

Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben Neubau von vier Mehrfamilienhäusern, Flurstück 1159,

Tannenbergstraße in Ravensburg

**Berghof Analytik +
Umweltengineering GmbH & Co KG**

www.berghof-pbu.de

Raueneggstraße 4
88212 Ravensburg

Tel. 0751 / 509 21 - 60
Fax 0751 / 509 21 - 70
ravensburg@berghof-pbu.de

Lilli-Zapf-Straße 32
72072 Tübingen

Tel. 07071 / 93 28 - 0
Fax 07071 / 93 28 - 28
tuebingen@berghof-pbu.de

**CRYSTAL GEOTECHNIK
Beratende Ingenieure & Geologen GmbH**

www.crystal-geotechnik.de

Hofstattstraße 28
86919 Utting

Tel. 08806 / 9 58 94 - 0
Fax 08806 / 9 58 94 - 44
utting@crystal-geotechnik.de

Schustergasse 14
83512 Wasserburg

Tel. 08071 / 9 22 78 - 0
Fax 08071 / 9 22 78 - 22
wbg@crystal-geotechnik.de

Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben Neubau von vier Mehrfamilienhäusern, Flurstück 1159,

Tannenbergstraße in Ravensburg

Datum: 26.03.2010

Auftraggeber: Stadt Ravensburg
Amt für Architektur und Gebäudemanagement
Georgstraße 25
88212 Ravensburg

Gefertigt von: Geotechnische Arbeitsgemeinschaft

BERGHOF Analytik +
Umweltengineering GmbH & CO. KG
Danziger Straße 7
88250 Weingarten

Crystal Geotechnik GmbH
Hofstattstraße 28
86919 Utting am Ammersee



Dipl.-Ing. R. Schneider
(CRYSTAL Geotechnik)



Dipl.-Ing. (FH) A. Scheday
(Crystal Geotechnik)



Dipl.-Geol. A. Wiedemann
(BERGHOF Analytik + Umwelt-
engineering GmbH & CO. KG)

INHALTSVERZEICHNIS

1.0 VORGANG.....	3
2.0 BAUGRUNDERKUNDUNG / LABORUNTERSUCHUNGEN	4
2.1 Rammkernsondierungen / schwere Rammsondierungen.....	4
2.2 Laboruntersuchungen.....	5
3.0 UNTERGRUNDSITUATION.....	7
3.1 Allgemeine geologische Situation	7
3.2 Bodenschichten	9
3.2.1 Auffüllungen	9
3.2.2 Flappach- und Schussensedimente.....	9
3.2.3 Beckensedimente.....	9
3.2 Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden	9
3.4 Grundwasserverhältnisse	10
4.0 ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN	11
4.1 Bodenklassifizierung und Bodenparameter.....	11
4.2 Erdbebenzone	13
4.3 Bettungsmodule für Plattengründungen.....	13
4.4 Aufnehmbare Sohldrücke	14
5.0 BAUAUSFÜHRUNG / GRÜNDUNG.....	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Baugrubenverbau	15
5.3 Wasserhaltung.....	16
5.4 Gründung.....	16
5.5 Bauwerkstrockenhaltung und Auftriebssicherheit.....	17
5.6 Arbeitsraumverfüllung / Geländeanschüttung	18
5.7 Befestigte Außenflächen / Verkehrsflächen	19
5.8 Sonstige Hinweise	20
6.0 UNTERSUCHUNG DER SCHADSTOFFGEHALTE	20
7.0 SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	22

TABELLEN

Tabelle (1)	Grunddaten der Rammkernsondierungen.....	4
Tabelle (2)	Grunddaten der schweren Rammsondierungen	5
Tabelle (4)	Laborversuche.....	6
Tabelle (5)	Ergebnisse der Laboruntersuchungen.....	6
Tabelle (6)	Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden.....	10
Tabelle (7)	Bodenklassifizierung.....	11
Tabelle (8)	Bodenparameter.....	12
Tabelle (9)	Bettungsmodul für Plattengründungen	13

ANLAGEN

Anlage (1)	Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1 : 500
Anlage (2)	Längsschnitte mit geologischer Untergrundsituation
	(2.1) Längsschnitt 1 – 1, M 1 : 100
	(2.2) Längsschnitt 2 – 2, M 1 : 100
Anlage (3)	Profile der Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 8) und Rammsondierprofile DPH 1 bis DPH 6, M 1 : 100
Anlage (4)	Bodenmechanische Laborversuchsergebnisse
Anlage (5)	Chemische Laborversuchsergebnisse

1.0 VORGANG

In der Tannenbergstrasse in Ravensburg (Flurstück 1159) ist der Neubau von vier Mehrfamilienhäusern mit einer Grundfläche von ca. 320 m², 360 m² und zwei Mal 210 m² geplant. Die Gebäude werden voll unterkellert und sollen 3 Stockwerke mit Dachgeschoss erhalten, auf den Flächen östlich und nordwestlich der Wohngebäude werden Parkplätze erstellt (ca. 135 m² und 590 m²); zwischen den Gebäuden sollen Kinderspielflächen und Grünflächen entstehen.

Die bisher vorhandenen, befestigten Flächen (Kugelstoßanlage, Aschenbahn) sowie der bestehende Kinderspielfläche werden im Zuge der vorbereitenden Maßnahmen rückgebaut.

Zur Erkundung und Beurteilung der Untergrundsituation hinsichtlich der Bauwerksgründung und Ausführung des Untergeschosses wurde die Geotechnische Arbeitsgemeinschaft Berghof & Crystal Geotechnik am 17.02.2010 beauftragt Untersuchungen durchzuführen und ein Gutachten zu erstellen. Nachfolgend werden die Erkundungsergebnisse dargestellt und im Hinblick auf die geplante Baumaßnahmen bewertet.

Da das zu bebauende Gelände (durchschnittliche Geländehöhe etwa 430 m ü. NN) etwa einen Meter tiefer als der im Norden anschließende Weg liegt, ist geplant die Keller der Neubauten nur ca. 1,5 m unter der heutigen Geländeoberkante zu gründen. Die Fußbodenhöhe der Erdgeschosse soll ungefähr dem Niveau der Tannenbergstraße entsprechen. Das im Zuge der Aushubarbeiten geförderte Bodenmaterial soll, sofern es sich bautechnisch als auch im Hinblick auf die Schadstoffgehalte eignet, zur Anfüllung des Bereichs zwischen den Häusern auf etwa das Niveau der Tannenbergstrasse verwendet werden.

Als Grundlage für den vorliegenden Bericht standen uns die Planungsunterlagen der Stadt Ravensburg (Lageplan, Schnitt), die Aufschlussresultate und allgemeine Angaben zur Geologie (Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 8223 Ravensburg 1 : 25.000 und Geologisch-hydrogeologische Gliederung des Untergrunds im Stadtgebiet Ravensburg, LGRB, 29.02.2000) zur Verfügung.

Auftragsgemäß sollten nur die Untergrundverhältnisse erkundet und auf die Bauwerksgründung mit Angabe von Tragfähigkeitswerten eingegangen werden. Im Hinblick auf die Schadstoffgehalte der angetroffenen Bodenschichten werden die Möglichkeiten zu einer Verwertung vor Ort, bzw. einer Entsorgung bewertet.

2.0 BAUGRUNDERKUNDUNG / LABORUNTERSUCHUNGEN

2.1 Rammkernsondierungen / schwere Rammsondierungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich der geplanten Neubauten wurden 8 Rammkernsondierungen und 6 schwere Rammsondierungen abgeteuft.

Die Lage der Aufschlüsse kann dem Lageplan in Anlage (1) entnommen werden. Die Profile der Rammkernsondierungen und die Profile der schweren Rammsondierungen sind in Anlage (3) diesem Bericht beigelegt und teils auch in den geologischen Längsschnitten in Anlage (2) dargestellt.

Die Bodenansprache der Sondierprofile wurde gemäß den Ergebnissen der durchgeführten Laboruntersuchungen präzisiert, was in den beiliegenden Profildarstellungen mit berücksichtigt ist.

In den nachfolgenden Tabellen (1) und (2) sind wesentliche Daten der ausgeführten Rammkernsondierungen und schweren Rammsondierung zusammengestellt.

Tabelle (1) Grunddaten der Rammkernsondierungen

Rammkernsondierung	Ansatzhöhe	Aufschlusstiefe		Grundwasser, bzw. Boden stark vernässt ab	
	mNN	m u. GOK	mNN	m u. GOK	mNN
RKS 1	429,68	6,00	423,68	1,53 ¹⁾	428,15 ¹⁾
RKS 2	430,17	5,80	424,37	1,95 ¹⁾	428,22 ¹⁾
RKS 3	430,55	4,80	425,75	2,10 ¹⁾	428,45 ¹⁾
RKS 4	429,94	5,10	424,84	1,70 ¹⁾	428,24 ¹⁾
RKS 5	430,48	6,00	424,16	2,00 ²⁾	428,48 ²⁾
RKS 6	430,16	5,40	424,76	1,98 ¹⁾	428,18 ¹⁾
RKS 7	431,03	5,60	425,43	2,00 ²⁾	429,03 ²⁾
RKS 8	430,70	5,00	425,70	2,07 ¹⁾	428,63 ¹⁾

¹⁾ Grundwasserstand im Bohrloch

²⁾ vernässte Bodenschichten in der RKS festgestellt

Im Rahmen der Bohrsondierarbeiten wurden in den Bohrsondierungen in Tiefen von 1,53 – 2,1 m unter Bohransatzpunkt (= 428,15 – 429,03 mNN) Grundwasser aufgeschlossen, bzw.

stark vernässte Sand- bzw. Kiesschichten erkundet. Von einem geschlossenen Grundwasserniveau ist auszugehen.

Tabelle (2) Grunddaten der schweren Rammsondierungen

Rammsondierung	Ansatzhöhe mNN	Aufschlusstiefe m u. GOK	mNN	kennzeichnender Eindringwiderstand n_{10} m u. GOK		
				0 – 2	2 – 5	5 – Ende
DPH 1	429,68	8,90	420,78	1 – 5	3 – 17	9 – 31
DPH 2	430,55	8,90	421,65	1 – 12	3 – 31	14 – 30
DPH 3	429,94	8,90	421,04	1 – 8	7 – 37	4 – 33
DPH 4	430,16	8,90	421,20	1 – 4	2 – 31	4 – 45
DPH 5	431,03	8,90	422,13	1 – 3	3 – 25	4 – 23
DPH 6	430,48	8,90	421,58	1 – 5	4 – 25	4 – 22

Gemäß den schweren Rammsondierungen sind die Kiese und Sande der Auffüllungen locker gelagert, bzw. weisen in bindiger Ausbildung eine nur weiche Konsistenz auf. Die kiesigen und Ablagerungen des Flappachschwemmfächers bzw. der Schussen sind überwiegend locker bis mitteldicht, teils auch dicht gelagert, während die Beckenschluffe im Tieferen eine steife Konsistenz aufweisen. Die in den Rammkernsondierungen RKS 1 und RKS 2 angetroffenen Sande, die den Beckenschluffen zuzuordnen sind, weisen eine lockere bis mitteldichte Lagerung auf.

2.2 Laboruntersuchungen

An 13 den Rammkernsondierungen entnommenen Bodenproben wurden im bodenmechanischen Labor Crystal Geotechnik, Utting, Grundlagenversuche zur näheren Klassifizierung und Beurteilung der anstehenden Böden durchgeführt. Im Zusammenhang mit den Felduntersuchungen stehen damit Informationen zur Verfügung, die eine nähere Klassifizierung der Böden und hierauf basierend eine Zuordnung von Bodenparametern möglich. Die im Einzelnen ausgeführten Laborversuche sind in nachfolgender Tabelle (4) aufgelistet.

Tabelle (4) Laborversuche

Laborversuche	DIN-Norm	Anzahl
Bodenansprache	DIN 4022	13
Bodenansprache	DIN 18196	8
Wassergehalt	DIN 18121	8
Korngrößenverteilung	DIN 18123	
- Siebanalyse		3
- Siebschlämmanalyse		2
Plastizitätseigenschaften	DIN 18122	3
Flügelscherversuch	DIN 4096	1
Taschenpenetrometer	--	4

Die Ergebnisse der ausgeführten Korngrößenanalysen sind in nachfolgender Tabelle (5) mit Angabe der Schwankungsbreiten dargestellt.

Tabelle (5) Ergebnisse der Laboruntersuchungen

Kenngroße	Einheit	Auffüllungen		Ablagerungen des Flappachschwemmfächers bzw. der Schussen Kiese	Beckenschluffe		
		Kiese / Sande	Schluffe		Sande	Schluffe	
Kornverteilung							
Feinstkorn	$\varnothing \leq 0,002$ mm	%	--	--	3,3	6,9	--
Feinkorn	0,002 - 0,063 mm	%	--	--	4,6 – 17,7	30,8	--
Sandkorn	0,063 – 2,0 mm	%	--	--	22,8 – 32,2	47,9	--
Kieskorn	2,0 – 63,0 mm	%	--	--	53,4 – 72,6	14,4	--
Wassergehalt / Zustandsgrenzen / Konsistenz							
Wassergehalt	w	%	14,5 – 30,3	31,3– 34,8	--	--	20,4 – 22,9
Wassergehalt	w < 0,4 mm	%	--	--	--	--	20,7 – 24,1
Fließgrenze	w _L	%	--	--	--	--	32,0 – 46,6
Ausrollgrenze	w _P	%	--	--	--	--	18,0 – 20,0
Plastizität	I _P	%	--	--	--	--	14,1 – 26,6
Konsistenzzahl	I _c	-	--	--	--	--	0,78 – 0,97
Konsistenzform	-	-	--	--	--	--	steif
Festigkeitsparameter							
Flügelscherversuch		kN/m ²	--	--	--	--	36
Taschenpenetrometer		kN/m ²	--	--	--	--	100 – 300

¹⁾ Enthält Tonanteil $\varnothing \leq 0,002$ mm

Die Ergebnisse der durchgeführten Laborversuche können im Einzelnen der Zusammenstellung in Anlage (4) entnommen werden. Die wichtigsten Laborformulare sind ebenfalls dort beigelegt. Die Wertung der Feld- und Laborarbeiten erfolgt im Zusammenhang mit der Beschreibung und Wertung der erkundeten Bodenschichten und der Zuordnung von Bodenparametern in den nachfolgenden Kapiteln.

