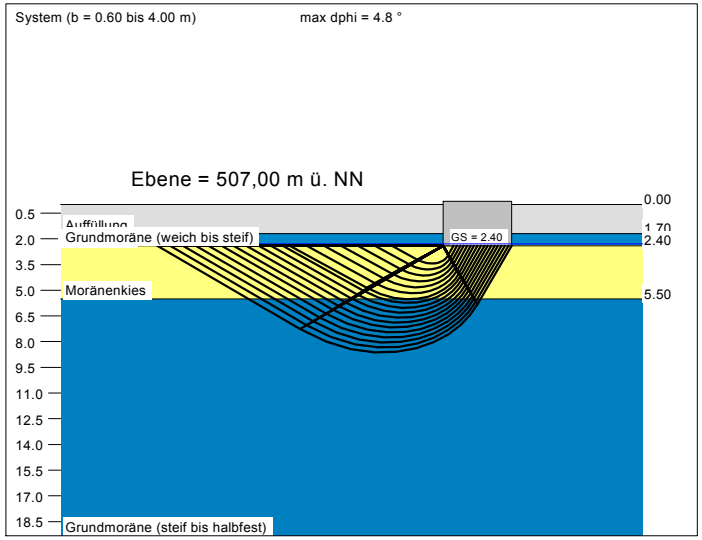
Betz und Weber BauPartner GmbH
Wangener Straße 134 + 138
88212 Ravensburg

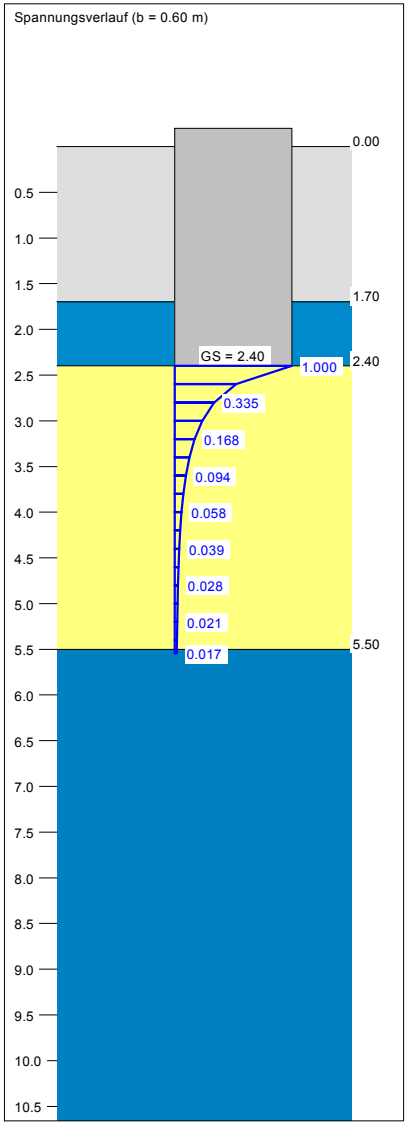
AZ 17 01 029

Anlage 5.2

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	1.70	19.5	9.5	32.5	1.0	7.5	0.00	Auffüllung
	2.40	18.5	8.5	25.0	5.0	6.0	0.00	Grundmoräne (weich bis steif)
	5.50	20.0	10.0	32.5	1.0	40.0	0.00	Moränenkies
	>5.50	19.5	9.5	27.5	7.5	40.0	0.00	Grundmoräne (steif bis halbfest)

Berechnungsgrundlagen:
Schichtenabfolge BK 4/17
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 = 2.40 m
Grundwasser = 2.30 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Sohldruck
Setzungen





a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	zul σ/$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_ü$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
0.60	0.60	1303.8	469.4	915.0	1.05	32.5	1.00	10.00	45.10	5.54	3.44
0.80	0.80	1318.9	844.1	925.5	1.42	32.5	1.00	10.00	45.10	6.40	3.79
1.00	1.00	1333.9	1333.9	936.1	1.78	32.5	1.00	10.00	45.10	7.21	4.13
1.20	1.20	1348.9	1942.4	946.6	2.15	32.5	1.00	10.00	45.10	7.98	4.48
1.40	1.40	1363.9	2673.3	957.1	2.53	32.5	1.00	10.00	45.10	8.71	4.83
1.60	1.60	1379.0	3530.1	967.7	2.91	32.5	1.00	10.00	45.10	9.42	5.18
1.80	1.80	1364.0	4419.4	957.2	3.22	32.3	1.33	10.00	45.10	10.05	5.52
2.00	2.00	1286.3	5145.3	902.7	3.35	31.5	2.38	9.99	45.10	10.49	5.74
2.20	2.20	1247.8	6039.4	875.7	3.56	31.0	2.99	9.97	45.10	10.98	6.02
2.40	2.40	1225.0	7056.2	859.7	3.79	30.7	3.40	9.95	45.10	11.49	6.30
2.60	2.60	1209.7	8177.3	848.9	4.04	30.5	3.72	9.93	45.10	11.99	6.59
2.80	2.80	1199.0	9400.2	841.4	4.30	30.3	3.98	9.92	45.10	12.49	6.88
3.00	3.00	1191.2	10720.8	835.9	4.56	30.1	4.20	9.90	45.10	12.99	7.16
3.20	3.20	1185.2	12136.6	831.7	4.82	29.9	4.40	9.88	45.10	13.48	7.46
3.40	3.40	1180.8	13650.3	828.6	5.09	29.8	4.57	9.87	45.10	13.96	7.75
3.60	3.60	1177.6	15262.3	826.4	5.36	29.7	4.72	9.85	45.10	14.43	8.04
3.80	3.80	1175.7	16976.9	825.0	5.63	29.6	4.86	9.84	45.10	14.90	8.33
4.00	4.00	1174.6	18793.2	824.3	5.90	29.5	4.99	9.83	45.10	15.36	8.62

zul σ = $\sigma_{E,k} = \sigma_{0t,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0t,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0t,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

