

## **Baugrundgutachten**

### **1.Geotechnischer Bericht DIN 4020**

**Bauvorhaben:**            **Bebauungsplangebiet „Bruckwiesen II“**  
**Gemeinde Bubenreuth,**  
**Landkreis Erlangen-Höchstadt**

**Auftraggeber:**            **Gemeinde Bubenreuth**  
**Birkenallee 51**  
**91088 Bubenreuth**

**Leistungsphase:**        **Vorplanung, Erschließung**

**Projektnummer:**        **2020-025**

---

<b>INHALTSVERZEICHNIS:</b>		<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Vorgang / Unterlagen</b>	<b>4</b>
1.1	Verwendete Unterlagen	4
1.2	Vorgang/Aufgabenstellung	4
1.3	Aufschlussarbeiten	5
<b>2</b>	<b>Darstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse</b>	<b>7</b>
2.1	Lage und geologischer Überblick, Erdbeben	7
2.2	Baugrundverhältnisse – Schichtaufbau und Kennwerte	8
2.3	Hydrogeologische Verhältnisse	10
2.4	Baugrundmodell	12
2.5	Bodenrechenwerte	13
2.6	Rammfähigkeit des Untergrunds	14
2.7	Nutzung der Erdwärme	15
2.8	Hinweise zur Sickerfähigkeit des Untergrundes	15
2.9	Beurteilung der Betonaggressivität	15
<b>3</b>	<b>Gründungstechnische Schlussfolgerungen</b>	<b>16</b>
3.1	Allgemeine Angaben	16
3.2	Boulderhalle - Gründung Sand über Ton	17
3.3	Parkhaus - Gründung Sand über Ton	19
<b>4</b>	<b>Bauausführung</b>	<b>19</b>
4.1	Baugrubensicherung, Wasserhaltung während der Bauzeit	19
4.2	Abdichtung, Drainage	20
4.3	Auftriebssicherheit	20
4.4	Bautechnische Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen	20
4.5	Hinweise zum Bodenaushub / Abfalltechnik	20
<b>5</b>	<b>Straßenbau – Öffentliche Erschließung</b>	<b>21</b>
5.1	Allgemeine Angaben und Höhen	21
5.2	Bemessung des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12	21
5.3	Planum	22
5.3.1	Anforderungen und Tragfähigkeit des Planums	22
5.3.2	Bodenverbesserung	22
5.3.3	Erhöhung der ungebundenen Tragschicht	23
5.4	Anforderungen für Tragfähigkeiten	24
<b>6</b>	<b>Homogenbereiche für Erdarbeiten</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung / Schlussbemerkung</b>	<b>27</b>

### **Anlagenverzeichnis**

Anlage 1	Lage- und Aufschlussplan	1 Blatt
Anlage 2	Baugrundprofile	9 Blatt
Anlage 3	Bodenmechanische Laborversuche	10 Blatt
Anlage 4	Wasserchemische Laborversuche	2 Blatt
Anlage 5	Grundbruch-/Setzungsberechnungen	2 Blatt

## **1 Vorgang / Unterlagen**

### **1.1 Verwendete Unterlagen**

Neben den gegenwärtig gültigen Normen und Vorschriften des Erd- und Grundbaus kamen bei der Erstellung dieser Baugrundbewertung insbesondere nachstehende Unterlagen zur Anwendung:

- /U 1/ Auftrag vom 17.03.2020 auf Grundlage unseres Angebots vom 03.02.2020.
- /U 2/ Planungsgruppe Strunz, Bamberg – BBP“Bruckwiesen II“ mit Integriertem Grünordnungsplan (GOP), Gemeinde Bubenreuth, Landkreis Erlangen-Höchstädt, i.M. 1:1.000, Vorentwurf zugesandt am 20.03.2020.
- /U 3/ Ergebnisse der Aufschlussarbeiten, Geotechnik Platzer IB vom 23.03. bis 25.03.2020.
- /U 4/ Informationssystem Oberflächennahe Geothermie des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, Standortauskunft Erdwärmesonden  
[https://www.energieatlas.bayern.de/thema\\_geothermie/oberflaeche.html](https://www.energieatlas.bayern.de/thema_geothermie/oberflaeche.html)
- /U 5/ IÜG Informationsdienst für überschwemmungsgefährdete Gebiete;  
[https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw\\_ue\\_gebiete/informationsdienst/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_ue_gebiete/informationsdienst/index.htm)
- /U 6/ BayStLU - Verordnung über die erlaubnisfreie schadlose Versickerung von gesammeltem Niederschlagswasser (NWFreiV) vom 01.10.2008.
- /U 7/ DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 04/2005.
- /U 8/ Rechenprogramm GGU-Footing: Berechnung von Fundamenten nach DIN 4017, DIN 4019, DIN 1054 und EC7, Version 9.02 vom 15.03.2019, GGU GmbH Braunschweig, Copyright + Verfasser Prof. Dr.-Ing. Johann Buß.
- /U 9/ RSTO 12 – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Köln, 2012.
- /U 10/ FGSV – Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau, Teil B11.3, Eignungsprüfung für Bodenverbesserung mit Bindemitteln, Köln, Ausgabe 2012
- /U 11/ EAB: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, 5. Auflage, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V., Verlag Ernst & Sohn, 2012.
- /U 12/ Rudolf Floss: Handbuch ZTVE – Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau, Kirschbaum, 5.Auflage, Bonn, 2017.
- /U 13/ VOB C, Beuth Verlag, Berlin 2019.
- /U 14/ Geologische Karte von Bayern, Maßstab 1:25.000, Blatt Nr. 6 332 Erlangen-Nord, herausgegeben vom Geologischen Landesamt Bayern, 1968.

### **1.2 Vorgang/Aufgabenstellung**

Für die Aufstellung des Bebauungsplanes „Bruckwiesen II“ ist das gesamte Areal unter Berücksichtigung von vier Einzelbereichen (Boulderhalle, Parkhaus, Regenrückhaltung und Öffentliche Erschließung mit Gehwegen, Planstraße und Einmündung/Anbindung an St 2244) westlich der Staatsstraße 2244 im Bereich Bahnhof Bubenreuth zu berücksichtigen.

Das Ingenieurbüro Geotechnik Platzer wurde am 17. März 2020 vom Bauherrn mit der Baugrunderkundung in den genannten vier Bereichen und der Erstellung eines Baugrundgutachtens auf Grundlage unseres Angebotes /U 1/ beauftragt.

### 1.3 Aufschlussarbeiten

Die Aufschlussarbeiten im Bereich des Bebauungsplangebietes wurden vom 23.03. bis 25.03.2020 durchgeführt. Zur Erkundung des vorhandenen Baugrundes und zur Entnahme der gestörten Bodenproben wurden insgesamt achtzehn Sondierbohrungen (BS 1 bis BS 18,  $\varnothing$  50 bis 80 mm, t = 1,80 m bis 4,40 m) und ergänzend sieben mittelschwere Rammsondierungen (DPM mit 15 cm<sup>2</sup> Spitzenquerschnitt nach EN ISO 22476-2, t = 2,50 m bis 4,20 m) zur Ermittlung der Lagerungsdichte durchgeführt. Allen Erkundungen mussten aufgrund hoher Bohr-/Rammwiderstände vor Erreichen der geplanten Endtiefe abgebrochen werden. Die Aufschlüsse sind nachfolgend zusammengestellt:

Tabelle 1: Lage der Aufschlusspunkte

Aufschluss-Nr.	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Tiefe [m unter GOK]	Endtiefe [m ü. NN]
<b>Boulderhalle</b>			
BS 1 / DPM 1	270,42	2,45 / 2,50	267,97 / 267,92
BS 2	270,59	2,60	267,99
BS 3 / DPM 3	270,33	3,45 / 3,30	266,88 / 267,03
BS 4	270,29	2,40	267,89
BS 5 / DPM 5	271,32	3,00 / 3,00	268,32
BS 6	270,78	2,75	268,03
BS 7	271,01	3,50	267,51
<b>Rückhaltung</b>			
BS 8	270,43	1,80	268,63
<b>Parkhaus</b>			
BS 9 / DPM 9	270,82	3,60 / 4,20	267,22 / 266,62
BS 10	270,36	2,65	267,71
BS 11	271,04	3,50	267,54
BS 12 / DPM 12	271,02	3,45 / 3,70	267,57 / 267,32
BS 13 / DPM 13	270,59	3,30 / 3,70	267,29 / 266,89
BS 14	271,36	4,40	266,96
<b>Planstraße / Anbindung St 2244</b>			
BS 15	270,90	2,70	268,20
BS 16	273,04	4,00	269,04
BS 17 / DPM 17	272,92	3,80 / 3,90	269,12 / 269,02
BS 18	272,84	3,00	269,84

BS – Sondierbohrung, DPL – leichte Rammsondierung

Der Höhenbezug der Aufschlüsse wurde über den bestehenden Kanaldeckel KD 1 auf dem westlich gelegenen Parkplatz des Einkaufsmarktes mit 269,76 m ü. NN gemäß /U 2/ hergestellt. Im Lageplan (Anlage 1) sind die Aufschlusspunkte der vorliegenden Erkundungen und die gemessenen Höhenpunkte eingetragen. In der Anlage 2 sind die Baugrundprofile bezogen auf den o.g. Höhenpunkt aufgetragen. Die Höhen sind vor Baubeginn bauseits verantwortlich zu überprüfen.

Die Entnahme von gestörten Bodenproben erfolgte je lfd. Meter bzw. bei Schichtwechsel. Die einzelnen Schichtenverzeichnisse können bei Bedarf im Archiv der Geotechnik Platzer eingesehen werden. Aus den angetroffenen Bodenschichten wurden insgesamt 114 Bodenproben entnommen und durch den Bearbeiter spezifiziert. Aus den angetroffenen Bodenschichten wurden zwölf Bodenproben ausgewählt und anschließend zur Festlegung der Bodenparameter und Bodengruppen nach DIN 18196 untersucht. Im Einzelnen wurden ausgeführt:

- 5 x Bestimmungen des Wassergehaltes nach DIN 18121
- 2 x Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18122
- 4 x Siebanalyse zur Bestimmung der Körnungslinien nach DIN 18 123
- 2 x Sieb-/Schlammanalyse zur Bestimmung der Körnungslinien nach DIN 18 123
- 1 x Glühverlust nach DIN 18128

Die ersten Ergebnisse der bodenphysikalischen Laborversuche sind in der Anlage 3 hinterlegt. Die weiteren Ergebnisse folgen. Es wurde zusätzlich eine Wasserprobe aus einem Pegel in der Bohrung BS 1 entnommen, um das Grundwasser auf Betonaggressivität nach DIN 4030 zu untersuchen. Die Ergebnisse sind in Anlage 4 hinterlegt.

Die Bohrerergebnisse mit der detaillierten Bodenansprache bilden die Grundlage

- - zur Bewertung der vorhandenen Baugrundverhältnisse,
- - für baugrundtechnische Empfehlungen zur Gebäudegründung,
- - zur Bewertung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes.

## 2 Darstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

### 2.1 Lage und geologischer Überblick, Erdbeben

Das Bebauungsplangebiet Bruckwiesen II liegt im westlichen der Staatsstraße St 2244 zwischen dem Bahnhof Bubenreuth und dem bestehenden Einkaufszentrum auf 270,00 bis 271,50 m ü NN. Das Plangebiet wird über eine Planstraße an die Staatsstraße mit etwa 273 m ü. NN angebunden. Das Untersuchungsgebiet war landwirtschaftlich genutzt und wird nördlich vom Entles-Bach begrenzt. Der humose Oberboden wurde im Rahmen der vorgelagerten archäologischen Erkundung großteils entfernt und auf dem Plangebiet in Haufwerken zwischengelagert.

Nach Angabe der Geologischen Karte von Bayern, 1:25.000, Blatt 6332, Erlangen-Nord /U 14/ ist auf dem Baugrundstück mit Sanden der Niederterrasse über der Verwitterungsdecke (Tone, schluffig/tonige Sande) auszugehen. Darunter folgt stark verwitterter Sandstein des Felszersatzes (Oberer Burgsandstein, Keuper). Nur im Randbereich des bestehenden Straßendamms und der geplanten Einmündung ist oberflächennah mit Auffüllung zu rechnen.

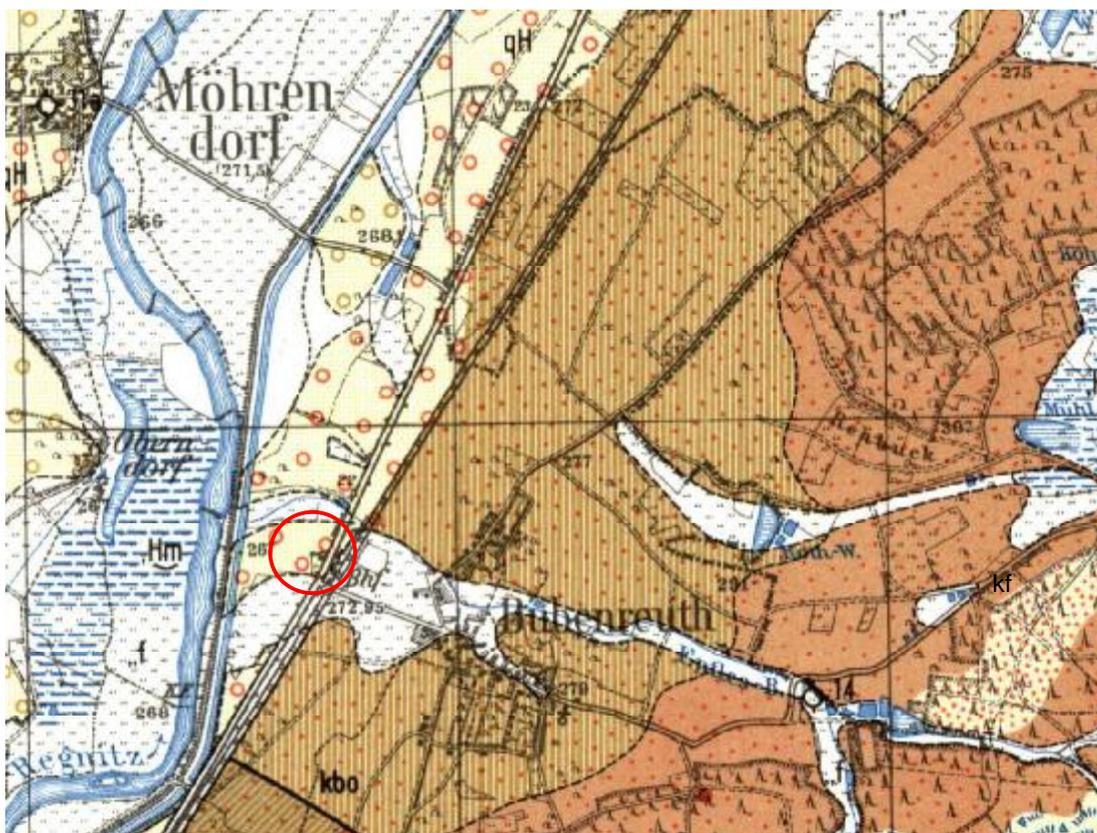


Bild 1: Ausschnitt aus der geologischen Karte von Bayern, 1:25.000 /U 14/: (weiß/„f): Talfüllung (Sand, lehmiger Sand, Lehm); (Hm) Anmooriger Boden; (qH) Niederterrasse mit Sand, kiesig, Quartär; (orange/kf): Feuerletten mit Konglomerat, Mergeltonsteine meist mit Kalknollen und -bänken; (kbo): Oberer Burgsandstein, Sandstein, mittelkörnig.

Das Grundstück liegt gemäß DIN EN 1998-1/NA:2011-01 und nach Angabe des Deutschen Instituts für Bautechnik, Berlin mit Detailzuordnung der Erdbebenzone für die jeweilige Verwaltungseinheit (hier Bubenreuth, Landkreis Erlangen-Höchstadt, Stand vom 16.06.2011) **außerhalb einer Erdbebenzone.**

## 2.2 Baugrundverhältnisse – Schichtaufbau und Kennwerte

Im Bereich des geplanten Gebäudes ist entsprechend der vorliegenden Sondierergebnisse von nachfolgendem Schichtaufbau auszugehen:

### Auffüllung

Die Auffüllung wurde nur im bestehenden Straßendamm der St 2244 (Gehwegbereich) bis 1,10 m und 1,45 m unter Gelände erbohrt. Es handelt sich um oberflächennah um **Kies** (Schottertragschicht Geh/Radweg [GW]), darunter folgen **Sand** [SE, SU] und **Schluff/Ton** [UM, TM] mit geringen Fremdanteilen (Keramikbruch und Aschereste). Nördlich des Wohnhauses „Am Bahnhof“ Nr. 4 besteht ein befestigter Parkplatz, der eine 0,10 m dicke Asphaltdecke aufweist. Der Kies und Sand ist mitteldicht bis dicht gelagert. Der Schluff zeigt eine halbfeste Konsistenz.

Nach den archäologischen Voruntersuchungen wurde im Teilbereich der Boulderhalle untergeordnet Auffüllung (Sand mit Glas, Metall usw.) angetroffen.

### Oberboden

Der Oberboden wurden in der archäologischen Voruntersuchung größtenteils abgetragen und in Haufwerken zwischengelagert. Im Teilbereich des Parkhauses und im Bereich der Anbindung an die St 2244 wurde der Oberboden mit 0,25 bis 0,40 m Dicke erbohrt.

### Terrassensand

Oberflächennah wurde überwiegend **Mittel- bis Grobsand** mit wechselndem Feinanteil (SE, SU, ST, SU\*/ST\*) erbohrt. Es handelt sich um Terrassenablagerungen der Regnitz. Direkt unter dem Oberboden bzw. oberflächennah wurde Sand mit erhöhtem Feinanteil und **Schluff-/Tonlagen** (TM, UM) angetroffen. Darunter folgt überwiegend gleichkörniger Sand (SE) bis 1,45 m (BS 8) und 3,50 m (BS 16) unter Gelände bzw. 270,29 m ü. NN (BS 18) und 267,45 m ü. NN (BS 3). Der Sand ist überwiegend mitteldicht gelagert. Die Schluff-/Tonlagen zeigen eine steife und untergeordnet eine steife bis halbfeste Konsistenz.

### Verwitterungsschicht / Felszersatz

Unter den Terrassensanden folgt die Verwitterungsschicht bis 2,25 m und 4,40 m unter Gelände bzw. 270,29 m ü. NN (BS 14) und 267,48 m ü. NN (BS 10). Es handelt sich um halbfesten, in Teilbereichen festen **Ton/Schluff** (TM, TL, UM) und mitteldicht bis dicht gelagerten **Feinsand** mit wechselndem bis hohem Feinanteil (SU, SU\*/ST\*).

Zugleich folgt ein Übergang in den **stark verwitterten Feinsandstein** und **festen Ton** mit der Bohrendtiefe. Die Erkundungen mussten einheitlich mit 1,80 m bzw. 4,40 m Tiefe aufgrund erhöhter Bohr-/Sondierwiderstände vorzeitig abgebrochen werden.

Die exakte Schichtenfolge ist der Anlage 2 zu entnehmen. Den erkundeten Böden lassen sich die in Tabelle 2 enthaltenen repräsentativen Kennwerte zuordnen.

