



fm geotechnik I Dipl.-Ing. (FH) Ralf Frankovsky Dipl.-Geol. Klaus Merk Amtzell und Altusried - Kimratshofen

> Baugrunderkundungen Baugrund- und Gründungsgutachten Grundbaustatik Hydrogeologie

Geotechnisches Gutachten

BG St. Georg Straße in Ravensburg / Untereschach

Projekt Nr.

A 1109008

Bauvorhaben

Baugebiet St. Georg Straße in Ravensburg / Untereschach

Auftraggeber

Stadt Ravensburg

Tiefbauamt Seestraße 36 88214 Ravensburg

Planung

Kohler Ingenieure GbR Großtoblerstraße 47 88276 Berg / Ravensburg

Datum

30.09.2011

Bearbeitung

Dipl. Ing. (FH) R. Frankovsky

fm geotechnik GbR Wiesflecken 6 88279 Amtzell

Telefon 07522/9784407 Fax 07522/9784407 Mobil Frankovsky 01525/4295638 fm geotechnik GbR Mayrhalde 11 87452 Altusried

Telefon 08373/3020379 Fax 08373/3020378 Mobil Merk 01525/4269775 Bankverbindung Kreissparkasse Ravensburg BLZ 650 501 10 Konto Nr. 101097792

Steuernummer 91070/47116 Geschäftsführer Ralf Frankovsky Klaus Merk

info@fmgeotechnik.de www.fmgeotechnik.de

BG St. Georg Straße Ravensburg / Untereschach

<u>Inhalt</u>

- 1. Vorgang
- 2. Geologische Situation, Baugrundschichtung
- 3. Beschreibung der Bodenschichten, Bodenkennwerte und Klassifizierung
- 4. Schicht- und Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten, Versickerungsmöglichkeiten
- 5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Anlagen

- 1.1 Lageplan mit Untersuchungspunkten M 1:500
- 2.1 Geotechnischer Schnitt M. d. H. 1:50
- 3.1 Auswertung des Sickerversuches in SG 2/11
- 4 Fototafel SG1/11 bis SG5/11 (2 Seiten)
- 5.1-2 Fundamentdiagramme Einzel- und Streifenfundamente

1. Vorgang

In Unterschach soll im Bereich der St. Georg Straße ein neues Baugebiet erschlossen werden. Die Bebauung soll auf den Grundstücken Flr. Nr. 266, 267, 275/1 und 275/2 erfolgen. In Folge der Erschließung der Grundstücke wird die St. Georg Straße, sowie das Abwassersystem (DN400), nach Nordosten um ca. 50 m und nach Südosten um ca. 30 m verlängert. Der neue Abwasserkanal schließt im Nordwesten an einen bestehenden Kanal (DN1600) an. Die fm geotechnik GbR wurde von der Stadt Ravensburg beauftragt, ein geotechnisches Gutachten für die Erschließung zu erstellen.

Im Bereich des Neubaugebietes wurden zu diesem Zweck am 22.09.2011 insgesamt fünf Baggerschürfe (SG1/11 bis SG5/11) abgeteuft. Die Ansatzpunkte der Schürfgruben wurden nach Lage und Höhe von der fm geotechnik eingemessen. Als Höhenbezugspunkt diente der Kanaldeckel des Schachtes 177E1 in der St. Georg Straße, dessen Deckelhöhe mit 443.00 m ü. NN angegeben wird. Die Lage der Schürfe ist im Lageplan der Anlage 1.1 dargestellt. Die Höhen der Ansatzpunkte, ebenso wie die detaillierte, nach DIN 4022, DIN 18 196 und DIN 18 300 klassifizierte Bodenaufnahme, sind in dem geotechnischen Schnitt der Anlage 2.1 aufgeführt. Zur Ermittlung der Durchlässigkeit des anstehenden Terrassenkieses, wurde in der Schürfgrube SG2/11 ein Sickerversuch ausgeführt. Die Auswertung des Sickerversuches ist in der Anlage 3.1 enthalten.

2. Geologische Situation, Baugrundschichtung

2.1 Geologische Situation

Das geplante Bauareal liegt am nördlichen Ortsrand von Untereschach zwischen der St. Georg Straße und der Straße "Hohe Bäume".

Morphologisch handelt es sich um den Beginn der linken Talflanke des Schussentales, die hier als Terrasse ausgebildet ist.

Geologisch gesehen wurde das heutige Schussental vorwiegend während der letzten Vereisung (Würm) vom Rheingletscher und seinen Schmelzwässern geformt. Der Gletscher schürfte aus dem tertiärzeitlichen Molassesockel die Hohlform des heutigen Schussentales.

BG St. Georg Straße Ravensburg / Untereschach

Seite 3 von 11

Dementsprechend bestehen die Hochflächen des heutigen Tals sowie sein Untergrund selbst aus einem Sockel aus Molassegestein (Untere Süßwassermolasse), der von Grundbzw. Seitenmoräne, dem sog. Geschiebemergel bedeckt wird. Die vom Eis kommenden Schmelzwässer strömten an dem im Schussental befindlichen Zungengletscher nach Norden und schütteten über die vom Eis freigelegte Geschiebemergeloberfläche Sedimente. Nach dem Eisrückzug vertiefte sich die Talsohle des Schussentales und die während der Eiszeit abgelagerten Schichten blieben als sog. Terrassen (Terrassenablagerungen) an den Talhängen zurück. In der Talmitte bildete sich eine mehrere Meter dicke Schicht aus Beckentonen. Die Oberfläche der Glazialböden verwitterte zu einer Verwitterungsdecke. Eine Oberbodenschicht (Mutterboden) schließt die natürliche Schichtenfolge ab. Im Projektgebiet wird die natürliche Schichtenfolge stellenweise von künstlichen Auffüllungen überdeckt.