3.0 UNTERGRUNDSITUATION

3.1 Allgemeine geologische Situation

Nach der Geologischen Karte, Blatt 8223, Ravensburg, und der geologisch-hydrogeologischen Gliederung des Untergrunds im Stadtgebiet Ravensburg (LGRB, 29.02.2000) liegt die untersuchte Fläche am südwestlichen Rand des sogenannten Flappachschwemmfächers, der von Osten her in das Schussental sedimentierte. Die Schuttfächer (Flappach-, Seitental- und Scherzachsuttfächer) drängten die Schussen vom östlichen Talrand nach Westen und sedimentierten, teilweise grobklastische Sedimente (meist Kiese) über den Ablagerungen der Schussen.

Im Bereich des Bauvorhabens stehen oberflächennah bis zu 1,7 m mächtige (siehe RKS 3 und RKS 7), meist schluffige, meist humose oder anmoorige, wechselnd sandig-kiesige Auffüllungen an, unter denen sich zunächst die Kiese des Flappachschwemmfächers, bzw. der Schussen (bis zu 5,8 m unter Geländeoberkante in RKS 2) befinden.

Die Flusssedimente bilden zusammen mit den Flappach-Kiesen den Aquifer. Im Liegenden folgen die mehrere 10 m mächtigen Beckenschluffe/-tone, die sich in Eisrandseen der zurückweichenden Gletscher der Würmeiszeit bildeten. Diese Beckensedimente wurden bei den durchgeführten Aufschlussarbeiten in RKS 1, RKS 3, RKS 5, RKS 6, RKS 7 und RKS 8 erbohrt.

Auf Grund der vorliegenden Bodenaufschlüsse und den allgemeinen Kenntnissen lässt sich der Untergrund im Untersuchungsgebiet bis in den erkundeten Tiefenbereich wie folgt beschreiben:

Auffüllungen

bis max. 1,7 m unter GOK erkundet

Schluff, sandig, tonig, humos,
schwach kiesig bis kiesig, Wurzeln,
Ziegelbruch, Keramik;
Konsistenz: weich

Sand, schwach humos bis humos, schluffig,
kiesig, Wurzeln, Ziegelbruch;
Lagerung: locker

Kies, sandig, schluffig, Ziegelbruch;
Lagerung: locker

Sedimente Flappachschwemmfächer bzw. Schussen

(bis max. 5,8 m unter GOK erkundet)

Kies, sandig bis stark sandig, ± schluffig,
schwach tonig;
Lagerung: locker bis mitteldicht, teils dicht

Sand, stark kiesig;
Lagerung: mitteldicht

Beckensedimente

(bis max. 6,0 m unter GOK erkundet)

Sand, stark schluffig, schwach kiesig,
schwach tonig;
Lagerung: locker bis mitteldicht

Schluff, ± tonig, schwach sandig bis sandig,
schwach kiesig;
Konsistenz: steif

3.2 Bodenschichten

3.2.1 Auffüllungen

Ab Geländeoberkante wurden bis 1,7 m unter Geländeoberkante Auffüllungen in Form von sandigen, tonigen, humosen, schwach kiesigen bis kiesigen Schluffen in weicher Konsistenz angetroffen. Weiterhin wurden schwach humose bis humose, schluffige, kiesige Sande und sandige, schluffige Kiese jeweils in lockerer Lagerung erkundet, die auch den Auffüllungen zugeordnet werden. In diesen Auffüllungen wurden auch Wurzeln und Fremdbestandteile wie Ziegelbruch und Keramik festgestellt.

3.2.2 Flappach- und Schussensedimente

Unter den Auffüllungen wurden in allen Rammkernsondierungen Flappach- und Schussensedimente bis maximal 5,8 m unter Geländeoberkante erbohrt. Diese wurden angesprochen als sandige bis stark sandige, mehr oder weniger schluffige, schwach tonige Kiese in lockerer bis mitteldichter, teils dichter Lagerung und als stark kiesige Sande in mitteldichter Lagerung.

3.2.3 Beckensedimente

Mit Ausnahme der beiden Rammkernsondierungen RKS 2 und RKS 4 wurden in allen Bodenaufschlüssen Beckensedimente unterhalb der Flappach- und Schussensedimente in Form von schwach bis stark tonigen, schwach sandigen bis sandigen, schwach kiesigen Schluffen in steifer Konsistenz angetroffen. Außerdem wurden in der Rammkernsondierung RKS 1 ab 3,5 m Tiefe stark schluffige, schwach kiesige, schwach tonige Sande in lockerer bis mitteldichter Lagerung festgestellt, die ebenfalls den Beckensedimenten zugeordnet werden.

3.2 Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden

In nachfolgender Tabelle (6) werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden näher beschrieben, zusammengestellt und qualitativ gewertet.

Tabelle (6) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden

Bewertungskriterien	Auffüllungen		Flussschotter Kiese / Sande	Würmeiszeitliche Beckensedimente Sande / Schluffe
	Kiese / Sande	Schluffe		
Tragfähigkeit	mittel	gering	mittel – groß	gering – mittel
Kompressibilität	mittel	groß	gering – mittel	mittel – groß
Standfestigkeit	gering – mittel	gering – mittel	gering	mittel
Wasserempfindlichkeit	mittel – groß	groß	gering – mittel	groß
Frostempfindlichkeit	mittel – groß	groß	nicht – sehr groß	groß
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 94	F2 / F3	F3	F1 – F3 ²⁾	F3
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	mittel – groß	mittel	mittel – groß	mittel – groß
Wasserdurchlässigkeit	mittel	gering	meist groß	meist gering
Rammpbarkeit	leicht – mittelschwer	mittelschwer	mittelschwer – schwer ³⁾	mittelschwer
Lösbarkeit	leicht – mittelschwer	mittelschwer ggf. fließend ¹⁾	leicht – mittelschwer	leicht - mittelschwer

¹⁾ ≤ breiiger Konsistenz oder höheren organischen Anteilen

²⁾ bei höheren Feinkornanteilen

³⁾ Einbringhilfen werden erforderlich

3.4 Grundwasserverhältnisse

In den 8 niedergebrachten Rammkernsondierungen wurde im Bereich zwischen 428,15 mNN und 429,03 mNN Grundwasser, bzw. wurden stark vernässte Zonen, die auf ein Grundwasser hindeuten, festgestellt (siehe Tabelle 1).

Angaben zu höchsten Grundwasserständen und Grundwasserspiegelschwankungen im Untersuchungsgebiet liegen uns nicht vor. Vorliegend sollte der maximale Wasserstand deshalb zumindest bei Geländeoberkante in Ansatz gebracht werden, wenn keine näheren Daten hierzu bekannt sind und keine möglichen Überflutungswasserspiegel angegeben werden.

Generell sind aber in durchlässigern Schichten über stauenden Bodenhorizonten Schichtwasser auch über dem geschlossenen Grundwasserstand in allen Tiefenlagen bis Geländeoberkante möglich.

4.0 ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN

4.1 Bodenklassifizierung und Bodenparameter

In den Abschnitten 2 und 3 wurden die im Rahmen der Baugrunderkundung angetroffenen Bodenschichten näher beschrieben und beurteilt. Im Folgenden werden die für den Erdbau notwendigen Bodenklassen und die für erdstatistische Berechnungen erforderlichen Bodenparameter angegeben.

Bodenklassifizierung

Tabelle (7) Bodenklassifizierung

Bodenschicht	Bodenart DIN 4022	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300
Auffüllungen			
- Schluff, sandig, tonig, humos, schwach kiesig bis kiesig	U, s, t, h, g' – g	UL / UM / TL / TM / OU / OT	4 2
- Sand, schwach humos bis humos, schluffig, kiesig	S, h' – h, u, g	SU OU	4 2
- Kies, sandig, schluffig	G, s, u	GU	3
Sedimente Flappachschwemmfächer, bzw. Schussen			
- Kies, sandig bis stark sandig, ± schluffig, schwach tonig	G, s – s*, u' – u*, t'	GU / GU*	3 / 4
- Sand, stark kiesig	S, g*	SW / SI / SE	3
Beckensedimente			
- Sand, stark schluffig, schwach kiesig, schwach tonig	S, u*, g', t'	SU*	4
- Schluff, ± tonig, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig	U, t' – t*, s' – s, g'	UL / UM / TL / TM	4

Bei den oben beschriebenen Böden handelt es sich um die erkundeten und überwiegend zu erwartenden Bodenschichten. In den Sedimenten der Flappachschwemmfächer bzw. Schussen können auch erhöhte Anteile von Steinen und evtl. auch Blöcken vorliegen. Hier können dann, je nach Masse und Größe dieser Anteile, die Bodenklassen 5 – 7 nach DIN 18300 maßgebend werden.

Werden beim Aushub aufgeweichte bindige Schichten und/oder auch stärker organische Schichten jeweils \leq breiiger Konsistenz im oberen Abschnitt angeschnitten, so sind diese Böden der Bodenklasse 2 nach DIN 18300 zuzuordnen. In Auffüllungen sind auch Grobeinlagerungen, die höheren Bodenklassen (5 – 7) zuzuweisen sind, möglich.

Bodenparameter

In nachfolgender Tabelle (8) werden die Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen angegeben.

Tabelle (8) Bodenparameter

Bodenschicht	Lagerung/ Konsistenz	γ kn/m ³	γ' kn/m ³	ϕ' °	c' kn/m ²	E_s MN/m ²	k_f m/s
Auffüllungen							
- Schluff, sandig, tonig, humos, schwach kiesig bis kiesig	weich	18 – 19	8 – 9	25,0	3 – 5	3 – 5	$\leq 1 \cdot 10^{-8}$
- Sand, schwach humos bis humos, schluffig, kiesig	locker	18 – 19	9 – 10	27,5	2 – 5	15 – 30	$\leq 1 \cdot 10^{-5}$
- Kies, sandig, schluffig	locker	20	10 – 11	30,0	0 – 3	25 – 40	$\leq 1 \cdot 10^{-4}$
Sedimente Flappachschwemmfächer, bzw. Schussen							
- Kies, sandig bis stark sandig, \pm schluffig, schwach tonig	locker - mitteldicht dicht	20 – 21 22	11 – 12 13	32,5 – 35,0 37,5	0 – 5 0 – 5	40 – 60 60 – 100	$\leq 5 \cdot 10^{-3}$ $\leq 5 \cdot 10^{-3}$
- Sand, stark kiesig	mitteldicht	20	11	32,5	0	40 – 50	$\leq 5 \cdot 10^{-4}$
Beckensedimente							
- Sand, stark schluffig, schwach kiesig, schwach tonig	locker - mitteldicht	19 – 20	9 – 10	30,0	2 – 5	25 – 40	$\leq 1 \cdot 10^{-5}$
- Schluff, \pm tonig, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig	steif	20	10	27,5	5 - 10	7 – 12	$\leq 1 \cdot 10^{-8}$

Die o.g. Rechenmittelwerte basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden. Die Parameter gelten für die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen im Zuge der Baumaßnahme können sich diese Parameter jedoch erheblich reduzieren.

Die angegebenen Durchlässigkeitswerte wurden nach den Bodenansprachen und Laborversuchen festgelegt und sind für eine "Entnahme" von Wasser maßgebend. Stärkere Abweichungen nach oben (z.B. deutlich höhere Durchlässigkeiten z.B. im Bereich von Rollkieslagen in den Kiesen), und nach unten, z.B. in den als schluffig angesprochenen Kiesen und Sanden sind jedoch gegeben.

4.2 Erdbebenzone

Es sei darauf hingewiesen, dass die geplante Baumaßnahme nach DIN 4149:2005-04 in der Erdbebenzone 1 liegt und der Untergrundklasse S zuzuweisen ist. Dies ist bei statischen Berechnungen zu berücksichtigen.

4.3 Bettungsmodule für Plattengründungen

Zur statischen Dimensionierung von Bodenplatten bei den nachfolgend für erforderlich erachteten Plattengründungen wird hinsichtlich der Untergrundreaktion der Bettungsmodul k_s maßgebend, der im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes verstanden werden kann. Die Lasten aus Platten, Wänden und/oder Stützen werden dabei, je nach dem Verhältnis der Steifigkeit von Bodenplatte und Untergrund, auf variable Breite in den Boden eingetragen.

Für die Bemessung von Bodenplatten bei Gründung in bzw. auf den gut nachverdichteten, weniger schluffigen Kiesen der Ablagerungen des Flappachschwemmfächers bzw. der Schussen bzw. auf Bodenaustausch bis zu diesen Kiesen können die nachfolgenden Bettungsmodule angesetzt werden. Wir empfehlen zusätzlich unter den Bodenplatten in jedem Fall eine Kies-tragschicht von $\geq 0,4$ m Stärke vorzusehen.

Tabelle (9) Bettungsmodul für Plattengründungen

Art der Belastung	Bettungsmodul (MN/m ³)
	Gründung in den \geq mitteldicht gelagerten Kiesen der Flappachschwemmfächerablagerungen bzw. der Schussen
Flächenlast (Platte)	4 – 5
Linienlast (Außenwandbereich)	8 – 12

Werden detailliertere Angaben erforderlich, können die Bettungsmodule auch unter Zugrundelegung der in Tabelle (8) angegebenen Bodenparameter wie folgt genauer bestimmt werden:

$$k_s = \text{mittlere Bodenpressung} / \text{mittlere Setzung (MN/m}^3\text{)}.$$

4.4 Aufnehmbare Sohldrücke

Werden ggf. auch für kleinere Bauteile aufnehmbare Sohldrücke für Fundamente erforderlich, deren Gründungen maximal 1,5 m unter der derzeitigen Geländeoberkante in den beschriebenen Kiesen oder auf Bodenaustausch bis zu diesen Kiesen liegen können, sind diese nach Tabelle A.4 der DIN 1054: 2005 für Böden steifer Konsistenz festzulegen. Bei einer Fundamentbreite von 0,5 – 2,0 m und einer Mindesteinbindetiefe von 1,0 m ergeben sich hierbei Werte von $\sigma_{zul} = 180 \text{ kN/m}^2$. Die weiteren Angaben der DIN 1054 sind aber zu beachten.