Tabelle 2: Bodenkennwerte und Zuordnungen Auffüllung / Terrassenablagerungen

Geologische Bezeichnung	Auffüllung		Terrassenablagerungen		
	Sand, Kies	Schluff/Ton	Sand	schluffiger Sand	Schluff / Ton
Bodengruppe nach DIN 18196	[SE, SU, GW]	[UM/TM]	SE, SU/ST	SU* <sub>o.P.</sub> , ST* <sub>o.P.</sub>	TM/UM
Lagerung / Konsistenz	mitteldicht bis dicht	halbfest	mitteldicht	mitteldicht	steif
Durchlässigkeitswert k [m/s] Erfahrungswerte	10 <sup>-2</sup> ..10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-8</sup>	8,8*10 <sup>-4</sup> 10 <sup>-4</sup> ....10 <sup>-5</sup>	4,8*10 <sup>-6</sup> 10 <sup>-5</sup> ....10 <sup>-7</sup>	<10 <sup>-8</sup>
Durchlässigkeitsbereich nach DIN 18130	durchlässig	sehr schwach durchlässig	durchlässig	durchlässig, schwach durchlässig	sehr schwach durchlässig
Frostempfindlichkeit nach ZTVE StB 94	F 1 (SE, GW), F 2 (SU)	F 3	F 1 (SE) F 2 (SU/ST)	F 3	F 3
Verwitterungsgrad n. FGSV-Merkblatt		--	--	--	--

\*.. Einzelwerte keine Mittelwerte, o.P ...ohne Plastizität

Tabelle 3: Bodenkennwerte und Zuordnungen Verwitterungsschicht / Felszersatz

Geologische Bezeichnung	Verwitterungsschicht		Felszersatz
	Sand	Ton / Schluff	Sandstein stark verwittert.
Bodengruppe nach DIN 18196	SU, SU* <sub>o.P.</sub> , ST* <sub>o.P.</sub>	TM, TL, UM	SE, SU
Lagerung / Konsistenz	mitteldicht bis dicht	halbfest bis fest	dicht
Durchlässigkeitswert k [m/s] nach Erfahrungswerte	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-6</sup> - 10 <sup>-8</sup>	--- ---*
Durchlässigkeitsbereich nach DIN 18130	durchlässig schwach, durchlässig	schwach durchlässig	---*
Frostempfindlichkeit nach ZTVE StB 94	F 1 (SE), F 2 (SU) F 3 (SU*/ST*)	F2 (TA) F 3 (TM)	--
Verwitterungsgrad n. FGSV-Merkblatt	--	--	vollständig verwittert

\* in Abhängigkeit von Verwitterungsgrad und Klüftung, o.P ...ohne Plastizität

### **2.3 Hydrogeologische Verhältnisse**

Der Grundwasserstand wurde zum Zeitpunkt der Geländearbeiten vom 23.03. bis 25.03.2020 oberflächennah im gut durchlässigen Terrassensand mit 0,26 m bis 2,96 m unter Gelände bzw. mit 271,36 m ü. NN (BS 17) bis 268,84 m ü. NN (BS 13) angetroffen.

Im Bereich der Boulderhalle und Regenrückhaltung liegt der Wasserstand zwischen 0,32 m und 0,76 m unter Gelände bzw. von 270,87 m ü. NN und 269,83 m ü. NN. Der Wasserstand fällt entsprechend der Geländeneigung ausgehend von der Staatstraße in Richtung Regnitztalau um etwa 1,0 m ab. Hierbei ist der direkt nördlich angrenzende Entlesgraben zu berücksichtigen.

Im Bereich des Parkhauses fällt der Wasserstand von 0,31 m bis 2,32 m unter GOK bzw. von 270,05 m ü. NN (BS 10) bis 268,84 m ü. NN (BS 13) nach Südwesten in Richtung Unterführung „Neue Straße“ und Parkplatz REWE um etwa 1,2 m ab.

Im Bereich der geplanten Öffentlichen Erschließung wurde der Wasserstand mit 0,85 m bis 2,96 m unter GOK bzw. mit 271,36 m ü. NN bis 270,05 m ü. NN angetroffen.

Es handelt sich um oberflächennahes Grundwasser, das im gut durchlässigen Terrassensand über dem stauenden Ton/Schluff der Verwitterungsschicht dem Gefälle folgend in Richtung Vorfluter (Regnitz) fließt. Hierbei handelt es sich um einen Mittelwasserstand. Erfahrungsgemäß treten die höchsten Grundwasserstände im Zeitraum vom Januar bis April auf. Langfristige Beobachtungen des Grundwasserstandes liegen im Bereich des Bauvorhabens von Seiten der zuständigen Fachbehörden nicht vor. Die jahreszeitliche Schwankung des Grundwasserspiegels ist erfahrungsgemäß mit 1 bis 1,5 m anzusetzen.

Entsprechend der Information des Kartendienst Gewässerbewirtschaftung Bayern /U 5/ befindet sich der Untersuchungsbereich außerhalb eines Wasserschutzgebietes.

Gemäß dem Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete Bayern /U 5/ befindet sich das Untersuchungsgebiet außerhalb eines festgesetzten Überschwemmungsgebietes für ein Hundertjähriges Hochwasser (HQ<sub>100</sub>).

Auf Grundlage des Informationsdienstes Überschwemmungsgefährdete Gebiete Bayern /U 5/ befindet sich das Untersuchungsgebiet innerhalb eines wassersensiblen Bereichs (siehe Bild 2).

Zur Vorbemessung ist ein Anstieg des Grundwasserstandes auf OK Gelände für den Bereich Boulderhalle, Parkhaus und Planstraße mit etwa 271,30 m ü. NN bis 270,30 m ü. NN entsprechend dem Geländeverlauf anzusetzen. Damit bleibt der Bemessungswasserstand im Bereich der Einmündung/Anbindung an die St 2244 etwa 1,5 bis 1,7 m unter dem Straßenniveau.

Im Zuge von darüberhinausgehenden extremen Niederschlägen ist ein weiterer Anstieg des Grundwasserstandes nicht auszuschließen.



Bild 2: Ausschnitt aus der der Karte des /U 5/ grün: wassersensibler Bereich

## 2.4 Baugrundmodell

Auf Grundlage der Baugrunderkundung und von Erfahrungswerten und Laborversuchen lässt sich ein Baugrundmodell entwickeln, welches für die Bewertung der Baugrundverhältnisse herangezogen wird.

Tabelle 4: Baugrundmodell

Schicht		Schicht-Nr.	Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 17	Bodengruppe lt. DIN 18196
Auffüllung	Sand, Kies, z.T. schwach schluffig, <b>mitteldicht bis dicht</b>	1.1	F1, F2	[SE], [SU], [GW]
	Ton / Schluff, sandig, <b>halbfest</b>	1.2	F3	[TM, UM]
Terrassenablagerungen	Mittel-/Grobsand, z.T. schwach kiesig, schwach schluffig, <b>mitteldicht</b>	2.1	F 1, F 2	SE, SU
	Sand, schluffig, tonig, <b>mitteldicht</b>	2.2	F3	SU*, ST*
	Ton / Schluff, <b>steif</b>	2.3	F 3	TM/UM
Verwitterungsschicht	Feinsand z.T. schwach kiesig, schwach schluffig, <b>mitteldicht bis dicht</b>	3.1	F 3	SE, SU
	Sand, schluffig, tonig, <b>mitteldicht bis dicht</b>	3.2	F3	SU*, ST*
	Ton / Schluff, <b>halbfest</b>	3.3	F 3	TL, TM, UM
	Ton / Schluff, <b>fest</b>	3.4	F 3	TL, TM, UM
Felsersatz	Sandstein, stark verwittert, Sand, <b>dicht</b>	4.1	F 1, F2	SE, SU

\* Eine Einstufung der Frostempfindlichkeit von Fels gibt es in der ZTVE-StB 17 nicht; erfahrungsgemäß sind Festgesteine mit einer Druckfestigkeit von >60MN/m<sup>2</sup> frostsicher, mit 30-60 MN/m<sup>2</sup> schwach frostempfindlich und <30 MN/m<sup>2</sup> stark frostempfindlich. Dies hängt auch noch im Wesentlichen vom Trennflächengefüge ab.

## 2.5 Bodenrechenwerte

Den anstehenden Schichten können für erdstatische Berechnungen folgende Kenngrößen und Bodenrechenwerte gemäß Erfahrungswerten zugeordnet werden. Dabei wurden Böden mit annähernd gleichen bodenphysikalischen und bodenmechanischen Eigenschaften in Schichten mit den angegebenen Dicken zusammengefasst:

Tabelle 5: Bodenrechenwerte Auffüllung / Deck- und Verwitterungsschicht

Geologische Bezeichnung	Auffüllung		Terrassenablagerungen		
	Sand / Kies	Schluff / Ton	Sand	bindiger Sand	Ton / Schluff
<b>Bodenart</b>					
<b>Schicht</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>	<b>2.3</b>
Bodengruppe nach DIN 18 196	<b>[SE, SU], [GW]</b>	<b>[TM, UM]</b>	<b>SE / SU</b>	<b>SU*, ST*</b>	<b>TM / UM</b>
Lagerungsdichte/ Konsistenz	md...d	st	md	md	st
Wichte über Wasser Bodens $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19..20	19	19	19	19
Wichte unter Wasser Bodens $\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	9..10	9	10	10	9
Reibungswinkel $\phi_k'$ [Grad]	32,5...35	25	32,5	30	25
Kohäsion $c_k'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0	10	0	0	10
Steifemodul <sup>1)</sup> $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	20..40	5	30	20	4

Tabelle 6: Bodenrechenwerte der anstehenden Böden / Bodenaustausch

Geologische Bezeichnung	Verwitterungsschicht				Fels-zersatz verw. Sandstein	Boden-aus-tausch
	Sand	bindiger Sand	Ton / Schluff			
<b>Bodenart</b>						
<b>Schicht</b>	<b>3.1</b>	<b>3.2</b>	<b>3.3</b>	<b>3.4</b>	<b>4.1</b>	
Bodengruppe nach DIN 18 196	<b>SE / SU</b>	<b>SU*, ST*</b>	<b>TL, TM, UM</b>		<b>SE, SU</b>	<b>[GW, GI]</b>
Lagerungsdichte/ Konsistenz	md...d	md...d	hf	f	dicht / sehr mürb	d
Wichte über Wasser Bodens $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19,5	19,5	20,5	21	20	20
Wichte unter Wasser Bodens $\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	10,5	10,5	10,5	11	10	11
Reibungswinkel $\phi_k'$ [Grad]	32,5	31	25	25	35	35
Kohäsion $c_k'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0	0	15	15	0	0
Steifemodul <sup>1)</sup> $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	40	30	8	10	80	100

1) Die Angaben für den Steifemodul  $E_{s,100}$  gelten bei einer Spannung  $\sigma=100 \text{ kN/m}^2$ , die Ermittlung des spannungsabhängigen Steifemoduls  $E_{s,k}$  ergibt sich nach der Gleichung:

$$E_S = E_{S,100kN/m^2} \left( \frac{\sigma}{100kN/m^2} \right)^w, \text{ wobei } w \text{ ein Parameter ist und } \sigma \text{ die betrachtete Spannung.}$$

Der Parameter  $w$  ist in Abhängigkeit der Bodenart zu wählen:

Organische Böden	w=0,85-1,0	Tone	w=0,85-1,0
Schluffe	w=0,80-0,95	Sand/Kies	w=0,55-0,70

## 2.6 Rammfähigkeit des Untergrunds

Die Rammfähigkeit der erkundeten Böden ist in der nachfolgenden Tabelle 7 zusammengefasst. Eine Klassifizierung der Böden hinsichtlich ihrer Rammfähigkeit (z.B. nach DIN -Norm) liegt nicht vor. Die nachfolgende Einschätzung der Tabelle 7 wurde auf der Grundlage der erkundeten Bodenarten, Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen und den Erfahrungen des Baugrundgutachters vorgenommen.

Tabelle 7: Rammfähigkeit des Baugrundes

Schicht-Nr.	Schicht	Rammfähigkeit
1.1	Sand, Kies z.T. schwach schluffig, <b>mitteldicht bis dicht</b>	mittelschwer bis schwer
1.2	Ton / Schluff, sandig, <b>halbfest</b>	mittelschwer
2.1	Mittel-/Grobsand, schwach kiesig, z.T. schwach schluffig, <b>mitteldicht</b>	mittelschwer
2.2	Mittel-/Grobsand, schluffig, tonig <b>mitteldicht</b>	mittelschwer
2.3	Ton / Schluff, <b>steif</b>	mittelschwer
3.1	Feinsand, z.T. schwach schluffig, <b>mitteldicht bis dicht</b>	mittelschwer bis schwer
3.2	Feinsand, schluffig, tonig <b>mitteldicht bis dicht</b>	mittelschwer bis schwer
3.3	Ton / Schluff, <b>halbfest</b>	mittelschwer bis schwer
3.4	Ton/Schluff, Tonstein stark verwittert <b>fest</b>	schwer bis nicht rammbar
4.1	Sandstein, stark verwitterter, Sand, <b>dicht</b>	sehr schwer bis nicht rammbar

Blöcke, große Steine wurden im Zuge der Bohrsondierungen nicht erkundet, sind jedoch in der Auffüllung und im Felsersatz nicht auszuschließen. Zur Festlegung der Rammtechnologie bzw. der Geräte empfehlen wir, vor Ausführung der Rammarbeiten Proberammungen durchzuführen. Eine messtechnische Begleitung ist vorzusehen. Die von uns durchgeführte Einschätzung schließt nicht die Erfahrung von Baubetrieben bei der Durchführung von Rammarbeiten bei ähnlichen Baugrundverhältnissen aus.

## 2.7 Nutzung der Erdwärme

Nach Durchsicht des Informationssystems für oberflächennahe Geothermie für Bayern /U 4/ liegt das Bauvorhaben außerhalb von planreifen und festgesetzten Wasserschutzgebieten. Der Bau einer Erdwärmesondenanlage ist also gemäß /U 4/ voraussichtlich bis 100 m Tiefe **möglich**. Im Rahmen der weiteren Planung ist eine Abstimmung mit den zuständigen Fachbehörden (WWA Nürnberg, LRA Erlangen-Höchstadt) für die betreffenden Flurstücke erforderlich. Für eine fachtechnische Beratung stehen wir gerne zur Verfügung.

## 2.8 Hinweise zur Sickerfähigkeit des Untergrundes

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" /U 7/ sind Böden für Versickerungsanlagen geeignet, deren Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte ( $k_f$ -Werte) im Bereich von  $10^{-3}$  bis  $10^{-6}$  m/s liegen. Außerdem sollte die Mächtigkeit des Sickertraumes (Gesteinskörper, der zum Betrachtungszeitpunkt kein Grundwasser enthält), bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand grundsätzlich mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Die ermittelten Ton- und Schlufflagen in der Terrassenablagerungen und der Verwitterungsschicht sind als nicht versickerungsfähig ( $k_f$ -Wert  $< 1 \cdot 10^{-6}$  m/s) einzustufen. Für die angetroffenen schwach schluffig-tonigen Sande und gleichkörnigen Sande (SE) wurde ein  $k_f$ -Wert von etwa  $5,1 \cdot 10^{-4}$  m/s ermittelt, d.h. sie sind als durchlässig einzustufen.

Aufgrund des angetroffenen, oberflächennahen Grundwasserstandes im Bereich der geplanten Regenrückhaltung ist eine **Versickerung** gemäß DWA Arbeitsblatt A 138 und ATV-DWVK Merkblatt M 153 **nicht möglich**.

**Hinweis:** Im Bereich des Parkhauses fällt der Wasserstand von 0,31 m bis 2,32 m unter GOK nach Südwesten in Richtung Unterführung „Neue Straße“ und Parkplatz REWE um etwa 1,2 m ab. Wird alternativ eine Versickerung in diesem, südwestlichen Bereich der Erschließung vorgenommen, muss mit Wasseraustritten in der bestehenden Böschung der Unterführung und mit einem erhöhten Zustrom zur Entwässerung im Bereich Parkplatz REWE gerechnet werden.

## 2.9 Beurteilung der Betonaggressivität

Im Zuge der Bohrarbeiten wurde aus dem provisorischen Pegel der Bohrung BS 1 eine Wasserprobe entnommen und eine Laboruntersuchung zur Bewertung der betonaggressiven Stoffe nach DIN 4030 im Labor Agrolab, Bruckberg vorgenommen. Auf Grundlage der Analyseergebnisse ist das untersuchte Grundwasser als **schwach betonangreifend** nach DIN 4030 einzustufen. Die Ergebnisse sind in Anlage 4 beigefügt.

### **3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen**

#### **3.1 Allgemeine Angaben**

Für die Aufstellung des Bebauungsplanes „Bruckwiesen II“ ist das gesamte Areal unter Berücksichtigung mit den nachfolgenden vier Einzelbereiche erfasst:

- Planbereich GE – Boulderhalle im Norden des Plangebietes
- Planbereich P+R – Parkhaus im Süden des Plangebietes
- Planbereich RRB – Regenrückhaltung und Rigolen im Nordwesten des Plangebietes
- Planbereich Öffentliche Erschließung – Gehweg, Planstraße mit Einmündung/Anbindung an die Staatsstraße 2244 mittig des Plangebietes.

Die genannten Planbereiche sind im Bebauungsplan Vorentwurf gemäß /U 2/ unterschiedlich farbig ausgewiesen. Über die Höhenfestlegung der geplanten Gebäude und Verkehrswege liegen keine Angaben vor. Zur Vorbemessung wird die OK Erdgeschoßfuß der Boulderhalle wenige Dezimeter über dem derzeitigem Geländeniveau mit etwa 271 m ü. NN angesetzt. Die OK ERH Parkhaus ist mit vergleichbarer Höhe bezogen auf das derzeitige Gelände anzu nehmen.

**Bereich A)** Die **Boulderhalle** ist voraussichtlich ohne Unterkellerung vorgesehen. Die Gründung ist über Ein- und Streifenfundamente oder eine Bodenplatte mit unterlagernder Tragschicht von ca. 0,50 m Dicke geplant. Bindige weiche Bereiche in der Aushubsole sind lokal durch Bodenaustausch (gut abgestuftes, verdichtungsfähiges Material mit Frostschutzqualität) zu ersetzen. In Abhängigkeit von der OK Erdschossfußboden kann ein Bodenauftrag erforderlich werden.

**Bereich B)** Die Gründung **Parkhaus** kann über Einzel-/Streifenfundamente im Terrassensand erfolgen. Abhängig von der Fundamenteinbindung bzw. OK Erdgeschoßboden verbleibt eine gewachsene Sandschicht von etwa 1 bis 2 m über dem halbfesten Ton der Verwitterungsschicht.

**Bereich C)** Im Bereich der geplanten **Regenrückhaltung** und einer Rigolenversickerung wurde ein oberflächennaher Wasserstand ermittelt (s. Abschnitt 2.3, 2.8). Aufgrund des schwach durchlässigen, tieferen Untergrundes ( $k_f$ -Wert  $< 1 \cdot 10^{-6}$  m/s) und der oberflächennahen Wasserstände ist eine Versickerung gemäß DWA Arbeitsblatt A 138 und ATV-DWVK Merkblatt M 153 im Nordwestbereich **nicht darstellbar**. An alternativen Standorten im Südwesten kann ein unerwünschter Zustrom zur bestehenden Unterführung und dem Parkplatz REWE nicht ausgeschlossen werden (s. Abs. 2.8).

Das anfallende Dachflächenwasser muss einer sicheren und rückstaufreien Vorflut zugeführt werden. Hierbei ist eine Rückhaltung vorzusehen, um das anfallende Dachflächenwasser gedrosselt in den Entlesgraben einzuleiten. Vergleichbare Rückhaltungen bestehen bereits im weiteren Verlauf des Entlesgraben in Richtung Regnitz.

### 3.2 Boulderhalle - Gründung Sand über Ton

Zur Bemessung einer Flachgründung sind die aufnehmbaren Sohldrücke erforderlich. Diese müssen so gewählt werden, dass:

- die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 gewährleistet ist und
- keine bauwerksschädlichen Setzungen und Setzungsunterschiede auftreten.

Die Tabellenwerte für die **Bemessungswerte  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands** nach den gültigen Normen DIN EN 1997-1:2009-09, DIN EN 1997-1/NA:2012-12 und DIN 1054:2010-12 sind aufgrund des geschichteten Untergrundes und des Grundwasserstandes nicht anwendbar. Daher wurden überschlägige Berechnungen zur Ermittlung der aufnehmbaren Sohldrücke für Streifenfundamente bzw. Laststreifen einer Bodenplatte mit dem Programm „GGU-Footing“/U 8/ durchgeführt.

Die Grundbruchberechnungen und Setzungsabschätzungen wurden für lotrecht mittig belastete Fundamente unter Zugrundelegung der Teilsicherheitsbeiwerte nach EC 7 / DIN 1054 für die ständige Bemessungssituation (BS-P) durchgeführt. Der Bodenaufbau wurde für den ungünstigen Fall im Bereich Bohrsondierung BS 5 angesetzt und ein mittlerer Wasserstand von 270,50 m ü. NN berücksichtigt.

Nachfolgend sind die ermittelten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes zur Erfüllung der Kriterien der Grundbruchsicherheit sowie der Begrenzung der bauwerksschädlichen Setzungen auf  $s_{zul} = 2,0$  cm für das Bauwerk dargestellt. Die Breite der Streifenfundamente bzw. Laststreifen wurde zwischen 0,50 m und 1,50 m variiert. Diese Werte gelten in Abhängigkeit von den o. g. Annahmen.

