

## **Baugrunduntersuchung**

### **Bebauungsplan „Burgstaller Straße“ Rohrbach a. d. Ilm**

Bauvorhaben: Neubau Bahnwerkstatthalle und Bürogebäude  
Messerschmittsstraße  
Rohrbach

Projektnr.: 17 328

Auftraggeber: ARS Altmann AG  
Feierabendmühle 1  
85283 Wolnzach

Auftragnehmer: Geotechnisches Büro Klaus Deller  
Schweiger Str. 17  
81541 München

Datum: 27.02.2017

## **Inhaltsverzeichnis**

1.	Veranlassung / Allgemeines .....	3
2.	Durchgeführte Untersuchungen .....	3
3.	Untersuchungsergebnisse, Boden- und Grundwasserverhältnisse .....	4
3.1.	Ergebnisse der Bohrungen und Sondierungen .....	4
3.2.	Grundwasserverhältnisse .....	6
3.3.	Bodenmechanische Laborversuche .....	7
3.4.	Bodenmechanische Eigenschaften .....	8
4.	Gründungsberatung .....	11
4.1.	Eigenschaften und Eignung des Baugrunds .....	11
4.2.	Gründungsempfehlungen .....	11
5.	Hinweise zu Planung und Bauausführung .....	13
6.	Sonstiges .....	14

## **Anlage**

- 1 Lageplan der Bohrungsatzpunkte
- 2 Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse
- 3 Rammdiagramme
- 4 Bodenmechanische Untersuchungen
- 5 Setzungsberechnungen
- 6 Körnungsbänder Homogenbereiche

## **1. Veranlassung / Allgemeines**

Auf einem bislang unbebauten Grundstück am Ende der Messerschmittstraße soll eine Bahnwerkstatt halle mit Gleisanschluss sowie ein Bürogebäude errichtet werden. Das Grundstück liegt zwischen der Bahnlinie Rohrbach – Wolnzach und der Staatsstraße 2232. Das Gelände ist leicht geneigt und besteht aus Wiesen und einem Feuchtbiotop.

Das Geotechnische Büro Klaus Deller erhielt am 29.11.2016 von Herrn Hellwig auf der Grundlage des Angebotes vom 21.11.2016 den Auftrag zur Durchführung einer Baugrunduntersuchung.

## **2. Durchgeführte Untersuchungen**

Vor den Bohrarbeiten wurden die Spartenpläne für das Grundstück eingeholt. Zur Bau grunderkundung wurden sechs Rammkernsondierungen bis max. 9 m Tiefe durchgeführt und fünf Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) bis max. 9,0 m Tiefe. Das Feuchtbiotop konnte nicht mit dem Raupengerät befahren werden. Hier wurde ersatzweise eine Schlitzsondierung bis 4 m Tiefe und eine Rammsondierung mit der Leichten Rammsonde (DPL 10) bis 4 m Tiefe ausgeführt. Aus den Bohrungen wurden 26 Bodenproben entnommen.

An vier Bodenproben wurde die Kornverteilung bestimmt, an drei Bodenproben die Konsistenzgrenzen und an sechs Proben die Wassergehalte

Die Bohr- und Sondierarbeiten fanden am 30.01., 01.02, 02.02. und 06.02.2017 statt. Die Lage der Bohr- und Sondierpunkte kann dem Lageplan der Anlage 1 entnommen werden. Die Ansatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen (Höhenbezugspunkt: Vermessungspunkt WipflerPLAN an der Messerschmittstraße mit 395,0 mNN).

### 3. Untersuchungsergebnisse, Boden- und Grundwasserverhältnisse

#### 3.1. Ergebnisse der Bohrungen und Sondierungen

Bei den Bohrungen wurden unter Niedermoortorf und quartären Schwemmsanden tertiäre Sande, Kiese, Schluffe und Tone angetroffen. Die nachfolgende Tabelle fasst die Ergebnisse zusammen. Eine ausführliche Beschreibung der Bohrergebnisse kann den Bohrprofilen, Schichtenverzeichnissen und Rammdiagrammen (Anlagen 2 und 3) entnommen werden.

**Tabelle 1: angetroffene Böden**

SB 1 / DPH 1 (395,02 m)

Tiefe	Boden	Schlagzahlen (DPH)	Lagerungsdichte Konsistenz
0 – 0,2 m	Oberboden	2 - 3	
0,2 – 0,6 m	Quartär: Sand, kiesig schwach schluffig	0 - 2	sehr locker
0,6 – 0,9 m	Quartär: Torf	0 - 1	
0,9 – 1,2 m	Quartär: Kies, sandig	0 - 4	sehr locker
1,2 – 2,6 m	Tertiär: Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig	3 - 7	mitteldicht
2,6 – 3,5 m	Tertiär: Kies, sandig	3 - 5	mitteldicht
3,5 – 4,6 m	Tertiär: Schluff, stark feinsandig	4 - 17	halbfest
4,6 – 6,5 m	Tertiär: Feinsand, stark schluffig	14 - 24	dicht
6,5 – 9,0 m	Tertiär: Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig	19 - 57	dicht

Bei 0,7 m wurde das Grundwasser eingespiegelt.

KB / DPL (395,37 m)

Tiefe	Boden	Schlagzahlen (DPL 10)	Lagerungsdichte Konsistenz
0 – 1,6 m	Quartär: Torf	1 - 15	
1,6 – 2,7 m	Tertiär: Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig	15 - 28	mitteldicht
2,7 – 3,3 m	Tertiär: Kies, sandig	7 - 19	mitteldicht
3,3 – 4,0 m	Tertiär: Schluff, stark feinsandig	10 - 30	halbfest

Bei 0,5 m wurde das Grundwasser eingespiegelt.

SB 2 / DPH 2 (395,92 m)

Tiefe	Boden	Schlagzahlen (DPH)	Lagerungsdichte Konsistenz
0 – 0,4 m	Oberboden	0 - 3	
0,4 – 1,0 m	Quartär: Torf	0 - 1	
1,0 – 4,5 m	Tertiär: Kies, stark sandig	3 - 10	mitteldicht
4,5 – 5,7 m	Tertiär: Sand, schwach kiesig	2 - 7	mitteldicht
5,7 – 6,2 m	Tertiär: Ton schluffig	7 - 8	halbfest
6,5 – 9,0 m	Tertiär: Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig	6,2 - 7,5 m 7,5 - 9,0 m	mitteldicht dicht

Bei 0,7 m wurde das Grundwasser eingespiegelt.

SB 3 / DPH 3 (399,06 m)

Tiefe	Boden	Schlagzahlen (DPH)	Lagerungsdichte Konsistenz	
0 – 0,4 m	Oberboden	1 - 2		
0,4 – 1,2 m	Quartär: Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig	2 - 11	locker	
1,2 – 2,4 m	Quartär: Mittelsand, stark feinsandig, stark schluffig	2 - 8	locker	
2,4 – 3,8 m	Tertiär: Sand, stark kiesig, schwach schluffig	5 - 17	mitteldicht	
3,8 – 7,7 m	Tertiär: Kies, stark sandig, schwach schluffig	3,8 - 4,9 m 4,9 - 6,0 m 6,0 - 6,6 m 6,6 - 7,7 m	15 - 28 13 - 18 18 - 19 7 - 14	dicht mitteldicht dicht mitteldicht
7,7 – 9,0 m	Tertiär: Ton schluffig	11 - 15	fest	

Bei 3,8 m wurde das Grundwasser eingespiegelt.

SB 4 / DPH 4 (398,93 m)

Tiefe	Boden	Schlagzahlen (DPH)	Lagerungsdichte Konsistenz	
0 – 0,4 m	Oberboden	1 - 2		
0,4 – 1,0 m	Quartär: Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig	2 - 7	locker	
1,0 – 1,4 m	Quartär: Kies, stark sandig, schwach schluffig	3 - 4	locker	
1,4 – 2,6 m	Quartär: Mittelsand, stark feinsandig, stark schluffig	3 - 10	locker	
2,6 – 3,0 m	Tertiär: Sand, stark kiesig, schwach schluffig	10 - 11	mitteldicht	
3,0 – 7,0 m	Tertiär: Kies, stark sandig, schwach schluffig	3,0 - 3,4 m 3,4 - 5,8 m 5,8 - 6,8 m 6,8 - 7,0 m	10 - 14 11 - 33 6 - 11 15 - 19	mitteldicht dicht mitteldicht dicht
7,0 – 7,2 m	Tertiär: Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig	11 - 14	dicht	
7,2 – 8,5 m	Tertiär: Ton, schluffig	10 - 14	fest	

Bei 3,65 m wurde das Grundwasser eingespiegelt.