2.2 Baugrundschichtung

Anhand der aufgeführten Aufschlüsse kann am Projektstandort von folgender genereller Schichtenfolge ausgegangen werden:

Auffüllungen (lokal)

(rezent)

Mutterboden

(Quartär: Holozän)

Verwitterungsdecke

(Quartär: Pleistozän - Holozän)

Terrassenablagerungen

(Quartär: Spätpleistozän (Würm))

Im Einzelnen wurden mit den fünf Schürfgruben SG1/11 bis SG5/11 folgende Schichtglieder bzw. Schichttiefen festgestellt:

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

Aufschluss Ansatzhöhe	SG1/11 442.09 m ü. NN	SG2/11 442.03 m ü. NN	SG3/11 441.84 m ü. NN	SG4/11 441.30 m ü. NN	SG5/11 441.00 m ü. NN
Auffüllungen	_	0,00 - 0,20	_	-	-
Mutterboden	0,00 - 0,40	-	0,00 - 0,30	0,00 – 0,35	0,00 - 0,30
Verwitterungslehm	0,40 - 0,75	-	_	0,35 - 0,60	-
Verwitterungskies	0,75 – 1,10	0,20 - 0,90	0,30 - 1,00	0,60 - 1,60	0,30 - 1,20
Terrassenkies	1,10 – 1,50	0,90 - 2,30*	1,00 – 2,40*	1,60 – 2,50	1,20 - 1,50
Terrassensand	-	-	-	-	1,50 - 1,80
Terrassenschluff	1,50 - 3,50*	_**	_**	2,50 - 3,00*	1,80 – 2,30*

^{*} Endtiefe des Schurfes

3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte und Klassifizierung

3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Auffüllungen

Bei den lediglich in der Schürfgrube SG2/11 angetroffenen Auffüllungen, handelt es sich aus bautechnischer Sicht um einen schwach tonigen, schwach feinsandigen, schwach humosen

^{**}Konnte nicht erkundet werden, da die Grube einstürzte

BG St. Georg Straße Ravensburg / Untereschach

Schluff (Oberboden) in welchem sehr vereinzelt Ziegelreste vorhanden sind. Die Konsistenz des Bodens ist weich. Bis auf die vereinzelten Ziegelreste, zeigten die Auffüllungen keine organoleptischen Auffälligkeiten.

Mutterboden

Der Oberboden am Projektstandort besteht aus einem schwach tonigen, schwach feinsandigen sowie schwach humosen Schluff. Die Konsistenz ist weich. Die Oberbodenschicht ist nicht tragfähig.

Anm.: Da die zu bebauenden Grundstücke bisher zum Teil als Obstplantagen genutzt werden, wird empfohlen, den Aushub des Oberbodens altlastentechnisch durch ein Fachbüro begleiten zu lassen, oder im Vorfeld den Boden auf etwaige Schadstoffe (zum Beispiel Pflanzenschutzmittel) untersuchen zu lassen.

Verwitterungsdecke (Verwitterungskies und Verwitterungslehm)

Bei der angetroffenen Verwitterungsdecke handelt es sich um die Verwitterungszone der Terrassenablagerungen. Die Verwitterungsdecke setzt sich größtenteils aus einem schwach schluffigen bis stark schluffigen, schwach sandigen bis sandigen Fein- bis Grobkies (Verwitterungskies) zusammen. Lokal liegt über dem Verwitterungskies ein Verwitterungslehm. Der Lehmboden kann aus bautechnischer Sicht als ein schwach toniger, schwach feinsandiger, schwach kiesiger bis kiesiger Schluff beschrieben werden.

Der Lagerungszustand des Verwitterungskieses ist dem Baggerfortschritt zufolge als locker zu bezeichnen, die bindige Matrix des Kieses hat weiche bis lokal steife Konsistenz. Die Konsistenz des Verwitterungslehms ist weich.

Insgesamt ist die Verwitterungsdecke zum Abtrag von Gebäudelasten nur mäßig geeignet.

Terrassenablagerungen

Terrassenkies

Der grau gefärbte Terrassenkies setzt sich aus einem sandigen, schwach steinigen bis steinigen Fein- bis Grobkies zusammen. Vereinzelt sind im Terrassenkies einzelne, dünne, reine Sandlagen eingeschaltet. Der Lagerungszustand des Kiesbodens ist dem Baggerfortschritt zu folge als mitteldicht zu bewerten. Mit Erreichen des Grundwassers, flossen die sandigen Anteile aus dem Kiesboden aus, was dazu führte dass die Gruben einstürzten. Der Wasserandrang innerhalb des Terrassenkieses war erheblich. Der Terrassenkies stellt einen gut tragfähigen Baugrund dar. Unterhalb des Grundwasserspiegels ist der Kiesboden jedoch im freien Anschnitt nicht mehr standsicher.

Terrassensand

Im Bereich der Schürfgrube SG5/11 ist innerhalb des unterhalb des Terrassenkieses eine 30 cm dicke Terrassensandschicht vorhanden. Der locker bis mitteldicht gelagerte Terrassensand setzt sich aus einem schwach schluffigen Fein- bis Mittelsand zusammen. Der Sandboden ist vollständig wassergesättigt und floss beim Anschneiden aus. Der Terrassensand ist zum Abtrag von Gebäudelasten nur mäßig geeignet.

Terrassenschluff

Bei dem hellbeige gefärbten Terrassenschluff handelt es sich aus bautechnischer Sicht um einen schwach tonigen, stark feinsandigen Schluff. Die Konsistenz des Schluff/Sand Gemisches ist größtenteils weich. In Bereichen in denen die darüber liegenden Schichten wasserführend sind, ist die Konsistenz am Top der Schicht breiig. Im Bereich der Schürfgrube SG1/11 ist die Konsistenz mit zunehmender Tiefe auch weich bis steif.

Der Lehmboden zeigt thixotrope Eigenschaften, das bedeutet, dass er sich unter mechanischer Einwirkung (z. B. Rütteln) verflüssigt. Der Terrassenschluff ist zum Abtrag von Gebäudelasten nur mäßig geeignet.

BG St. Georg Straße Ravensburg / Untereschach

3.2 Bodenkennwerte und Klassifizierung

Im Folgenden werden die für den Erdbau notwendigen Bodenklassen und die Bodenkennwerte angegeben:

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)

Schicht	Wichte (erdfeucht) γ [kN/m³]	Wichte (unter Auftrieb) γ' [kN/m³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion (dräniert) c' [kN/m²]	Steifemodul E _s [MN/m²]
Auffüllungen (Oberboden)	15 – 16	5 – 6	17,5 – 20,0	0	1 – 2
Mutterboden	15 – 16	5 – 6	17,5 – 20,0	0	1 – 2
Verwitterungslehm	18 – 19	8 – 9	25 – 27,5	0-1	3-4
Verwitterungskies	19 – 20	9 – 10	27,5 – 32,5	0	4 – 5
Terrassenkies	20 – 21	10 – 11	32,5 – 35,0	0	30 – 50
Terrassensand	19 – 20	9 – 10	30,0 – 32,5	0	5 – 10
Terrassenschluff	18 – 19	8 – 9	25,0 – 27,5	0 – 4	5 – 10