5.0 BAUAUSFÜHRUNG / GRÜNDUNG

5.1 Allgemeines

Die Stadt Ravensburg, Amt für Architektur und Gebäudemanagement, plant in Ravensburg auf dem Flurstück 1159 den Neubau von vier unterkellerten Wohnhäusern mit Parkflächen und Kinderspieleinrichtungen. Planer ist das Architekturbüro Architektur und Freiraum, Ravensburg. Die jeweils dreistöckigen (+ Kellergeschoss, + Dachgeschoss) Gebäude besitzen Grundrissabmessungen von ca. 26 m x 12 m, 36 m x 10 m und 2 x 21 m x 10 m. Die Bauwerksgründungen werden nach den uns vorliegenden Angaben etwa 1,5 m unter derzeit Geländeoberkante vorgesehen, das Gelände soll etwa 1 m aufgeschüttet werden.

Nach den durchgeführten Bohrsondierungen liegt somit die Gründungssohle innerhalb der gut tragfähigen, kiesig-sandigen Flappach- bzw. Schussensedimente und knapp oberhalb bzw. auf Höhe des detektierten Grundwasserstands. Höhere Wasserstände bis zumindest Geländeoberkante sind, wie beschrieben, möglich.

5.2 Baugrubenverbau

Geböschte Baugruben

Für den Aushub der Auffüllungen und den schluffigeren Kiesen der Ablagerungen des Flappachschwemmfächers bzw. der Schussen (bis etwa 2,1 m unter derzeitige Geländeoberkante erkundet) und für die Gründungen allgemein, ist die Ausbildung von geböschten Baugruben (Tiefe maximal ca. 2 m und noch über dem Grundwasser) möglich. Verbaumaßnahmen werden voraussichtlich nicht erforderlich. Gemäß DIN 4124 sind unverbaute Baugruben oder Gräben ab einer Tiefe von $\geq 1,25$ m geböscht auszubilden und dürfen in den anstehenden weichen Schluffen bzw. Sanden und Kiesen der Auffüllungen und auch den Kiesen unter den Auffüllschichten nur eine maximale Neigung von 45° aufweisen. Sollten sehr gering feste Auffüllungen angetroffen werden, kann ggf. eine noch flachere Baugrubenböschung erforderlich werden.

Weiterhin sei noch darauf hingewiesen, dass ggf. bei großen Lasten (z.B. Kran) unmittelbar oberhalb von Böschungskronen besondere Nachweise und zusätzliche Sicherungsmaßnahmen erforderlich werden. Die weiteren Maßgaben der DIN 4124 sind zu beachten.

Böschungen in den vorliegenden Auffüllungen und auch Ablagerungen des Flappachschwemmfächers bzw. der Schussen sollten weiterhin bei längeren Standzeiten, vor Oberflächenerosion mit geeigneten Maßnahmen (z.B. Kunststofffolien, gesichert mit Baustahlmatten und Erdnägeln bzw. Spritzbeton) geschützt werden.

Trägerbohlwand

Sollte z.B. auf Grund unzureichender Platzverhältnisse, die Ausbildung einer geböschten Baugrube nicht möglich sein, wird ein Baugrubenverbau erforderlich. Da der Verbau bis zur notwendigen Aushubtiefe von etwa 2,0 m unter Geländeoberkante nicht zwingend wasserdicht ausgebildet werden muss, ist vorliegend die Erstellung von Trägerbohlwänden zur Sicherung der Baugrube möglich.

Hinsichtlich der Einbringbarkeit allgemein und zur Minimierung von Erschütterungen wird hier für den Einbau der Träger ein verrohrtes Vorbohren mit anschließendem Einstellen der Träger empfohlen. Die Verrohrung ist vor dem Ziehen mit Kies zu verfüllen. Die Ausfachung zwischen den Bohlträgern kann mittels Holzbohlen oder Stahlplatten erfolgen. In gering standfesten Abschnitten sind hier beim Aushub nur geringe Abschlagshöhen (dm-Bereich) vorzusehen. Hohlräume hinter dem Verbau sind umgehend mit rolligem Material wieder rückzuverfüllen.

Auch Spundwandverbauten sind vorliegend möglich, die Erschütterungsproblematik ist dann aber zu beachten; Einbringhilfen sind dann vorzusehen. Weiterhin werden dann Einbringversuche mit Erschütterungsmessungen an kritischen Bauwerken erforderlich, um das schonendste Einbringverfahren auszutesten.

Verbauten sind mittels den in Abschnitt 4 angegebenen Parametern zu bemessen.

5.3 Wasserhaltung

Der erkundete Grundwasserspiegel liegt in den Kiesen und wurde zwischen 1,5 m und 2,05 m unter Geländeoberkante eingemessen, wie in Kapitel 2.4 näher ausgeführt.

Für eine Bauausführung mit Unterkellerung bei Gründung maximal etwa 1,5 m unter derzeit Geländeoberkante sind bezüglich evtl. zu Bauzeit anstehende ggf. etwas höhere Wasserstände offene Wasserhaltungsmaßnahmen (Filterkiesschicht $d \geq 30$ cm auf Vliestrennlage (GRK 3), ausgefilterte Dränagen und Pumpensümpfe mit Pumpen) vorzusehen. Gemäß Rechenüberschlag ist bei einer notwendigen Absenkung des Grundwassers von nur 0,5 m bereits mit relativ hohen Wassermengen in der Größenordnung von etwa 20 – 50 l/s bei einem Durchlässigkeitsbeiwert für die Kiese bis etwa $k_f 5 \cdot 10^{-3}$ m/s für ein Mehrfamilienhaus zu rechnen.

Es wird empfohlen, die zu fördernden Wassermengen in der Ausschreibung gestaffelt zu berücksichtigen, um eine aufwandsgerechte Abrechnung zu ermöglichen, da auch deutlich höhere Wassermengen bei möglichen Rollkieslagen in den Kiesen hier nicht auszuschließen sind. Bei Wasserständen wie zum Zeitpunkt der Bauausführung werden aber nur begrenzt Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

5.4 Gründung

Die Gründungssohle der Mehrfamilienhäuser liegt gemäß den vorliegenden Baugrundaufschlüssen im Bereich der Auffüllungen bzw. schluffigeren Kiesen der Ablagerungen des Flapachschwemmfächers bzw. der Schussen. Es wird hierbei eine Plattengründung der Bauwerke auf Kieskoffer im Hinblick auf die Gründung über den Beckenschluffen und die erforderliche wasserdichte Ausbildung der Keller empfohlen. Da hier teils noch gering tragfähige Schichten

auf Höhe des Gründungsniveaus anstehen, empfehlen wir hier, den Einbau einer Kiestragschicht von zumindest 40 cm Stärke generell unterhalb der Bodenplatten bis zu den weniger schluffigen Kiesen der Ablagerungen des Flappachschwemmfächers bzw. der Schussen vorzusehen. Für die genannten Kiestragschichten bzw. sonstige Bodenaustauschmaßnahmen ist Kies der Gruppe GW nach DIN 18196 einzusetzen. Das Kiesmaterial muss dabei lagenweise ($d \leq 0,3 \text{ m}$) bei ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100 \%$) eingebaut werden.

Sofern im Zuge der Aushubmaßnahmen bereichsweise noch tiefer reichende, ungünstigere, gering tragfähige Bodenverhältnisse angetroffen werden, sind diese unter der Bodenplatte bis zu den Kiesen ebenfalls komplett auszukoffern und durch gut tragfähiges Kies-Sand-Material, wie zuvor beschrieben, zu ersetzen.

Bei durchzuführenden Bodenaustauschmaßnahmen unter der Bodenplatte ist der Kieskoffer mit einer seitlichen Verbreiterung von 60° über die Bodenplatte hinaus auszuführen. Bezüglich der Bettungsmodule etc. für die statischen Berechnungen wird auf Abschnitt 4 dieses Berichtes verwiesen.

Wegen der im Tieferen anstehenden nur mittel bis gering tragfähigen Beckensedimente muss aber bei der beschriebenen Gründung mit etwas stärkeren Setzungen von einigen cm und entsprechenden Setzungsdifferenzen gerechnet werden. Eine gewisse "Durchbiegung" der Bodenplatten, insbesondere in Längsrichtung der Häuser, ist zu erwarten. Es wird deshalb erforderlich, die Kellergeschosse in Massivbauweise als so genannte biegesteife Kästen auszubilden und entsprechend statisch zu dimensionieren.

Wir empfehlen deshalb (bzw. es wird erforderlich) nach Vorliegen der genauen Bauwerksabmessungen und der Belastungsangaben, die zu erwartenden Setzungen mit differenzierten Setzungsberechnungen näher zu ermitteln, um die Verträglichkeit für die Bauwerke nachzuweisen und hieraus ggf. weitere Vorgaben für die Gründungsbemessung abzuleiten.

5.5 Bauwerkstroekenhaltung und Auftriebssicherheit

Bei dem möglichen, höchsten Grundwasserspiegel kann ein vollständiger Einstau von Kellergeschossen erfolgen. Sämtliche in den Untergrund einbindenden Bauwerksteile sind daher

gegen drückendes Wasser dicht bis auf Geländeoberkante auszubilden und gegen Auftrieb zu sichern. Bezüglich der Auftriebssicherheit ist der maximale Wasserstand zumindest auf Höhe der derzeitigen Geländeoberkante (+ Sicherheitszuschlag, z.B. 0,5 m) festzulegen.

Untergeschosse können z.B. als weiße Wanne mit wasserundurchlässigem Beton und unter Berücksichtigung von entsprechenden, konstruktiven und betontechnologischen Maßnahmen ausgebildet oder mit bituminösen Abdichtungsmaßnahmen bzw. Kunststoffdichtungsbahnen gemäß DIN 18195 abgedichtet werden. Auch sämtliche Anbauten, wie Lichtschächte, Kellerabgänge etc., sind dann wasserdicht mit Fugenbändern an die Keller anzuschließen. Die Lichtschächte und Kellerabgänge sind gesondert über ein separates, geschlossenes Leitungssystem zu entwässern. Die betroffenen Bauwerksteile sind bezüglich Wasserdruck und hinsichtlich der Auftriebssicherheit für alle Bauzustände und den Endzustand für Wasserstände zumindest bis Geländeoberkante, wie zuvor angegeben, (vgl. auch Abschnitt 3.4) zu bemessen.

5.6 Arbeitsraumverfüllung / Geländeanschüttung

Zur setzungsarmen Wiederverfüllung der Arbeitsräume und zur geplanten Geländeanschüttung sind die Auffüllungen nicht geeignet und sollten deshalb beim Aushub besser abgefahren werden. Eine Wiederverwendung ist nur dann möglich, wenn Setzungen bewusst in Kauf genommen werden oder eine Bodenverbesserung z.B. mit Kalk-Zement-Binder erfolgt. Die schluffigeren Kiese der Ablagerungen des Flappachschwemmfächers bzw. der Schussen können für die Arbeitsraumverfüllung und auch die Geländeanschüttung gut wieder verwendet werden.

Für die Baumaßnahme wird somit auch Fremdmaterial erforderlich. Hierfür wird gut verdichtbares, gering kompressibles, sandiges Kiesmaterial (GW / GU nach DIN 18196) empfohlen. Die Verfüllung von Arbeitsräumen und Gräben muss lagenweise (Lagenstärke $\leq 0,4$ m) mit ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100$ %) erfolgen. Das Gelände ist in gleicher Weise nach Abtrag des Oberbodens aufzufüllen, wobei dann eine Verdichtung von etwa $D_{Pr} \geq 97$ % anzustreben ist.

Im Weiteren sind die "Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen" der ZTVA-StB 89 und ist das "Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke" der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen zu beachten.

Unterhalb des Straßenaufbaus sind auf dem Erdplanum die Qualitätsanforderungen gemäß ZTV E-StB 09 mit geeigneten Versuchen (z.B. Lastplattendruckversuchen) nachzuweisen.

Weiterhin ist zu beachten, dass die Geländeanschüttungen möglichst frühzeitig aufzubringen sind, um die diesbezüglich aus den Beckensedimenten zu erwartenden Setzungen für die Wohnhäuser vorwegzunehmen. Diese Anschüttungen sind bei den empfohlenen Setzungsrechnungen mit zu beachten.

5.7 Befestigte Außenflächen / Verkehrsflächen

Im Bereich der Zufahrtswege, der Parkplätze und der befestigten Außenflächen empfehlen wir, unter diesen Bauteilen ebenfalls den Oberboden und die erkundeten, sehr gering tragfähigen Auffüllungen begrenzter Mächtigkeit (ca. bis 0,5 m unter Geländeoberkante) gänzlich abzutragen und durch Bodenaustauschmaterial (z.B. Wandkies) auszutauschen und dieses Material dann auch bis UK Oberbau, wie zuvor beschrieben (Lagenstärke $\leq 0,4$ m; Einbaudichte: $D_{Pr} \geq 97$ %) einzubauen. Hier ist zwischen Decklagen und der Kiesschicht ein Vlies (GRK 3) einzubauen.

Gemäß ZTVE-StB 09 ist auf dem Planum (UK frostsicherer Aufbau) ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² nachzuweisen, was mit dem beschriebenen Kies-Sand-Material gut erreicht werden kann; sehr weiche, bindige Auffüllungen und Oberböden sind, wie erwähnt, unter Verkehrsflächen komplett auszukoffern.