SB 5 / DPH 5 (399,10 m)

Tiefe	Boden	Schlagzahlen (DPH)	Lagerungsdichte Konsistenz
0 – 0,4 m	Oberboden	1 - 2	
0,4 – 2,8 m	Quartär: Mittelsand, stark feinsandig, stark schluffig	2 - 7	locker
2,8 – 3,6 m	Tertiär: Sand, stark kiesig, schluffig	6 - 16	mitteldicht
3,6 – 4,5 m	Tertiär: Sand, stark kiesig, schwach schluffig	20 - 30	dicht
4,5 – 7,8 m	Tertiär: Kies, stark sandig		
	4,5 - 6,8 m 6,8 - 7,8 m	11 - 34 7 - 13	dicht mitteldicht
7,8 – 7,9 m	Tertiär: Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig	11	mitteldicht
7,9 – 8,5 m	Tertiär: Ton, schluffig	8 - 11	fest

Bei 3,80 m wurde das Grundwasser eingespiegelt.

SB 6 (398,25 m)

Tiefe	Boden	Lagerungsdichte Konsistenz
0 – 0,3 m	Oberboden	
0,3 – 1,5 m	Quartär: Sand, schwach kiesig, schwach schluffig	locker
1,5 – 1,7 m	Quartär: Schluff, schwach sandig	steif
1,7 – 2,0 m	Quartär: Sand, schwach kiesig, schwach schluffig	locker
2,0 – 2,7 m	Quartär: Schluff, kiesig, sandig	steif
2,7 – 3,3 m	Tertiär: Sand, stark kiesig	mitteldicht
3,3 – 3,6 m	Tertiär: Sand, stark schluffig, schwach kiesig	mitteldicht
3,6 – 5,0 m	Tertiär: Kies, sandig	mitteldicht

Bei 2,90 m wurde das Grundwasser eingespiegelt.

### 3.2. Grundwasserverhältnisse

Es wurde Grundwasser mit geringem Flurabstand eingespiegelt. Die tertiären Tone und Schluffe sind Stauhorizonte. Die Bodenschichten unterhalb dieser Stauer führen kein Wasser.

Die wasserführenden Schichten wechseln von Sanden und Kiesen bis zu Torf. Die Grundwassermächtigkeit lag während der Bohrarbeiten zwischen 2,8 m bei KB und 5,7 m bei SB 2. Es ist mit lokal stark wechselnden Durchlässigkeiten und Transmissivitäten zu rechnen. Das Grundwasser fließt nach West-Nordwest.

**Tabelle 2: Grundwasserstände**

Bohrung	SB 1	KB	SB 2	SB 3
Grundwassser eingespiegelt (m u GOK)	0,7	0,5	0,7	3,8
Grundwassser eingespiegelt (m NN)	394,32	394,87	395,22	395,26
Stauhorizont bei (m u GOK)	3,5	3,3	5,7	7,7
Stauhorizont bei (m NN)	391,52	392,07	390,22	391,36

Bohrung	SB 4	SB 5	SB 6
Grundwassser eingespiegelt (m u GOK)	3,65	3,8	2,9
Grundwassser eingespiegelt (m NN)	395,28	395,3	395,35
Stauhorizont bei (m u GOK)	7,2	7,9	tiefer 5 m
Stauhorizont bei (m NN)	391,73	391,2	

### 3.3. Bodenmechanische Laborversuche

Die bodenmechanischen Laborversuche (siehe Anlage 4) ergeben die folgende Zuordnung zu Bodengruppen nach DIN 18196.

**Tabelle 3: Siebanalysen**

Probe	SB 1/1,1-1,5 m	SB 2/1,0-3,5 m	SB 4/2,0-2,4 m	SB 4/4,5-5,0 m
Boden	mS, fs*, u'	G, s*	S, u*	G, s*, u'
Feinkornanteil (< 0,063 mm)	13,8 %	2,0 %	30,8 %	5,6 %
Sandanteil (0,063 – 2 mm)	85,4 %	34,0 %	65,3 %	33,9 %
Kiesanteil (2 – 63 mm)	0,8 %	63,9 %	3,8 %	60,5 %
Bodengruppe	SU	GW	SU*	GU
Frostsicherheitsklasse	F 2	F 1	F 3	F 2
Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$	$1,6 \times 10^{-5}$ m/s	$4,7 \times 10^{-4}$ m/s	-	$1,5 \times 10^{-4}$ m/s
berechnet nach	Mallet / Paquant	Beyer		Beyer

**Tabelle 4: Konsistenzgrenzen**

Probe	SB 1 / 4,0 – 4,4 m	SB 4 / 8,0 – 8,5 m	SB 6 / 1,5 – 1,7
Boden	U, fs*	T, u	T, fs
Wassergehalt	24,6 %	17,6 %	20,5 %
Wassergehalt, korrigiert	24,7 %	19,5 %	20,7 %
Fließgrenze $w_L$	36,1 %	47,4 %	36,1 %
Ausrollgrenze $w_P$	27,7 %	26,5 %	21,8 %
Plastizitätszahl $I_P$	8,4 %	20,9 %	14,3 %
Konsistenzzahl $I_C$	1,36	1,34	1,08
Konsistenz	halbfest	halbfest	halbfest
Bodengruppe	UM	TM	TM

Aus den ermittelten Wassergehalten wurden Steifemoduln aus Wassergehalt und Entnahmetiefe berechnet sowie die Konsistenz ermittelt.

**Tabelle 5: Wassergehalte**

Boden	Probe	Wassergehalt	Wassergehalt, korrigiert	Konsistenz	Steifemodul in kN/m <sup>2</sup>
U, fs*	SB 1 / 4 - 4,4 m	24,65 %	24,67 %	halbfest	8322
T, u	SB 2 / 5,7 - 6 m	18,38 %	18,68 %	halbfest	13052
T, u	SB 3 / 8,5 - 9 m	17,58 %	17,60 %	fest	15217
T, u	SB 5 / 8 - 8,5 m	17,62 %	19,51 %	fest	14969
U, s'	SB 6 / 1,5 – 1,7 m	20,49 %	20,71 %	halbfest	8401
U, s, g'	SB 6 / 2,6 – 2,7 m	21,21 %	22,61 %	steif	8973

### 3.4. Bodenmechanische Eigenschaften

Die angetroffenen Bodenschichten lassen sich zu folgenden Schichten zusammenfassen.

**Tabelle 6: Baugrundmodell**

Schicht	Boden	Boden- gruppen	SB 1	KB	SB 2	SB 3
Schicht 1	Torf	HZ	0,6-0,9 m	0-1,6 m	0,4-1,0 m	
Schicht 2 a	Quartär: G,s,u'	GU	0,9-1,2 m			
Schicht 2 b	Quartär: S,u'	SU	0,2-0,6 m			0,4-1,2 m
Schicht 2 c	Quartär: mS,fs,u*	SU*				1,2-2,4 m
Schicht 3 a	Tertiär: S,u'	SU	1,2-2,6 m 6,5-9,0 m	1,6-2,7 m	4,5-5,7 m 6,2-9,0 m	
Schicht 3 b	Tertiär: G,s* u. S,g	GW/GU/ SW/SU	2,6-3,5 m	2,7-3,3 m	1,0-4,5 m	2,4-7,7 m
Schicht 3 c	Tertiär: fS,u*	SU*	4,6-6,5 m			
Schicht 4 a	Tertiär: T,u	TM			5,7-6,2 m	7,7-9,0 m
Schicht 4 b	Tertiär: U,fs	UM	3,5-4,6 m	3,3-4,0 m		

Schicht	Boden	Boden- gruppen	SB 4	SB 5	SB 6
Schicht 2 a	Quartär: G,s,u'	GU	1,0-1,4 m		
Schicht 2 b	Quartär: S,u'	SU	0,4-1,0 m		0,3-1,5 m 1,7-2,0
Schicht 2 c	Quartär: mS,fs,u*	SU*	1,4-2,6 m	0,4-2,8 m	
Schicht 2 d	Quartär: U,s	UM			1,5-1,7 m 2,0-2,7 m
Schicht 3 a	Tertiär: S,u'	SU	7,0-7,2 m	7,8-7,9 m	
Schicht 3 b	Tertiär: G,s* u. S,g	GW/GU/ SW/SU	2,6-7,0 m	2,8-7,8 m	2,7-3,3 m 3,6-5,0 m
Schicht 3 c	Tertiär: fS,u*	SU*			3,3-3,6 m
Schicht 4 a	Tertiär: T,u	TM	7,2-8,5 m	7,9-8,5 m	

Aus den Ergebnissen der Bohrung, der Sondierungen und der Laborversuche lassen sich auf der Grundlage der Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB 2006) Erfahrungswerte zu bodenmechanischen Eigenschaften ableiten.