Tabelle 8 **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** für Streifenfundamente (BS 5)

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m <sup>2</sup> ]		
	Fundamentbreiten [m]		
	0,50	1,00	1,50
[m]	$s_{zul.} \leq 2,0$ [cm]	$s_{zul.} \leq 2,0$ [cm]	$s_{zul.} \leq 2,0$ [cm]
0,50	211	328	315
1,00	346	350	280

Die Berechnungsdiagramme sind in Anlage 5 abgelegt. Zwischenwerte können interpoliert werden. Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis kleiner 2 und bei Kreisfundamenten dürfen die Tabellenwerte unter Beachtung der nachfolgenden Einschränkung um 20% erhöht werden.

Unter Berücksichtigung eines 1,0 m breiten Laststreifens und einer mittleren Setzung von 1 cm bis 2 cm kann ein Startwert für den rechnerischen **Bettungsmodul ( $k_s$ )** von etwa **16,4 MN/m<sup>3</sup>** bis **32,8 MN/m<sup>3</sup>** angesetzt werden. Das Bettungsmodul dient einer Vorbemessung und muss nach

Vorliegen der genauen Pläne und Lastangaben des Bauwerkes anhand von Setzungsabschätzungen überprüft und gegebenenfalls präzisiert werden.

#### **Hinweise zum Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes und aufnehmbarem Sohldruck:**

Bei den Bemessungswerten des Sohldruckwiderstandes  $s_{R,d}$  ist zu beachten, dass in diesen Werten gegenüber dem aufnehmbaren Sohldruck die Teilsicherheitsbeiwerte für die ständigen Einwirkungen ( $\gamma_G = 1,35$ ) und veränderlichen Einwirkungen ( $\gamma_Q = 1,50$ ) nicht berücksichtigt sind. Um aus dem Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes  $s_{R,d}$  den aufnehmbaren Sohldruck  $s_{zul}$  zu ermitteln, muss dieser durch die Teilsicherheitsbeiwerte für die Einwirkungen  $\gamma(G, Q)$  gemäß folgender Gleichung dividiert werden:

$$s_{zul} = s_{R,d} / \gamma(G, Q) \quad \text{mit} \quad \gamma(G, Q) = V * \gamma_Q + (1-V) * \gamma_G$$

(V = Verhältnis Veränderliche (Q) / Gesamtlasten (G+Q))

Bei einem angenommenen Verhältnis  $V = 0,5$  ergibt sich somit:

$$\gamma(G, Q) = 0,5 * 1,5 + (1-0,5) * 1,35 = 1,425$$

$$s_{zul} = s_{R,d} / 1,425$$

#### **Einbau Bodenaufbau / Bodenaustausch**

- Humoser Oberboden muss vor Einbau des Bodenaustausches vollständig entfernt werden. Der Abtrag wurde im Vorfeld größtenteils vorgenommen.
- Evtl. bindige Böden (Ton, Schluff, bindiger Sand) in der Aushubsohle sind vollständig durch ein verdichtungsfähiges Material bzw. Magerbeton in Abstimmung mit dem geotechnischen Sachverständigen zu ersetzen.
- Überall, dort wo evtl. Auffüllung in der Aushubsohle auftritt, ist in Abstimmung mit dem geotechnischen Sachverständigen ein Bodenaustausch von etwa 0,5 m Dicke vorzusehen. Ggf. ist eine Nachverdichtung der Auffüllung zu prüfen.
- Der Einbau des qualifizierten Bodenaustausches bzw. Bodenaufbaus muss mit gut abgestuftem, verdichtungsfähigem Material (z.B. Kalkbruch, RCL-Material mit Güte-/Unbedenklichkeitszeugnis) oder Beton erfolgen.
- Der Einbau des Bodenaustausches ist mit einem Überstand von 0,5 m und einem Lastabstrahlwinkel von 60° vorzusehen. Der Einbau ist lagenweise mit 0,3 bis 0,4 m Dicke vorzunehmen, dass ein Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 100\%$  erreicht wird. Der Verdichtungserfolg ist nachzuweisen.
- Die Aushub- und Gründungsarbeiten sind von einem fachkundigen Geotechniker abzunehmen.

### **3.3 Parkhaus - Gründung Sand über Ton**

Für eine Flachgründung des Parkhauses über Ein- und Streifenfundamente sind vergleichbare Bemessungswerte des Sohlwiderstandes gemäß Abschnitt 3.2 anzusetzen. Sobald detaillierte Planunterlagen für das Parkhaus vorliegen, können entsprechende Grundbruch-/Setzungsberechnungen für die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes vorgenommen werden.

## **4 Bauausführung**

### **4.1 Baugrubensicherung, Wasserhaltung während der Bauzeit**

Da der Grundwasserstand wenige Dezimeter über der Aushubsohle angetroffen wurde, muss im Vorfeld der Grundwasserstand durch eine **Bauwasserhaltung** bis 0,50 m unter Baugrubensohle abgesenkt werden (siehe Kapitel 2.3).

Unter Beachtung der DIN 4124 kann in der Auffüllung und im Sand mit 45° und im Schluff, verwitterten Sandstein mit 60 °gebösch werden. Die genannten Angaben gelten für Bodenmaterial im erdfeuchten Zustand und bis 5 m Böschungshöhe. Die Böschungen sind gegen Erosion durch Oberflächenwasser zu schützen.

Entsprechend DIN 4124 muss bei höheren Böschungen oder wenn der zulässige Abstand zur Böschung bei Lasteintrag durch Verkehrslasten (z.B. Kran, LKW) nicht eingehalten werden kann, die Standsicherheit der Böschung rechnerisch nach DIN 4084 nachgewiesen werden. Für Berechnungen sind die Bodenrechenwerte in Tabelle 5 und 6, Abschnitt 2.5 zu verwenden.

Überall dort, wo der Abstand für eine Böschung nach DIN 4124 nicht ausreicht, muss ein Verbau der Baugrube nach DIN 4124 erfolgen. Für die Herstellung der Baugruben sind die weitergehenden Forderungen, Empfehlungen und Hinweise der DIN 4124 sowie des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB) der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau /U 11/ zu beachten

### **Maßnahmen zur Bauwasserhaltung**

Aufgrund der angetroffenen Wasserstände sind Maßnahmen zur Wasserhaltung für die Baugrube des Bauwerks während der Bauzeit vorzuhalten, um eine erforderliche Absenkung des Grundwasserstandes bis mindestens 0,5 m unter die Aushubsohle sicherzustellen.

Steigt der Grundwasserstand über 0,50 m unter Aushubsohle an, ist eine **offene Wasserhaltung** mit Pumpensumpf vorzusehen. Steigt der Grundwasserstand im Zuge von extremen Hochwasserereignissen und Niederschlägen etwa 0,5 m bis 1,0 m über die Aushubsohle an, sind die Arbeiten einzustellen und die Baugrube ist zu fluten. Alternativ ist eine **geschlossene Wasserhaltung** (Bohrbrunnen) vorzuhalten.

Werden zusätzlich Wasseraustritte, aufgeweichte und/oder aufgelockerte Bereiche in der Böschung angetroffen, ist die Böschung in Abstimmung mit dem geotechnischen Sachverständigen

abzuflachen und ein Schwerkraftfilter (= vorgeschütteter Kiesstützkeil, Körnung 16/32 auf Filtervlies) einzubauen.

**Hinweis:** Für die Ableitung des anfallenden Wassers ist eine sichere und rückstaufreie Vorflut und eine Rückhaltung der Feinanteile (Absetzbecken) vorzusehen. Der Grundwasserstand ist vor Baubeginn im Baggerschurf zu prüfen. Danach sind die erforderlichen Maßnahmen zur Wasserhaltung und eine Beweissicherung an den Nachbargebäuden im Einflussbereich einer Wasserhaltung abzustimmen.

#### **4.2 Abdichtung, Dränage**

Zur Vorbemessung ist ein Anstieg des Grundwasserstandes auf OK Gelände für den Bereich Boulderhalle, Parkhaus und Planstraße mit etwa 271,30 m ü. NN bis 270,30 m ü. NN entsprechend dem Geländeverlauf anzusetzen. Für Gebäudeteile unter den genannten Wasserständen muss die **Wassereinwirkungsklasse W2.2-E für drückendes Wasser** gemäß DIN 15 533 angesetzt werden. Hierbei muss eine Abdichtung gegen drückendes Wasser gemäß DIN 1045 bzw. der aktuellen Fachliteratur (dichte Wanne in WU-Bauweise, weiße Wanne, Sperrbetonwanne) oder DIN 15 533 vorgesehen werden.

#### **4.3 Auftriebssicherheit**

Da die Gründungssohlen unter den in Abschnitt 2.3 genannten Wasserständen liegen, muss für die Dauer der Bauzeit eine Auftriebssicherheit erfolgen. Auch für den Endzustand müssen die in Abschnitt 2.3 genannten Grundwasserstände zur Bemessung der Auftriebssicherheit berücksichtigt werden.

#### **4.4 Bautechnische Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen**

Der schluffige Sand, Schluff und Ton ist aufgrund seiner schlechten Verdichtbarkeit gemäß ZTV A-StB 12 nur für die Wiederverfüllung von später nicht belasteten Flächen (z.B. Grünflächen) geeignet. Bei Bodenverbesserung der Aushubböden kann der Einbau auch unter belasteten Flächen erfolgen (z.B. Kalk-/Zementzugabe, Mischbindemittel).

Der schwach schluffige und kiesige Sand (SU, SE) und sandige Kies (GW) ist aufgrund seiner guten Verdichtbarkeit (überwiegend Verdichtbarkeitsklasse 1 nach ZTV A-StB 12) für die Wiederverfüllung von belasteten Flächen (z.B. Kanalgräben, Arbeitsraumverfüllung) geeignet.

#### **4.5 Hinweise zum Bodenaushub / Abfalltechnik**

Die Entsorgung des Bodenaushubs im Rahmen der Baumaßnahme ist nur durch Haufwerksbeprobungen vorzunehmen. Es wird empfohlen nach Beginn der Erdarbeiten entsprechende Haufwerke des Aushubmaterials getrennt nach den Homogenbereichen anzulegen und diese zur Charakterisierung der Gesamtheit gemäß Zielsetzung nach LAGA P N 98 und dem

Merkblatt „Deponie-Info 3“ zu untersuchen. Alternativ können Baggerschürfe für eine In-Situ Beprobung im Vorfeld der Baumaßnahme vorgenommen werden.

## **5 Straßenbau – Öffentliche Erschließung**

### **5.1 Allgemeine Angaben und Höhen**

Die öffentliche Erschließung erfolgt über eine Planstraße mit Einmündung und Anbindung an die Staatsstraße 2244. Ausgehend von der OK Staatsstraße Bestand mit etwa 273 m ü. NN führt die neue Einmündung in Dammlage in das Baugebiet. Hierbei ist ein Bodenaufbau von ca. 0,5 bis 1,5 m Höhe über derzeitigem Geländeniveau vorgesehen.

Für den geplanten Bodenauftrag bzw. Dammaufbau sind die Anforderungen an das Verdichtungen gemäß ZTVE-StB 17, Abs. 4.3.2, Tabelle 4 grundsätzlich zu beachten. Aus gutachterlicher Sicht empfehlen wir erhöhte Anforderungen gegenüber der o.g. Tabelle 4 anzusetzen, um die zu erwartenden Setzungen im Dammaufbau zu vermindern. Der Bodenaufbau im Auftrags-/Dammbereich ist mit gut abgestuftem, verdichtungsfähigem Material (z.B. Kalkbruch, RCL-Material mit Güte-/Unbedenklichkeitszeugnis) lagenweise vorzunehmen, dass ein Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 100\%$  erreicht wird. Der Verdichtungserfolg ist nachzuweisen.

### **5.2 Bemessung des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12**

Im Bereich des bestehenden Geh- und Radweges an der Staatsstraße 2244 wurden unter einer 0,15 m bis 0,40 m dicken Tragschicht ein mitteldichter Sand mit teils geringem Feinanteil (BS17, BS18) und ein halbfester Ton/Schluff (BS 16) erbohrt. Im weiteren Verlauf der Planstraße im Baugebiet wurde steifer Ton/Schluff im Planum angetroffen.

Der Untergrund ist als F1/F2- Boden (Sand) und F 3-Boden (Ton/Schluff) gemäß ZTVE-StB 17 einzustufen. Aufgrund der Verteilung der Böden ist sinngemäß ZTVE -StB 17 für das Planum von einem F3-Boden auszugehen. Der frostsichere Straßenoberbau muss nach RStO 12 die folgenden Mindestdicken aufweisen:

Tab. 9: Frostsicherer Straßenaufbau

Frostempfindlichkeitsklasse n. ZTVE-StB 17	Dicke in [cm] bei Belastungsklasse		
	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F 3 (z.T. schluffig/toniger Sand, Schluff/ Ton)	65	60	50

Hierbei sind noch ggf. die Mehr- oder Minderdicken durch den Fachplaner gemäß RStO 12, Tab. 7 zu berücksichtigen. Das Bauvorhaben liegt nach RStO 12 in Frosteinwirkungszone II. Der Grund-

wasserstand wurde in den Erkundungen oberflächennah mit 0,85 m bis 2,96 m unter Gelände angetroffen.

Für Verkehrsflächen mit Pkw-Verkehr einschließlich geringem Schwerverkehr ist unter Berücksichtigung der **Belastungsklasse BK 0,3** und der Frosteinwirkungszone II **ein frostsicherer Straßenaufbau von 0,60 m** gemäß /U 9/ anzusetzen.

Für Verkehrsflächen mit Berücksichtigung der **Belastungsklasse BK 1,8** und der Frosteinwirkungszone II **ein frostsicherer Straßenaufbau von 0,75 m** gemäß /U 9/ anzusetzen. Für die Fahrstraßen mit einer **Asphaltdecke** und die Parkflächen mit einer **Pflasterdecke** sind die Bauweisen nach RStO 12, Tafel 1 und Tafel 3 /U 9/ zu berücksichtigen.

### **5.3 Planum**

#### **5.3.1 Anforderungen und Tragfähigkeit des Planums**

Auf dem Planum ist nach RStO 12 und ZTVE-StB 17 ein  $E_{v2}$ -Verformungsmodul von mindestens 45 MN/m<sup>2</sup> erforderlich, um die in der RStO 12 ausgewiesenen Schichtdicken ansetzen zu können.

Der o.g. Wert kann erfahrungsgemäß bei den im Untergrund anstehenden SE-/SU-Böden durch Nachverdichtung erreicht werden. Grundsätzlich ist der optimale Wassergehalt bei der Verdichtung und der Einsatz von angepasstem Gerät zu beachten. Der Verdichtungserfolg ist nachzuweisen. Wird wider Erwarten keine ausreichende Tragfähigkeit auf dem Sand erreicht, ist gemäß ZTVE-StB 17 ggf. eine Verstärkung des Oberbaus oder eine Bodenverbesserung mit einem geeigneten Bindemittel erforderlich.

Dieser Wert kann erfahrungsgemäß auf bindigen Böden (Schluff, Ton, schluffiger Sand) nicht erreicht werden. Hier sind unter günstigen Witterungsverhältnissen erfahrungsgemäß  $E_{v2}$ -Werte von ca. 5 bis 20 MN/m<sup>2</sup> anzusetzen.

Auf Grundlage der angetroffenen Bodenverhältnisse wird gemäß ZTVE-StB 17 eine Bodenverbesserung mit einem geeigneten Bindemittel oder eine Verstärkung des Oberbaus erforderlich.

#### **5.3.2 Bodenverbesserung**

Nach Erfahrungswerten ist die Bodenverbesserung mit Bindemittel wesentlich kostengünstiger (Einsparung um bis zu 50% gegenüber Bodenaustausch), da es hierbei im Gegensatz zur Verstärkung des Oberbaus zu keinem Mehraushub und zusätzlichen Entsorgungskosten sowie kein zusätzliches Material für den Bodenaustausch benötigt wird. Auch ist die Bodenverbesserung wesentlich schneller durchzuführen, so sind Tagesleistungen pro Gerät bis ca. 4000 m<sup>2</sup> anzusetzen.

Generell sind Hochleistungsfräsen bei Bauausführung einer Bodenverbesserung einzusetzen, um die Staubentwicklung bei ungünstigen Witterungsverhältnissen zu minimieren.

Nach einer qualifizierten Bodenverbesserung (z.B. Baukalk, Mischbindemittel) werden auf dem Planum die geforderten 45 MN/m<sup>2</sup> für den E<sub>v2</sub>-Wert sicher erreicht. Generell wird die Tragfähigkeit des Planums auf Dauer und damit die Lebensdauer der Verkehrsflächen erhöht.

Vor Durchführung der Bodenverbesserung ist eine **Eignungsprüfung** an den vorliegenden Böden gemäß /U 10/ durchführen, um klare Entscheidungsgrundlagen und Planungssicherheit vor der Bauausführung zu schaffen. Auf Grundlage der Eignungstests kann das geeignete Mischbindemittel ausgewählt und die Ergebnisse in einer Stellungnahme zusammenfasst werden.

Für eine erfolgreiche Bodenverbesserung muss eine Qualitätssicherung erfolgen, die neben der Eigenüberwachung auch Kontrollprüfungen umfassen muss. Im Rahmen der Baubegleitung muss die Kontrolle der Verdichtung, der Bindemittelzugabe usw. durchgeführt werden.

### **5.3.3 Erhöhung der ungebundenen Tragschicht**

Kommt die Verstärkung des Straßenoberbaus in den geländegleichen Abschnitten zur Ausführung, muss die tatsächlich erforderliche Dicke des Oberbaus zu Beginn der Baumaßnahme in einem Versuchsfeld (Bodenaustausch und Straßenoberbau) auf Grundlage von Verdichtungskontrollen ermittelt und angepasst werden.

Zur Vorbemessung muss nach Untersuchungen von FLOSS /U 12/ von Verstärkungen um 0,2 m bis 0,5 m ausgegangen werden, wobei noch die Bauweise des Oberbaus und die entsprechenden Verformungsmoduli sowie die verwendeten Mineralgemische berücksichtigt werden müssen. Unter ungünstigen Witterungsverhältnissen können auch höhere Dicken notwendig werden. In Anlehnung an die ZTVE-StB 17 kann der Nachweis auf dem Planum entfallen. Die Verdichtungskontrolle ist auf der OK Tragschicht vorzunehmen.

Zur Erhöhung der ungebundenen Tragschicht sind bei Einsatz von gebrochenem Material generell geringere Schichtdicken notwendig als bei rolligen Böden (z.B. Kiessand). Daher sollte hier ein gebrochenes Mineralgemisch (SW, GW, Sl. GI) eingebaut werden, das gut abgestuft sowie frost- und feuchtigkeitsunempfindlich ist. Das einzubauende Material ist auf seine Eignung hin zu überprüfen, die Qualität der Verdichtung nachzuweisen.

Überall dort, wo in der Aushubsohle für den Bodenaustausch weiche Bereiche in den bindigen Terrassenablagerungen auftreten, wird der Einbau einer **Schroppenlage** aus geotechnischer Sicht empfohlen. Die Schroppenlagen (z.B. 30/80, 60/120) ist vollständig in den Untergrund eindrücken und einzuarbeiten, um Hohlräume grundsätzlich zu vermeiden.

#### **5.4 Anforderungen für Tragfähigkeiten**

Für die Bemessung des Straßenaufbaues insgesamt sollte beachtet werden, dass die geforderten Tragfähigkeiten auf der Tragschicht nur erreicht werden können, wenn bereits im Planum die geforderte Tragfähigkeit erreicht wurde.

Folgende Tragfähigkeitswerte müssen nach RStO 12, Tafel 1, Zeile 1 nachgewiesen werden:

OK Planum:	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
OK Frostschuttschicht	$E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ (Bk 0,3) / $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (Bk 1,8)

Die o.g. Tragfähigkeitswerte dienen zur Vorbemessung und sind entsprechend der endgültigen Bauweise gemäß /U 9/ anzupassen. Im Vorfeld sind Versuchsfelder für die beschriebenen Bauweisen anzulegen.

#### **6 Homogenbereiche für Erdarbeiten**

Gemäß VOB – Teil C /U 11/ sind Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für das jeweilige Baugewerk bzw. Bauverfahren vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Für die Homogenbereiche sind Eigenschaften und Kennwerte sowie deren ermittelte Bandbreite anzugeben. Dies erfolgt in den nachfolgenden Abschnitten für das Gewerk Erdarbeiten (EAB, Geotechnische Kategorie 1).