Tabelle 3: Klassifizierung der Böden

Schicht	Bodengruppe DIN18196	Bodenklasse DIN18300	Bodenklasse DIN18301	Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 09
Auffüllungen	(OU)	1	BO1	F3
Mutterboden	OU	1	BO1	F3
Verwitterungslehm	UL/UM	4	BB2	F3
Verwitterungskies	GU/GU*	3/4	BN2	F2/F3
Terrassenkies	GE/GW	3,(5)*	BN1,BS1,(BS2)*	F1
Terrassensand	SU	2,(3)**	BN1/2	F2
Terrassenschluff	UL/SU*	4,(2)***	BB1-2	F3

^{*} je nach Steinanteil

^{**}Bkl.2 wenn wassergesättigt

^{***}Bkl.2 wenn durch mechanische Einwirkung beeinflusst

BG St. Georg Straße Ravensburg / Untereschach

4. Schicht- und Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten, Versickerungsmöglichkeiten

4.1 Grundwasserverhältnisse

Während der Untersuchungsarbeiten am 22.09.2011 wurde in vier Schürfgruben Wasser angetroffen. Die Grundwasserstände sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 4: Wasserstände in den Schürfgruben am 22.09.2011

Aufschluss	Wasser angetroffen		
Auischluss	m. u. Gel	m ü. NN	
SG1/11	Kein Wasser	-	
SG2/11	1,65	440.38	
SG3/11	2,10	439.74	
SG4/11	2,00	439.30	
SG5/11	1,50	439.50	

Im Untersuchungsgebiet fungieren der Terrassenkies und der Terrassensand als Grundwasserleiter. Der darunter liegende Terrassenschluff besitzt eine geringere Durchlässigkeit, so dass dieser Boden als Grundwasserstauer bezeichnet werden kann. Innerhalb des Terrassenschluffes ist jedoch aufgrund seiner stark sandigen Eigenschaften mit Schichtwasser zu rechnen, welches bei freiem Anschnitt ausfließt. Die sandigen Anteile des Terrassenschluffes werden dann ebenfalls ausgespült. Die Grundwasserfließrichtung ist den allgemeinen hydrogeologischen Bedingungen zufolge nach Südwesten gerichtet.

Der Wasserandrang innerhalb des Kieses war während der Untersuchungsarbeiten erheblich. Nach lang anhaltenden Niederschlägen muss auch mit höheren Grundwasserständen und Schichtwasser im Verwitterungskies gerechnet werden. Daten zu Langzeitmessungen des Grundwasserspiegels im Untersuchungsgebiet liegen dem Unterzeichner nicht vor. Ein Grundwasserschwankungsbereich von +- 1,00 m ist nicht auszuschließen. Zur genaueren Bestimmung des Grundwasserschwankungsbereiches können Rammkernpegel (1" oder 2") in den Boden eingebracht werden, in welchen dann regelmäßig der Grundwasserstand gemessen wird.

4.2 Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerungsmöglichkeiten

Im Zuge der Erkundungsarbeiten sollte untersucht werden, ob das anfallende Oberflächenwasser in einer der anstehenden Bodenschichten versickert werden kann.

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zu der Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Versickerung kann direkt erfolgen oder das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen, durch eine Sickeranlage mit verzögerter Versickerung in Trockenperioden dem Untergrund zugeführt werden. Nach dem ATV-DVWK-A138 (Januar 2002) sollte der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in dem die Versickerung stattfinden soll, zwischen kf = 1,0 • 10^{-8} m/s und $k_f = 1,0 • 10^{-6}$ m/s liegen.

Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von kf < 1,0 • 10⁻⁶ m/s ist

BG St. Georg Straße Ravensburg / Untereschach

eine Regenwasserbewirtschaftung ausschließlich über Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorzusehen ist.

Die obersten Schichten der untersuchten Bereiche werden vorwiegend von lehmigen Böden (Verwitterungslehm, Verwitterungskies) gebildet. Unter den lehmigen Böden folgt der Terrassenkies welcher aufgrund seiner nur geringen bindigen Anteile für eine eventuelle Versickerung geeignet ist. Um den Durchlässigkeitsbeiwert des Terrassenkieses zu bestimmen wurde in der Schürfgrube SG2/11 ein Sickerversuch ausgeführt (vgl. Anlage 3.1). Der <u>vertikale</u> Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) aus dem Sickerversuch sowie der Bemessungs – kf – Wert nach der ATV-DVWK-A138, Tab. B1, ist in der Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Durchlässigkeitsbeiwert k_f des Terrassenkieses bei SG2/11

Aufschluss	vertikale Durchlässigkeit k _r -Wert Feldversuch (m/s)	vertikale Durchlässigkeit k _f -Wert Bemessung (m/s)	Bodenart
SG2/11 1,30 m u. GOK	4,24 • 10 ⁻⁴	8,48 • 10 ⁻⁴	Terrassenkies

Die gemessenen vertikalen Durchlässigkeitsbeiwerte stufen den Terrassenkies nach DIN 18130, Teil 1, Tabelle 1 als einen "stark durchlässigen" Boden ein. Die <u>horizontalen</u> Durchlässigkeitsbeiwerte sind in der Regel um eine 10er Potenz größer.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte des Verwitterungslehms, des Verwitterungskieses sowie des Terrassenschluffes liegen erfahrungsgemäß im Bereich zwischen 1 •10⁻⁶ m/s (Verwitterungskies) und 1 • 10⁻⁸ m/s (Verwitterungslehm) und sind nach DIN 18130, Teil 1, Tabelle 1 als "schwach durchlässige" bzw. "sehr schwach durchlässige" Böden einzustufen, die den Anforderungen der ATV-DVWK-A138 nicht entsprechen.

4.3 Randbedingungen nach der ATV-DVWK-A138

Bebauung

Das Untersuchungsgelände ist momentan unbebaut, grenzt jedoch im Westen und Südwesten an bestehende Wohngebiete (vgl. Anlage 1.1) an.

Der Mindestabstand zentraler bzw. dezentraler Versickerungsanlagen (vgl. ATV-DVWK-A138, S.20, Bild2) sollte von bestehender bzw. geplanter Bebauung - vom Baugrubenfußpunkt ausgehend - das 1,5-fache der Baugrubentiefe nicht unterschreiten. Ansonsten sind die Keller wasserdicht auszuführen.

Wasserschutzgebiet

Nach der online Auskunft der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz von Baden-Württemberg befindet sich das Bebauungsareal in keinem Wasserschutzgebiet.