Für die Ermittlung des frostsicheren Straßenaufbaus (Oberbau) verweisen wir auf die RStO 01. Die Lage der Baustelle ist der Frosteinwirkungszone II zuzuweisen, woraus für die Bauklassen III/IV eine Mindestdicke für den frostsicheren Straßenaufbau von $50 + 5 = 55$ cm (Frostempfindlichkeitsklasse des Untergrundes bei Auffüllung mit Kies F2) resultiert.

Die weiteren Maßgaben der ZTVE-StB 09 und der RStO 01 und der weiterhin maßgebenden Richtlinien und Normen sind zu beachten.

5.8 Sonstige Hinweise

Verbaustatik/ Bauwerksstatik

Zur Ermittlung der Erddrücke auf Verbauten und Bauwerke und für sonstige statische Berechnungen sind die in Abschnitt 4 angegebenen Bodenparameter maßgebend. Die dort gemachten, weiteren Angaben sind zu beachten.

Filterkiesschichten

Für die Verwendung von Filterkiesschichten kann gut gestufter, hohlraumreicher Frostschutzkies der Gruppe GW nach DIN 18196 mit geringem Sandanteil (Feinkornanteil < 5 %, Sandanteil < 10 %) oder Kies der Körnung 8/16 mm bzw. 16/32 mm vorgesehen werden.

6.0 UNTERSUCHUNG DER SCHADSTOFFGEHALTE

Um die Verwertbarkeit des anfallenden Aushubs zu bewerten, wurden die Schadstoffgehalte der Auffüllung untersucht (Laborbefunde siehe Anlage 5). Aus den Auffüllschichten wurden Mischproben der folgenden Einzelproben erstellt und im Labor auf ihre Schadstoffgehalte untersucht:

MP I: **RKS 4** (0,0-0,4 und 0,4-1,3m), **RKS 6** (0,0-0,3 und 0,3-1,5m)

MP II: **RKS 1** (0,0-0,5m), **RKS 2** (0,0-0,4m)

MP III: **RKS 3** (0,0-0,4 und 0,4-1,7m), **RKS 5** (0,0-0,3 und 0,3-1,6m), **RKS 7** (0,0-0,5 und 0,5-1,7m).

Da auf Grund des Alters der vorhandenen Sporteinrichtungen (Aschenbahn und Kugelstoßanlage) nicht ausgeschlossen werden konnte, dass in diesen Bereichen erhöhte Schadstoffgehalte auftreten (Beton, Unterbau der Anlagen) wurden hier zusätzlich Proben entnommen und auf ihre Schadstoffgehalte hin untersucht (Lage der Untersuchungspunkte siehe Anlage 1). Die sensorisch unauffälligen Bereiche wurden nicht chemisch analysiert. Die Auffüllung wurde lediglich exemplarisch in RKS 10 untersucht, da mit den auf dem übrigen Gelände angetroffenen Auffüllschichten sensorisch vergleichbar.

Tabelle (10) Schadstoffgehalte der untersuchten Bodenproben

Sporteinrichtung	Ausführung / Aufbau	Bohrung Nr.	untersuchte Proben
Aschenbahn	- 0,03 m Gummibelag - 0,1 m Kies - Auffüllung siehe übriges Gelände	RKS 11	0,03 - 0,1 m (Unterbau) Auffüllung nicht untersucht, vgl. MP I bis MP III
Sprunggrube am Ende der Aschenbahn	- 0,4 m Sand - 0,3 m Kies - Auffüllung siehe übriges Gelände	RKS 12	nicht untersucht, da sensorisch unauffällig Auffüllung nicht untersucht, vgl. MP I bis MP III
Kugelstoßanlage (Abwurfbereich)	- 0,2 m Beton - Auffüllung siehe übriges Gelände	RKS 10	0,0 - 0,2 m (Beton) 0,2 - 1,0 m Auffüllung
Kugelstoßanlage (Sandkasten)	- 0,2 m Sand - Auffüllung siehe übriges Gelände	RKS 9	nicht untersucht, da sensorisch unauffällig Auffüllung vgl. MP I bis MP III

Die Analysenergebnisse der Bodenproben wurden der Grenzwerten der VwV Bodenverwertung (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007), die Analysenergebnisse der Bausubstanzprobe den Grenzwerten der "vorläufigen Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial" (Erlass des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg vom 13.04.2004) gegenübergestellt.

Tabelle (11) Schadstoffgehalte der untersuchten Bodenproben

Boden/ Bausubstanz	Probe	für die abfallrechtliche Einstufung maßgebliche Parameter	abfallrechtliche Bewertung
Boden	MP I ^{VwV}	Schwermetalle	Z 0 *
Boden	MP II ^{VwV}	Schwermetalle	Z 0 *
Boden	MP III ^{VwV}	Schwermetalle	Z 0 *
Boden	RKS 10 (0,2-1,0m) ^{VwV}	Schwermetalle	Z 0 *
Boden	RKS 11 (0,03-0,1m) ^{VwV}	Schwermetalle	Z 0 *
Bausubstanz	Betonplatte ^{RC}	alle Parameter unauffällig	Z 1.1

VwV: Bewertung nach der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007

RC: Bewertung nach den vorläufigen Hinweisen zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg vom 13.04.2004

Die untersuchten Bodenschichten (Auffüllungen) können als schwach belastet, die Betonplatte als unbelastet bezeichnet werden.

Wie in Kapitel 5.6 beschrieben, kann das Aushubmaterial, gemäß den Vorgaben der VwV Bodenverwertung (siehe oben), zur Nivellierung des Geländes verwendet werden, wenn eine Bodenverbesserung (z.B. mit Kalk-Zement-Binder) vorgenommen und die zu erwartenden Setzungen bewusst in Kauf genommen werden.

Diese Vorgehensweise (Verwertung des Materials vor Ort) sollte im Vorfeld mit der zuständigen Fachbehörde (Landratsamt Ravensburg) abgestimmt werden.

7.0 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten zur hier behandelten Baumaßnahme zusammengestellt und erläutert. Der Bettungsmodul für Bodenplatten und weitere Empfehlungen zur geplanten Bauwerksgründung angegeben.

Vorrangiges Ziel des Gutachtens war es, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Zuordnung von Bodenklassen und physikalischen Bodenparametern für den Planer und die Baufirma aufzubereiten.

Die Gründung der Wohnhäuser wurde auf Bodenplatten etwa 1,5 m unter Geländeoberkante empfohlen, auf die Setzungsproblematik hinsichtlich der tieferreichenden nur gering – mittel tragfähigen Beckensedimente wurde dabei hingewiesen, Setzungsberechnungen wurden empfohlen.

Bei allen Aushub- und Gründungsarbeiten sind die aktuellen Bodenschichten mit den Ergebnissen der vorliegenden Baugrunderkundung zu vergleichen. Bei möglichen Abweichungen des Untergrundes zwischen und außerhalb der Bohrungen und in allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung ist ein Baugrundsachverständiger einzuschalten.

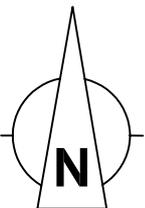
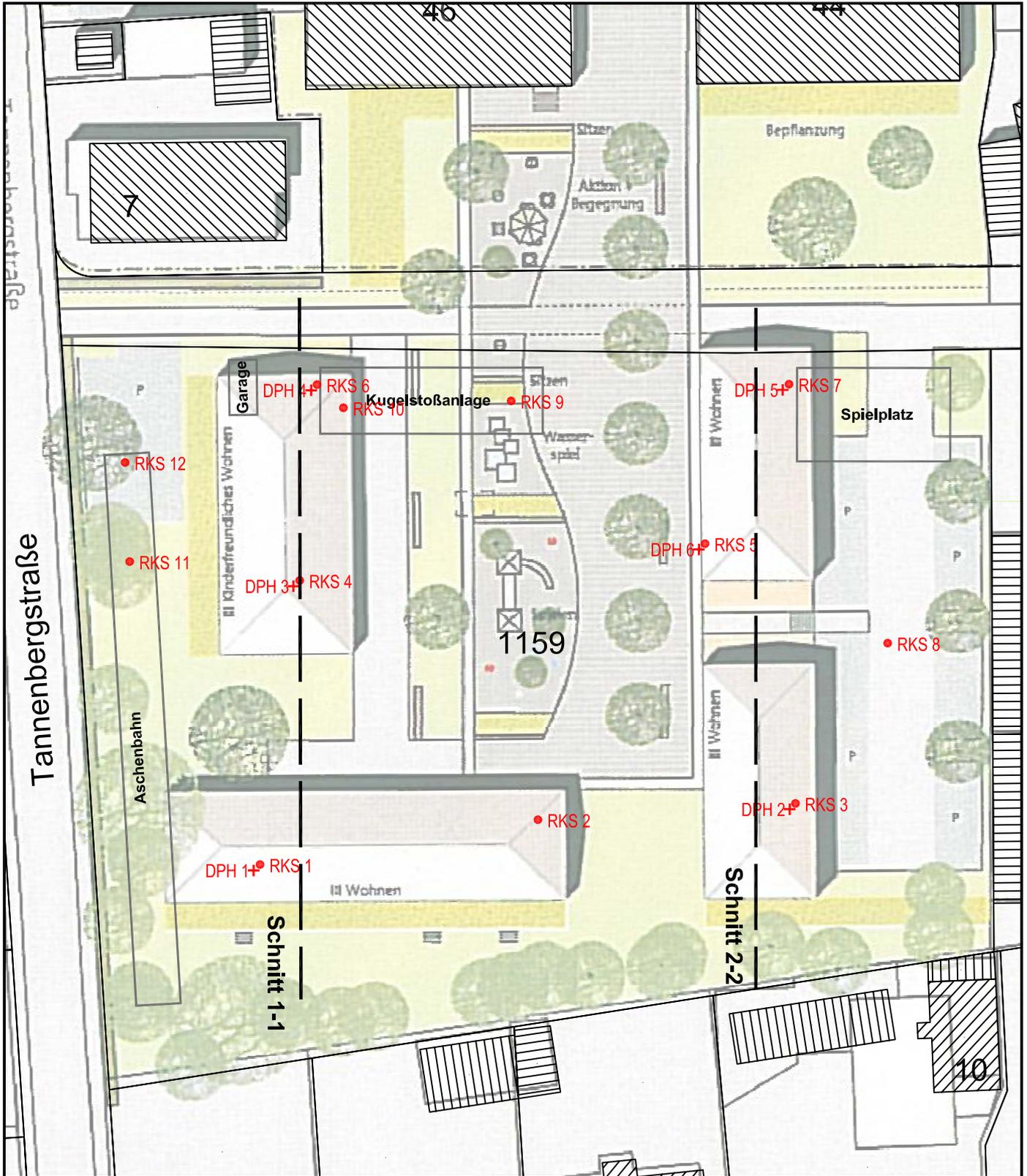
Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen derzeit nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können und weiterhin die punktuellen Baugrundaufschlüsse nur örtlich begrenzte Aussagen liefern, kann dieser Bericht keinen Anspruch

auf Vollständigkeit hinsichtlich aller bodenmechanischen Detailpunkte erheben; ggf. werden zusätzliche Beurteilungen und Untersuchungen erforderlich.

Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Daten und Angaben alle erforderlichen Nachweise entsprechend den Regeln der Bautechnik führen.

Für weitere Beratungen und gutachterliche Beurteilungen im Zuge dieses Projektes stehen wir gerne zur Verfügung

Anlage 1



- RKS 1 Rammkernsondierung (Durchmesser 50 mm)
- DPH 1+ schwere Rammsondierung
- bestehende, rückzubauende Sport- und Spieleinrichtungen

Berghof
 Analytik + Umweltengineering GmbH & Co KG
 Raueneggstraße 4
 D-88212 Ravensburg
 Tel.: 0751/50921-60 Fax.: 0751/50921-70



Kreis: Ravensburg Stadt/Gemeinde: Ravensburg

Projekt Flurstück 1159
 Baugrunderkundung

Maßstab 1:500 0m 5m 25m

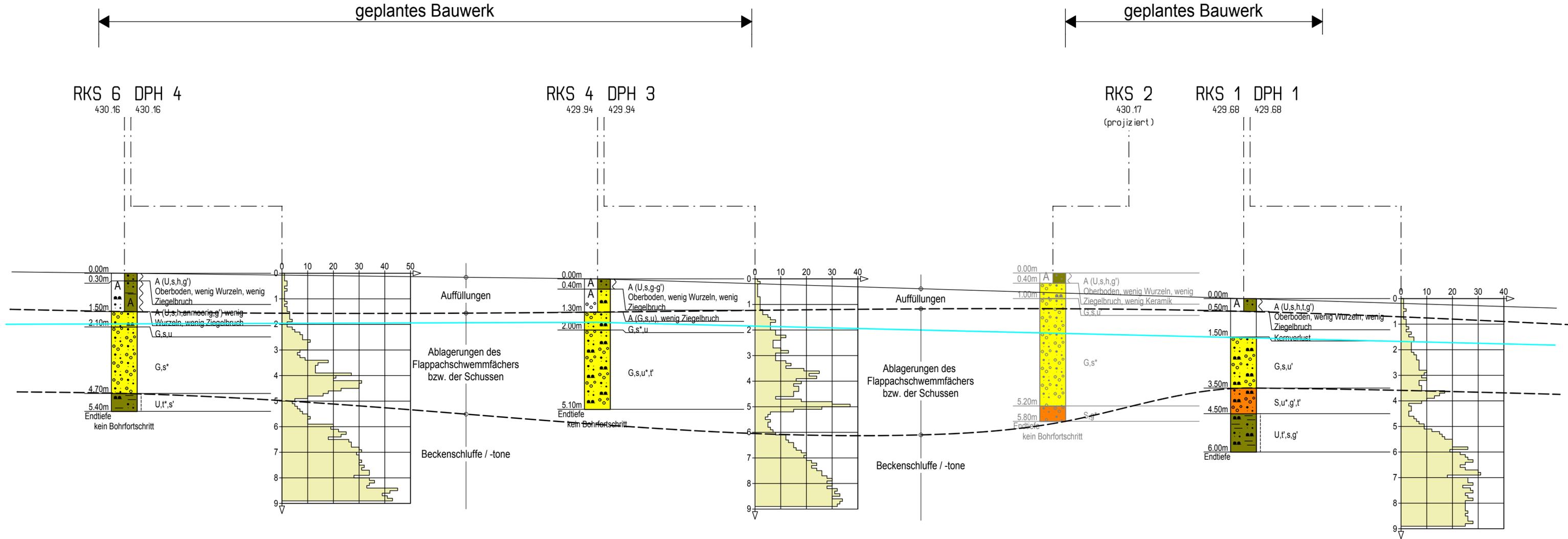
Bearb.	Gezeichnet	Gefertigt	Geändert	Geändert	Proj.-Nr.	Layout
AW	A.W.	04.03.10	29.03.10		935-793	Unters_Baugr
AW	A.W.	04.03.10	29.03.10		935-793	Unters_Baugr