**Tabelle 7a: Bodenmechanische Eigenschaften**

Einheit	Boden Boden- gruppe	Lager- ung	Wichte erd- feucht	Wichte wasser- gesättigt	Wichte unter Auftrieb	Reibungs- winkel	Steife- modul	Durchläs- sigkeit
			$\gamma_k$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{r,k}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'_k$ kN/m <sup>3</sup>	$\varphi'_k$	$E_s$ MN/m <sup>2</sup>	$k_f$ m/s
Schicht 1 Torf	H HZ	locker	11,0	11,0	1,0	15°		$1 \times 10^{-5}$ bis $1 \times 10^{-7}$
Schicht 2 a Quartär Kies	G,s,u' GU	locker	17,0	19,5	9,5	30,0° - 32,5°	20 - 30	$8 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-6}$
Schicht 2 b Quartär Sand	S,u' SU	locker	16,5	19,0	9,0	30,0° - 32,5°	20 - 30	$1 \times 10^{-4}$ bis $5 \times 10^{-6}$
Schicht 2 c Quartär Sand	mS,fs*,u* SU*	locker	17,5	20,0	10,0	30,0° - 32,5°	15 - 25	$1 \times 10^{-6}$ bis $5 \times 10^{-8}$
Schicht 2 d Quartär Lehm	U,s UM	steif	18,0	19,5	9,5	22,5° - 30,0°	8 - 9	$1 \times 10^{-6}$ bis $1 \times 10^{-9}$
Schicht 3 a Tertiär Sand	S,u' SU	mittel- dicht	18,0	20,5	10,5	32,5° - 37,5°	40 - 60	$1 \times 10^{-4}$ bis $5 \times 10^{-6}$
		dicht	19,5	22,0	12,0	35,0° - 40,0°	60 - 80	
Schicht 3 b Tertiär Kies u. Kiessand	G,s*; S,g GW/GU SW/SU	mittel- dicht	19,0	21,5	11,5	32,5° - 37,5°	50 - 80	$8 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-6}$
		dicht	21,0	23,5	13,5	35,0° - 40,0°	80 - 100	
Schicht 3 c Tertiär Feinsand	fS,u* SU*	dicht	20,5	23,0	13,0	35,0° - 40,0°	55 - 65	$1 \times 10^{-6}$ bis $5 \times 10^{-8}$
Schicht 4 a Tertiär Ton	T,u TM	halbfest fest	20,5	20,5	10,5	17,5° - 27,5°	13 - 15	$5 \times 10^{-8}$ bis $5 \times 10^{-10}$
Schicht 4 b Tertiär Schluff	U,fs UM	halbfest	19,5	20,5	10,5	22,5° - 30,0°	8 - 10	$2 \times 10^{-6}$ bis $1 \times 10^{-9}$

**Tabelle 7 b: Scherparameter bindiger Böden**

Einheit	Bodenart Boden- gruppe	Konsistenz	Kohäsion effektiv	Kohäsion undränert
			$c'_k$ kN/m <sup>3</sup>	$c'_{u,k}$ kN/m <sup>3</sup>
Schicht 2 d Quartär Lehm	U,s UM	steif	5 - 10	20 - 150
		halbfest	10 - 15	50 - 300
Schicht 4 a Tertiär Ton	T,u TM	halbfest	15 - 20	50 - 300
Schicht 4 b Tertiär Schluff	U,fs UM	halbfest	10 - 15	50 - 300

**Tabelle 8: Bodenklassen nach DIN 18300 (alt), Bautechnische Eignung / Eigenschaften**

Einheit	Boden- Boden- gruppe	Boden- klasse	Frostem- pfindlich- keitsklasse	Scher- festig- keit	Verdich- tungsfä- higkeit	Witterungs- u. Erosionsem- pfindlichkeit	Baugrund für Gründungen
Schicht 1 Torf	H HZ	3	F 3	gering	sehr schlecht	groß	ungeeignet
Schicht 2 a Quartär Kies	G,s,u' GU	3	F 2	sehr groß	gut	gering	geeignet
Schicht 2 b Quartär Sand	S,u' SU	3	F 2	sehr groß	gut	mittel	geeignet
Schicht 2 c Quartär Sand	mS,fs*,u* SU*	4	F 3	groß	mittel	groß	brauchbar
Schicht 2 d Quartär Lehm	U,s UM	4	F 3	mäßig	schlecht	groß	brauchbar
Schicht 3 a Tertiär Sand	S,u' SU	3	F 2	sehr groß	gut	mittel	sehr gut geeignet
Schicht 3 b Tertiär Kies u. Kiessand	G,s*; S,g GW/GU SW/SU	3	F 1 / F 2	sehr groß	sehr gut	gering	sehr gut geeignet
Schicht 3 c Tertiär Feinsand	fS,u* SU*	4	F 3	groß	mittel	groß	brauchbar
Schicht 4 a Tertiär Ton	T,u TM	4	F 3	gering	schlecht	groß	brauchbar
Schicht 4 b Tertiär Schluff	U,fs UM	4	F 3	mäßig	schlecht	groß	brauchbar

Des Weiteren ist noch Oberboden mit alter Bodenkasse 1 zu berücksichtigen.

Bei Aushubtiefen bis ca. 3 m können folgende Homogenbereiche festgelegt werden.

**Tabelle 9: Homogenbereiche nach DIN 18300 (Körnungsbänder Anlage 6)**

Homogen- bereich	Boden- gruppen	Bezeichnung	Korngrößen	Massenanteil Steine, Blöcke	Dichte g/cm <sup>3</sup>
I Oberboden	OU, OH	Mutterboden	Ton bis Kies	< 5 %	1,3 – 1,8
II Torf	HZ	Torf	-	< 1 %	1,1 – 1,4
III Sand u. Kies	SU*, SU, GU, GW	Sand, Kies	Schluff bis Kies	< 1 %	1,7 – 2,3
IV Lehm	UM	Lehm	Ton bis Feinkies	< 1 %	1,7 – 2,1

Homogen- bereich Bodenart	Wasser- gehalt	Lagerungs- dichte D	Organischer Anteil	Undränierte Scherfestigkeit KN/m <sup>2</sup>	Plasti- zitätszahl	Konsistenz- zahl
I Oberboden	-	-	5 – 40 %	-	-	-
II Torf	20 – 90 %	-	20 – 95 %	-	-	-
III Sand u. Kies	3 – 15 %	0,3 – 0,8	< 1 %	-	-	-
IV Lehm	15 – 28 %	-	< 2 %	20 - 300	10 – 20 %	0,8 – 1,3

Für die Homogenbereiche Oberboden und Torf sind die Körnungsbänder nicht sinnvoll und deshalb nicht angegeben

## 4. Gründungsberatung

### 4.1. Eigenschaften und Eignung des Baugrunds

Torf (Schicht 1) ist stark setzungsempfindlich und deshalb aus Gründungsbereichen unbedingt zu entfernen, falls keine Tiefgründungen als Alternative gewählt werden.

Die quartären Sande und Kiese (Schichten 2 a, 2 b, 2 c) sind aufgrund der lockeren Lagerung nur mäßig für Gründungen geeignet. Hier kommen Bodenverbesserungen durch Kieskoffer oder Baugrundstabilisierungen, wie beispielweise ein Rütteldruckverdichtung in Frage. Der quartäre Lehm der Schicht 2 d wurde nur bei Bohrung SB 6 angetroffen. Diese Schicht ist für Gründungen ebenfalls nur mäßig geeignet.