Altlastenverdachtsflächen

Nach dem ATV-DVWK-A138 dürfen keine Versickerungen im Bereich von belasteten Auffüllungen ausgeführt werden. Im Untersuchungsgebiet wurden lokale Auffüllungshorizonte erkundet. Diese Auffüllungen bzw. die angetroffenen natürlichen Schichten zeigten jedoch organoleptisch keine altlastenverdächtigen Schadstoffanreicherungen. Werden bei der Herstellung der Versickerungsanlagen dennoch kontaminierte Bereiche festgestellt, so müssen die relevanten Bereiche genau untersucht und eingegrenzt werden.

BG St. Georg Straße Ravensburg / Untereschach

5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

5.1 Gründung

Von den geplanten Gebäuden liegen noch keine Detailpläne vor. Der geotechnische Schnitt ist in der Anlage 2.1 enthalten. Entsprechend Abschnitt 3.1 sind die Bauwerkslasten in den Terrassenkies abzutragen.

Die Hangendgrenze des Terrassenkieses wurde bei den Aufschlüssen SG1/11 bis SG5/11 auf folgenden Höhenkoten erkundet:

SG1/11: 440.99 m ü. NN bzw. 1,10 m unter Geländeoberkante 441.30 m ü. NN bzw. 0,90 m unter Geländeoberkante 440.84 m ü. NN bzw. 1,00 m unter Geländeoberkante 439.70 m ü. NN bzw. 1,60 m unter Geländeoberkante 439.80 m ü. NN bzw. 1,20 m unter Geländeoberkante

Es wird vorgeschlagen die Gebäude einheitlich in dem gut tragfähigen Terrassenkies auf Fundamenten oder einer Bodenplatte zu gründen. Unterhalb des Terrassenkieses folgt der Terrassenschluff, welcher zur Gründung von Gebäuden weniger geeignet ist als der Terrassenkies. Es wird deshalb empfohlen, mit der Höhe der Gründungssohlen noch im Bereich des Terrassenkieses zu bleiben. Dies bietet sich auch mit Blick auf die Grundwassersituation und der Herstellung von Baugruben unterhalb des Grundwasserspiegels an (s. Abschnitt 5.3).

Werden Gebäude nicht unterkellert, so sind die Fundamente über Fundamentvertiefungen bis auf den Terrassenkies zu führen. Dazu werden senkrechte Gräben bis zur Gründungstiefe ausgehoben und unmittelbar nach Aushub bis auf die Oberkante der geplanten Fundamente mit Magerbeton aufgefüllt. Wie die Baggerarbeiten zeigten, blieben die Schürfgruben oberhalb des Grundwasserspiegels kurzfristig unter 90° stehen. Auf die Verwendung von Brunnenschachtringen kann, sofern die Vertiefungen nicht bis unterhalb des Grundwasserspiegels geführt werden, verzichtet werden. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Fundamentvertiefungen unter keinen Umständen betreten werden dürfen und direkt nach dem Aushub mit Magerbeton zu verfüllen sind.

Bei einer Gründung nicht unterkellerter Gebäude auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte, sind der Verwitterungslehm und der Verwitterungskies durch einen Bodenersatzkörper auszutauschen. Der Bodenersatzkörper ist aus einem feinkornarmen (< 5% Schluffanteil) Kiessand herzustellen, lagenweise einzubauen und zu verdichten ($D_{Lage} = 0,30$ m). Die ordnungsgemäße Verdichtung des Bodenersatzkörpers ist mittels Plattendruckversuchen zu überprüfen (empfohlen: $E_{v2} \ge 100$ MN/m²). Der Bodenersatzkörper ist so weit über den Rand der Bodenplatte auszubilden, dass sich ein Lastausbreitungswinkel von 45° einstellen kann.

In den Anlagen 5.1 bis 5.2 sind Fundamentdiagramme für die Vorbemessung von Einzelund Streifenfundamenten enthalten, welche im Terrassenkies gründen. Der aufnehmbare Sohldruck ist dort in Abhängigkeit von der Fundamentgeometrie und für mittige Belastung dargestellt. Berechnungsgrundlage sind die DIN 1054:2005-01 und die DIN 4017:2006-03. Es liegt der Lastfall 1 (ständige Bemessungssituation) zugrunde und das Verhältnis von veränderlichen zu Gesamtlasten wurde mit 0,5 vorausgesetzt.

Bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu \le 1,0$ und Begrenzung der rechnerischen Setzung auf z. B. s $\le 1,5$ cm ist, je nach gewählter Fundamentgeometrie, folgender aufnehmbarer Sohldruck anzusetzen (Auszüge aus den Anlage 5.1 und 5.2):

BG St. Georg Straße Ravensburg / Untereschach

Anlage 5.1 - quadratisches Einzelfundament (a / b = 1)

Einzelfundament a x b = 0,80 x 0,80m: $z_{ul}\sigma$ = 290 kN/m², $z_{ul}R$ = 186 kN, $z_{ul}R$ = 1,42 cm Einzelfundament a x b = 1,00 x 1,00m: $z_{ul}\sigma$ = 231 kN/m², $z_{ul}R$ = 231 kN, $z_{ul}R$ = 1,50 cm Einzelfundament a x b = 1,20 x 1,20m: $z_{ul}\sigma$ = 186 kN/m², $z_{ul}R$ = 267 kN, $z_{ul}R$ = 1,50 cm

Anlage 5.2 – Streifenfundament I = 10 m

```
Streifenfundament b = 0,6 m, I = 10 m: _{zul.}\sigma = 150 kN/m², _{zul.}R = 90 kN/m, _{zugh.s} = 1,50 cm Streifenfundament b = 0,8 m, I = 10 m: _{zul.}\sigma = 113 kN/m², _{zul.}R = 90 kN/m, _{zugh.s} = 1,50 cm Streifenfundament b = 1,0 m, I = 10 m: _{zul.}\sigma = 95 kN/m², _{zul.}R = 95 kN/m, _{zugh.s} = 1,50 cm
```

Je nach gewählter Fundamentgeometrie ist entweder die Grundbruchsicherheit (rote Linie im Diagramm) oder die Begrenzung der Setzungen (hier 1,50 cm gewählt - blaue Linie im Diagramm) maßgebend für den aufnehmbaren Sohldruck.

Die zulässigen Setzungen des Gebäudes sind vom zuständigen Planer festzulegen.

Bei den o. g. Tragfähigkeitswerten ist die gegenseitige Beeinflussung von Fundamentlasten noch nicht berücksichtigt. Es wird vorgeschlagen, die Gründungsvorbemessung nach dem Fundamentdiagrammen in den Anlagen 5.1 bis 5.2 vorzunehmen. Nach Vorlage der aktuellen Bauwerkslasten (Fundamente mit Bodenpressungen) sind bei setzungsempfindlichen Tragkonstruktionen die gegenseitigen Beeinflussungen der Fundamente und die Verträglichkeit der Setzungsdifferenzen bzw. Fundamentverdrehungen mit einer Setzungsberechnung zu überprüfen.