Datei Flurst_1159_RV.dwg

Anlage 2

Längsschnitt 1-1

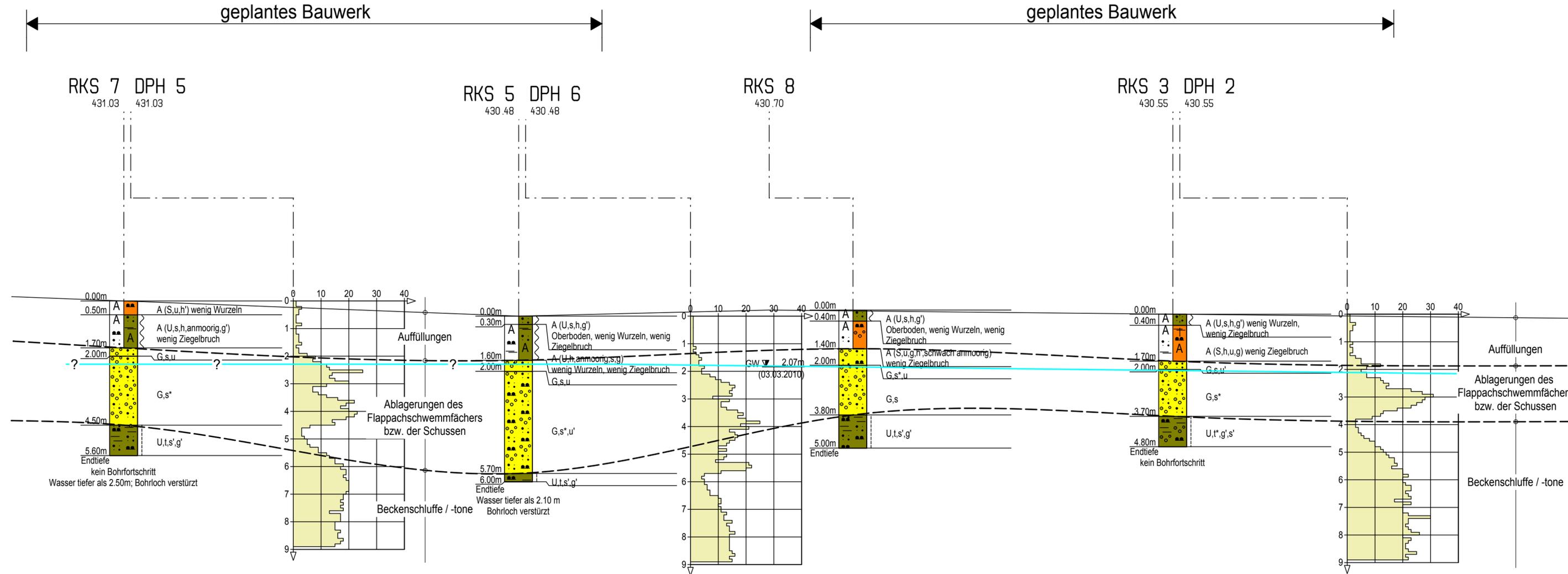
M 1:100



CRYSTAL		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH	
GEOTECHNIK		INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D-88919 UTTING TELEFON 08906/95894-0 SCHUSTERGASSE 14 D-83612 WASSERBURG TELEFON 08071/50051	
BAUHERR Stadt Ravensburg			
PROJEKT Baugrunderkundung Flurstück 1159			
PLANNHALT Längsschnitt 1-1 mit geologischer Untergrundsituation			
MASSTAB: M 1:100	GEZEICHNET CH/TH	DATUM 26.03.2010	GEPRÜFT RS
PROJEKT NR. B 10067	PLAN NR. 2	ANLAGE 2.1	
ÄNDERUNGEN	DATUM	GEZEICHNET	GEPRÜFT

Längsschnitt 2-2

M 1:100



CRYSTAL		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH	
GEOTECHNIK		INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D-88919 UTTING TELEFON 08806/95894-0 SCHUSTERGASSE 14 D-83612 WASSERBURG TELEFON 08071/50051	
BAUHERR Stadt Ravensburg			
PROJEKT Baugrunderkundung Flurstück 1159			
PLANNHALT Längsschnitt 2-2 mit geologischer Untergrundsituation			
MASSTAB: M 1:100	GEZEICHNET CH/TH	DATUM 25.03.2010	GEPRÜFT RS
PROJEKT NR. B 10067	PLAN NR. 3	ANLAGE 2.2	
ÄNDERUNGEN	DATUM	GEZEICHNET	GEPRÜFT

Anlage 3

Zeichenerklärung für Bodenprofile (DIN 4023)

Bezeichnung der Erkundungsstellen

-  SCH 1 = Schurf Nr.
-  B 1 = Bohrung Nr.
-  B 1-P = Bohrung Nr. mit Pegelausbau
-  BS 1 = Sondierbohrung

-  DPL = leichte Rammsondierung
 -  DPM = mittelschwere Rammsondierung
 -  DPH = schwere Rammsondierung
- } DIN 4094

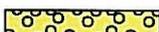
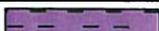
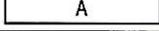
Probenbezeichnung

- P  1.60m gestörte Probe
- S  1.60m Sonderprobe

Angaben zum Grundwasser

- GW  8.90m Grundwasser am 01.04.03
(01.04.2003) 8,9m u. GOK angebohrt
- GW  8.90m Grundwasser nach Bohrende
(09.10.2003)
- GW  8.90m Ruhewasserstand im Pegel
(09.10.2003)

Kurzzeichen, Zeichen und Farbkennzeichnungen für Bodenarten und Fels nach DIN 4022

1	2	3	4	5	6
Benennung		Kurzzeichen		Zeichen	Flächenfarbe
Bodenart	Beimengung	Bodenart	Beimengung	Bodenart	
Kies	kiesig	G	g		hellgelb
Grobkies	grobkiesig	gG	gg		hellgelb
Mittelkies	mittelkiesig	mG	mg		hellgelb
Feinkies	feinkiesig	fG	fg		hellgelb
Sand	sandig	S	s		orange gelb
Grobsand	grobsandig	gS	gs		orange gelb
Mittelsand	mittelsandig	mS	ms		orange gelb
Feinsand	feinsandig	fS	fs		orange gelb
Schluff	schluffig	U	u		oliv
Ton	tonig	T	t		violett
Torf, Humus	torfig, humus	H	h		dunkelbraun
Mudde (Faulschlamm)	organische Beimengung	F	-		helllila
Auffüllung		A	-		-
Steine	steinig	X	x		hellgelb
Blöcke	mit Blöcken	Y	y		hellgelb
Fels allgemein		Z	-		dunkelgrün
Fels verwittert		Zv	-		dunkelgrün

Weitere Angaben

- ' = schwach (Anteil < 15 %)
- * = stark (Anteil > 30 %)
- ∩ = naß (Vernässungszone oberhalb GW)

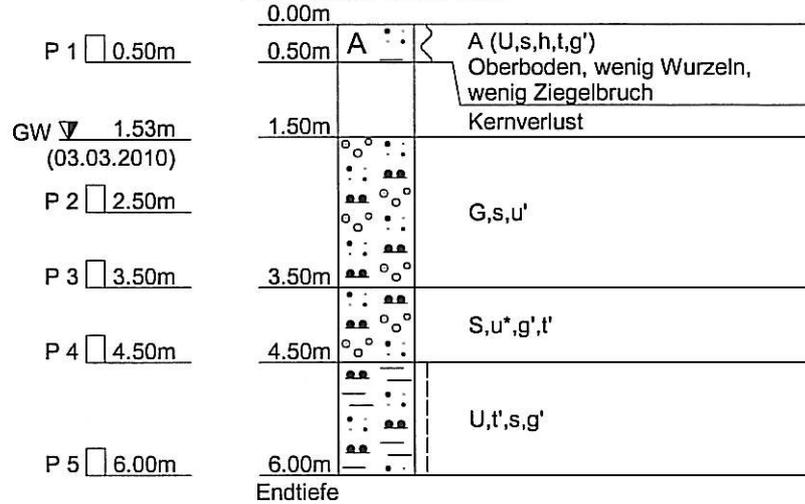
-  = breiig
-  = weich
-  = steif

-  = halbfest
-  = fest
-  = klüftig

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt : BV Flurst. 1159, Ravensburg	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projektnr. : B 10067	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage : 3.1	
Tel.: 08806/95894-0; Fax: 95894-44	Maßstab : 1: 100	Datum : 03.03.2010

RKS 1

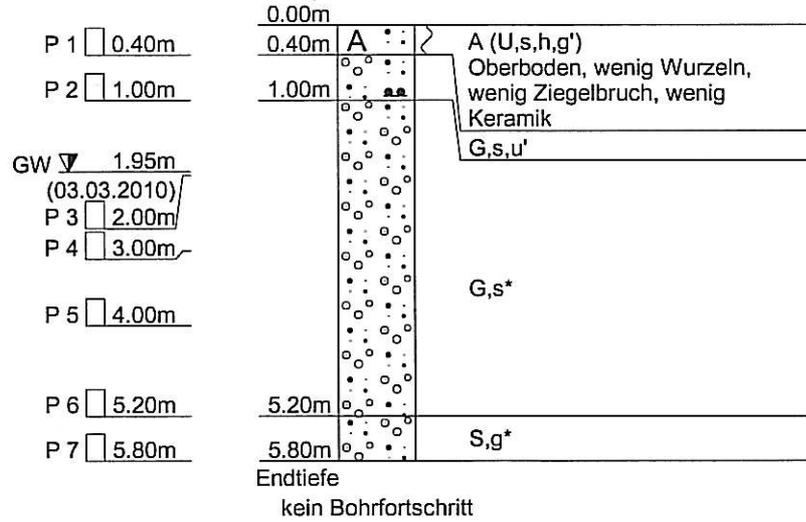
Ansatzpunkt: 429.68 mNN



Crystal Geotechnik GmbH	Projekt : BV Flurst. 1159, Ravensburg	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projektnr. : B 10067	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage : 3.2	
Tel.: 08806/95894-0; Fax: 95894-44	Maßstab : 1: 100	Datum : 03.03.2010

RKS 2

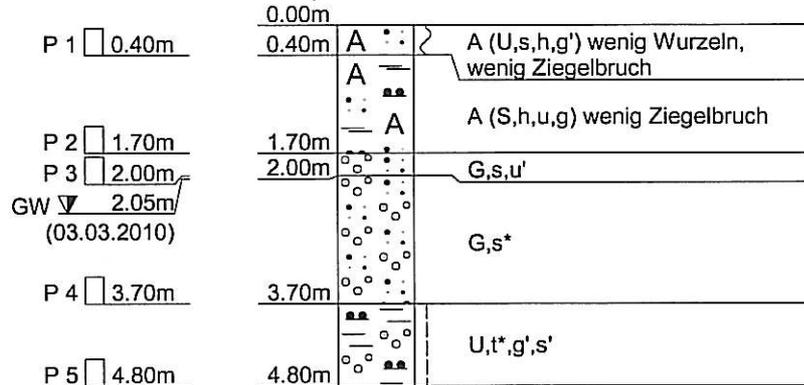
Ansatzpunkt: 430.17 mNN



Crystal Geotechnik GmbH	Projekt : BV Flurst. 1159, Ravensburg	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projektnr. : B 10067	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage : 3.3	
Tel.: 08806/95894-0; Fax: 95894-44	Maßstab : 1: 100	Datum : 03.03.2010

RKS 3

Ansatzpunkt: 430.55 mNN



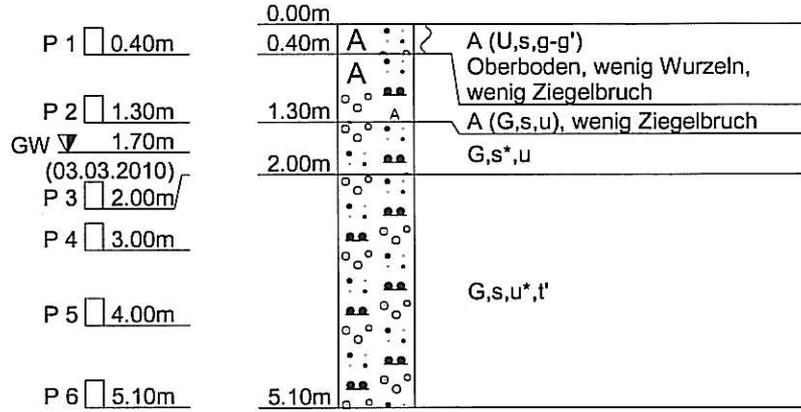
Endtiefe

kein Bohrfortschritt

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt : BV Flurst. 1159, Ravensburg	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projektnr. : B 10067	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage : 3.4	
Tel.: 08806/95894-0; Fax: 95894-44	Maßstab : 1: 100	Datum : 03.03.2010