Die tertiären Sande und Kiese der Schichten 3 a, 3 b und 3 c sind sehr gut zur Aufnahme der Bauwerkslasten geeignet.

### 4.2. Gründungsempfehlungen

#### Werkstatthalle, Gründung auf Einzelfundamenten

Für die Bahnwerkstatthalle ist eine Gründung auf Einzelfundamenten geplant. Das geplante Gebäude liegt im aktuellen Feuchtbiotopgebiet, das mit den Bohrungen SB 1, SB 2 sowie der Schlitzsondierung KB erkundet wurde. Hier wurde Torf bis maximal 1,6 m unter Gelände festgestellt und es ist mit Wasserständen bis zur Geländeoberkante zu rechnen.

Für Fundamentgründungen sind die Torfe unbedingt zu entfernen, einschließlich der quartären Kiese und Sande, die im Biotopbereich Torflagen enthalten können. Zum Einbau von Bodenaustauschmaterial wird eine Bauwasserhaltung notwendig. Eine Bauwasserhaltung kann allerdings bei Torflagen in Nachbargrundstücken zu starken Setzungen führen und die Gleisanlage schädigen. Bei älteren Gleisanlagen ist es durchaus möglich, dass Torf überbaut wurde. Deshalb können Torfschichten unter dem Bahngleis nicht ausgeschlossen werden und damit verbunden besteht die Gefahr von Setzungsschäden des Gleiskörpers durch eine Grundwasserabsenkung. Eine Bauwasserhaltung sollte deshalb nur in Grundwasser schonender Bauweise betrieben werden. Möglich ist eine Umspundung der Baugruben mit Einbindung der Spundwände in den Stauhorizont. Die Lage des Stauhorizontes kann der Tabelle 2 aus Abschnitt 3.2 entnommen werden. Dabei sollte zusätzlich eine Kontrolle der Grundwasserstände neben dem Gleiskörper stattfinden.

Der Untergrund ist geschichtet und die Voraussetzung für einen Regelfall sind nicht gegeben. Es wurden beispielhafte Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Einzelfundamente bei Bodenaustausch der Torflage zu den Untergrundverhältnissen bei SB1 und SB 2 vorgenommen. Diese sind als Anlage 5 beigelegt. Der zulässige Bereich der Bemessungswerte des Sohlwiderstands kann aus den Diagrammen abgelesen werden, die Setzungen innerhalb dieses Bereiches sind  $< 1,1$  cm.

#### Werkstatthalle, Tiefgründungen

Als alternative Gründungen ohne Bauwasserhaltung kommen Schachtgründungen, Fertigbetonrammpfähle oder duktile Gusseisenpfähle mit Mantelverpressung in Frage. Aufgrund der geringen Mächtigkeit der Torfschicht und der guten Tragfähigkeit der unterlagernden

tertiären Sande und Kiese könnte eine Schacht- oder Senkbrunnengründung bei 1,5 - 2,0 m unter Gelände vorgenommen werden.

Die Brunnen (z. B. Betonringe) sinken unter ihrem Eigengewicht (ggf. unterstützt durch Zusatzlasten) in den Boden ein. Hierbei bildet sich unter der Schneide an der Unterseite des 1. Betonrings ein Grundbruch aus. Der Boden im Innern wird mit einem Polypgreifer gefördert. Der Boden muss gleichmäßig abgebaut werden, um eine Schiefstellung zu vermeiden. Beim Durchteufen weicher Schichten ist eine zugfeste Längsverbindung zwischen den Betonringen erforderlich. Beim Aushub des Bodens unter Wasser muss der Wasserspiegel im Brunnen immer 10 – 50 cm über dem Grundwasserstand liegen, da sonst um die Schneide des Brunnens zufließendes Wasser Bodenteile in den Brunnen schlammmt und einen hydraulischen Grundbruch verursacht. Dadurch geht die Tragfähigkeit des Bodens verloren. Der Brunnen wird mit Unterwasserbeton ausbetoniert. Dabei wird mit einem Schüttrohr der Beton von unten nach oben eingebracht, wodurch der zuerst eingebrachte Beton durch den neuen Beton nach oben verdrängt wird, um eine Entmischung des Betons im Wasser zu vermeiden (Kontraktorverfahren).

Die Brunnen sollten in den tertiären Kiesen und Sanden (Schichten 3 a und 3 b) gegründet werden, die Torflage (Schicht 1) muss vollständig durchteuft werden, einschließlich der quartären Kiese und Sande (Schicht 2 a und 2 b).

### Gleisanschluss

Der Gleisanschluss zwischen der Bahnlinie und der Werkstatthalle wurde mit der Bohrung SB 6 erkundet. Hier wurde kein Torf angetroffen. Nahe der Bahnwerkshalle sind Torflagen zu vermuten. Hier sollte noch eine engere Erkundung mit Baggerschurfen folgen.

Falls Torfe unter dem geplanten Gleisanschluss liegen ist ein Bodenaustausch nötig. Der quartäre Sand der Schicht 2 a lässt sich gut verdichten und kann dann als Erdplanum für den Gleisanschluss verwendet werden. Eventuell anzutreffende Lehmlagen sollten bei weicher Konsistenz durch einen Bodenaustausch ersetzt werden.

### Bürogebäude, Gründung auf Bodenplatte

Zu einer Gründung auf einer Bodenplatte wurde für die Vorbemessung zum Bürogebäude der Bettungsmodul mittels Setzungsberechnungen mit dem Programm GGU-Settle ermittelt (siehe Anlage 5).

Rechnungsgrundlagen:

Berücksichtigung der Aushubentlastung  
Gründung ca. 1,0 m u GOK  
70 cm Kieskoffer unter der Bodenplatte  
Plattengröße 100 m x 25 m  
Mittlere Bodenpressung 70 kN/m<sup>2</sup>

Nach der durchgeführten Setzungsberechnung ergibt sich eine Setzung von 1,03 cm.

$$\text{Bettungsmodul} = 70 / 0,0103 = 6800 \text{ kN/m}^3$$

Bei der Bemessung nach dem Bettungszifferverfahren ist zu beachten, dass der Bettungsmodul keine Bodenkennziffer ist. Vielmehr hängt der Wert vom Sohldruck und der wirksamen Fläche, über welche die Last in den Baugrund übertragen wird, ab. Im Einzelfall ist der

Bettungsmodul von Tragwerksplaner und Bodengutachter gemeinsam rechnerisch zu ermitteln.

Alternativ können die quartären Sande der Schichten 2 a, 2 b und 2 c durch Bodenstabilisierungen mit dem Rüttelstopfverfahren verbessert werden.

## 5. Hinweise zu Planung und Bauausführung

### Versickerung von Niederschlagswasser

Die tertiären Sande, Kiese und Kiessande der Schichten 3 a und 3 b sind zur Versickerung von Niederschlagswasser geeignet. Für die meisten Geländebereiche wird allerdings der geringe Grundwasserflurabstand sowie die Lage der Stauhorizonte eine Versickerung ausschließen.

### Grundwasser

Für die Bauwasserhaltung wird eine Grundwasser schonende Bauweise empfohlen (siehe die Hinweise in Abschnitt 4.2, Gründung Werkstatthalle). Für eine Bauwasserhaltung wird eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich.

### Entwässerung im Endzustand

Für die Gebäude wird eine Abdichtung nach DIN 18195-6 Abschnitt 8 (Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser) erforderlich. Die Gebäude sind gegen Auftrieb zu sichern.

### Aushub und Erdarbeiten

Die Auflockerung der Aushubsohle durch die Baggerarbeiten ist bei ausreichendem Abstand zum Grundwasser ( $> 0,6$  m) durch Verdichten mit der Schweren Rüttelplatte nachzuarbeiten.

Die tertiären Kiese und Kiessande der Schicht 3 c sind gut verdichtungsfähig. Sie können als Bodenaustausch- oder Hinterfüllmaterial verwendet werden. Zur Verdichtung sind Einbaulagen von 0,3 m zu wählen. Die Verdichtung kann mit der schweren Rüttelplatte oder vergleichbaren Geräten erfolgen.