Die im Untersuchungsbereich anstehende Schichtenfolge wird nachfolgend auf der Grundlage des erarbeiteten Baugrundmodells (siehe Abschnitt 2.4), den labortechnisch ermittelten Bodenkenngrößen sowie von Erfahrungswerten in Homogenbereiche gemäß VOB – Teil C für das Gewerk Erdarbeiten (EAB, Geotechnische Kategorie 1) gemäß DIN 18300:09-2016 eingeteilt.

Nachfolgend sind die Homogenbereiche für den vorgesehenen Bodenaushub in Anlehnung an die aktuelle DIN 18 300:08-2015 zur Vorbemessung mit den Klassen A bis D für dieses Bauvorhaben aufgeführt. Ergänzend ist die Zuordnung nach Bodenklassen 1 bis 7 und die Bodenklassifizierung nach DIN 18196 ausgewiesen. Der Oberboden ist mit der aktuellen DIN 18320:08-2015 (Landschaftsbauarbeiten) für Oberbodenarbeiten zu erfassen und wird untergeordnet auftreten.

Tabelle 10: Übersicht Homogenbereiche / Bodenklassen für den geplanten Bodenaushub

Schicht-Nr.	Schichten	Bodengruppen DIN 18196	Homogenbereiche Erdarbeiten	Bodenklassen DIN 18300alt
1.1	Kies, Sand, schwach schluffig, locker bis dicht	[GW, SE, SU]	<b>ERD A</b>	3
1.2	Auffüllung - Ton / Schluff, stark sandig, kiesig, weich bis halbfest	[TM, UM]	<b>ERD B</b>	4
2.1 / 3.1	Sand, schwach kiesig, schwach schluffig, locker bis dicht	SE / SU	<b>ERD B</b>	3
2.2 / 2.3, 3.2 / 3.3 / 3.4	Schluff feinsandig, weich bis halbfest Sand, schluffig, tonig locker bis dicht	UM / TM, SU*/ST*	<b>ERD C</b>	4
4.1	Sandstein, zu Lockergestein aufgewittert, Felsersatz		<b>ERD D</b>	3, 4, (6, 7)
---	Oberboden	OH, OU	<b>ERD O</b>	1

Die Einteilung in Homogenbereiche muss mit fortgeschriebener Planung, insbesondere unter Berücksichtigung von Bauzuständen - und phasen, überprüft und ggf. fortgeschrieben werden. Eine Zusammenstellung der Homogenbereiche für das Gewerk Erdarbeiten (ERD, Geotechnische Kategorie 1) mit den relevanten Eigenschaften und Kennwerten sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 11: Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche für Erdarbeiten

Eigenschaften /Kennwerte	Homogenbereich			
	ERD A	ERD B	ERD C	ERD D
Schicht-Nr.	1.1 / 1.2	2.1 / 3.1	2.2 / 2.3, 3.2 / 3.3 / 3.4	4.1
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung Kies, Sand	Sand	Ton/Schluff, Sand, tonig/schluffig	Sst (VZ)
Bodengruppe	[GW, SE, SU]	SE / SU	TM, UM, SU*/ST*	Sst
Stein- und Blockanteile	> 10 %	<5%	< 10 %	20 – 50%
Korngrößenverteilung	---	siehe Bild 3	siehe Bild 4	---
Dichte $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1,5 – 2,1	1,6 – 2,1	1,6 – 2,2	1,6 – 2,2
Undr. Schwerfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	---	---	10 - 50	---

Eigenschaften /Kennwerte	Homogenbereich			
	ERD A	ERD B	ERD C	ERD D
Wassergehalt $w$ [%]	15 – 25	10 – 25	15 - 25	5 - 35
Konsistenzzahl $I_c$ [-]	---	---	0,5 – 1,2	---
Plastizitätszahl $I_p$ [%]	---	---	15 – 30	---
Lagerungsdichte	locker bis dicht	locker bis dicht	weich bis halbfest / locker bis dicht	locker bis dicht
Organischer Anteil [%]	< 3	< 3	< 3	< 3
LAGA Voreinstufung	*	*	*	*

\*...Untersuchungen sind vor Baubeginn nachzureichen

Der Sand wird durch Befahren stark aufgelockert. Alle Maßnahmen zum Schutz des Planums gegen Oberflächenwasser gemäß VOB sind unbedingt zu beachten. Außerdem sind entsprechende Baustraßen anzulegen.

Werden die o.g. Arbeitsweisen nicht eingehalten oder nicht rechtzeitig ausgeführt, so können die bindigen Böden in Bodenklasse 2 nach DIN 18300 übergehen, was entsprechend hohe Kosten verursacht.

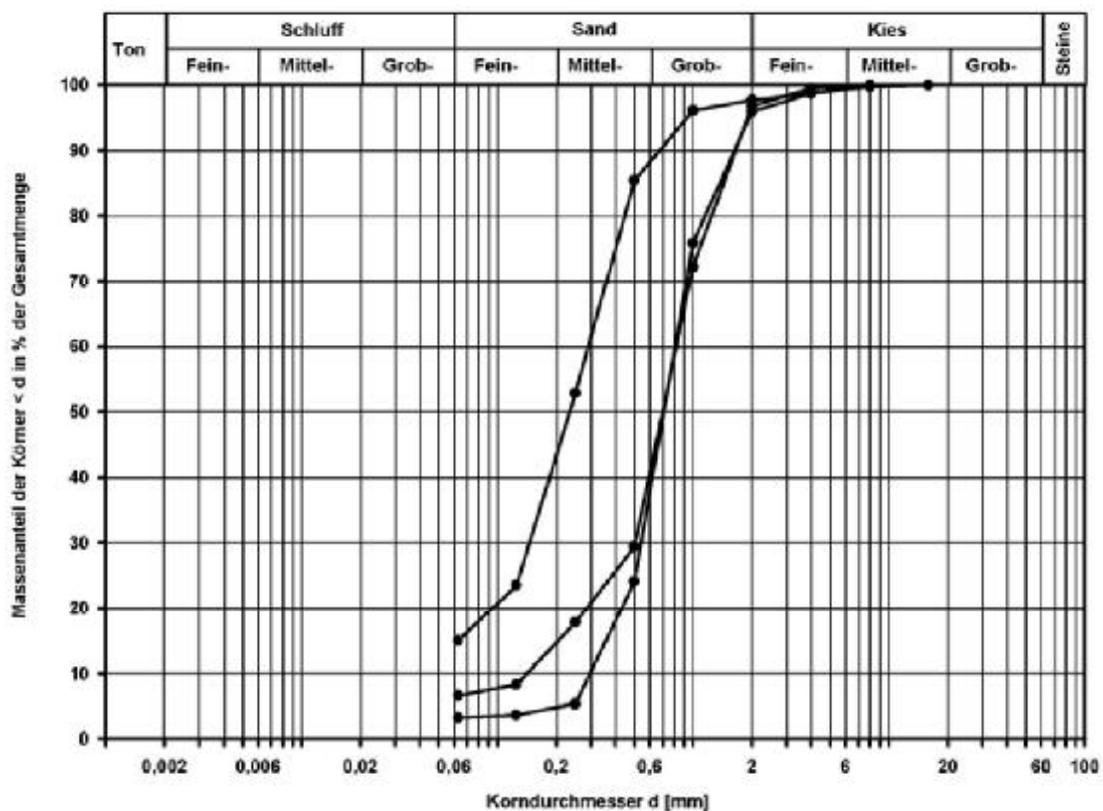


Bild 3: Kornverteilungsband Homogenbereich ERD B– gleichkörniger, schwach schluffiger Sand

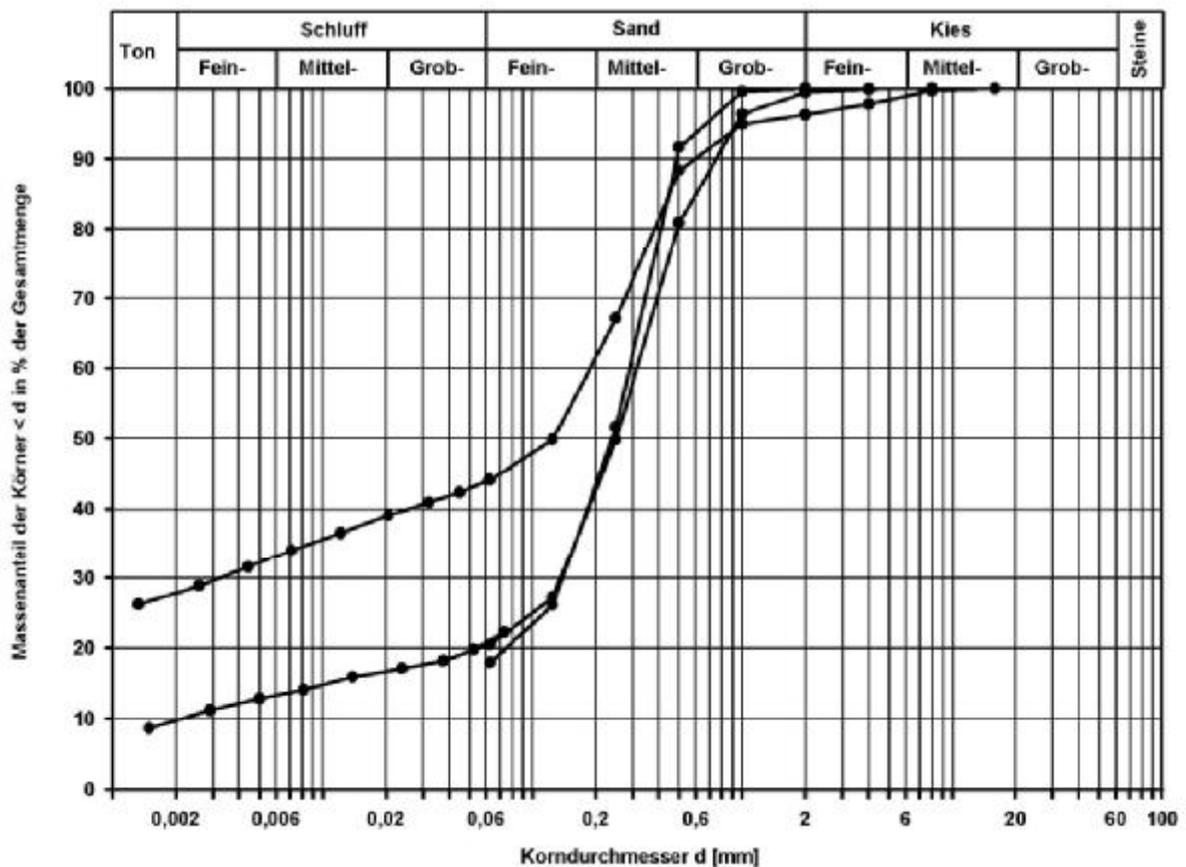


Bild 4: Kornverteilungsband Homogenbereich ERD C– Ton und Sand mit hohem Feinanteil

## 7 Zusammenfassung / Schlussbemerkung

Im vorliegenden Baugrundgutachten sind die Baugrundverhältnisse für die Aufstellung des Bebauungsplanes „Bruckwiesen II“ in Bubenreuth dargestellt. Die Untersuchung erfolgte für das gesamte Areal unter Berücksichtigung von vier Einzelbereichen (Boulderhalle, Parkhaus, Regenrückhaltung und Öffentliche Erschließung mit Gehwegen, Planstraße und Einmündung/Anbindung an St 2244). Eine Beurteilung evtl. auftretender umweltrelevanter Verschmutzungen war nicht Gegenstand der Untersuchung.

Zur Erkundung des Baugrundes im Bauplangebiet wurden insgesamt achtzehn Bohrsondierungen und sieben mittelschwere Rammsondierungen mit Tiefen bis maximal 4,40 m niedergebracht. Die Handspezifizierungen und Laborversuche an den erkundeten Böden waren Grundlage für eine Klassifizierung der Böden nach DIN 18196. Die Bodenkennwerte und Rechenwerte sind angegeben.

Nur im Bereich der Staatsstraße wurde eine Auffüllung (Sand, Kies, Schluff/Ton) mit 1,10 m und 1,45 m unter Gelände angetroffen. Der Baugrund besteht oberflächennah aus 1,45 m bis 3,50 m

dicken Terrassensanden mit Schluff-/Tonlagen. Darunter folgt die Verwitterungsschicht mit halbfesten bis festen Ton/Schluff und mitteldichtem Feinsand, die ab etwa 2,25 und 4,40 m unter Gelände in stark verwitterten Sandstein übergehen. Der tiefere Untergrund ist als schwach bis sehr schwach durchlässig einzustufen. Es wurden oberflächennahe Grundwasserstände mit 0,26 m bis 2,96 m unter Gelände im Sand angetroffen.

Die Gründung der geplanten Gebäude (Boulderhalle, Parkhaus) kann über Einzel-/Streifenfundamenten im mindestens mitteldichten Sand erfolgen. Alternativ ist für die Boulderhalle eine Bodenplatte mit unterlagernder Tragschicht vorzusehen. Die genauen Angaben zur Gründung können im Detail Kapitel 3 entnommen werden.

Die Aushub- und Gründungsarbeiten sind von einem fachkundigen Geotechniker abzunehmen.

Aufgrund der angetroffenen, oberflächennahen Grundwasserstände sind Maßnahmen zur Wasserhaltung einzuplanen, die im Kapitel 4 dargestellt sind.

Die punktförmig durchgeführten Bodenuntersuchungen geben einen guten Überblick über die vorhandenen Untergrundverhältnisse, sie schließen jedoch Abweichungen in Teilbereichen nicht aus.

Wir empfehlen uns einzuschalten, wenn sich Abweichungen von den Untersuchungen ergeben bzw. planungstechnische Änderungen durchgeführt werden, die Einfluss auf die geotechnischen Maßnahmen haben können.

Für Rückfragen zur Baugrunduntersuchung stehen wir gerne zur Verfügung.

Erlangen, den 27.04.2020

gez. R. Platzer

Dipl.-Geol. Reinhard Platzer  
Beratender Ingenieur BaylnKBau  
Priv. Sachverständiger in der Wasserwirtschaft

# **Anlage 1:**

**Lage- und Aufschlusspläne**



Zeichenerklärung:  
 ● BS 1 Bohrsondierung  
 270,42 DPM1 Rammsondierung [müNN]  
 269,76 KD Kanaldeckel

Nr.	Änderungen bzw. Ergänzungen	Datum	Name

**Geotechnik Platzer**  
 Coburger Straße 69  
 91056 Erlangen  
 Telefon: 09131/ 68 72 650  
 Telefax: 09131/ 68 72 651

Anlage:	1	Blatt:	1
Auftrags - Nr.:	2020_025		
	Datum	Name	
bearbeitet	26.03.2020	fv	
gezeichnet	26.03.2020	fv	
geprüft	16.04.2020	rp	

Maßstab: ohne

**Bebauungsplan (BP) 5/28 "Bruckwiesen II"**  
**Gemeinde Bubenreuth, Landkreis Erlangen-Höchstadt**

**Lageplan Baugrunduntersuchung**  
**Planbereiche Bolderhalle, Parkhaus, Regenrückhaltung, Planstraße**

Plangrundlage: Bebauungsplan Vorentwurf  
 im Maßstab 1:1000 vom 07.05.2019  
 Planungsgruppe Strunz

Ausgabe vom

Ersatz für

Ursprung

## **Anlage 2:**

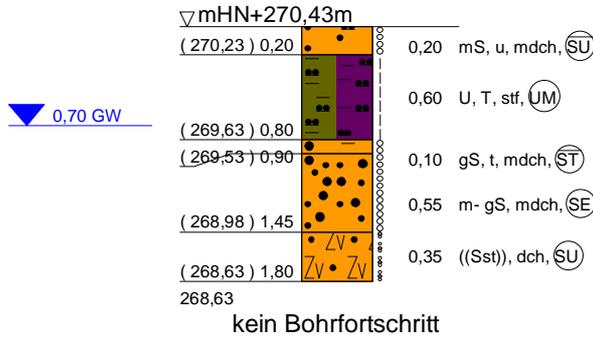
**Baugrundprofile / Baugrundmodell**

# BS 8

23.03.2020

Rückhaltung Bubenreuth

mHN+m



BS 8	
TIEFE	BODENART
0,20	Mittelsand, schluffig, schwach feucht, mitteldicht, (SU), graubraun
0,80	Schluff, Ton, schwach feucht, steif, (UM), dunkelgrau
0,90	Grobsand, tonig, schwach feucht, mitteldicht, (ST), dunkelgrau
1,45	Mittel- bis Grobsand, naß, mitteldicht, (SE), braungrau
1,80	Sandstein, stark verwittert, dicht, (SU), hellgrau

**Geotechnik Platzer**

Ingenieurbüro

Coburger Straße 69  
91056 Erlangen  
Tel.: 09131/6872-650  
Fax: 09131/68726-651

**Bauvorhaben:**

Gemeinde Bubenreuth  
Bebauungsplan 5/28 "Bruckwiesen II"

**Planbezeichnung:**

Bohrprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr: 2.1

Projekt-Nr: 2020\_025

Datum: 23.03.2020

Maßstab: 1:50 H/ L ohne

Bearbeiter: Platzer

### BS 3

23.03.2020

Boulderhalle Bubenreuth

### DPM 3

23.03.2020

Boulderhalle Bubenreuth

### BS 6

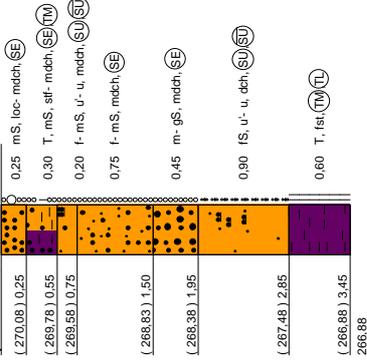
23.03.2020

Boulderhalle Bubenreuth

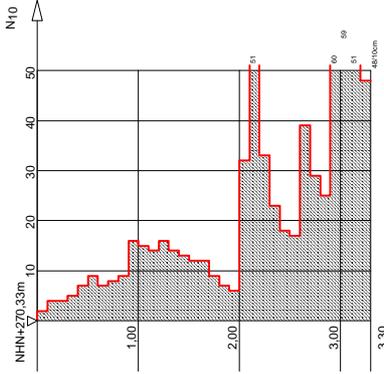
NHN+tm



∇NHN+270,33m



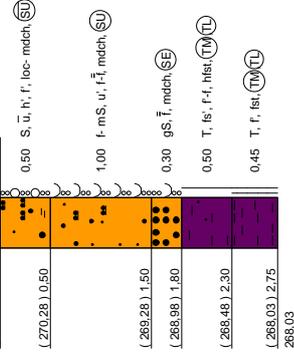
kein Bohrfortschritt



kein Rammfortschritt

0,32 GW

∇NHN+270,78m



kein Bohrfortschritt

### BS 3

BODENART

TIEFE	BODENART
0,25	Mittelsand, schwach feuch t, locker bis mitteldicht, (SE), braun
0,55	Ton, Mittelsand, schwach f eucht, steif bis mitteldicht, (SE)(TM) Wechsallagerung, grau
0,75	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig- schluffig, schwach feucht, mitteldicht, (SU)(SU), grau
1,50	Fein- bis Mittelsand, feucht bis naß, mitteldicht, (SE), braungrau
1,95	Mittel- bis Grobsand, naß, mitteldicht, (SE), braungrau/grau
2,95	Feinsand, schwach schluffig, sch luffig, schwach feucht, dicht, (SU)(SU) 2,00-2,05 und 2,45-2,55 T-Linse, hellgrau
3,45	Ton, schwach feucht, fest, (TM)(TL), rotbraun

kein Bohrfortschritt

### BS 6

BODENART

TIEFE	BODENART
0,50	Sand, stark schluffig, sch wach humos, schwach feuch t, locker bis mitteldicht, (SU) hellbraun
1,50	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, feucht bis naß, mitteldicht, (SU), 1,30-1,50m IS-Lage, hellbraun/grau
1,80	Grobsand, naß, mitteldicht, (SE), grau
2,30	Ton, schwach feinsandig, schwach feucht bis feucht, halbfest, (TM)(TL), rotbraun/grau
2,75	Ton, schwach feucht, fest, (TM)(TL), rotbraun