RKS 4

Ansatzpunkt: 429.94 mNN



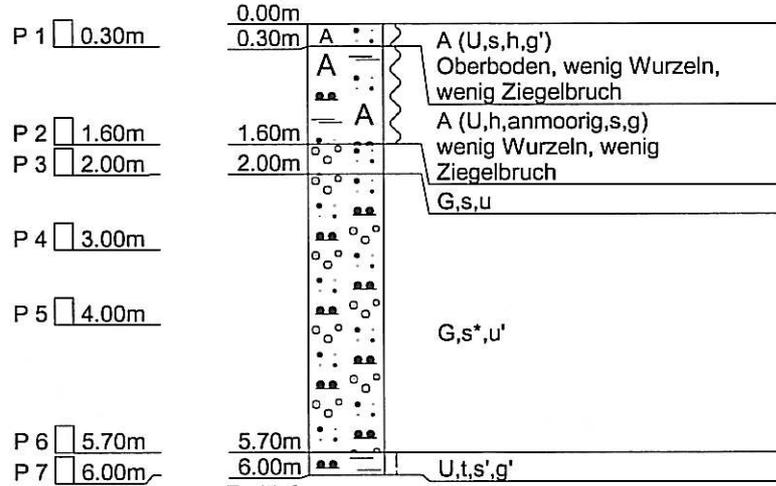
Endtiefe

kein Bohrfortschritt

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt : BV Flurst. 1159, Ravensburg	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projektnr. : B 10067	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage : 3.5	
Tel.: 08806/95894-0; Fax: 95894-44	Maßstab : 1: 100	Datum : 03.03.2010

RKS 5

Ansatzpunkt: 430.48 mNN



Endtiefe

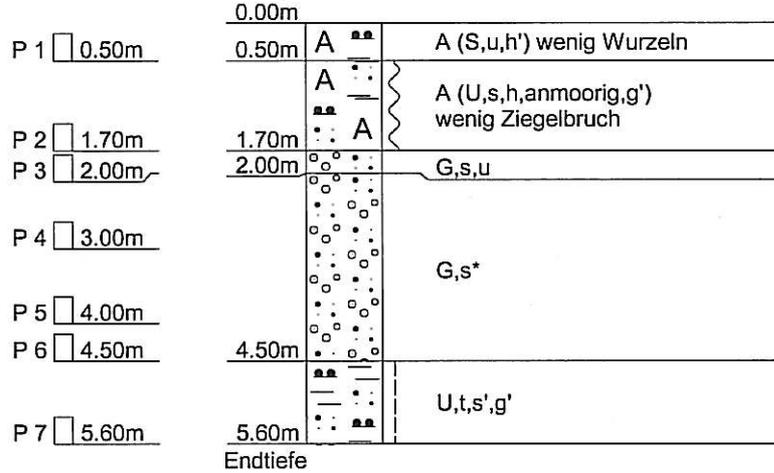
Wasser tiefer als 2.10 m

Bohrloch verstürzt

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt : BV Flurst. 1159, Ravensburg	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projektnr. : B 10067	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage : 3.7	
Tel.: 08806/95894-0; Fax: 95894-44	Maßstab : 1: 100	Datum : 04.03.2010

RKS 7

Ansatzpunkt: 431.03 mNN

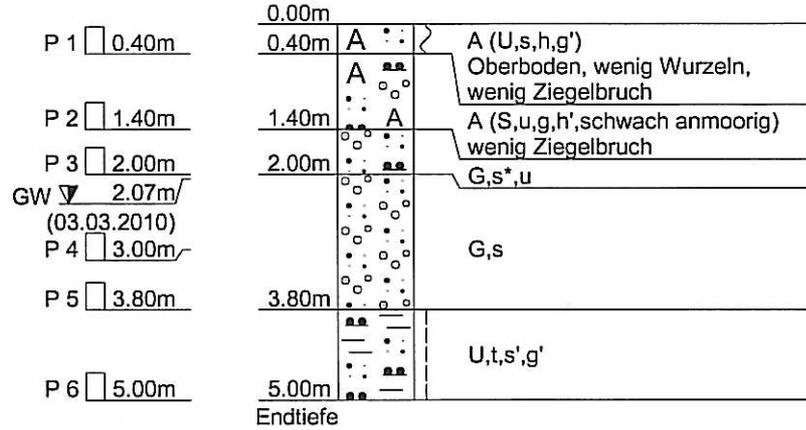


kein Bohrfortschritt
Wasser tiefer als 2.50m; Bohrloch verstürzt

Crystal Geotechnik GmbH	Projekt : BV Flurst. 1159, Ravensburg	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projektnr. : B 10067	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage : 3.8	
Tel.: 08806/95894-0; Fax: 95894-44	Maßstab : 1: 100	Datum : 03.03.2010

RKS 8

Ansatzpunkt: 430.70 mNN

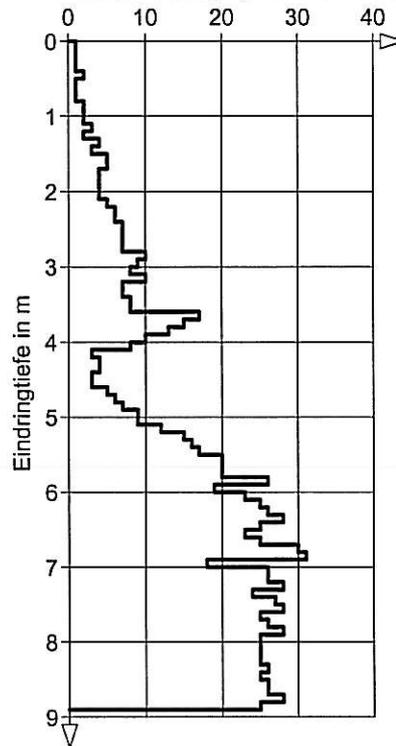


Crystal Geotechnik GmbH	Projekt : BV Flurst. 1159, Ravensburg	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projektnr. : B 10067	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage : 3.9	
Tel.: 08806/95894-0; Fax: 95894-44	Maßstab : 1: 100	Datum : 03.03.2010

DPH 1

Ansatzpunkt: 429.68 mNN

Anzahl Schläge je 10 cm Eindringung

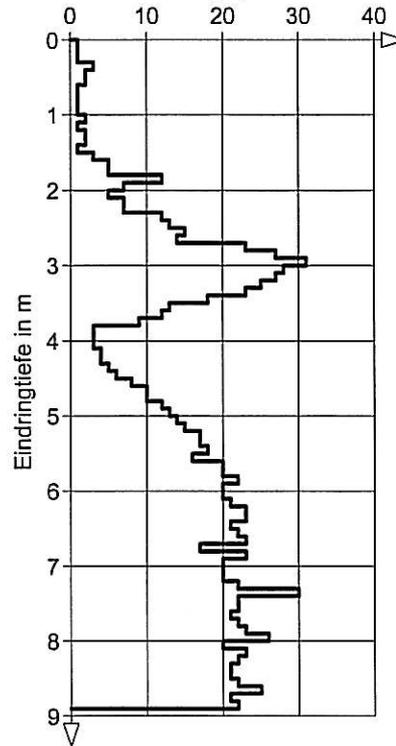


Crystal Geotechnik GmbH	Projekt : BV Flurst. 1159, Ravensburg	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projektnr. : B 10067	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage : 3.10	
Tel.: 08806/95894-0; Fax: 95894-44	Maßstab : 1: 100	Datum : 03.03.2010

DPH 2

Ansatzpunkt: 430.55 mNN

Anzahl Schläge je 10 cm Eindringung

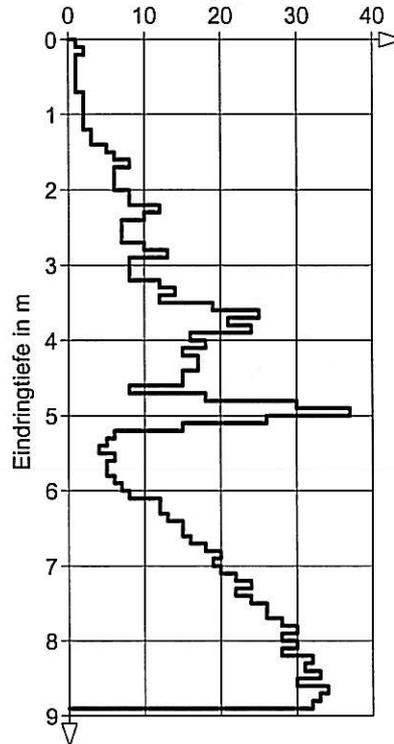


Crystal Geotechnik GmbH	Projekt : BV Flurst. 1159, Ravensburg	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projektnr. : B 10067	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage : 3.11	
Tel.: 08806/95894-0; Fax: 95894-44	Maßstab : 1: 100	Datum : 03.03.2010

DPH 3

Ansatzpunkt: 429.94 mNN

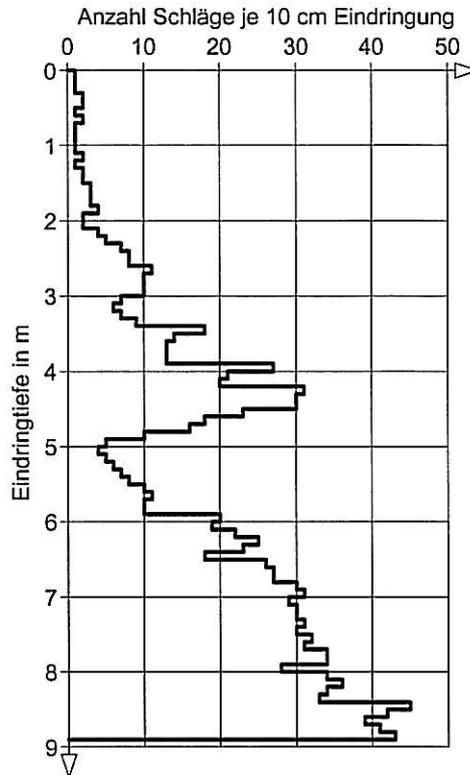
Anzahl Schläge je 10 cm Eindringung



Crystal Geotechnik GmbH	Projekt : BV Flurst. 1159, Ravensburg	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projektnr. : B 10067	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage : 3.12	
Tel.: 08806/95894-0; Fax: 95894-44	Maßstab : 1: 100	Datum : 04.03.2010

DPH 4

Ansatzpunkt: 430.16 mNN

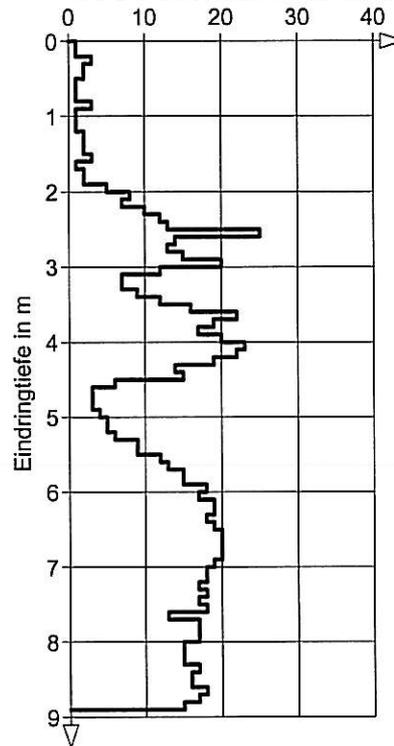


Crystal Geotechnik GmbH	Projekt : BV Flurst. 1159, Ravensburg	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projektnr. : B 10067	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage : 3.13	
Tel.: 08806/95894-0; Fax: 95894-44	Maßstab : 1: 100	Datum : 04.03.2010

DPH 5

Ansatzpunkt: 431.03 mNN

Anzahl Schläge je 10 cm Eindringung

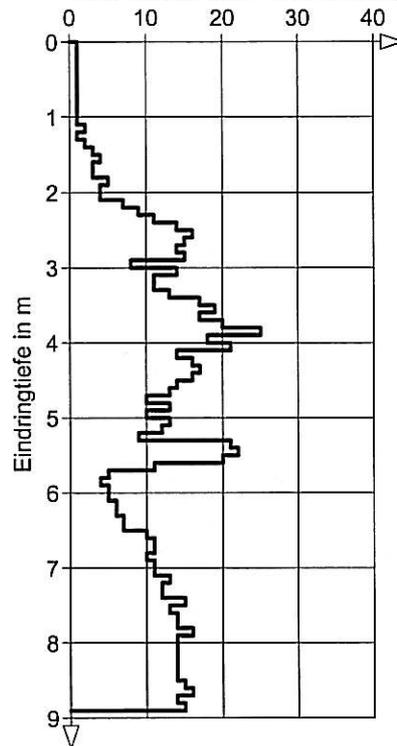


Crystal Geotechnik GmbH	Projekt : BV Flurst. 1159, Ravensburg	
Berat. Ingenieure und Geologen	Projektnr. : B 10067	
Hofstattstr. 28, 86919 Utting	Anlage : 3.14	
Tel.: 08806/95894-0; Fax: 95894-44	Maßstab : 1: 100	Datum : 04.03.2010

DPH 6

Ansatzpunkt: 430.48 mNN

Anzahl Schläge je 10 cm Eindringung



Anlage 4

Projekt: BV Ravensburg Flurstück 1159 / 4 Wohnhäuser Anlage: 4.1 **CRYSTAL**

Ort: Ravensburg Projekt-Nr.: B 10067 Bearb.: RS/KA Datum: 10.03.10 **GEOTECHNIK**

ZUSAMMENSTELLUNG DER LABORERGEBNISSE

Ort	Tiefe	Art	Bodenbe- schreibung	Kurzansprache	Kornanteile in Gew. %			Wasserger. < 0,4mm	Zustandsgrenzen			Dichten ρ	Dichten ρ _d	Bemerkungen	Flügelscherversuch kN/m ²	Taschenpenetrom. kN/m ²
					< 0,063 mm	0,06 bis < 2,0 mm	2,0 bis < 63 mm		Fließgrenze w _L	Ausrollgrenze w _p	Plastizität I _p					
RKS 1	2,50	BP	Kies, sandig, schwach schluffig gelbgrau	* = stark GU	8,3	29,6	62,1									
RKS 1	4,50	BP	Sand, stark schluffig, schwach kiesig, schwach tonig olivgrau	S,u*,g*,t*	U=30,8 T= 6,9	47,9	14,4									
RKS 1	6,00	BP	Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig khakibraun	U,s,t*,g*	TL	20,5		21,0	32,0	18,0	14,1	0,78 steif		36	100 100 100	
RKS 3	1,70	BP	Auffüllung (Sand, schluffig, humos, kiesig) braungrau	A (S,u,h,g)		30,3								nicht möglich	nicht möglich	
RKS 3	4,80	BP	Schluff, stark tonig, schwach kiesig, schwach sandig khakigräu	U,t*,g*,s*	TM	22,9		24,1	46,6	20,0	26,6	0,84 steif		bricht	200 200 200	