Werden Gebäude auf einer tragenden Bodenplatte im Terrassenkies gegründet, so kann zur Vorbemessung der Bodenplatte ein Bettungsmodul in der Größenordnung von $k_s = 10 - 15$ MN/m³ angesetzt werden. Der exakte Bettungsmodulverlauf kann über den Steifemodul des Bodens anhand einer detaillierten Setzungsberechnung bestimmt werden.

5.2 Grundwasser und Entwässerung

Während der Erkundungsarbeiten wurde in vier Schürfgruben Grundwasser festgestellt. Der Bemessungsgrundwasserspiegel ist, sofern keine Langzeitmessungen veranlasst werden, auf denen im Abschnitt 4.1 angegebenen Höhenkoten +1,00 m anzusetzen.

Werden Gebäude unterkellert, so sind diese gegen drückendes Wasser von außen nach der DIN 18195 (-6) abzudichten. Ansonsten sind die Gebäude nach DIN 4095 zu entwässern bzw. nach DIN 18195 (-4) abzudichten.

5.3 Baugruben

Im Baugebiet sind frei geböschte Baugruben <u>oberhalb</u> des Grundwasserspiegels möglich. Generell sind in den anstehenden Böden der Verwitterungsdecke und des Terrassenkieses Böschungen mit 45° nach der DIN 4124 ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit, bis zu einer Tiefe von 5 m (<u>oberhalb des Grundwasserspiegels!</u>) möglich.

Sollen Baugruben unterhalb des Grundwasserspiegels ausgehoben werden, sind zusätzliche technische Maßnahmen notwendig. Eine frei geböschte Baugrube ist unterhalb des Grundwasserspiegels nur möglich, wenn der Grundwasserspiegel vor dem Aushub durch eine vorauseilende Wasserhaltung abgesenkt wird. Die Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung sind rechnerisch nachzuweisen. Wird der Grundwasserspiegel nicht abgesenkt, so ist die

BG St. Georg Straße Ravensburg / Untereschach

Baugrube durch einen wasserundurchlässigen Verbau, z. B. einen Spundwandverbau, zu sichern. Die Standsicherheit des Baugrubenverbaus ist rechnerisch nachzuweisen.

5.4 Kanalbaumaßnahmen

Die Sohle des neuen Kanals (DN400) kommt, den vorliegende Planunterlagen zu folge (IB Kohler, Bebauungsplan St. Georg Straße, August 2011), bis zu 3,60 m unterhalb der Geländeoberkante und somit unterhalb des Grundwasserspiegels zu liegen. Frei geböschte Baugruben und Gräben sind nach Abschnitt 5.3 unterhalb des Grundwasserspiegels ohne vorauseilende Wasserhaltung nicht möglich. Zur Sicherung der Kanalgräben sind zusätzlich technische Maßnahmen notwendig. Die Kanalgräben können zum Beispiel im Schutz eines wasserundurchlässigen Spundwandverbaus ausgehoben werden. Werden Grabenverbaugeräte eingesetzt, so ist ein Verfahren zu wählen, bei welchem die Sicherungselemente dem Aushub vorauseilend in den Boden eingebracht werden, dies ist zum Beispiel das so genannte Dielenkammerverfahren. Beim Einsatz von Grabenverbaugeräten ist eine offene Wasserhaltung vorzusehen.

Die Kanalrohre werden überwiegend im Terrassenschluff zu liegen kommen. Als Gründungspolster ist ein Bodenersatzkörper (Kiessand, Schluffanteil < 5%) mit einer Mächtigkeit von D = 30 cm einzubauen. Der Bodenersatzkörper ist vom anstehenden Baugrund durch ein Vlies zu trennen. Sollte die Gründungssohle stark aufgeweicht sein, so sind in diesen Bereichen zur Stabilisierung der Sohle zusätzlich Schroppen (gebrochenes Material) einzudrücken.

Für die Verfüllung der Kanalgräben kann der anstehende Terrassenkies wieder verwendet werden. Der Verwitterungskies ist zum Wiedereinbau nur bedingt geeignet, da er sich aufgrund seines hohen Feinkornanteils nur schwer verdichten lässt. Der Verwitterungslehm und der Terrassenschluff können zur Verfüllung ohne zusätzliche Maßnahmen nicht verwendet werden. Nach dem Einbau besitzen diese Böden eine höhere Durchlässigkeit als davor. Bei einem Wasserzutritt werden diese Böden aufgeweicht, es werden Feinbestandteile ausgewaschen, dies führt ggf. zu Setzungen im Straßenbereich. Der Verwitterungslehm und der Terrassenschluff können nur dann zur Verfüllung der Kanalgräben herangezogen werden, wenn sie vorab durch ein Kalk-Zement Bindemittel verbessert werden (z. B. Dorosol C30). Es wird deshalb empfohlen, die Kanalgräben mit dem anstehenden Terrassenkies oder gut verdichtbarem Kiessand zu verfüllen.

Anmerkung

Aufgrund des sehr hohen Wasserandrangs innerhalb des Terrassenkieses und dem damit verbundenen Einstürzen der Schürfgruben, war die Aushubtiefe in den Schürfgruben begrenzt. Die Tiefe der neuen Kanalsohle konnte nicht mit allen Schürfen erreicht werden. Es wird deshalb empfohlen, zusätzlich punktuelle Untersuchungen bis zu einer größeren Tiefe auszuführen. Dies kann zum Beispiel über Rammkernsondierungen erfolgen. Im Zuge dieser Untersuchungen könnten auch Grundwassermesspegel in den Untergrund eingebracht werden.

5.5 Straßenbaumaßnahmen

Es ist davon auszugehen, dass die Erschließungsstraßen oberflächennah in der Verwitterungsdecke zu liegen kommen. Diese Böden sind nach den ZTV E-StB 09 als frostempfindlich (F2) bis sehr frostempfindlich (F3) einzustufen. Des Weiteren sind diese Böden witterungsempfindlich. Nach den ZTV E-Stb09 und der RStO ist auf dem Erdplanum eines F2/F3

BG St. Georg Straße Ravensburg / Untereschach

Seite 11 von 11

Untergrundes ein Verformungsmodul von E_{v2} ≥ 45 MN/m² gefordert. Dieser Wert wird im Bereich des weichen Verwitterungslehms nicht erreicht werden. Im Verwitterungskies kann der Wert eventuell nach entsprechender Nachverdichtung erreicht werden. Es wird empfohlen den Verformungsmodul des Erdplanums vor der Baumaßnahme durch Plattendruckversuche zu untersuchen.