## Geotechnik Platzer

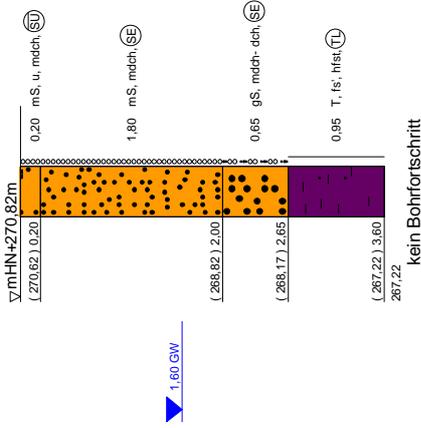
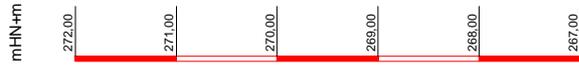
Ingenieurbüro  
Coburger Straße 69  
91056 Erlangen  
Tel.: 09131/6872-650  
Fax: 09131/68726-651

**Bauvorhaben:**  
Gemeinde Bubenreuth  
Bebauungsplan 5/28 "Bruckwiesen II"

**Planbezeichnung:**  
Bohr-/Sonderprotokolle Baugrunduntersuchung

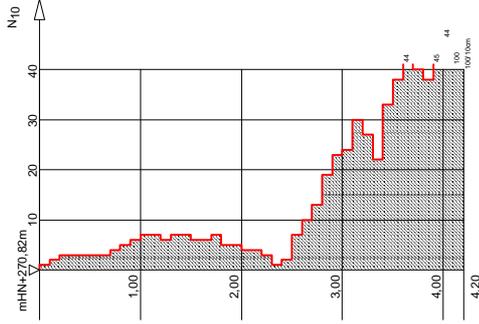
Plan-Nr.: 2.2  
Projekt-Nr.: 2020\_025  
Datum: 23.03.2020  
Maßstab: 1:50 H/L ohne  
Bearbeiter: Platzer

**BS 9**  
24.03.2020  
Parkhaus Bubenreuth

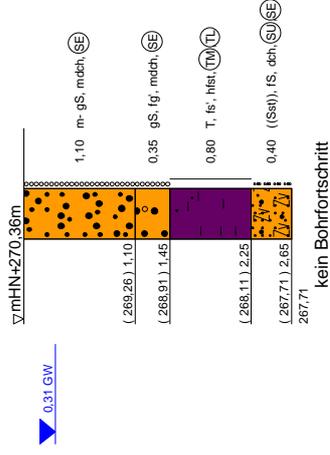


TIEFE	BODENART
0.20	Mittelsand, schluffig, schwach feucht, mitteldicht (SE), hellbraun
2.00	Mittelsand, schwach feucht bis feucht, mitteldicht (SE), Manganknollen, hellbraun
2.65	Grobsand, feucht bis naß, mitteldicht bis dicht (SE), 2.40-2.60 IS, grau
3.60	Ton, schwach leinsandig, schwach feucht, halbfest, (TL) 2.95-3.05 IS-Linse, rotbraun

**DPM 9**  
24.03.2020  
Parkhaus Bubenreuth



**BS 10**  
24.03.2020  
Parkhaus Bubenreuth



TIEFE	BODENART
1.10	Mittel- bis Grobsand, feucht bis naß, mitteldicht (SE), hellbraun
1.45	Grobsand, schwach feucht bis naß, mitteldicht (SE), Ocker
2.25	Ton, schwach leinsandig, schwach feucht, halbfest, (TM) (TL), 1.80-1.85 IS-Linse, rotbraun
2.65	Sandstein, stark verwittert, Feinsand, schwach feucht, dicht, (SU) (SE), hellgrau

**Geotechnik Platzer**  
Ingenieurbüro  
Coburger Straße 69  
91056 Erlangen  
Tel.: 09131/6872-650  
Fax: 09131/68726-651

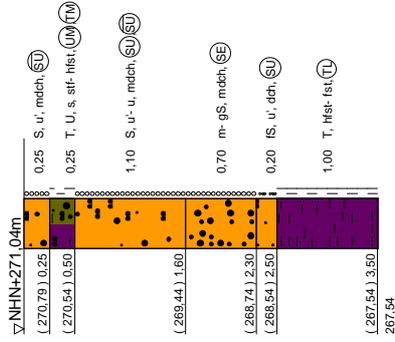
**Bauvorhaben:**  
Gemeinde Bubenreuth  
Bebauungsplan 5/28 "Bruckwiesen II"  
**Planbezeichnung:**  
Bohr-/Sonderprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr:	2.5
Projekt-Nr:	2020_025
Datum:	24.03.2020
Maßstab:	1:50 H/L ohne
Bearbeiter:	Platzer

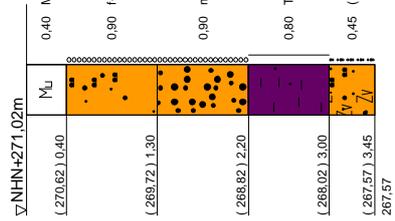
### BS 11

24.03.2020

Parkhaus Bubenreuth



kein Bohrfortschritt

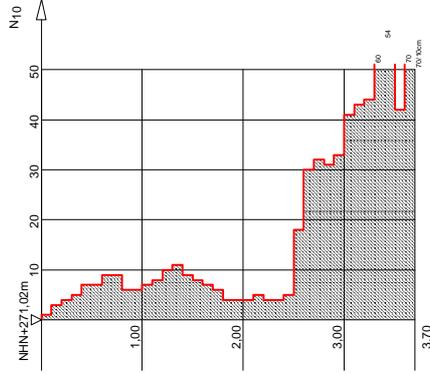


kein Bohrfortschritt

### DPM 12

25.03.2020

Parkhaus Bubenreuth



kein Rammfortschritt

### BS 11

BODENART

TIEFE	BODENART
0,25	Sand, schwach schluffig, sch wach feucht, mittelicht. (SU), anthropogen verdichtet, braun
0,50	Ton, Schluff, sandig, schwach feucht, steif bis halbreist. (UM)(TM), hellbraun
1,60	Sand, schwach schluffig- schluffig g, schwach feucht bis feucht, mittelicht. (SU)(SU), hellbraun
2,30	Mittler- bis Grobsand, naß, mittelicht. (SE), hellbraun/grau
2,50	Feinsand, schwach schluffig g, schwach feucht, dicht. (SU), hellgrau
3,50	Ton, schwach feucht, halbreist bis fest. (TL) 3,30-3,40 IS-Linse, rotbraun

### BS 12

BODENART

TIEFE	BODENART
0,40	Mutterboden, braun
1,30	Fein- bis Mittelsand, schluffig, schwach feucht bis feucht, mittelicht. (SU)(SU), wechselnder Feinanteil, hellbraun/graubraun
2,20	Mittler- bis Grobsand, naß, mittelicht. (SE), graubraun/grau
3,00	Ton, schwach leinsandig, schwach feucht, halbreist. (TL)
3,45	Sandstein, stark-verwittert, Feinsand, schwach schluffig, schwach feucht, dicht. (SU), hellgrau

## Geotechnik Platzer

Ingenieurbüro

Coburger Straße 69

91056 Erlangen

Tel.: 09131/6872-650

Fax: 09131/68726-651

Bauvorhaben:  
Gemeinde Bubenreuth  
Bebauungsplan 5/28 "Bruckwiesen II"

Planbezeichnung:  
Bohr-/Sonderprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr.: 2.6

Projekt-Nr.: 2020\_025

Datum: 24.03.2020

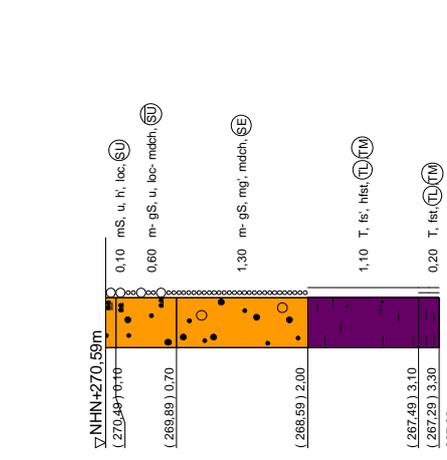
Maßstab: 1:50 H/L ohne

Bearbeiter: Platzer

**BS 13**  
24.03.2020  
Parkhaus Bubenreuth

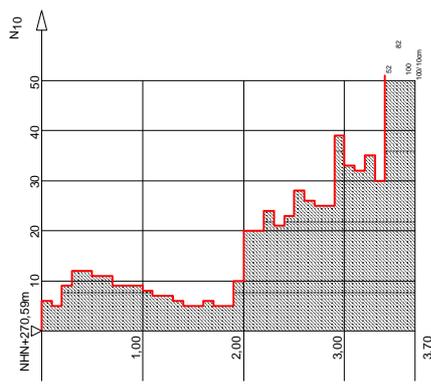
**DPM 13**  
24.03.2020  
Parkhaus Bubenreuth

**BS 14**  
24.03.2020  
Parkhaus Bubenreuth

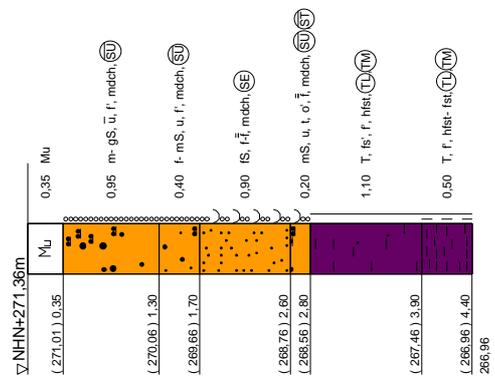


kein Bohrfortschritt

TIEFE	BODENART
0,10	Mittelsand, schluffig, schwach humos, schwach feucht, locker, (SU) dunkelbraun
0,70	Mittel- bis Grobsand, schluffig, schwach feucht, locker bis mitteldicht, (SU) grau
2,00	Mittel- bis Grobsand, schwach mittelfeucht, feucht bis naß, mitteldicht, (SE) Sandsteinbruch, gelbbraun
3,10	Ton, schwach feinsandig, schwach feucht bis feucht, halbfest, (TL TM) 3,00-3,10 fs-Linse, rotbraun
3,30	Ton, schwach feucht, fest, (TL TM) rotbraun



kein Rammfortschritt



kein Bohrfortschritt

TIEFE	BODENART
0,35	Mutterboden, hellbraun
1,30	Mittel- bis Grobsand, stark schluffig, schwach feucht, mitteldicht, (SU) hellbraun
1,70	Fein- bis Mittelsand, schluffig, schwach feucht, mitteldicht, (SU) dunkelgrau
2,60	Feinsand, feucht bis naß, mitteldicht, (SE) Ocker/Braungrau
2,60	Mittelsand, schluffig, tonig, schwach organisch, naß, mitteldicht, (SU ST) dunkelgrau/schwarz
3,90	Ton, schwach feinsandig, schwach feucht, halbfest, (TL TM) 3,20-3,30 fs-Linse, rotbraun/hellbraun
4,40	Ton, schwach feucht, halbfest bis fest, (TL TM) rotbraun

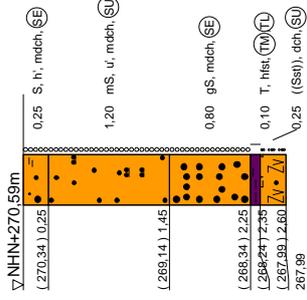
**Geotechnik Platzer**  
Ingenieurbüro  
Coburger Straße 69  
91056 Erlangen  
Tel.: 09131/6872-650  
Fax: 09131/68726-651

**Bauvorhaben:**  
Gemeinde Bubenreuth  
Bebauungsplan 5/28 "Bruckwiesen II"

**Planbezeichnung:**  
Bohr-/Sonderprotokolle Baugrunduntersuchung

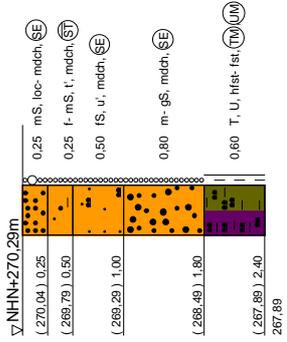
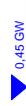
Plan-Nr.: 2.7  
Projekt-Nr.: 2020\_025  
Datum: 24.03.2020  
Maßstab: 1:50 H/L ohne  
Bearbeiter: Platzer

**BS 2**  
23.03.2020  
Boulderhalle Bubenreuth



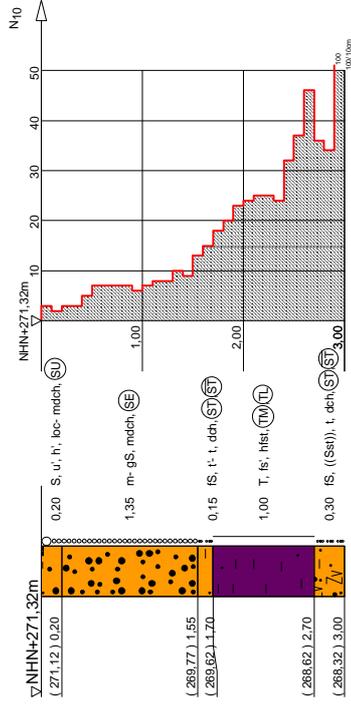
kein Bohrschritt

**BS 4**  
23.03.2020  
Boulderhalle Bubenreuth



kein Bohrschritt

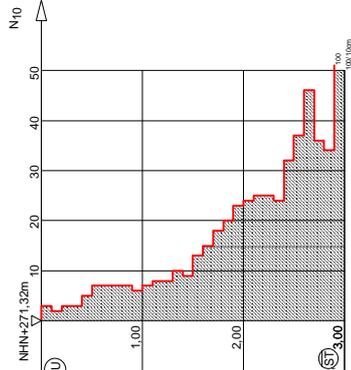
**BS 5**  
23.03.2020  
Boulderhalle Bubenreuth



kein Bohrschritt

kein Rammfortschritt

**DPM 5**  
23.03.2020  
Boulderhalle Bubenreuth



TIEFE	BODENART
0,25	Sand, schwach humos, schwach ch feucht, mitteldicht, (SE) braun
1,45	Mittelsand, schwach schluffig, feucht bis naß, mitteldicht, (SU)
2,25	hellbraun
2,25	Grobsand, naß, mitteldicht, (SE) grau
2,35	Ton, schwach feucht bis feucht, halbfest, (TM)(TL) grau
2,60	Sandstein, stark verwittert lt, schwach feucht, dicht, (SU) hellgrau

TIEFE	BODENART
0,25	Mittelsand, schwach feucht bis feucht, locker bis mitteldicht, (SE) hellbraun/graubraun
0,50	Fein- bis Mittelsand, schwach tonig, schwach feucht, mitteldicht, (ST) braun/dunkelgrau
1,00	Feinsand, schwach schluffig, schwach feucht, mitteldicht, (SE) hellgrau
0,80-1,00	Kernverfest, braun/hellbraun
1,80	Mittel- bis Grobsand, naß, mitteldicht, (SE) hgelbraun/grau
2,40	Ton, Schluff, schwach feucht bis feucht, halbfest bis fest, (TM) (UM)

TIEFE	BODENART
0,20	Sand, schwach schluffig, schwach humos, schwach feucht, locker bis mitteldicht, (SU) braun
1,55	Mittel- bis Grobsand, feucht bis naß, mitteldicht, (SE) ab 0,80 naß, hellbraun/graubraun
1,70	Feinsand, schwach tonig-t onig, schwach feucht, dicht, (ST) hellgrau
2,70	Ton, schwach feinsandig, schwach feucht, halbfest, (TM) Feinsand, Sandstein, stark verwittert, tonig, schwach feucht, dicht, (ST) hellgrau
3,00	

**BS 5**

Plan-Nr: 2.3  
Projekt-Nr: 2020\_025  
Datum: 23.03.2020  
Maßstab: 1:50 H/L ohne  
Bearbeiter: Platzer

**Geotechnik Platzer**  
Ingenieurbüro  
Coburger Straße 69  
91056 Erlangen  
Tel.: 09131/6872-650  
Fax: 09131/68726-651

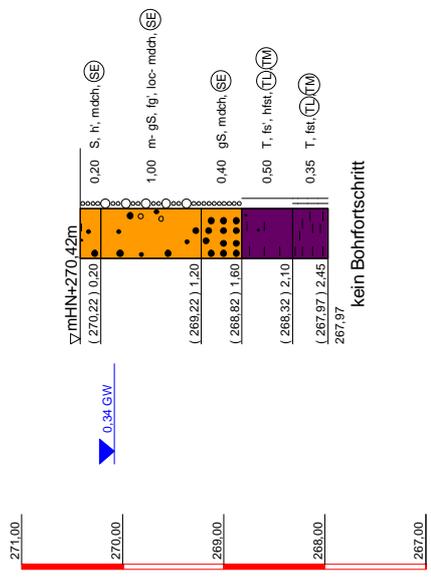
**Bauvorhaben:**  
Gemeinde Bubenreuth  
Bebauungsplan 5/28 "Bruckwiesen II"  
**Planbezeichnung:**  
Bohr-/Sonderprotokolle Baugrunduntersuchung

### BS 1

23.03.2020

Boulderhalle Bubenreuth

mHN+m



kein Bohrfortschritt

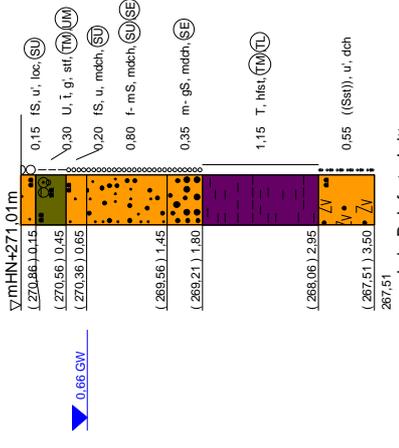
kein Rammfortschritt

TIEFE	BODENART
0.20	Sand, schwach humos, feucht, mitteldicht, (SE) braun
1.20	Mittel- bis Grobsand, schwach feinkiesig, feucht bis naß, locker bis mitteldicht, (SE) hellbraun
1.60	Grobsand, naß, mitteldicht, (SE) hellbraun/grau
2.10	Ton, schwach feinsandig, schwach feucht bis feucht, halbleist. (TL, TM), rotbraun, teilweise grau
2.45	Ton, schwach feucht, fest. (TL, TM), rotbraun

### BS 7

23.03.2020

Boulderhalle Bubenreuth



kein Bohrfortschritt

TIEFE	BODENART
0.15	Feinsand, schwach schluffig, schwach feucht bis feucht, locker (SU), hellbraun
0.45	Schluff, stark tonig, schwach kiesig, schwach feucht, stief. (TM, JM), Manganknollen, dunkelbraun
0.65	Feinsand, schluffig, schwach feucht, mitteldicht (SU), hellgrau
1.45	Fein- bis Mittelsand, feucht bis naß, mitteldicht, (SU, SE), z.T. schwach schluffig, braungrau
1.80	Mittel- bis Grobsand, naß, mitteldicht, (SE), grau
2.95	Ton, feucht, halbleist. (TM, TL), 2.30-2.35 und 2.60-2.70 mS-Linse, rotbraun
3.50	Sandstein, stark verwittert, schwach schluffig, schwach feucht, dicht, feinkörnig, grau

### Geotechnik Platzer

Ingenieurbüro  
Coburger Straße 69  
91056 Erlangen  
Tel.: 09131/6872-650  
Fax: 09131/68726-651

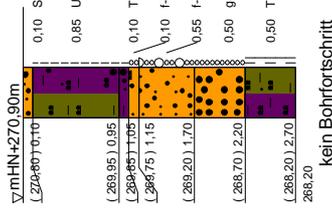
**Bauvorhaben:**  
Gemeinde Bubenreuth  
Bebauungsplan 5/28 "Bruckwiesen II"

**Planbezeichnung:**  
Bohr-/Sonderprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr.: 2.4  
Projekt-Nr.: 2020\_025  
Datum: 23.03.2020  
Maßstab: 1:50 H/L ohne  
Bearbeiter: Platzer