### Böschungen und Verbau

Für die angetroffenen Böden gelten bis zu einer Höhe von 5 m die folgenden Böschungswinkel:

- Torf (Schicht 1):  $\beta_B = 45^\circ$
- Quartär, Kies und Sande (Schichten 2 a, 2 b und 2c):  $\beta_B = 45^\circ$
- Quartär Lehm (Schichten 2 d), steif u. halbfest:  $\beta_B = 60^\circ$
- Tertiär, Sande und Kiese (Schichten 3 a, 3 b und 3c):  $\beta_B = 45^\circ$
- Tertiärer Schluff und Ton (Schichten 4 a und 4 b), halbfest und fest:  $\beta_B = 60^\circ$

Die Regelungen der DIN 4124 sind zu beachten.

Die tertiären Sande und Kiese der Schichten 3 a, 3b und 3 c weisen teilweise sehr hohe Rammwiderstände auf. Beim Einrammen von Verbauträgern oder Spundwänden kann Vorbohren als unterstützende Maßnahme erforderlich werden. Bei der Herstellung einer wasserdichten Baugrubenumschließung darf jedoch nicht in die Satuhorizonte vorgebohrt werden.

## 6. Sonstiges

Da mit Bohrungen und Sondierungen nur begrenzte Flächen aufgeschlossen werden und Abweichungen über das Baugebiet nicht auszuschließen sind, sollte in dementsprechenden Fällen ein Bodengutachter eingeschaltet werden.

München, den 27.02.2017



Klaus Deller  
Diplom-Geologe

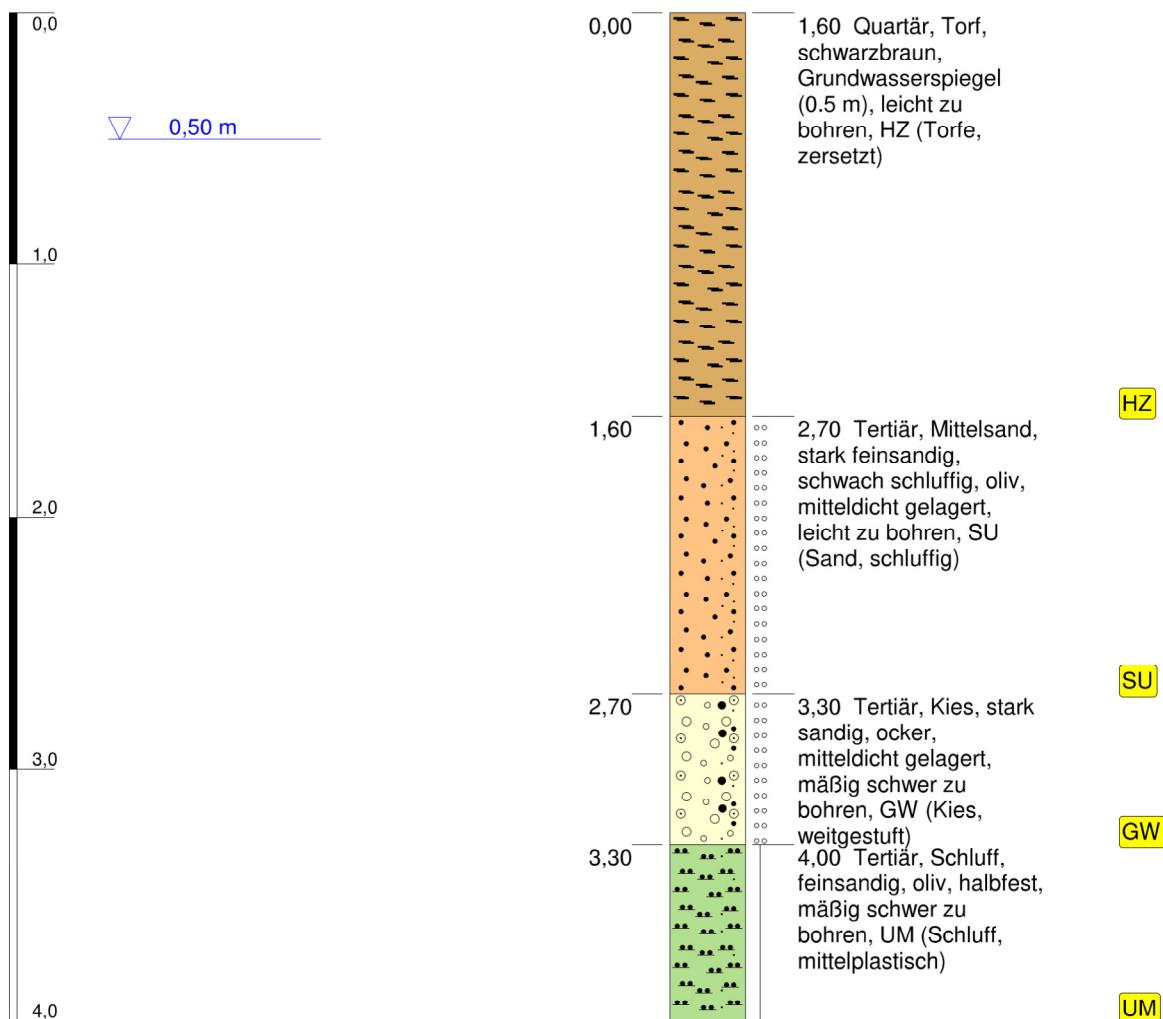
**Anlage 1  
Lageplan**



**Anlage 2  
Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse**

m u. GOK (395,37 m NN)

Rohrbach KB



Höhenmaßstab: 1:30

Horizontalmaßstab:

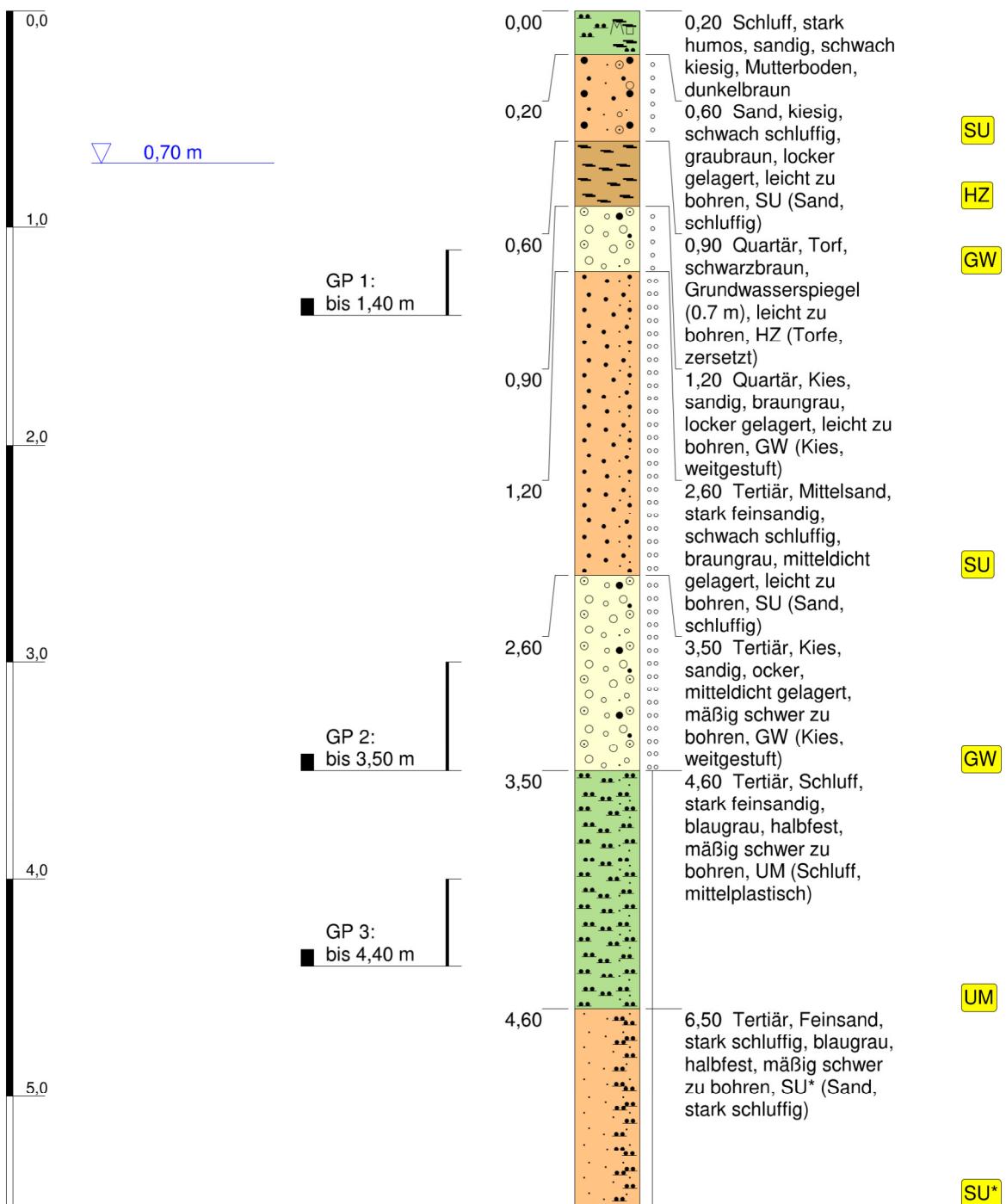
Blatt 1 von 1

Projekt: **BG Burgstaller Straße**Bohrung: **Rohrbach KB**

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	395,37m
Datum:	01.02.2017	Anlage:	2

m u. GOK (395,02 m NN)

Rohrbach SB 1



Höhenmaßstab: 1:30

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 2

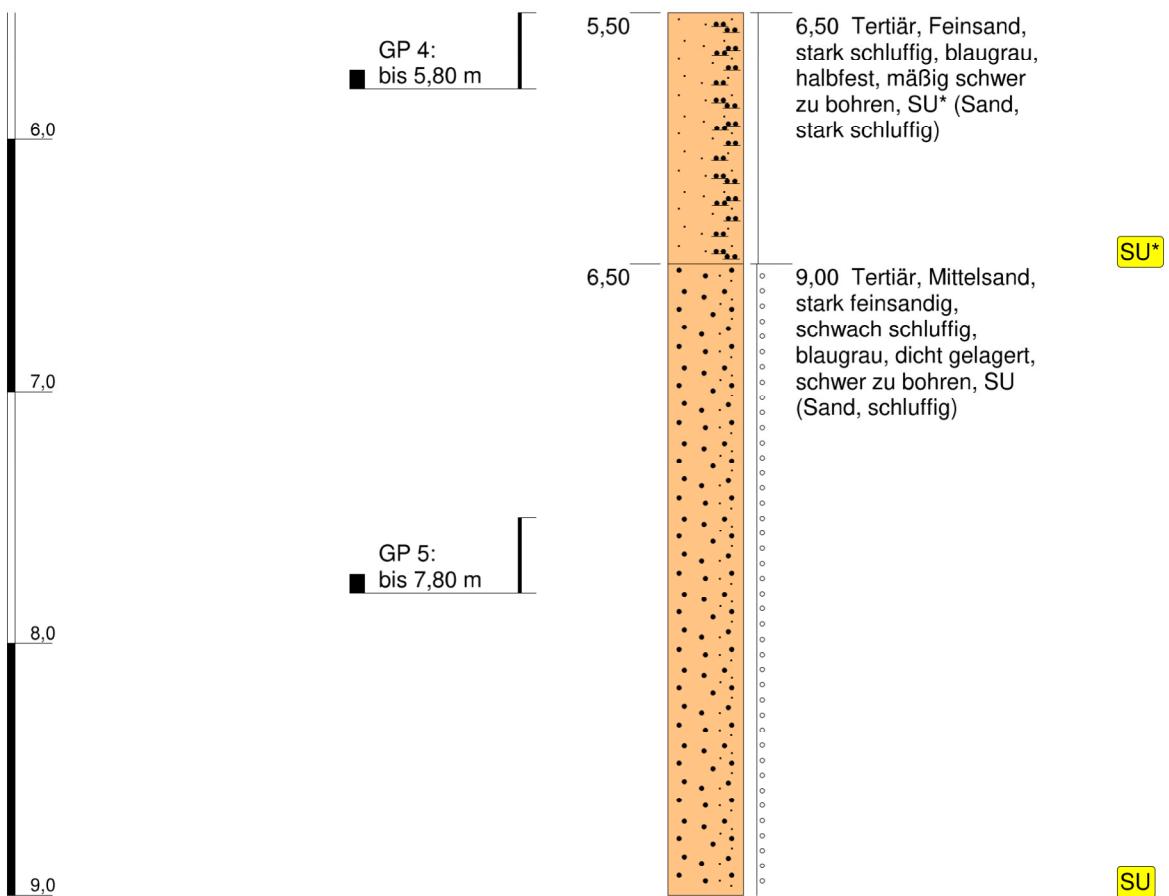
Projekt: BG Burgstaller Straße

Bohrung: Rohrbach SB 1

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	395,02m
Datum:	30.01.2017	Anlage:	2

m u. GOK (395,02 m NN)

Rohrbach SB 1



Höhenmaßstab: 1:30

Horizontalmaßstab:

Blatt 2 von 2

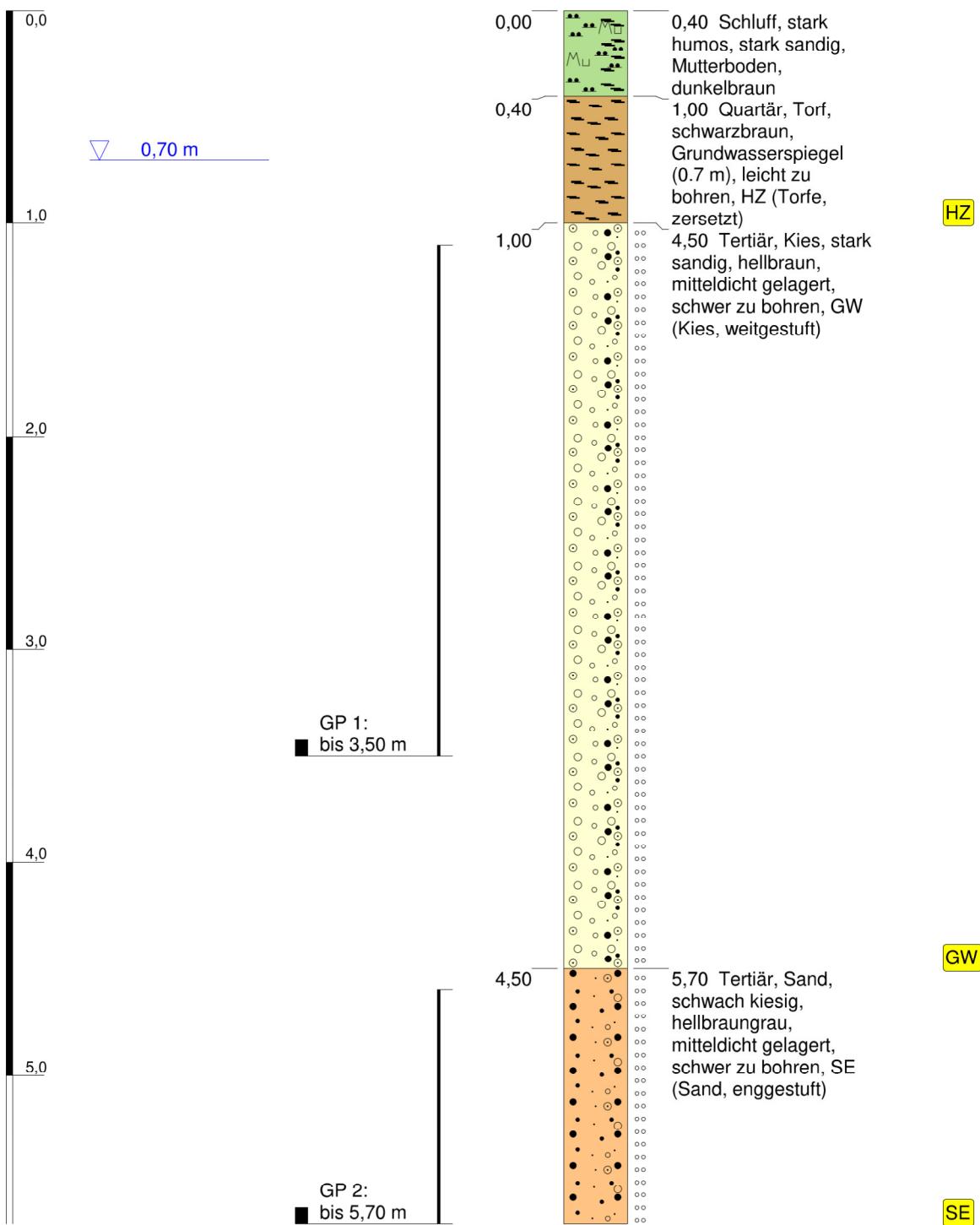
**Projekt: BG Burgstaller Straße**

**Bohrung: Rohrbach SB 1**

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	395,02m
Datum:	30.01.2017	Anlage:	2

m u. GOK (395,92 m NN)