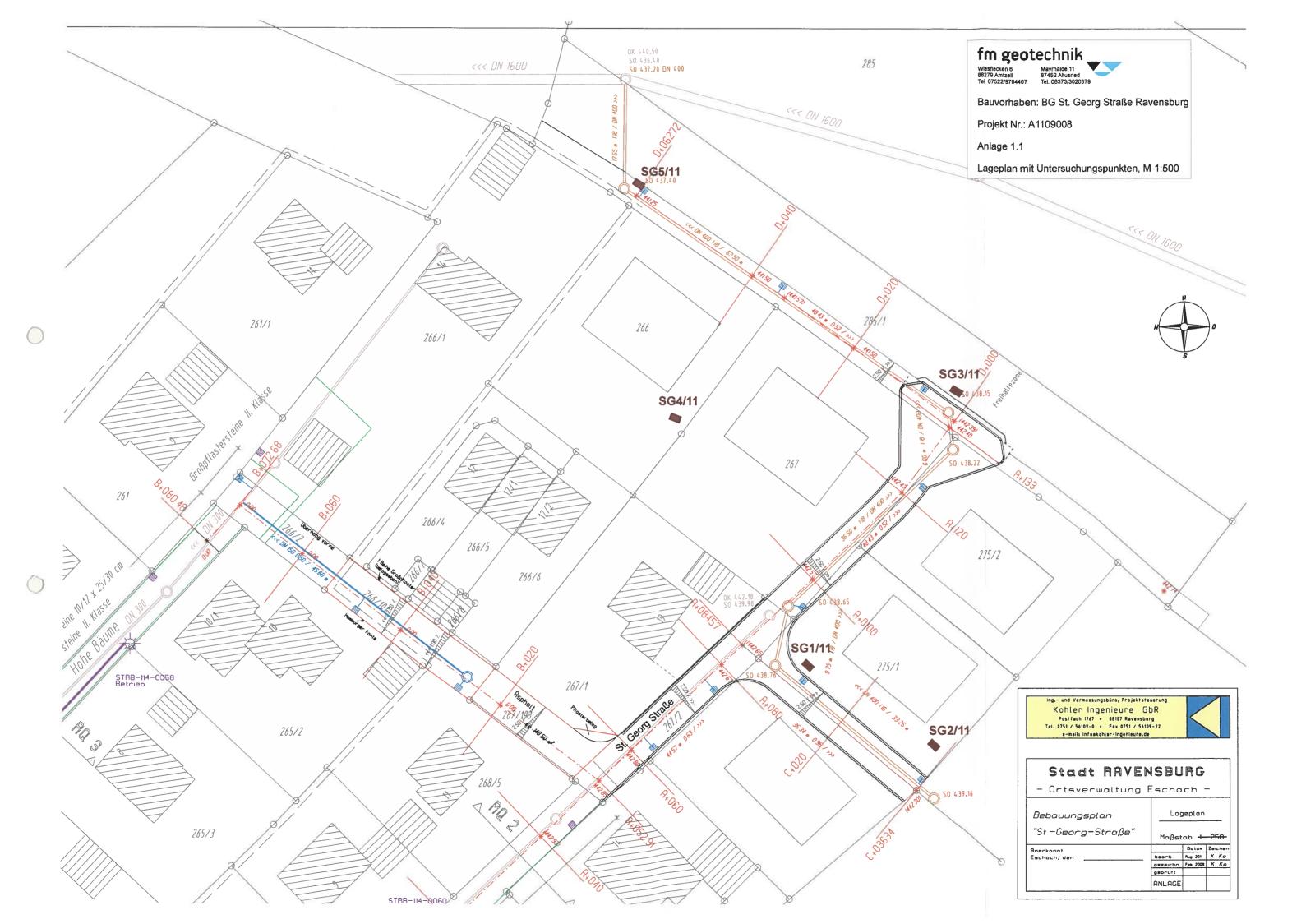
Sollte das Erdplanum den geforderten Verformungsmodul nicht erreichen, sind baugrundverbessernde Maßnahmen notwendig. Es wird vorgeschlagen den eigentlichen frostsicheren Straßenaufbau auf einem 0,50 dicken Bodenersatzkörper aus Kiessand (Schluffanteil < 5 %) aufzubauen. Der Bodenersatzkörper ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Zwischen anstehenden Baugrund und Bodenersatzkörper ist eine Trennvlies (GRK3) einzulegen. Der fachgerechte Einbau ist anhand von Plattendruckversuchen zu überprüfen.

Alternativ zu einem Bodenersatzkörper kann der Untergrund mit einem Kalk-Zement Bindemittel stabilisiert werden. (Frästiefe ≥ 0,40 m, Bindemittelzugabe etwa 2 – 4 Gew. % Dorosol C30 oder C50, je nach aktueller Bodenfeuchte)

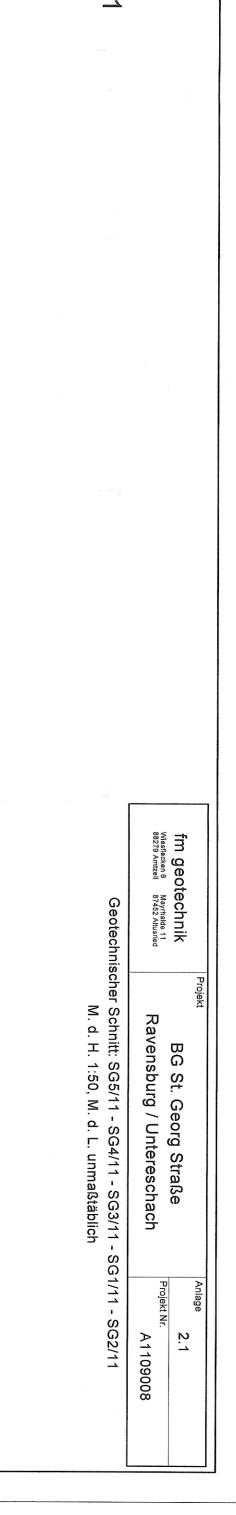
Allgemeine Anmerkungen

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die bei den Untersuchungsstellen ermittelten Bodenschichten und deren geotechnischen Eigenschaften. Abweichungen von den gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung, Wasserstände etc.) können auf Grund einer Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Ferner ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich. Es wird deshalb empfohlen, zur Abnahme der Gründungssohlen den Verfasser des Gutachtens heranzuziehen.