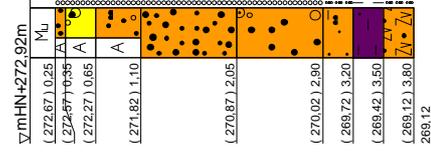
**BS 15**  
25.03.2020  
Straße Bubenreuth

mHN+hm



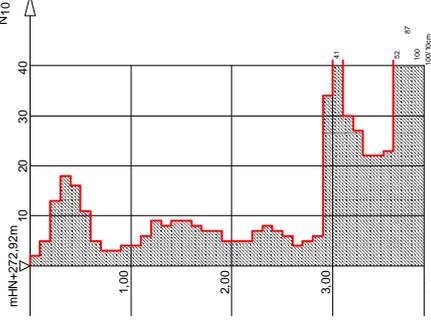
kein Bohrfortschritt

**BS 17**  
25.03.2020  
Straße Bubenreuth



kein Bohrfortschritt

**DPM 17**  
25.03.2020  
Straße Bubenreuth



kein Rammfortschritt

TIEFE	BODENART
0.10	Sand, schwach feucht, (SU), hellbraun
0.85	Schluff, Ton, schwach sandig, schwach feucht bis feucht, steil, (TM) (UV), braungrau
1.05	Ton, sandig, schwach feucht bis feucht, steil, (TM) (TL), braungrau
1.15	Fein- bis Mittelsand, stark tonig, stark schluffig, feucht bis naß, locker bis mitteldicht, (SU) (ST), grau
1.70	Fein- bis Mittelsand, feucht bis naß, locker bis mitteldicht, (SE), grau
2.20	Grobsand, naß, mitteldicht, (SE), grau
2.70	Ton, Schluff, schwach feinsandig, schwach feucht bis feucht, halbfest bis fest, (TM), rotbraun

TIEFE	BODENART
0.25	Muerm Boden
0.35	Auffüllung (Mittelsand), schwach feucht, locker bis mitteldicht, (SE), graubraun
0.65	Auffüllung (Fein- bis Mittelsand, schwach sandig), trocken bis schwach feucht, mitteldicht, (SV)
1.10	Auffüllung (Mittelsand, schwach feinkörnig), schwach schluffig, trocken bis schwach feucht, mitteldicht (SU)
2.05	Mittel- bis Grobsand, feucht, mitteldicht, (SE), gelbbraun
2.90	Grobsand, sehr schwach kiesig, naß, mitteldicht, (SE), graubraun/grau
3.20	Feinsand, schluffig, tonig, feucht, dicht, (SU) (ST), hellgrau
3.50	Ton, schwach feinsandig, schwach feucht, halbfest bis fest, (TL), rotbraun
3.80	Sandstein, stark verwittert, schwach feucht, dicht, (SU), hellgrau

**BS 17**

**Geotechnik Platzer**  
Ingenieurbüro  
Coburger Straße 69  
91056 Erlangen  
Tel.: 09131/6872-650  
Fax: 09131/68726-651

**Bauvorhaben:**  
Gemeinde Bubenreuth  
Bebauungsplan 5/28 "Bruckwiesen II"

**Planbezeichnung:**  
Bohr-/Sonderprotokolle Baugrunduntersuchung

Plan-Nr:	2.8
Projekt-Nr:	2020_025
Datum:	25.03.2020
Maßstab:	1:50 H/L ohne
Bearbeiter:	Platzer



## **Anlage 3:**

**Bodenmechanische Laborversuche**

	Aktenzeichen: <b>F200296</b>	Anlage:	Blatt:
Projekt: <b>2020-025 Bubenreuth</b>			

### Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Ennahmedaten			Zeilen-Nr.:	BS	BS	BS	BS	BS	BS	BS
Proben-Nr.				1	4	5	6	6	7	15
Entnahmestelle										
Zusätzliche Angaben										
Entnahmetiefe von bis m				1,60	1,80	1,70	1,05	1,50	0,65	0,35
Entnahmetiefe bis m			2,10	2,40	2,70	1,50	1,80	1,25	0,95	
Entnahmeart			gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	
Probenbeschreibung			T/U,s	T/U,s,g (Tst)	T/U,s' (Tst)	S,u/t	S,u/t'	S,u/t'	T/U,s*	
Bodengruppe nach DIN18196			TM	TM	TM	SU* / ST*	SU / ST	SU / ST	TM	
Penetrometerablesung $q_p$ MN/m <sup>2</sup>										
Stratigraphie										
Kornverteilung	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil %		1				-18- / 82 / 0	-7- / 90 / 3	-15- / 83 / 2	28 / 16 / 52 / 4
	bzw. --T/U--/S/G Vers.-Typ						Siebung	Siebung	Siebung	Komb.
Dichtebestimmung	Korndichte $\rho_s$ t/m <sup>3</sup>		2							
	Feuchtdichte $\rho$ t/m <sup>3</sup>		3							
	Wassergehalt $w$ %		4	16,7	15,2	17,0				
	Trockendichte $\rho_d$ t/m <sup>3</sup>		5							
Verdichtungsg. / Lagerungsd. $D_{Pr} / I_d$ % / -			6							
Atterberg Grenzen	w-Feinteile $w$ %		7							
	Fließgrenze $w_L$ %		8			39,9				
	Ausrollgrenze $w_p$ %		8			21,1				
	Plastizitätsz. / Konsistenz. $I_p / I_c$ % / -		8			18,8 / 1,22				
Glühverlust $V_{gl}$ %			9							
Kalkgehalt nach SCHEIBLER $V_{Ca}$ %			9							
Durchlässigkeitsbeiwert $k_{10^\circ}$ m/s			10							
Versuchsspannung $\sigma$ MN/m <sup>2</sup>			10							
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast $p_n$ MN/m <sup>2</sup>		11							
	Steifemodul $E_s(p_n, \Delta p) / \Delta p$ MN/m <sup>2</sup>									
	Konsolidierungsbeiwert $c_v$ cm <sup>2</sup> /s									
Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven			12							
Quellversuche	Quellspannung $\sigma_q$ MN/m <sup>2</sup>		13							
	Versuchsdauer $d$		14							
	Quelldehnung $\epsilon_{q,0}$ %		15							
	Versuchsdauer $d$		16							
	Quellversuch nach Huder und Amberg $K$ %		17							
	Versuchsdauer $d$ MN/m <sup>2</sup>		18							
Einaxiale Druckfestig./-modul $q_u / E_u$ MN/m <sup>2</sup>			19							
Probendurchmesser cm			19							
Scherwiderst. d. Flügelsonde $\tau_{FS}$ MN/m <sup>2</sup>			20							
Scherversuche	Vers.Typ/Probendurchm. - / cm		21							
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer - / d		22							
	Reibungswinkel $\varphi$ °		23							
	Kohäsion $c$ MN/m <sup>2</sup>		23							
Einfache Proctordichte $\rho_{Pr}$ t/m <sup>3</sup>			24							
Optimaler Wassergehalt $w_{Pr}$ %			24							
Einbau-w / % Proctorenergie $W_e / .$ %			25							
Erreichte Trockendichte $\rho_{de}$ t/m <sup>3</sup>			25							
Lockerste Lagerung $\rho_{d \min}$ t/m <sup>3</sup>			26							
Dichteste Lagerung $\rho_{d \max}$ t/m <sup>3</sup>			26							
Versuchsgerät / Durchmesser -/cm			26							
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor) F/L		27							
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg. % / %									
	Schwellmaß / Dauer % / d									
	CBR <sub>0</sub> ohne Wasserlagerung %									
	CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung %			28						
PDV	Verformungsmodul $E_{v1}$ MN/m <sup>2</sup>		29							
	Verhältnis $E_{v2} / E_{v1}$ -									
	dyn. Verformungsmodul $E_{vd}$ MN/m <sup>2</sup>									

Bemerkungen:

		Aktenzeichen: <b>F200240</b>	Anlage:	Blatt:
		Projekt: <b>2020-025 Bubenreuth</b>		

### Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Ennahmedaten		Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:	BS	BS	BS	BS	BS		
Ennahmestelle					11	12	13	14	14		
Zusätzliche Angaben											
Ennahmetiefe	von	m			1,60	0,40	2,00	2,60	2,80		
	bis	m			2,30	1,30	3,10	2,80	3,90		
Ennahmeart				gestört	gestört	gestört	gestört	gestört			
Probenbeschreibung				S	S,u/t	T/U,s	S,u/t,o'	T/U,s'			
Bodengruppe nach DIN18196				SE	SU* / ST*	TM	SU* / ST*	TM			
Penetrometerablesung		q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>								
Stratigraphie											
Kornverteilung	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil		%	1	-3- / 93 / 4	10 / 10 / 79 / 1					
	bzw. --T/U--/S/G		Vers.-Typ		Siebung	Komb.					
Dichtebestimmung	Korndichte		ρ <sub>s</sub> t/m <sup>3</sup>	2							
	Feuchtdichte		ρ t/m <sup>3</sup>	3							
	Wassergehalt		w %	4			13,9		16,6		
	Trockendichte		ρ <sub>d</sub> t/m <sup>3</sup>	5							
Verdichtungsg. / Lagerungsd.		D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>	% / -	6							
Atterberg Grenzen	w-Feinteile		w %	7					16,8		
	Fließgrenze		w <sub>L</sub> %	8					41,1		
	Ausrollgrenze		w <sub>p</sub> %	8					20,1		
	Plastizitätsz. / Konsistenz.		I <sub>p</sub> / I <sub>c</sub>	% / -					21,0 / 1,16		
Glühverlust		V <sub>gl</sub>	%	9			1,6				
Kalkgehalt nach SCHEIBLER		V <sub>Ca</sub>	%	9							
Durchlässigkeitsbeiwert		k <sub>10°</sub>	m/s	10							
Versuchsspannung		σ	MN/m <sup>2</sup>	10							
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast		p <sub>n</sub> MN/m <sup>2</sup>	11							
	Steifemodul		E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp MN/m <sup>2</sup>	11							
	Konsolidierungsbeiwert		c <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /s	11							
Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven				12							
Quellversuche	Quellspannung		σ <sub>q</sub> MN/m <sup>2</sup>	13							
	Versuchsdauer		d	14							
	Quelldehnung		ε <sub>q,0</sub> %	15							
	Versuchsdauer		d	16							
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K	%	17						
	Versuchsdauer		σ <sub>0</sub> MN/m <sup>2</sup>	d	18						
Einaxiale Druckfestig./-modul		q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub>	MN/m <sup>2</sup>	19							
Probendurchmesser		cm		19							
Scherwiderst. d. Flügelsonde		τ <sub>FS</sub>	MN/m <sup>2</sup>	20							
Scherversuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21							
	zus. Zyklen/Vers.-Dauer		- / d	22							
	Reibungswinkel		φ °	23							
	Kohäsion		c	MN/m <sup>2</sup>	23						
Einfache Proctordichte		ρ <sub>Pr</sub>	t/m <sup>3</sup>	24							
Optimaler Wassergehalt		W <sub>Pr</sub>	%	24							
Einbau-w / % Proctorenergie		W <sub>e</sub> / .	%	25							
Erreichte Trockendichte		ρ <sub>de</sub>	t/m <sup>3</sup>	25							
Lockerste Lagerung		ρ <sub>d min</sub>	t/m <sup>3</sup>	26							
Dichteste Lagerung		ρ <sub>d max</sub>	t/m <sup>3</sup>	26							
Versuchsgerät / Durchmesser		-/cm		26							
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	27							
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %	27							
	Schwellmaß / Dauer		% / d	27							
	CBR <sub>0</sub> ohne Wasserlagerung		%	28							
CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung		%	28								
PDV	Verformungsmodul		E <sub>v1</sub> MN/m <sup>2</sup>	29							
	Verhältnis		E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub> -	29							
	dyn. Verformungsmodul		E <sub>vd</sub> MN/m <sup>2</sup>	29							

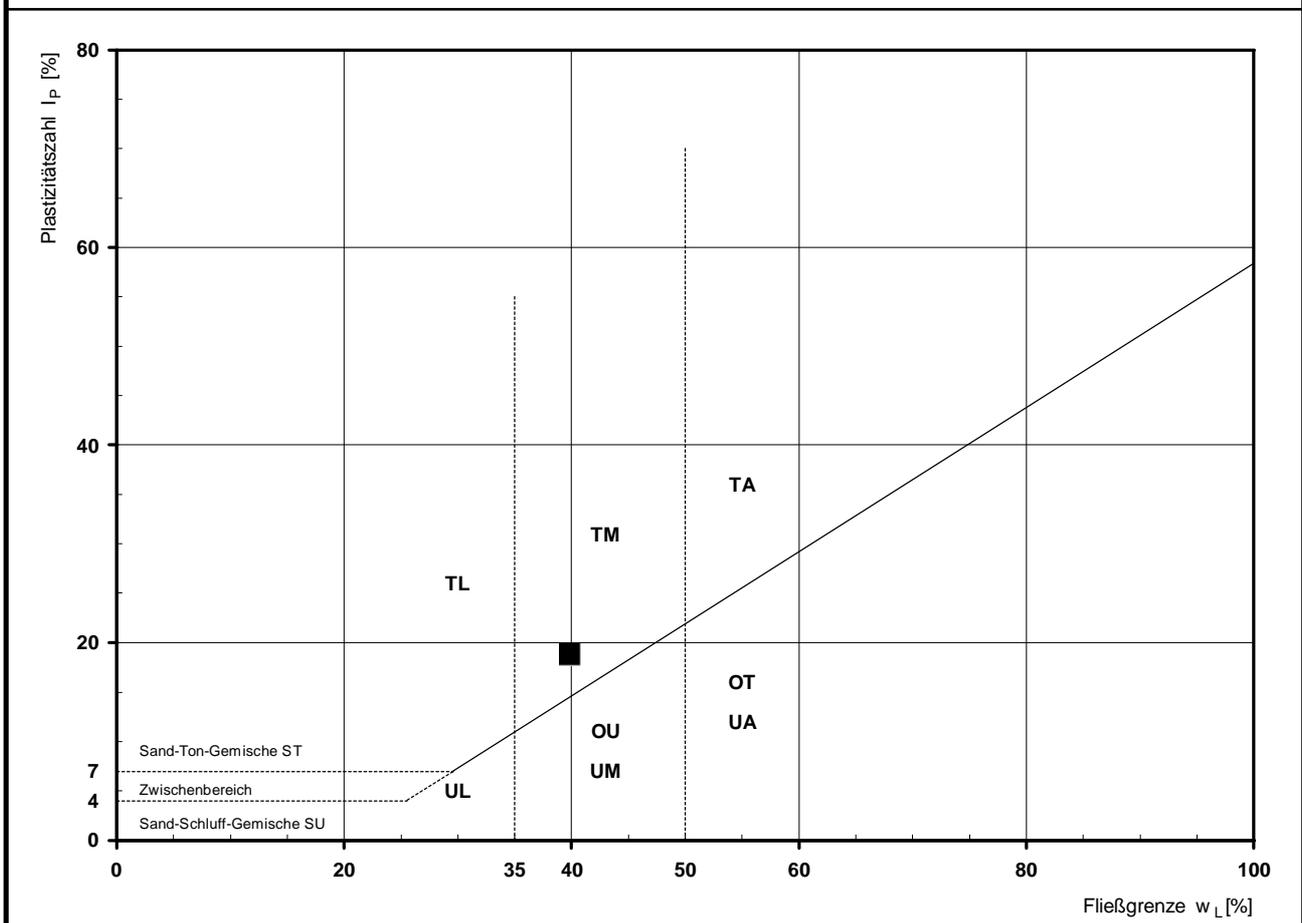
Bemerkungen:

	Aktenzeichen: <b>F200296</b>	Anlage:	Blatt:
	Projekt: <b>2020-025 Bubenreuth</b>		

## Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

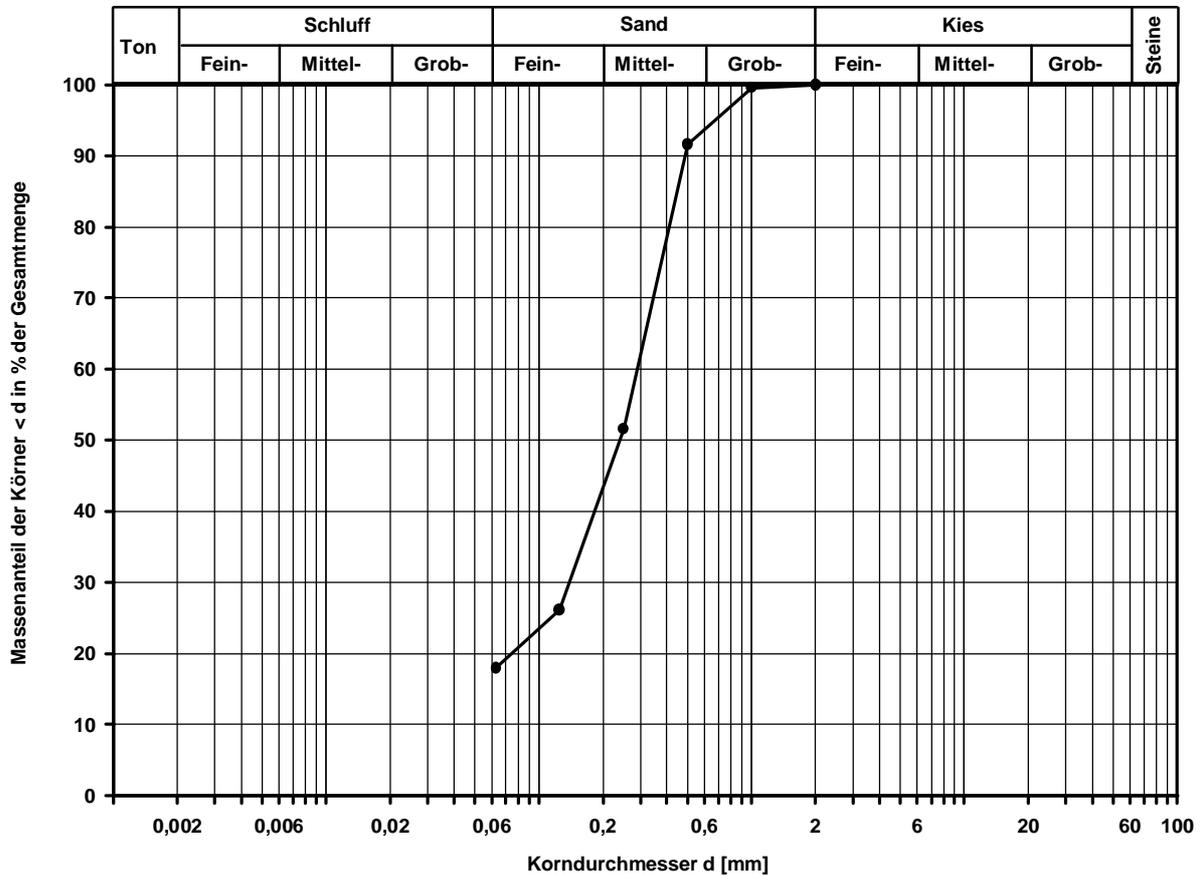
Laufende Nummer:	1						
Symbol:	■						
Entnahmestelle:	BS 5						
Entnahmetiefe: von [m]	1,70						
bis [m]	2,70						
Probenbeschreibung:	T/U,s' (Tst)						
Stratigraphie:							
Natürlicher Wassergehalt: (Feinanteil <= 0,4 mm)	w <sub>F</sub> [%]	17,0					
Fließgrenze:	w <sub>L</sub> [%]	39,9					
Ausrollgrenze:	w <sub>P</sub> [%]	21,1					
Plastizitätszahl:	I <sub>P</sub> [%]	18,8					
Konsistenzzahl:	I <sub>c</sub> [-]	1,22					
Bodengruppe nach DIN 18196:	TM						
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)							

## Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



			Aktenzeichen: <b>F200296</b>	Anlage:	Blatt:
			Projekt: <b>2020-025 Bubenreuth</b>		
<b>Korngrößenverteilung</b> nach DIN 18 123 Siebung			Entnahmestelle BS 6		
			Tiefe unter GOK: 1,05 - 1,50 m		
			Entnahmearart: gestört		
Ausgeführt von: Titzmann		am: 21.04.2020	Probenbeschreibung: S,u/t		Bodengruppe: SU* / ST*
Ausgewertet von: Rhode		am: 22.04.2020	Stratigraphie:		
			Entn. am: 24.03.2020		von: Geotechnik Platzer
Kennziffer [%]		Krümmungszahl $C_c$ $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$		Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]
--18-- / 82 / 0					d50 [mm]
					d20 [mm]
					d10 [mm]
					0,2889
					0,2391
					0,0750