Rohrbach SB 2



Höhenmaßstab: 1:30

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 2

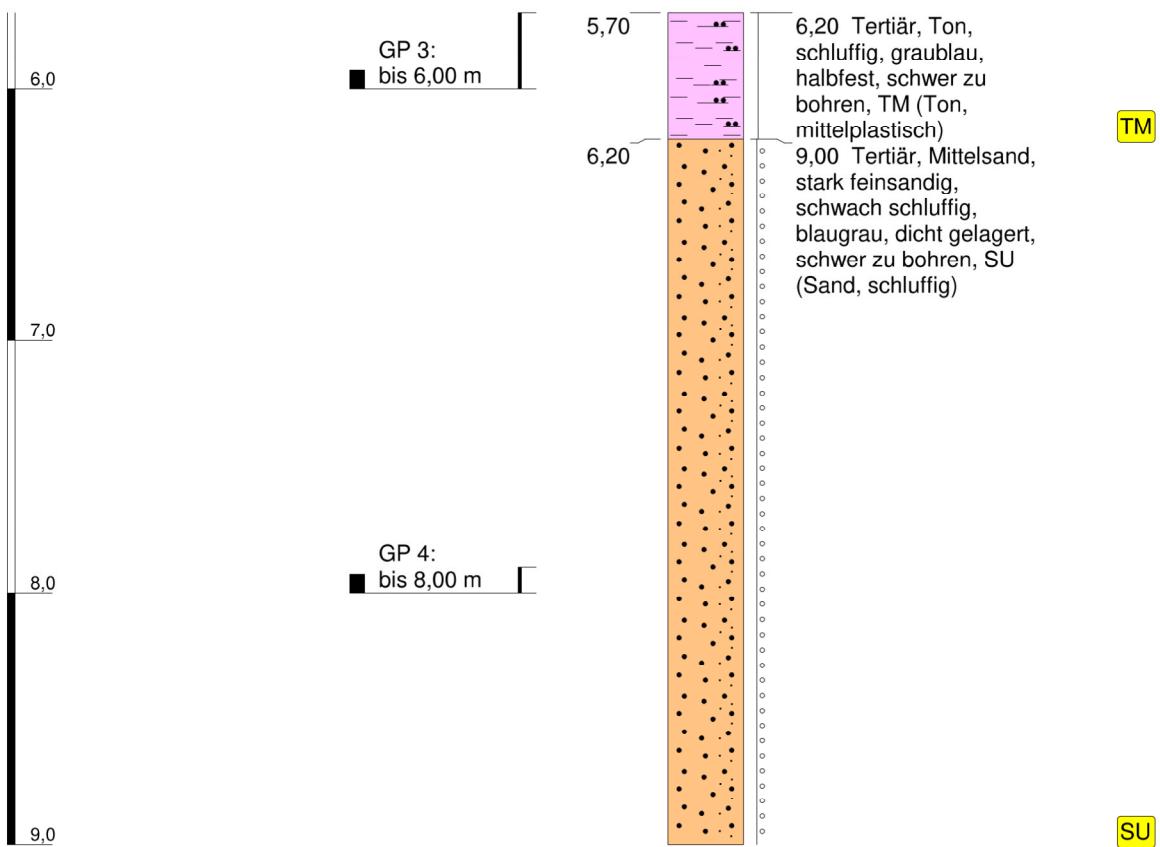
Projekt: BG Burgstaller Straße

Bohrung: Rohrbach SB 2

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	H. Scheucher	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	395,92m
Datum:	02.02.2017	Anlage:	2

m u. GOK (395,92 m NN)

Rohrbach SB 2



Höhenmaßstab: 1:30

Horizontalmaßstab:

Blatt 2 von 2

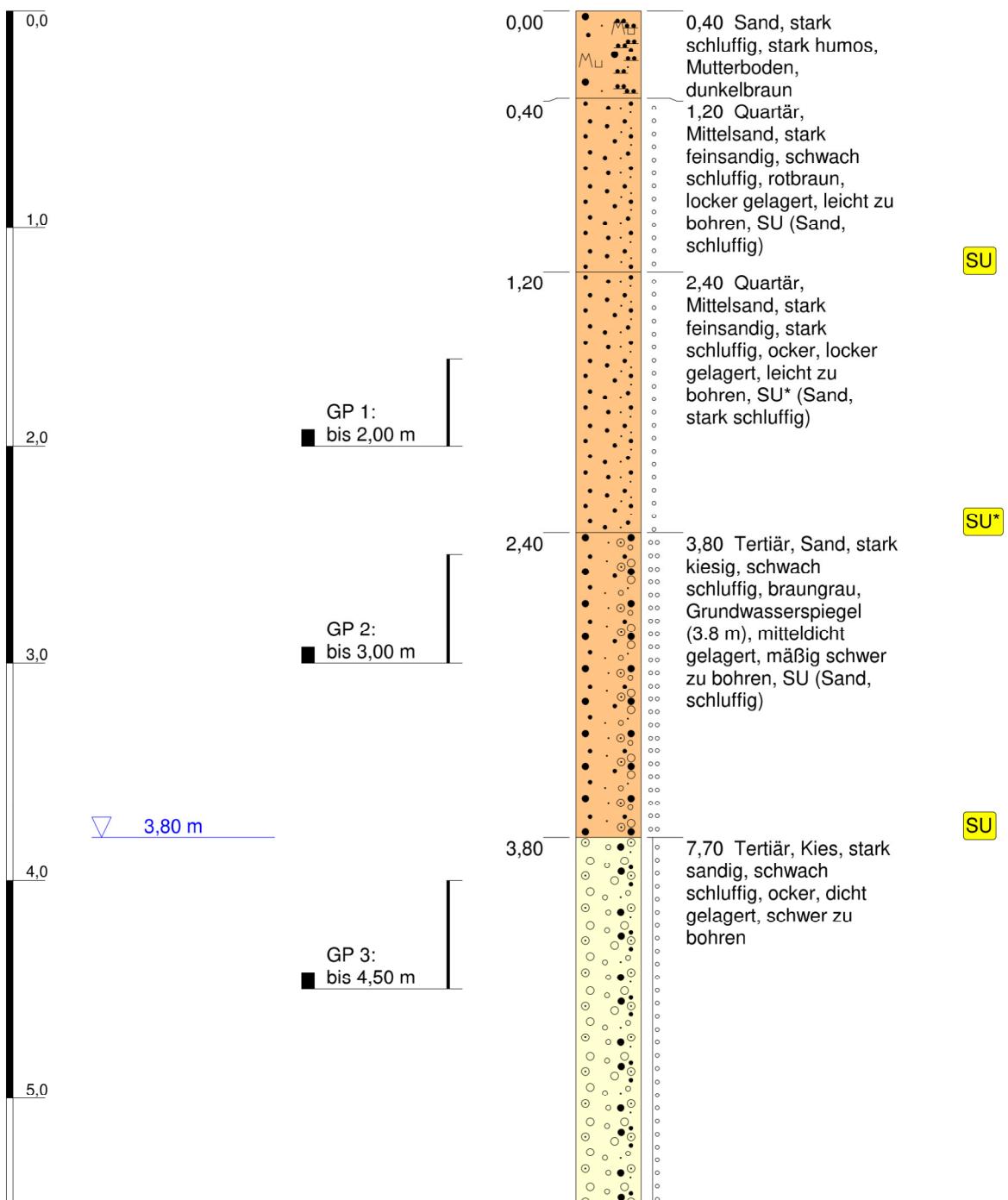
**Projekt:** BG Burgstaller Straße

**Bohrung:** Rohrbach SB 2

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	H. Scheucher	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	395,92m
Datum:	02.02.2017	Anlage:	2

m u. GOK (399,06 m NN)