Projekt: BV Ravensburg Flurstück 1159 / 4 Wohnhäuser

Anlage: 4.2

CRYSTAL

Ort: Ravensburg

Datum: 10.03.10

Bearb.: RS/KA

Projekt-Nr.: B 10067

GEOTECHNIK

ZUSAMMENSTELLUNG DER LABORERGEBNISSE

Ort	Tiefe	Probenahme	Bodenbe- schreibung	Kurzansprache	Kornanteile in Gew. %			Wasser- gehalt w	Zustandsgrenzen				Dichten p	Dichten p _d	Bemerkungen	Flügel-scherversuch kN/m ²	Taschenpenetrom. kN/m ²
					< 0,063 mm	0,06 bis < 2,0 mm	2,0 bis < 63 mm		Wasserg. < 0,4mm	Fließgrenze	Ausrollgrenze	W _L					
			Farbe	* = stark	DIN 18196	%	%	%	%	%	%	t/m ³	t/m ³				
RKS 4	1,30	BP	Auffüllung (Kies, sandig, schluffig) olivbraun	A (G,s,u)			14,5										
RKS 4	3,00 + 4,00	BP	Kies, sandig, stark schluffig, schwach tonig gelbgrau	G,s,u*,t'	GU*	U=17,7 T= 3,3	25,6	53,4									
RKS 5	3,00 + 4,00	BP	Kies, stark sandig, schwach schluffig grünbraun	G,s*,u'	GU	6,2	32,2	61,6									
RKS 6	1,50	BP	Auffüllung (Schluff, sandig, humos) sepiabraun	A (U,s,h)			34,8										nicht möglich
RKS 6	5,40	BP	Schluff, stark tonig, schwach sandig gelbgrau	U,t*,s'	TM		20,4		20,7	40,1	20,0	20,0	0,97 steif			bricht	225 300 300

Crystal Geotechnik GmbH
 Berat. Ingenieure und Geologen
 Hofstattstr. 28 86919 Utting
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44

Kornverteilung

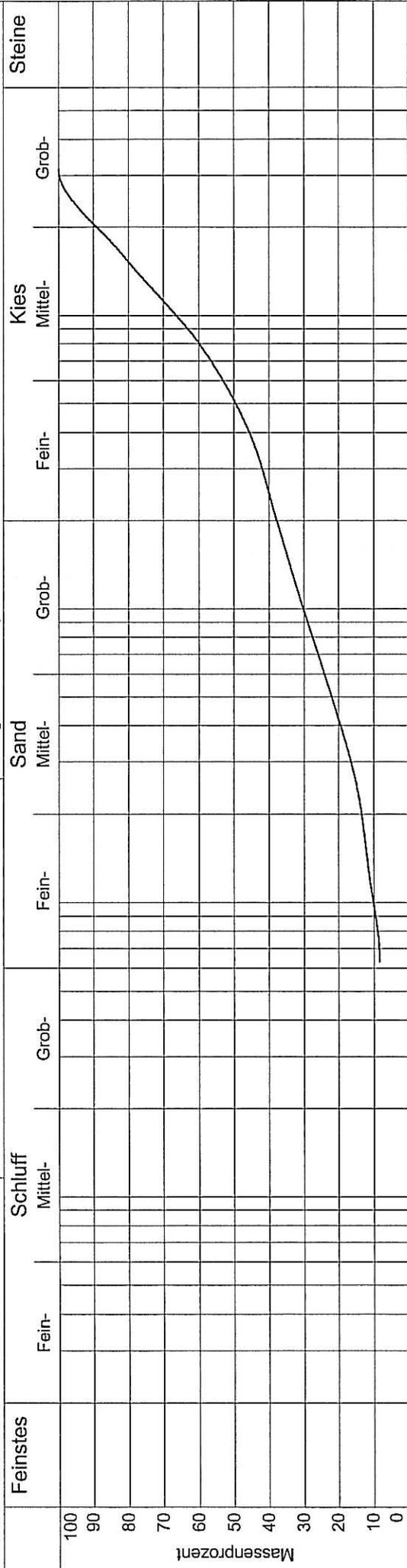
DIN 18 123

Projekt : BV Ravensburg Flurstück 1159 / 4 Wohnhäuser

Projektnr. : B 10067

Datum : 15.03.2010

Anlage : 



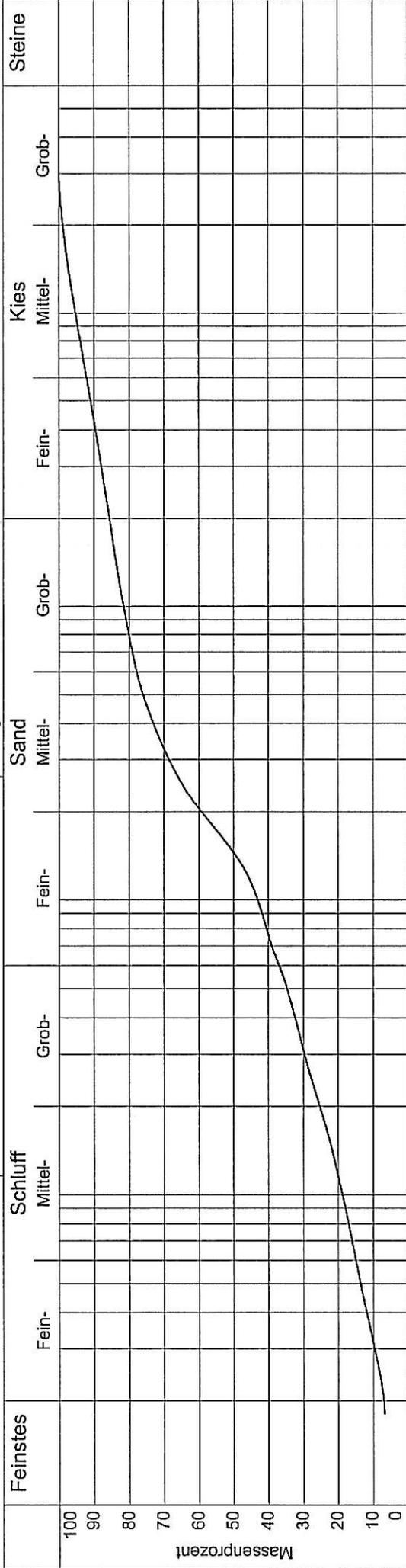
Schluff		Sand		Kies		Steine	
Fein-	Mittel-	Fein-	Mittel-	Fein-	Mittel-	Grob-	Steine
0.002	0.006	0.06	0.2	2	6	20	60
Korndurchmesser in mm							
Versuchsname	RKS 1 - 2,50 m						
Entnahmestelle	RKS 1						
Entnahmetiefe	2,50 m						
Bodenart	G,s,u'						
Bodengruppe	GU						
Anteil < 0.063 mm	8.3 %						
Kornfraktion T/U/S/G	0.0/8.3/29.6/62.1 %						
Ungleichförmigkeitsgrad	U = 81.0						
Krümmungszahl	Cc = 1.2						
d10 / d60	0.100/8.066 mm						
kf nach Seiler	1.9E-003 m/s						
kf nach Hazen	- (U > 5)						
kf nach Beyer	- (U > 30)						
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)						
Frostpfindl.klasse	F2						

Crystal Geotechnik GmbH
 Berat. Ingenieure und Geologen
 Hofstattstr. 28 86919 Utting
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44

Kornverteilung

DIN 18 123

Projekt : BV Ravensburg Flurstück 1159 / 4 Wohnhäuser
 Projektnr. : B 10067
 Datum : 16.03.2010
 Anlage : 4.5



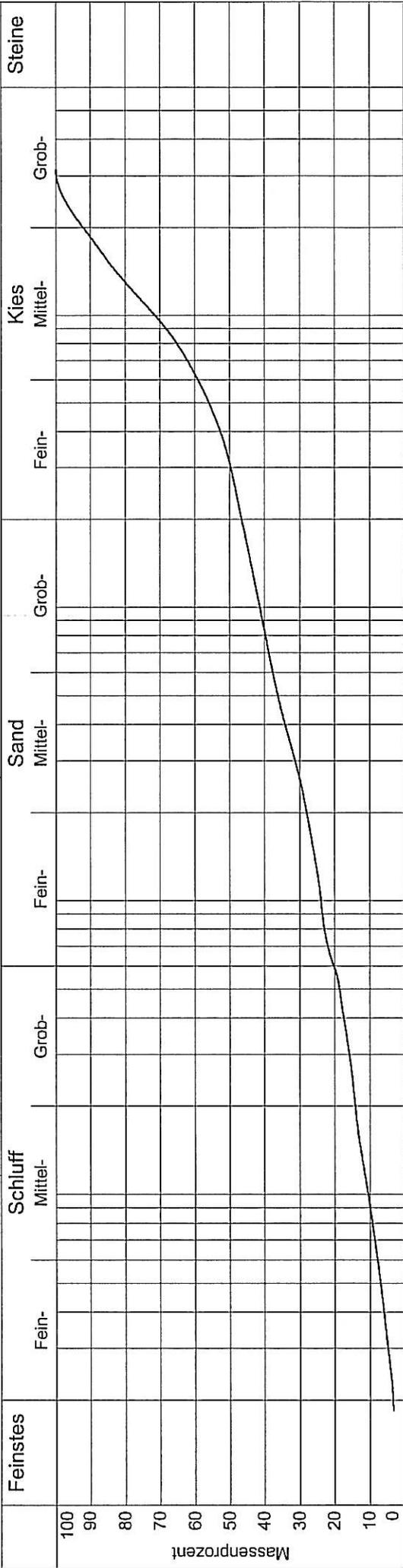
Versuchsname	Korndurchmesser in mm									
	0.002	0.006	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
Entnahmestelle	RKS 1 - 4,50 m									
Entnahmetiefe	RKS 1									
Bodenart	4,50 m									
Bodengruppe	S _ü g ¹ t									
Anteil < 0.063 mm	sÜ									
Kornfraktion T/U/S/G	37.7 %									
Ungleichförmigkeitsgrad	6.9/30.8/47.9/14.4 %									
Krümmungszahl	U = 64.5									
d10 / d60	Cc = 1.5									
kf nach Seiler	0.003/0.205 mm									
kf nach Hazen	1.1E-006 m/s									
kf nach Beyer	- (U > 5)									
kf nach Kaubisch	- (U > 30)									
Frostempfindl.klasse	4.0E-008 m/s									
	F3									

Crystal Geotechnik GmbH
 Berat. Ingenieure und Geologen
 Hofstattstr. 28 86919 Utting
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44

Kornverteilung

DIN 18 123

Projekt : BV Ravensburg Flurstück 1159 / 4 Wohnhäuser
 Projektnr. : B 10067
 Datum : 16.03.2010
 Anlage : 4.6



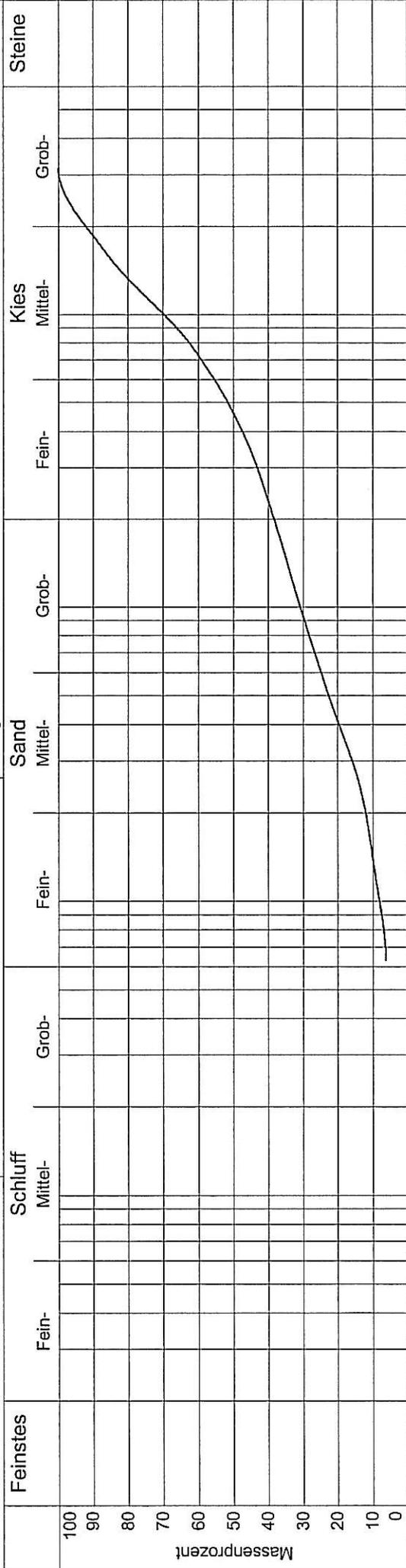
Schluff		Sand		Kies		Steine	
Fein-	Mittel-	Fein-	Mittel-	Fein-	Mittel-	Grob-	Steine
0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2	60
Korndurchmesser in mm							
Versuchsname	— RKS 4 - 3,00 + 4,00 m						
Entnahmestelle	RKS 4						
Entnahmetiefe	3,00 + 4,00 m						
Bodenart	G,s,ü,t'						
Bodengruppe	GÜ						
Anteil < 0.063 mm	20.9 %						
Kornfraktion T/U/S/G	3.3/17.7/25.6/53.4 %						
Ungleichförmigkeitsgrad	U = 682.4						
Krümmungszahl	Cc = 1.2						
d10 / d60	0.009/6.320 mm						
kf nach Seiler	-						
kf nach Hazen	- (U > 5)						
kf nach Beyer	- (U > 30)						
kf nach Kaubisch	1.3E-006 m/s						
Frostempfindl.klasse	F3						
	DC						