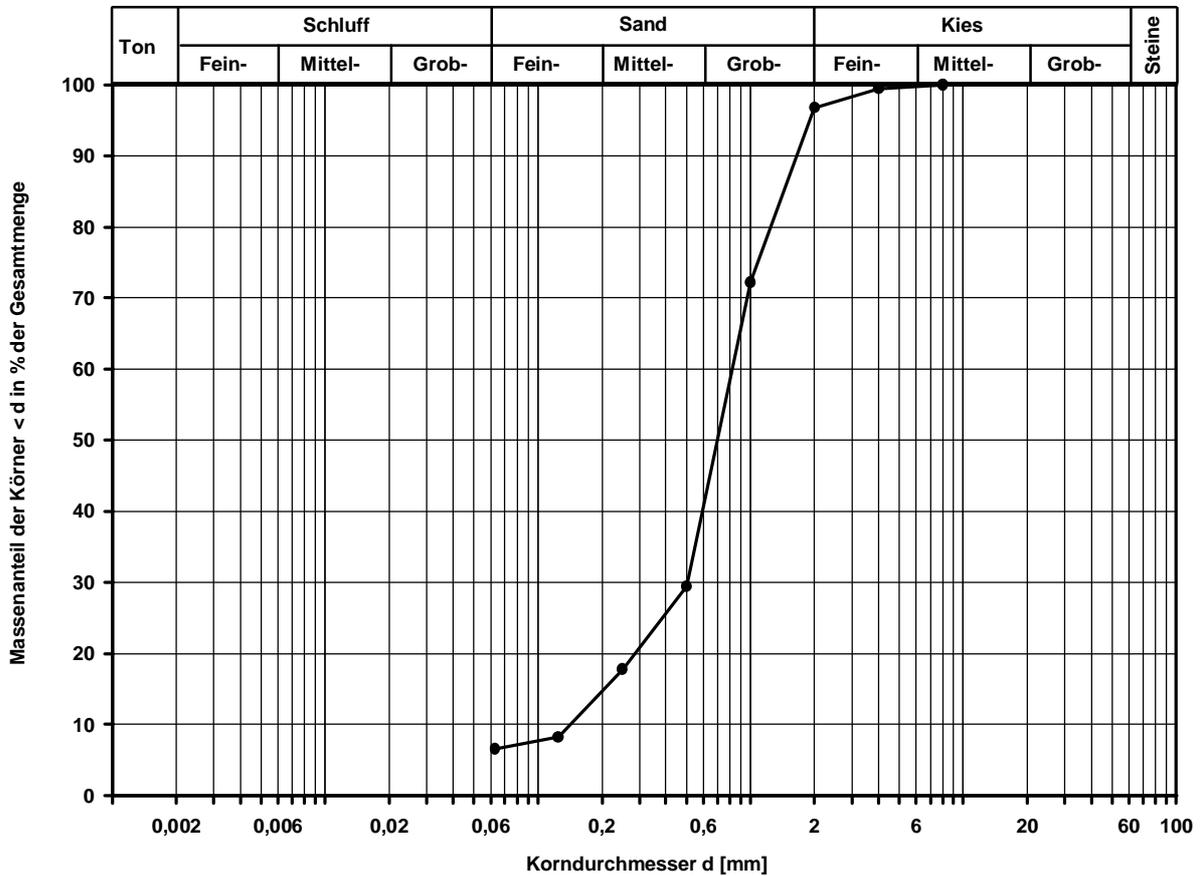
Berechnung  $k_f$  Wert:  
nach Bialas: 9,310E-06 m/s



Bemerkungen:

			Aktenzeichen: <b>F200296</b>	Anlage:	Blatt:		
			Projekt: <b>2020-025 Bubenreuth</b>				
<b>Korngrößenverteilung</b> nach DIN 18 123 Siebung			Entnahmestelle BS 6				
			Tiefe unter GOK: 1,50 - 1,80 m				
Ausgeführt von: Titzmann			am: 21.04.2020	Gepr.:			
Ausgewertet von: Rhode			am: 22.04.2020				
			Entnahmearart: gestört				
			Probenbeschreibung: S,u/t		Bodengruppe: SU / ST		
			Entn. am: 24.03.2020		Stratigraphie: von: Geotechnik Platzer		
Kennziffer [%]	Krümmungszahl $C_c$ $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$		Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]	d20 [mm]	d10 [mm]
--7-- / 90 / 3	2,2		5,8	0,8208	0,6979	0,2858	0,1420

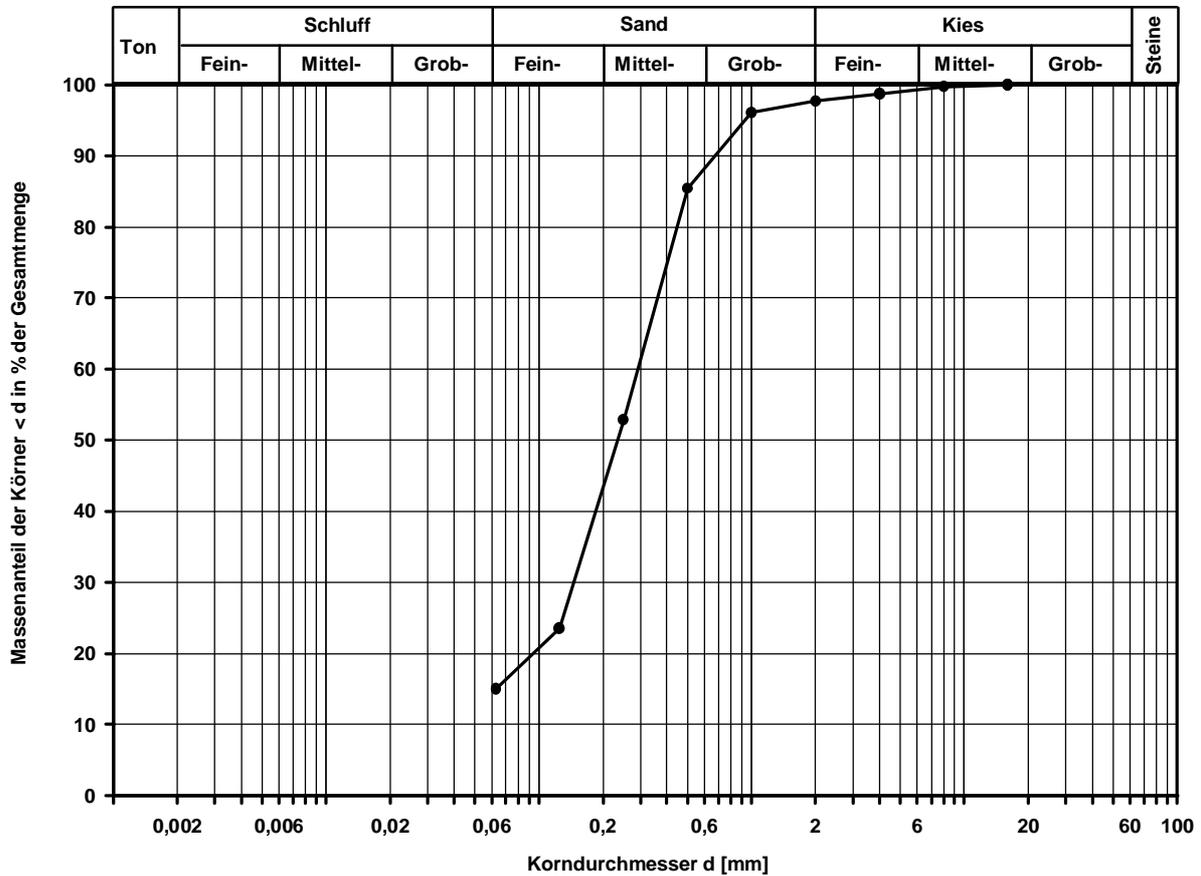
Berechnung  $k_f$  Wert:  
nach Beyer: 1,613E-04 m/s  
nach Bialas: 2,020E-04 m/s



Bemerkungen:

			Aktenzeichen: <b>F200296</b>	Anlage:	Blatt:
			Projekt: <b>2020-025 Bubenreuth</b>		
<b>Korngrößenverteilung</b> nach DIN 18 123 Siebung			Entnahmestelle BS 7		
			Tiefe unter GOK: 0,65 - 1,25 m		
			Entnahmearart: gestört		
Ausgeführt von: Titzmann		am: 21.04.2020	Probenbeschreibung: S,u/t		Bodengruppe: SU / ST
Ausgewertet von: Rhode		am: 22.04.2020	Stratigraphie:		
			Entn. am: 24.03.2020		von: Geotechnik Platzer
Kennziffer [%]	Krümmungszahl $C_c$ $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$		Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]
--15-- / 83 / 2				0,2910	0,2337
				d20 [mm]	d10 [mm]
				0,0942	

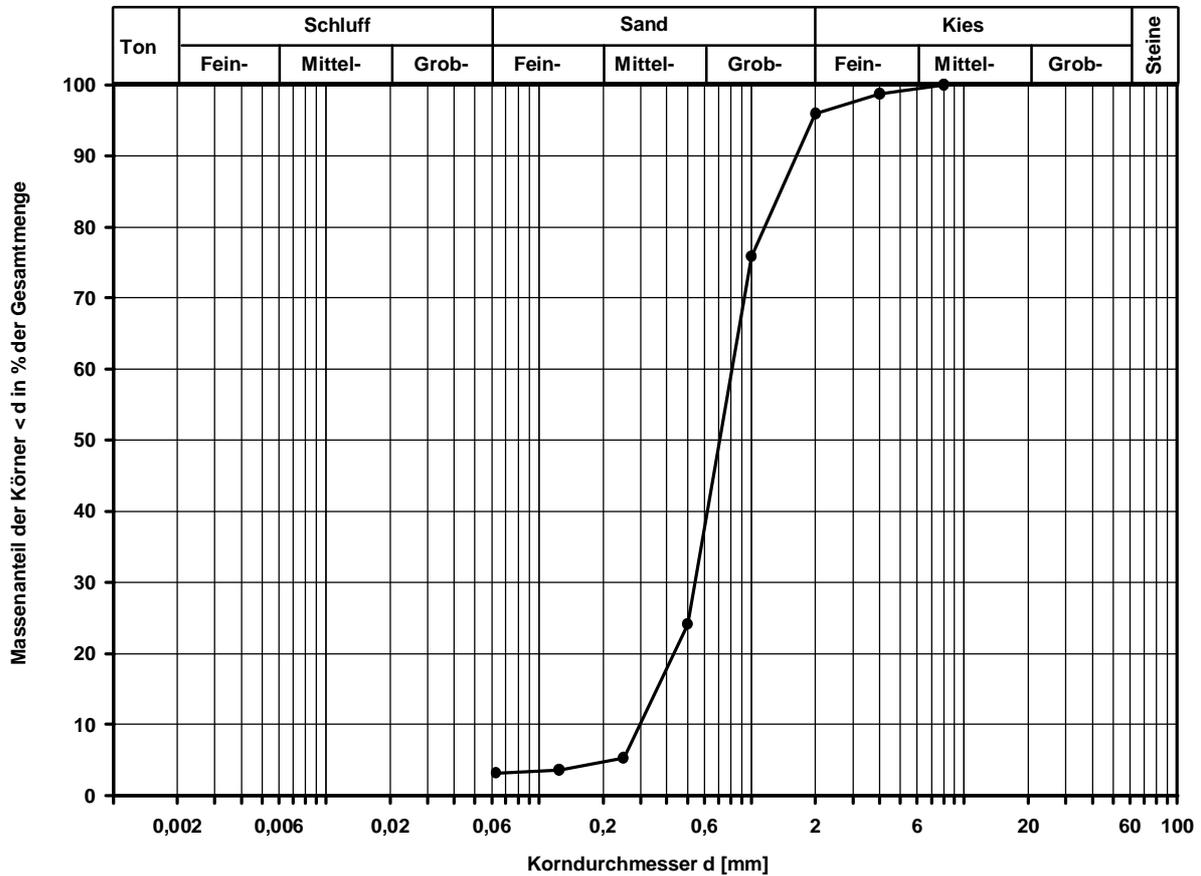
Berechnung  $k_f$  Wert:  
nach Bialas: 1,573E-05 m/s



Bemerkungen:

			Aktenzeichen: <b>F200240</b>	Anlage:	Blatt:
			Projekt: <b>2020-025 Bubenreuth</b>		
<b>Korngrößenverteilung</b> nach DIN 18 123 Siebung			Entnahmestelle BS 11		
			Tiefe unter GOK: 1,60 - 2,30 m		
			Entnahmearart: gestört		
Ausgeführt von: Schwarz			am: 31.03.2020	Gep.::	
Ausgewertet von: Frühwirth			am: 02.04.2020		
			Probenbeschreibung: S		Bodengruppe: SE
			Stratigraphie:		
			Entn. am: 24.03.2020		von: Geotechnik Platzer
Kennziffer [%]	Krümmungszahl $C_c$ $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$		Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]	d50 [mm]
--3-- / 93 / 4	1,2		2,7	0,8088	0,7075
				d20 [mm]	d10 [mm]
				0,4301	0,2975

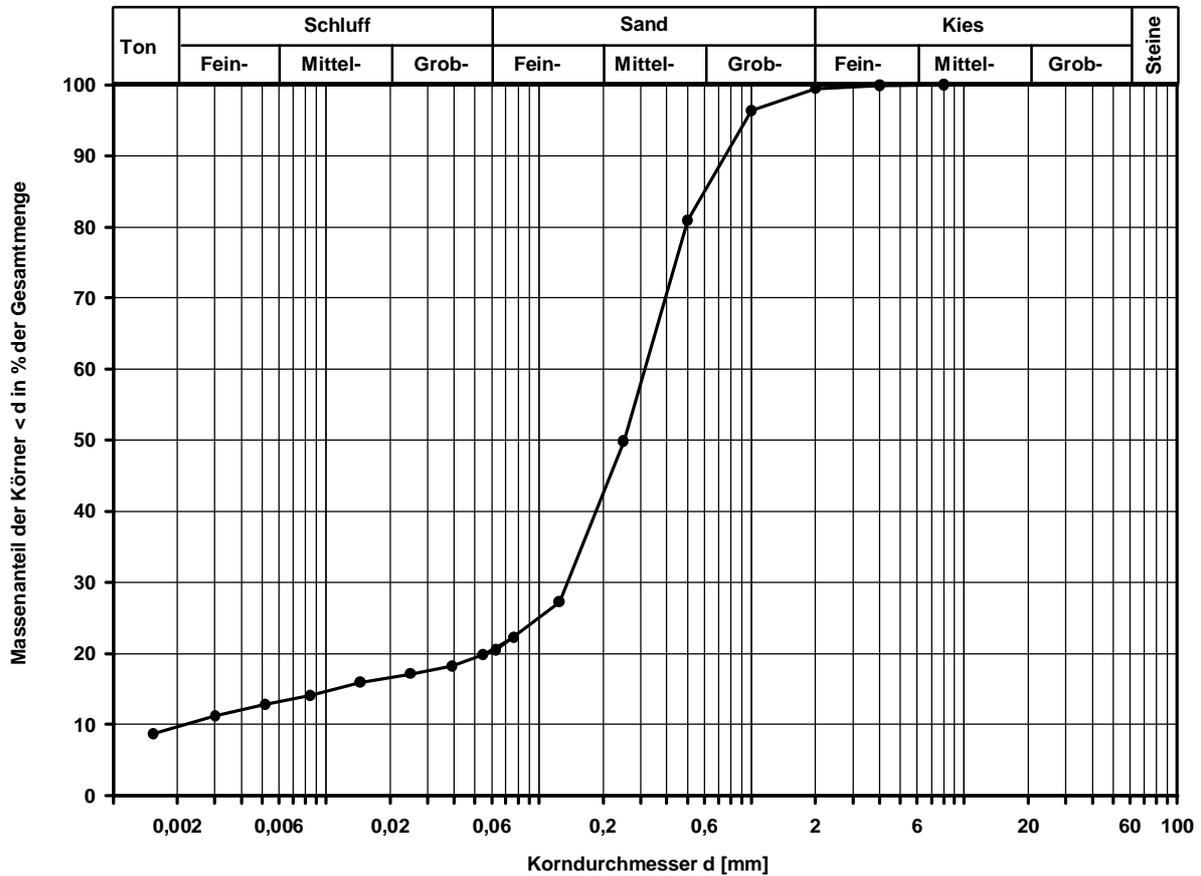
Berechnung  $k_f$  Wert:  
nach Beyer: 8,851E-04 m/s  
nach Bialas: 5,170E-04 m/s



Bemerkungen:

			Aktenzeichen: <b>F200240</b>	Anlage:	Blatt:
			Projekt: <b>2020-025 Bubenreuth</b>		
<b>Korngrößenverteilung</b> nach DIN 18 123 Siebung und Sedimentation			Entnahmestelle BS 12		
			Tiefe unter GOK: 0,40 - 1,30 m		
			Entnahmearart: gestört		
Ausgeführt von: Schwarz			am: 31.03.2020	Gep.::	
Ausgewertet von: Frühwirth			am: 02.04.2020		
			Probenbeschreibung: S,u/t		Bodengruppe: SU* / ST*
			Stratigraphie:		
			Entn. am: 24.03.2020		von: Geotechnik Platzer
Kennziffer [%]		Krümmungszahl $C_c$ $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$		Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm]
10 / 10 / 79 / 1		26,9		142,6	0,3137
				d50 [mm]	d20 [mm]
				0,2509	0,0563
				d10 [mm]	0,0022

Berechnung  $k_f$  Wert:  
nach Beyer: 2,904E-08 m/s  
nach Bialas: 4,814E-06 m/s



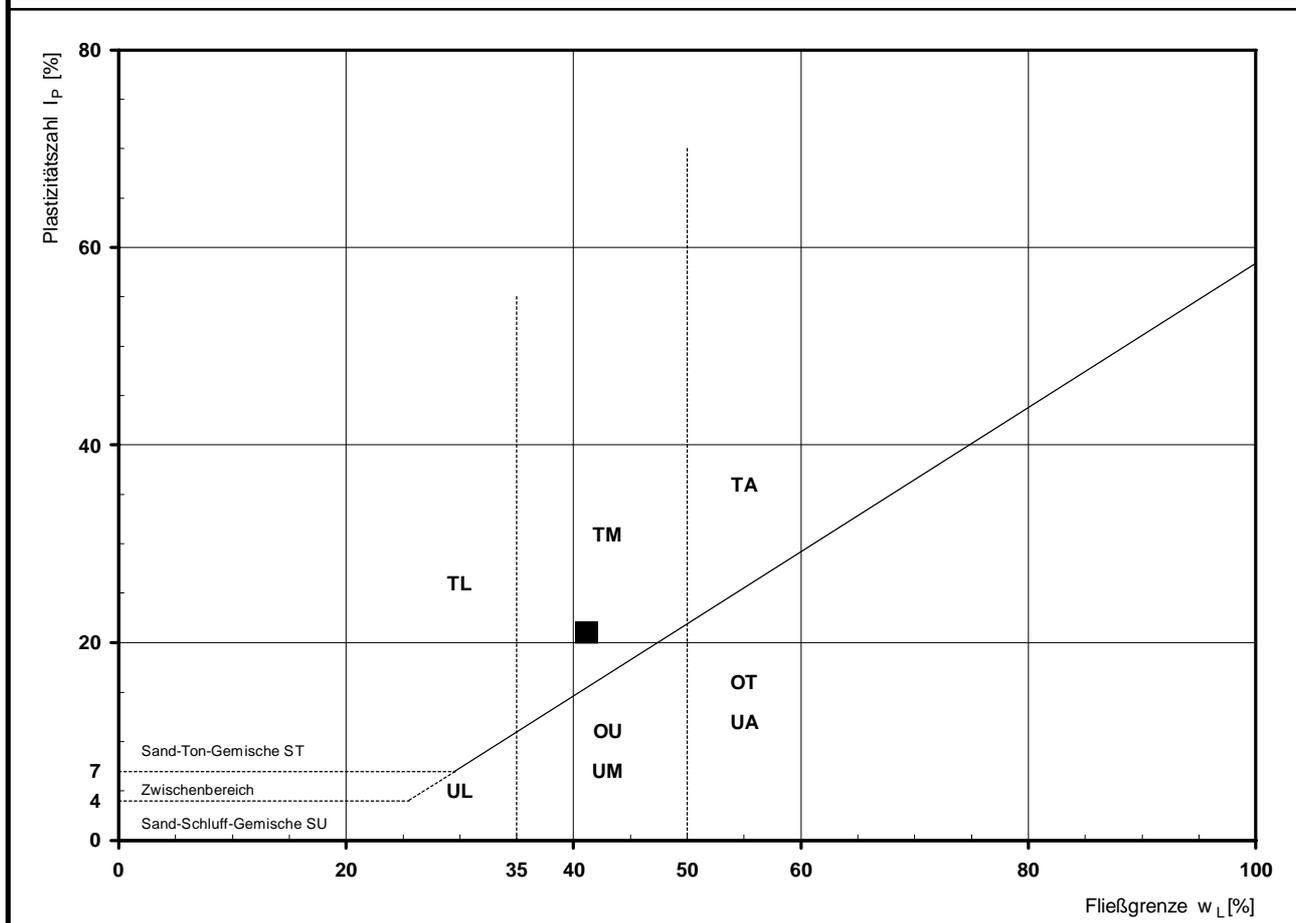
Bemerkungen:

	Aktenzeichen: <b>F200240</b>	Anlage:	Blatt:
	Projekt: <b>2020-025 Bubenreuth</b>		

## Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

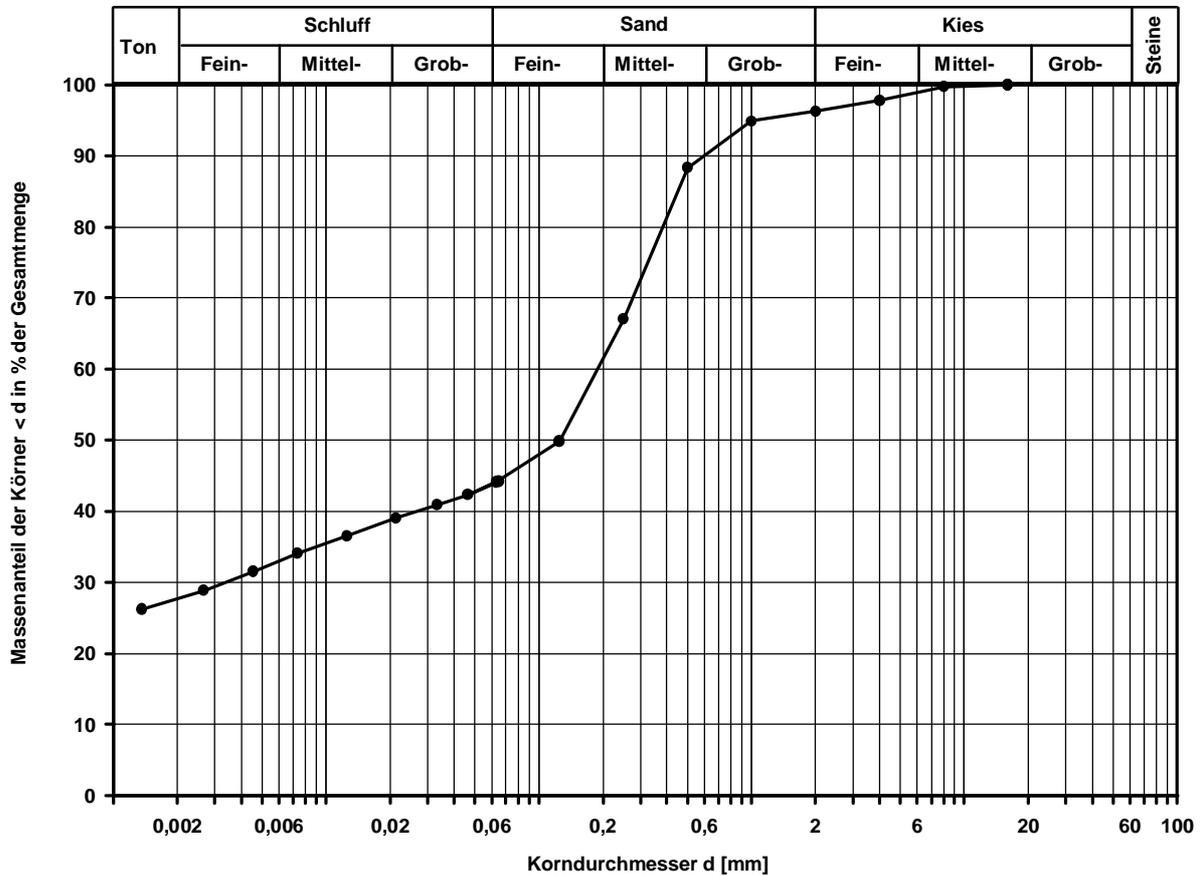
Laufende Nummer:	1						
Symbol:	■						
Entnahmestelle:	BS 14						
Entnahmetiefe: von [m]	2,80						
bis [m]	3,90						
Probenbeschreibung:	T/U,s'						
Stratigraphie:							
Natürlicher Wassergehalt: (Feinanteil <= 0,4 mm) $w_F$ [%]	16,8						
Fließgrenze: $w_L$ [%]	41,1						
Ausrollgrenze: $w_P$ [%]	20,1						
Plastizitätszahl: $I_P$ [%]	21,0						
Konsistenzzahl: $I_c$ [-]	1,16						
Bodengruppe nach DIN 18196:	TM						
Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden)							

## Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



			Aktenzeichen: <b>F200296</b>	Anlage:	Blatt:
			Projekt: <b>2020-025 Bubenreuth</b>		
<b>Korngrößenverteilung</b> nach DIN 18 123 Siebung und Sedimentation			Entnahmestelle BS 15		
			Tiefe unter GOK: 0,35 - 0,95 m		
Ausgeführt von: Titzmann am: 21.04.2020 Gepr.:			Entnahmeart: gestört		
			Probenbeschreibung: T/U,s*		Bodengruppe: TM
Ausgewertet von: Rhode am: 22.04.2020		Entn. am: 24.03.2020		von: Geotechnik Platzer	
Kennziffer [%] 28 / 16 / 52 / 4		Krümmungszahl $C_c$ $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$		Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$	d60 [mm] 0,1883
				d50 [mm] 0,1258	d20 [mm] /
				d10 [mm] /	d10 [mm] /

Berechnung  $k_f$  Wert:



Bemerkungen:

## **Anlage 4:**

**Wasserchemische Analytik**

## AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
Fax: +49 (08765) 93996-28  
[www.agrolab.de](http://www.agrolab.de)



Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " \* " gekennzeichnetet.

DOC-0-10469753DE/PI

AG Landshut  
HRB 7131  
Ust/VAT-Id-Nr.:  
DE 128 944 188

Geschäftsführer  
Dr. Carlo C. Peich  
Dr. Paul Wimmer



Seite 1 von 2

Deutsche  
Akreditierungsstelle  
D-PL-14289-01-00

## AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
Fax: +49 (08765) 93996-28  
[www.agrolab.de](http://www.agrolab.de)



Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " \* " gekennzeichnetet.

DOC-0-10469753-DE-P2

AG Landshut  
HRB 7131  
Ust/VAT-Id-Nr.:  
DE 128 944 188

Geschäftsführer  
Dr. Carlo C. Peich  
Dr. Paul Wimmer



Seite 2 von 2

Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14289-01-00

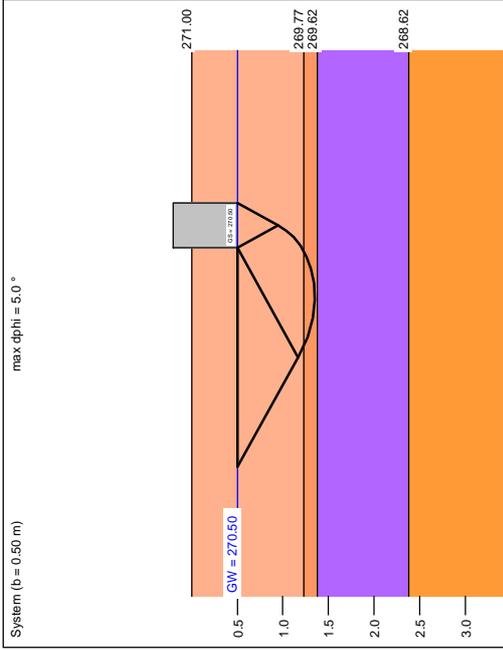
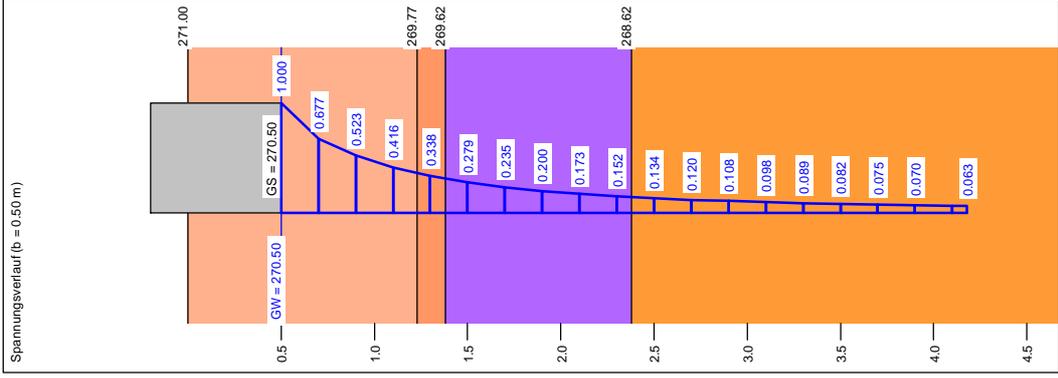
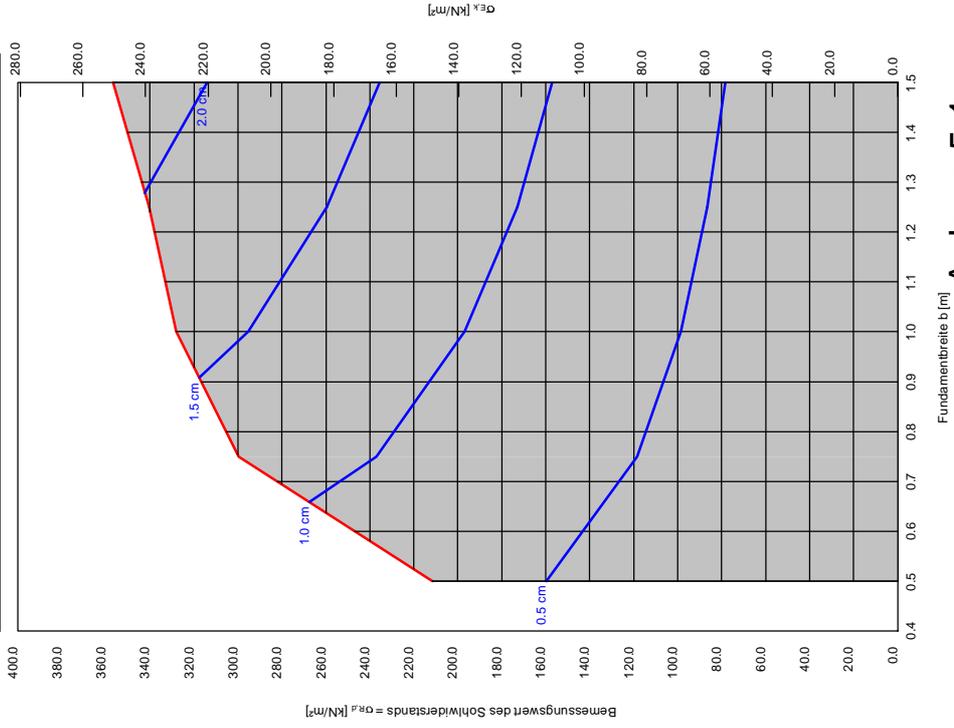
## **Anlage 5:**

**Grundbruch- / Setzungsberechnungen**

# BV Boulderhalle, Bubenreuth Gründung Streifenfundamente Bodenprofil BS 5

GGU-FOOTING / Version 9.02 / 15.03.2019  $\gamma_{(G,Q)} = 1,425$   
 Berechnungsgrundlagen:  
 Neubau Boulderhalle, Bubenreuth  
 Norm: EC 7  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10,00 m)  
 $\gamma_{(G,Q)} = 1,40$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1,35$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1,50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0,500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0,500 \cdot \gamma_G + (1 - 0,500) \cdot \gamma_Q$

$\gamma_{(G,Q)} = 1,425$   
 Oberkante Gelände = 271,00 m  
 Gründungssohle = 270,50 m  
 Grundwasser = 270,50 m  
 Grenztiefe mit  $p = 20,0\%$   
 ———— Sohldruck  
 ———— Setzungen



Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	K [-]	Bezeichnung
19.0	10.0	32.5	0.0	30.0	0.00	1.000	1.000	Sand (SE) mdch 2.1
19.5	10.5	31.0	0.0	30.0	0.00	1.000	1.000	Sand (ST*) md 3.2
20.5	10.5	25.0	0.0	8.0	0.00	1.000	1.000	Ton (TM), hfst 3.3
20.0	10.0	35.0	0.0	80.0	0.00	1.000	1.000	Sst, stark verw. 4.1

a [m]	b [m]	$\sigma_{G,Q}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>d</sub> [kN/m]	$\sigma_{G,Q}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	call $\phi$ [°]	call c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\tau_{d,0}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{v,0}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>1</sub> [m]	UKLS [m]
10.00	0.50	211.6	105.8	148.5	0.66	32.0	0.00	10.03	9.50	4.18	1.35
10.00	0.75	299.7	224.8	210.3	1.26	29.4	6.07	10.11	9.50	5.76	1.66
10.00	1.00	328.1	328.1	230.3	1.67	28.4	8.16	10.18	9.50	6.75	2.00
10.00	1.25	340.5	425.6	238.9	1.97	27.6*	9.38	10.23	9.50	7.52	2.33
10.00	1.50	356.8	535.1	250.4	2.27	30.0*	5.10	10.24	9.50	8.26	2.88

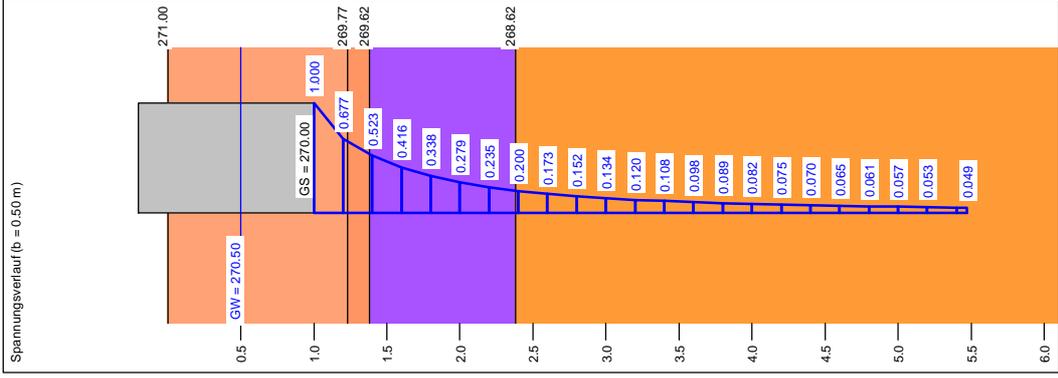
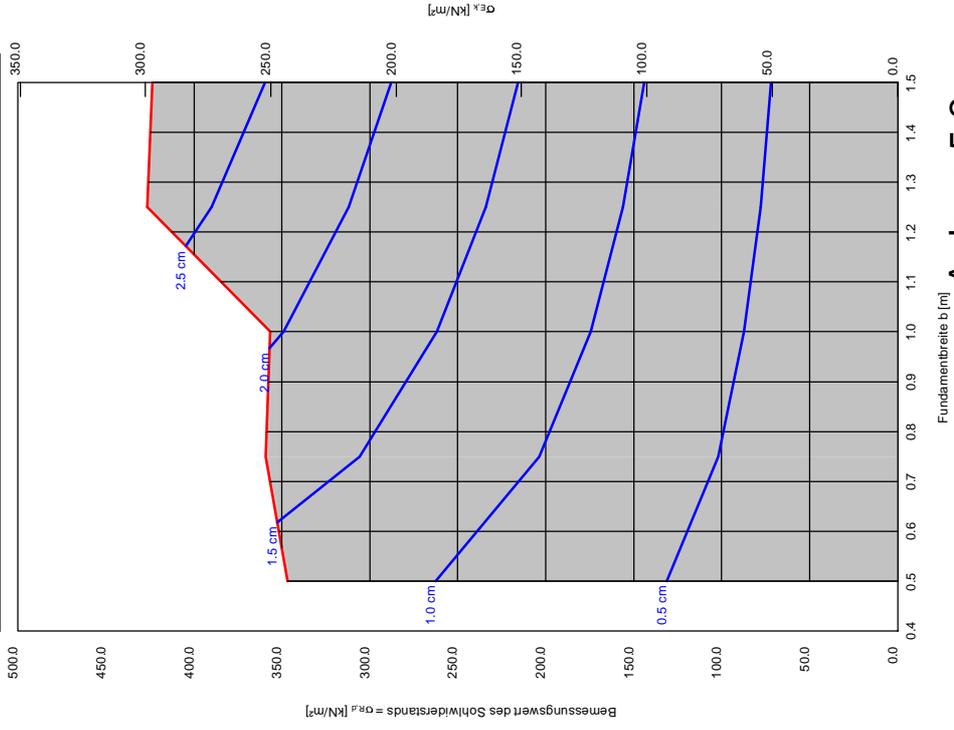
\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{EK} = \sigma_{G,Q} / \gamma_{(G,Q)} + \gamma_{(G,Q)} = \sigma_{G,Q} / (1,40 \cdot 1,43) = \sigma_{G,Q} / 1,99$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [ ] = 0,50

# BV Boulderhalle, Bubenreuth

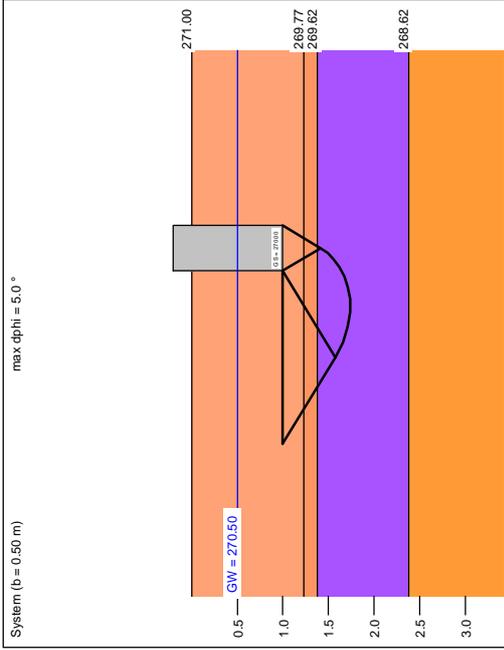
## Gründung Streifenfundamente

### Bodenprofil BS 5

GGU-FOOTING / Version 9.02 / 15.03.2019  $\gamma_{(G,Q)} = 1,425$   
 Berechnungsgrundlagen:  
 Oberkante Gelände = 271.00 m  
 Neubau Boulderhalle, Bubenreuth  
 Norm: EC 7  
 Grundwasser = 270.50 m  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{(G)} = 1,40$   
 $\gamma_{(Q)} = 1,35$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 0,500 \cdot \gamma_G + (1 - 0,500) \cdot \gamma_Q$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 Sollbruch



Boden	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$\phi$ [°]	c [kN/m²]	$E_s$ [MN/m²]	$\nu$ [-]	$\kappa$ [-]	Bezeichnung
	19.0	10.0	32.5	0.0	30.0	0.00	1.000	Sand (SE) mdch 2.1
	19.5	10.5	31.0	0.0	30.0	0.00	1.000	Sand (ST*) md 3.2
	20.5	10.5	25.0	15.0	8.0	0.00	1.000	Ton (TM), hfst 3.3
	20.0	10.0	35.0	0.0	80.0	0.00	1.000	Sst, stark verw. 4.1



a [m]	b [m]	$\sigma_{Rk}$ [kN/m²]	$R_{d1}$ [kN/m]	$\sigma_{Rk}$ [kN/m²]	s [cm]	call $\phi$ [°]	call c [kN/m²]	$\tau_d$ [kN/m²]	$\sigma'_{10}$ [kN/m²]	$t_d$ [m]	UKLS [m]
10.00	0.50	346.7	173.3	243.3	1.32	27.8*	8.98	10.28	14.50	5.47	1.74
10.00	0.75	359.1	269.3	252.0	1.76	26.8*	10.84	10.34	14.50	6.52	2.07
10.00	1.00	356.6	356.6	250.2	2.04	26.9*	9.55	10.38	14.50	7.30	2.43
10.00	1.25	426.6	533.2	299.3	2.73	30.0*	5.95	10.33	14.50	8.57	2.98
10.00	1.50	423.6	635.4	297.3	2.94	30.0*	4.91	10.29	14.50	9.17	3.38

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{Rk} = \sigma_{Rk} / (\gamma_{(G,Q)} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{Rk} / (1,40 \cdot 1,43) = \sigma_{Rk} / 1,99$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [ ] = 0.50