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



Geotechnischer Schnitt: SG5/11 - SG4/11 - SG3/11 - SG1/11 - SG2/11



SG2/11

442.03

Grube stürzt ein

2.30

na

Z

00000

Terrassenkies, Fein- bis Grobkies grau, mitteldicht, feucht / ab 1,65 m nass, sandig, schwach steinig bis steinig, Bkl.3,(5)

GW

0.90

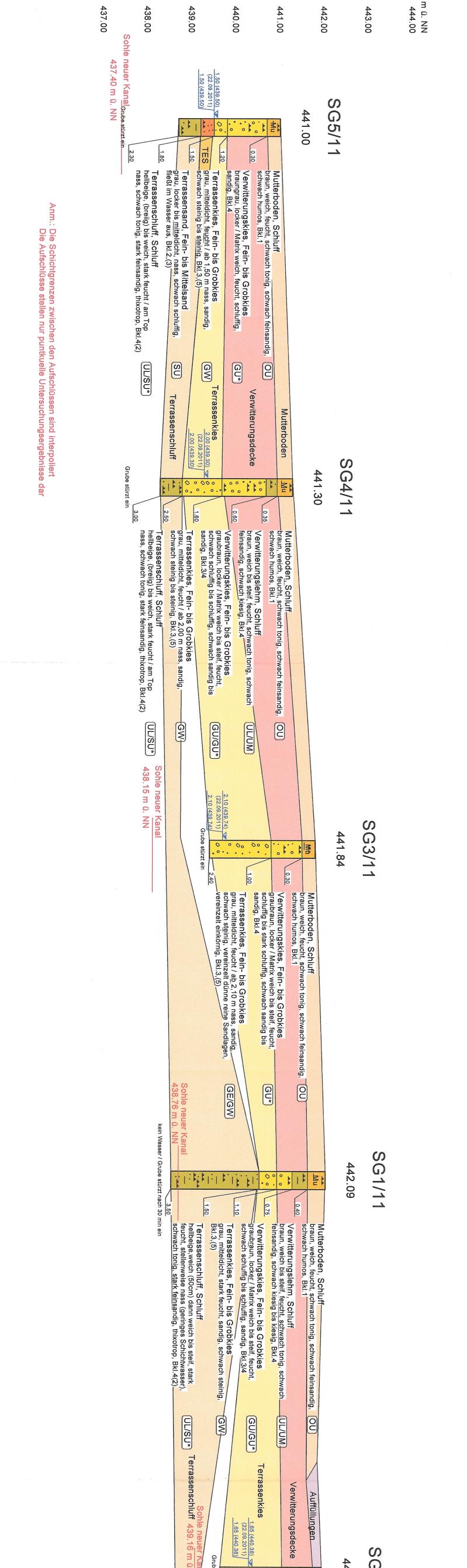
Verwitterungskies, Fein- bis Grobkies graubraun, locker / Matrix weich bis steif, feucht, schluffig bis stark schluffig, schwach sandig, Bkl.3/4

GU*

Auffüllung (Mutterboden), Schluff braun, weich, feucht, schwach tonig, schwach feinsandig, schwach humos, sehr vereinzelt Ziegelreste, Bkl.1

°:;

0.20





Absinkversuch in verrohrten Bohrungen nach Maag bzw. in Sickerrohranlagen in der Schürfgrube

Projekt:

BG St. Georg Straße in Ravensburg / Untereschach

Aufschluss:

SG2/11

Versuchsnummer:

362/1

Versuchsdatum:

22.09.2011

Projekt Nr.:

A1109008

Anlage:

3.1

1

1,30	GW-Oberfläche bzw. Rohrunterkante u. Gel. =
0,4000	h1 = Wasserstand im Rohr bei Versuchbeginn ü. UK-Rohr =
0,0000	h2 = Wasserstand bei Versuchsende
	\triangle h = h1 - hn (in m)
	hm = gemittelter Wasserstand (in m)
	∆ t = Versuchszeit (in s)
0,15	2r = Rohrdurchmesser (in m) =

Versuchsablauf:

Zeit (s)	△ t (s)	Höhe (m)	△ h (m)	hm (m)	kf (m/s)
0		0,40000			
	40,00		0,20000	0,30000	3,13E-04
40		0,20000	and the second second		
	70,00		0,40000	0,20000	5,36E-04
70		0,00000			

Mittelwert: 4,24E-04

Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde im Terrassenkies (Fein- bis Grobkies, sandig, schwach steinig bis steinig) bei 1,30 m unter Gelände bestimmt.