Crystal Geotechnik GmbH
 Berat. Ingenieure und Geologen
 Hofstattstr. 28 86919 Utting
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44

Kornverteilung

DIN 18 123

Projekt : BV Ravensburg Flurstück 1159 / 4 Wohnhäuser
 Projektnr. : B 10067
 Datum : 15.03.2010
 Anlage : 4.7



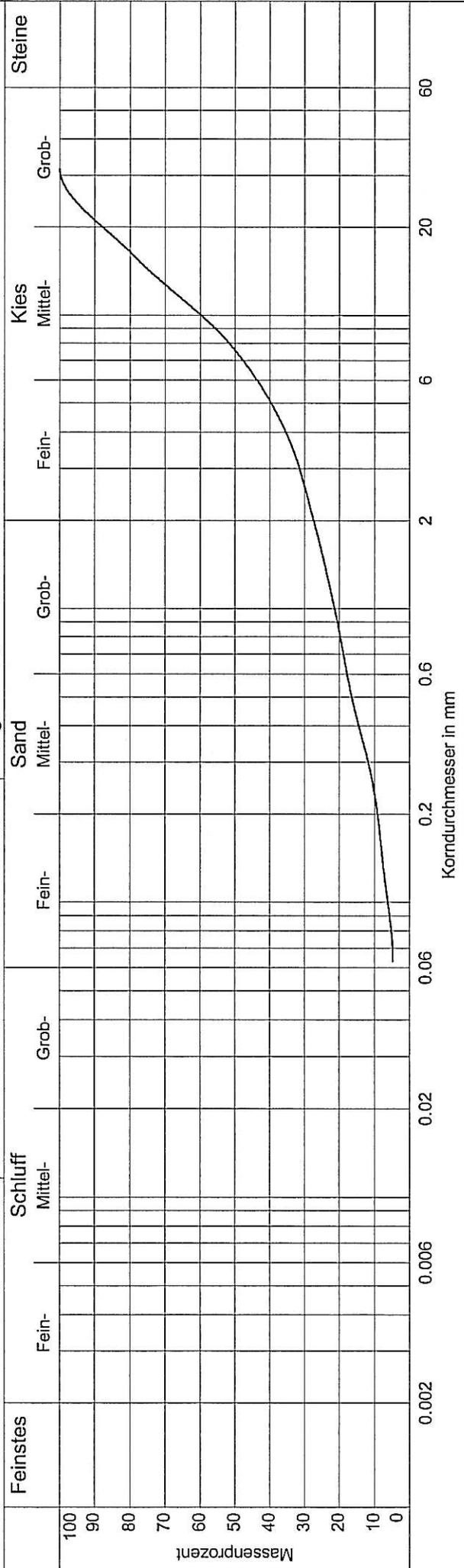
Versuchsname	Schluff		Sand		Kies		Steine
	Fein-	Mittel-	Mittel-	Grob-	Fein-	Mittel-	
Entnahmestelle							
Entnahmetiefe							
Bodenart							
Bodengruppe							
Anteil < 0.063 mm							
Kornfraktion T/U/S/G							
Ungleichförmigkeitsgrad							
Krümmungszahl							
d10 / d60							
kf nach Seiler							
kf nach Hazen							
kf nach Beyer							
kf nach Kaubisch							
Frostpfindl.klasse							

Crystal Geotechnik GmbH
 Berat. Ingenieure und Geologen
 Hofstattstr. 28 86919 Utting
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44

Kornverteilung

DIN 18 123

Projekt : BV Ravensburg Flurstück 1159 / 4 Wohnhäuser
 Projektnr. : B 10067
 Datum : 15.03.2010
 Anlage : 4.8

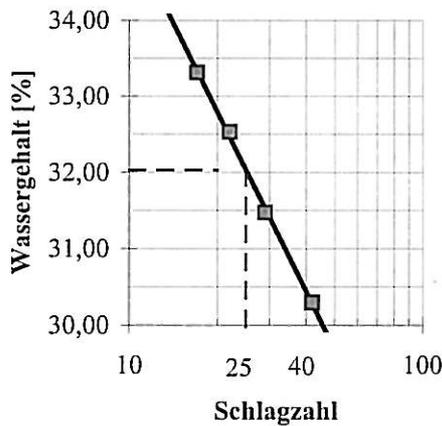


Versuchsname	— RKS 8 - 3,00 m
Entnahmestelle	RKS 8
Entnahmetiefe	3,00 m
Bodenart	G,s
Bodengruppe	GW
Anteil < 0.063 mm	4.6 %
Kornfraktion T/U/S/G	0.0/4.6/22.8/72.6 %
Ungleichförmigkeitsgrad	U = 42.1
Krümmungszahl	Cc = 2.9
d10 / d60	0.239/10.049 mm
kf nach Seiler	3.6E-003 m/s
kf nach Hazen	- (U > 5)
kf nach Beyer	- (U > 30)
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
Frostpfindl.klasse	F1

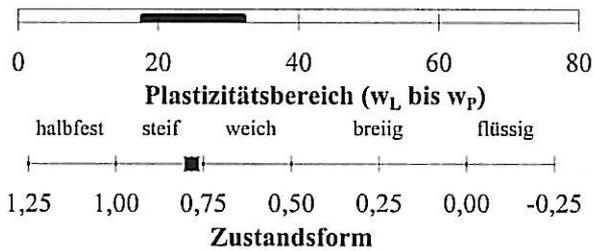
Zustandsgrenzen nach DIN 18122, Teil 1

Projekt:	BV Ravensburg Flurstück 1159 / 4 Wohnhäuser	Entnommen durch:	Berghof
Projektnummer:	B 10067	Entnahme am:	04.03.10
Bodenart:	U,s,t',g' (Matrix < 0,4mm)	Ausgeführt durch:	BS
Entnahmestelle:	RKS 1	Ausgeführt am:	15.03.10
Entnahmetiefe:	6,00 m		

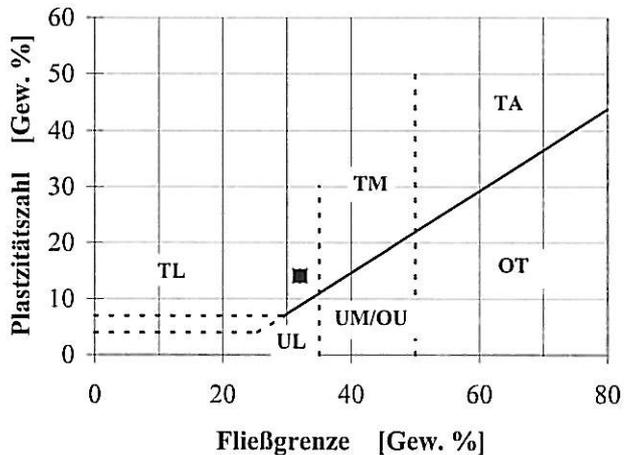
	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
	57	81	X1	316	401	90	311
Behälter Nr.	57	81	X1	316	401	90	311
Zahl der Schläge [g]	42	29	22	17			
Feucht. Pr. + Behält. [g]	36,80	24,11	29,87	46,14	10,15	10,52	10,87
Trock. Pr.+Behält. [g]	29,32	19,43	23,67	35,58	9,15	9,65	9,80
Behälter [g]	4,63	4,56	4,61	3,88	3,68	4,59	3,98
Wasser [g]	7,48	4,68	6,20	10,56	1,00	0,87	1,07
Trockene Probe [g]	24,69	14,87	19,06	31,70	5,47	5,06	5,82
Wassergehalt [%]	30,30	31,47	32,53	33,31	18,28	17,19	18,38



Wassergehalt	w	21,0 %
Fließgrenze	w _L	32,0 %
Ausrollgrenze	w _P	18,0 %
Plastizitätszahl	I _P	14,1 %
Konsistenzzahl	I _C	0,78



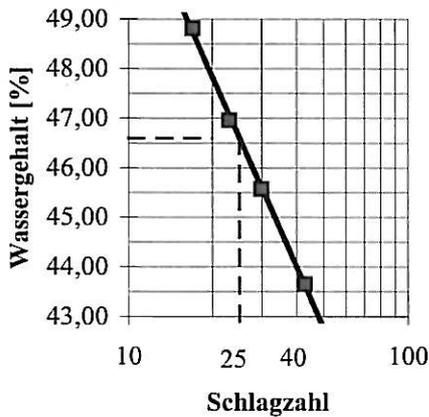
Bemerkungen: **TL**



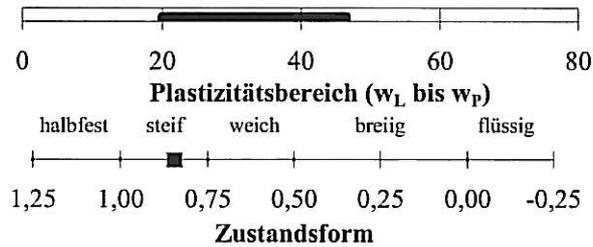
Zustandsgrenzen nach DIN 18122, Teil 1

Projekt:	BV Ravensburg Flurstück 1159 / 4 Wohnhäuser		
Projektnummer:	B 10067	Entnommen durch:	Berghof
Bodenart:	U,t*,g',s' (Matrix < 0,4mm)	Entnahme am:	04.03.10
Entnahmestelle:	RKS 3	Ausgeführt durch:	BS
Entnahmetiefe:	4,80 m	Ausgeführt am:	15.03.10

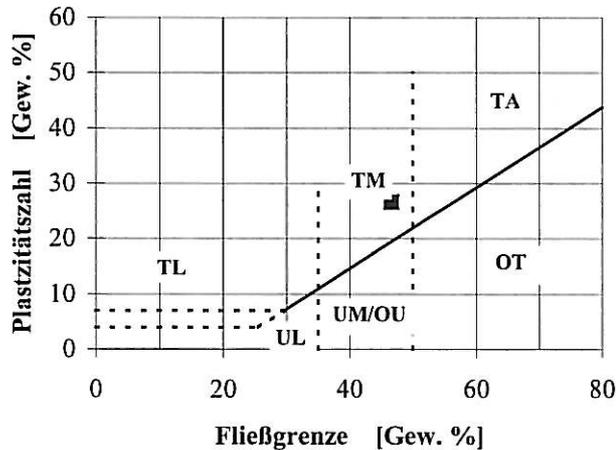
	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
	330	444	134	314	150	VII	317
Behälter Nr.	330	444	134	314	150	VII	317
Zahl der Schläge [g]	43	30	23	17			
Feucht. Pr. + Behält [g]	33,72	32,79	26,91	39,06	10,92	10,48	10,76
Trock. Pr.+Behält. [g]	24,75	23,94	19,75	27,54	9,90	9,39	9,61
Behälter [g]	4,20	4,52	4,50	3,94	4,75	3,87	3,95
Wasser [g]	8,97	8,85	7,16	11,52	1,02	1,09	1,15
Trockene Probe [g]	20,55	19,42	15,25	23,60	5,15	5,52	5,66
Wassergehalt [%]	43,65	45,57	46,95	48,81	19,81	19,75	20,32



Wassergehalt	w	24,1 %
Fließgrenze	w _L	46,6 %
Ausrollgrenze	w _P	20,0 %
Plastizitätszahl	I _p	26,6 %
Konsistenzzahl	I _C	0,84



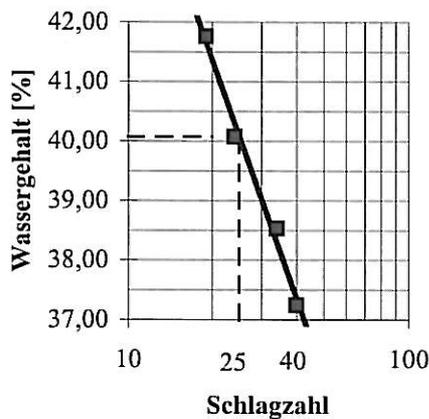
Bemerkungen: **TM**



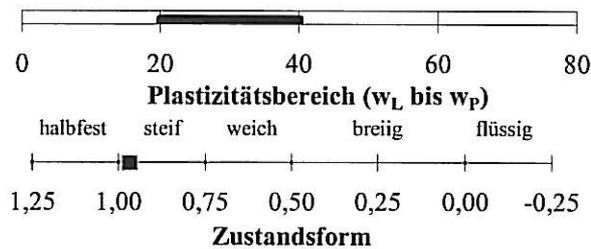
Zustandsgrenzen nach DIN 18122, Teil 1

Projekt:	BV Ravensburg Flurstück 1159 / 4 Wohnhäuser	Entnommen durch:	Berghof
Projektnummer:	B 10067	Entnahme am:	04.03.10
Bodenart:	U,t*,s'	Ausgeführt durch:	BS
Entnahmestelle:	RKS 6	Ausgeführt am:	15.03.10
Entnahmetiefe:	5,40 m		

	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
	331	11	308	529	53	39	305
Behälter Nr.							
Zahl der Schläge [g]	40	34	24	19			
Feucht. Pr. + Behält [g]	28,86	27,32	30,01	47,30	10,35	12,36	11,69
Trock. Pr.+Behält. [g]	22,10	21,02	22,52	34,73	9,42	11,07	10,40
Behälter [g]	3,95	4,67	3,83	4,63	4,65	4,64	4,12
Wasser [g]	6,76	6,30	7,49	12,57	0,93	1,29	1,29
Trockene Probe [g]	18,15	16,35	18,69	30,10	4,77	6,43	6,28
Wassergehalt [%]	37,25	38,53	40,07	41,76	19,50	20,06	20,54



Wassergehalt	w	20,7 %
Fließgrenze	w _L	40,1 %
Ausrollgrenze	w _P	20,0 %
Plastizitätszahl	I _P	20,0 %
Konsistenzzahl	I _C	0,97



Bemerkungen: **TM**