SG2/11



SG3/11



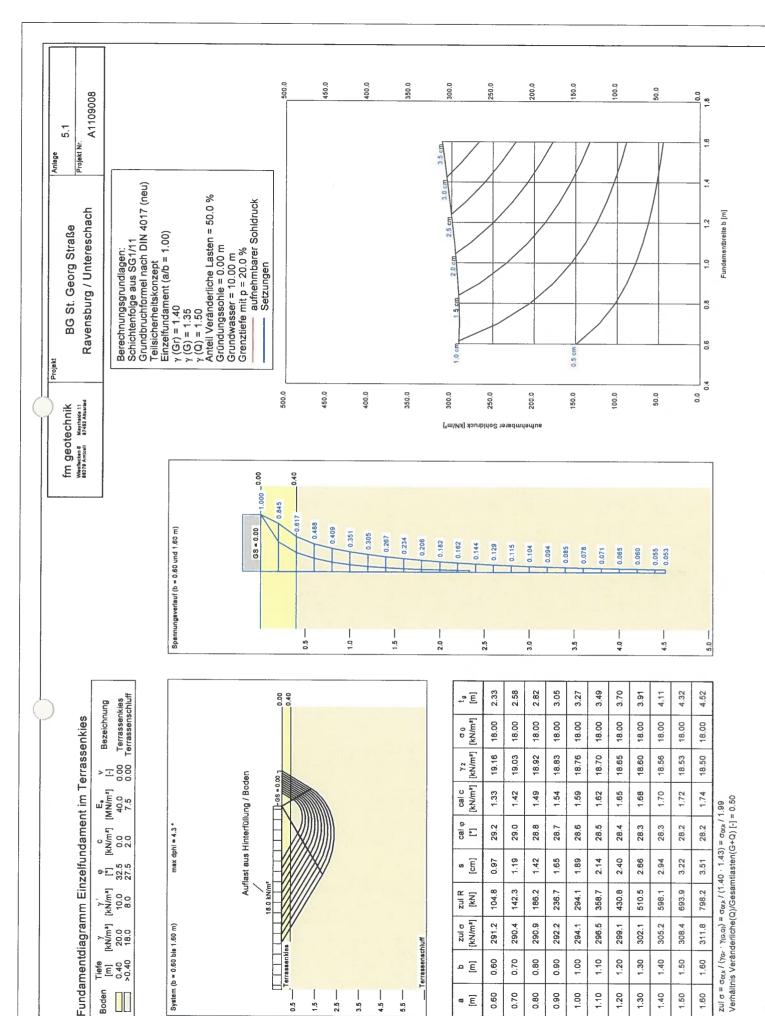
SG4/11





SG5/11





> 三 000

E_s [MN/m²] 40.0 7.5

C (KN/m²) 0.0 2.0

ф [°] 32.5 27.5

7 -[kN/m³] 10.0 8.0

7 [KN/m³] 20.0 18.0

Tiefe [m] 0.40 >0.40

Boden

max dphi = 4.3

System (b = 0.60 bis 1.60 m)

Auflast aus Hinterfüllung / Boden

18.0 kN/m

Terrassenkies

1.5 2.5 — 3.5 19.16

1.33 1.42

29.2 29.0

104.8 142.3 186.2 236.7 294.1 358.7 430.8 510.5 598.1 693.9

0.60

0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60

[kN/m²]

cal ϕ

s [cm] 0.97

zul R [kN]

[kN/m²] 291.2 290.4 290.9 292.2

<u>ء</u> و

æΞ

zul a

Terrassenschluff

5.6

4.5

caic

19.03 18.92 18.83

1.19

0.70 0.80

1.49

28.8 28.7

1.42 1.65 1.89 2.14 2.40 2.66 2.94 3.22

1.54 1.59 1.62 1.65 1.68 1.70 1.72

18.76 18.70 18.65

28.6

294.1

0.90 9 28.5

296.5 299.1 302.1 305.2 308.4 311.8

1.10

1.20 1.30

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtiasten(G+Q) [-] = 0.50 zuł σ = σσικ / (γει · γ(ο,α)) = σσικ / (1.40 · 1.43) = σσικ / 1.99

18.53 18,50

1.74

28.2

3.51

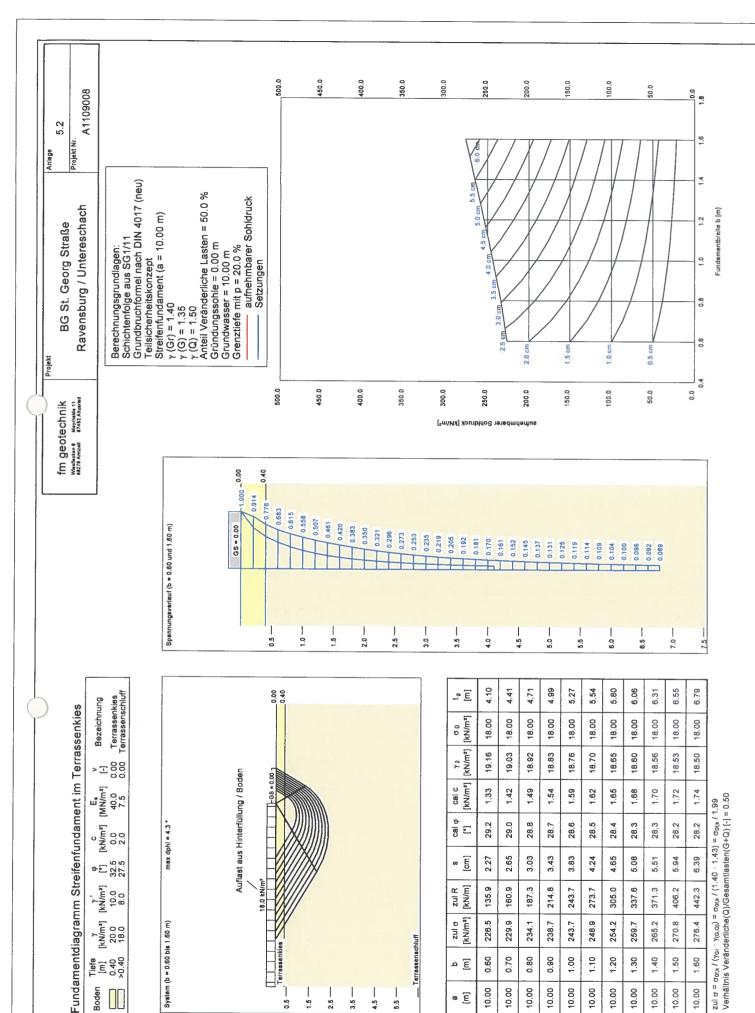
798.2

18.60 18,56

28.3 28.3 28.2

> 1.40 1.50 1.60

28.4



σ₀ [kN/m²]

[kN/m³] 19.16 19.03

72

cal c [kN/m²]

cal φ

s [cm]

zul R [kN/m]

zul a [kN/m²]

σŒ

œ E

1.33

29.2

2.27

135.9

226.5 229.9 234.1 238.7

10.00 10.00 10.00 10.00 10.00

29.0

2.65 3.03

160.9

0.70 0.80 0.80

28.8 28.7 28.6

187.3

> = 000

E_s [MN/m²] 40.0 7.5

c [kN/m²] 0.0 2.0

e [*] 32.5 27.5

7 ' [kN/m³] 10.0 8.0

7 [kN/m^a] 20.0 18.0

Tiefe [m] 0.40 0.40

Boden

max dphi = 4.3

System (b = 0.60 bis 1.60 m)

Auflast aus Hinterfüllung / Boden

2.5 3.5 4.5 5.5

5.0

18.00

18.70

28.5

4.24

1.10

10.00

18.83 18.76

1.54 1.59 1.62

3.43 3.83

214.8

243.7 273.7

243.7 248.9

90.

18.00 18.00

18.60

1.68

5.08 5.51 5.94

1.30

10.00

18.56 18.53

1.70 1.72

28.3 28.2

265.2

1.40

10.00 10.00 10.00

18.00

18.65

1.65

28.4 28.3

4.65

305.0 337.6 371.3 406.2 442.3

254.2 259.7

1.20

10.00

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50zul a = aoi,k / (ygr · y(a,a)) = aoi,k / (1.40 · 1.43) = aoi,k / 1.99

18.00

18.50

1.74

28.2

6.39

276.4

270.8

1.50 1.60

18.00