Rohrbach SB 3



Höhenmaßstab: 1:30

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 2

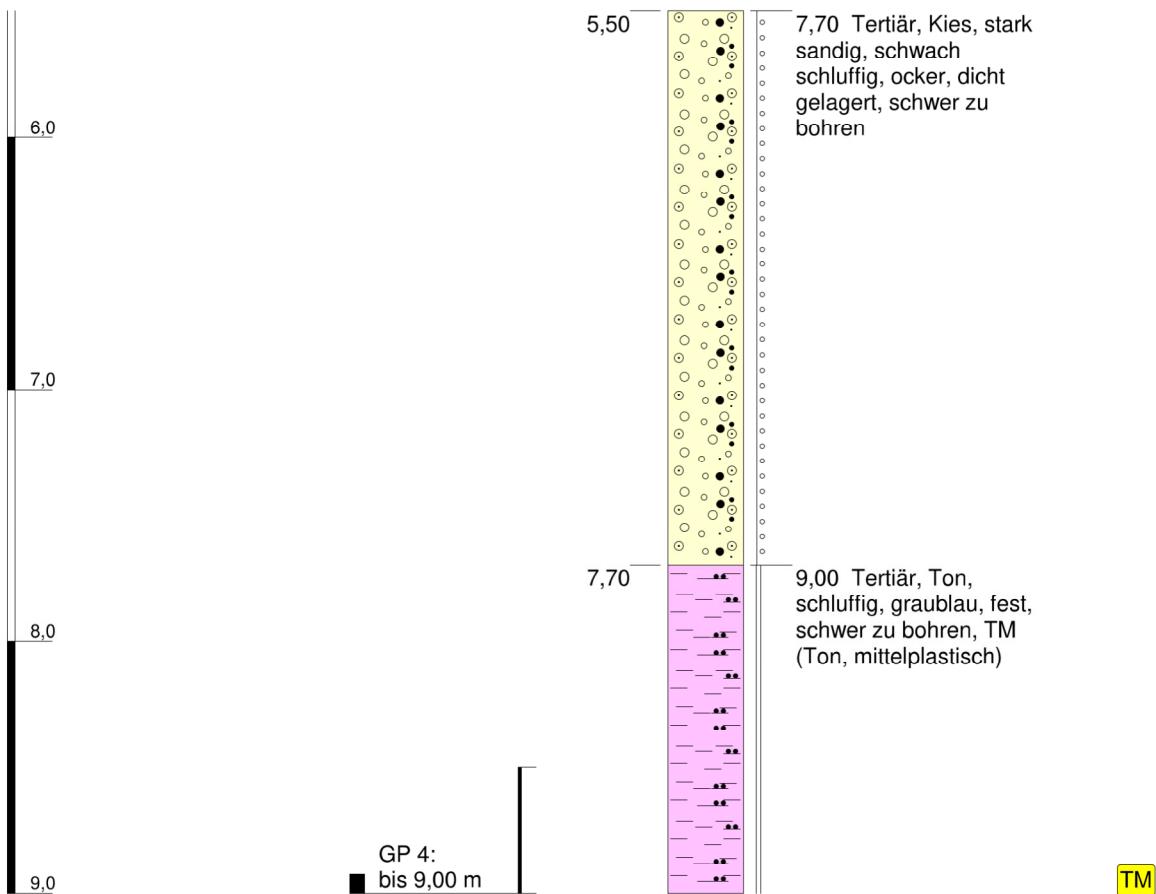
Projekt: BG Burgstaller Straße

Bohrung: Rohrbach SB 3

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	399,06m
Datum:	02.02.2017	Anlage:	2

m u. GOK (399,06 m NN)

Rohrbach SB 3



Höhenmaßstab: 1:30

Horizontalmaßstab:

Blatt 2 von 2

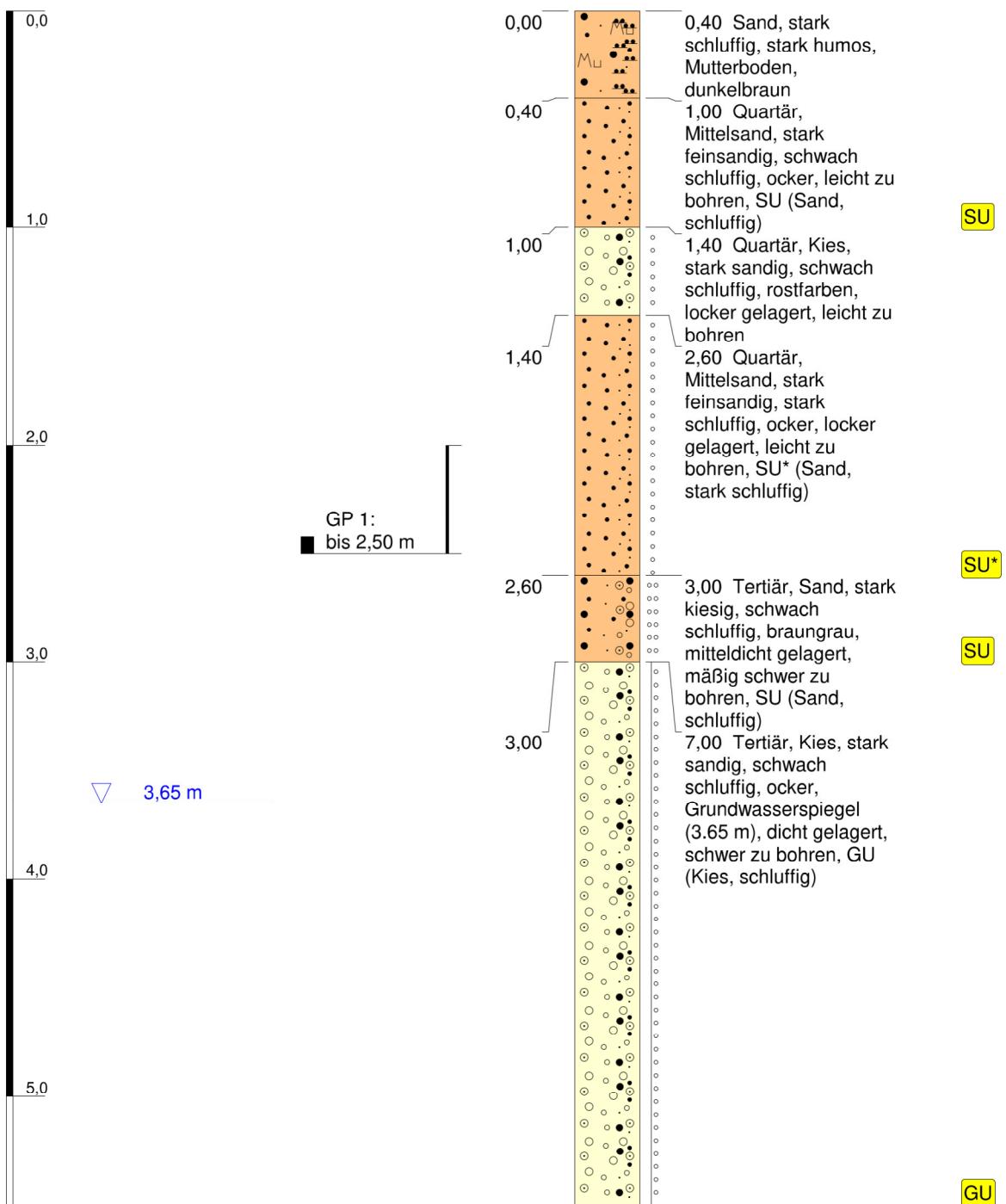
**Projekt:** BG Burgstaller Straße

**Bohrung:** Rohrbach SB 3

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	399,06m
Datum:	02.02.2017	Anlage:	2

m u. GOK (398,93 m NN)

Rohrbach SB 4



Höhenmaßstab: 1:30

Horizontalmaßstab:

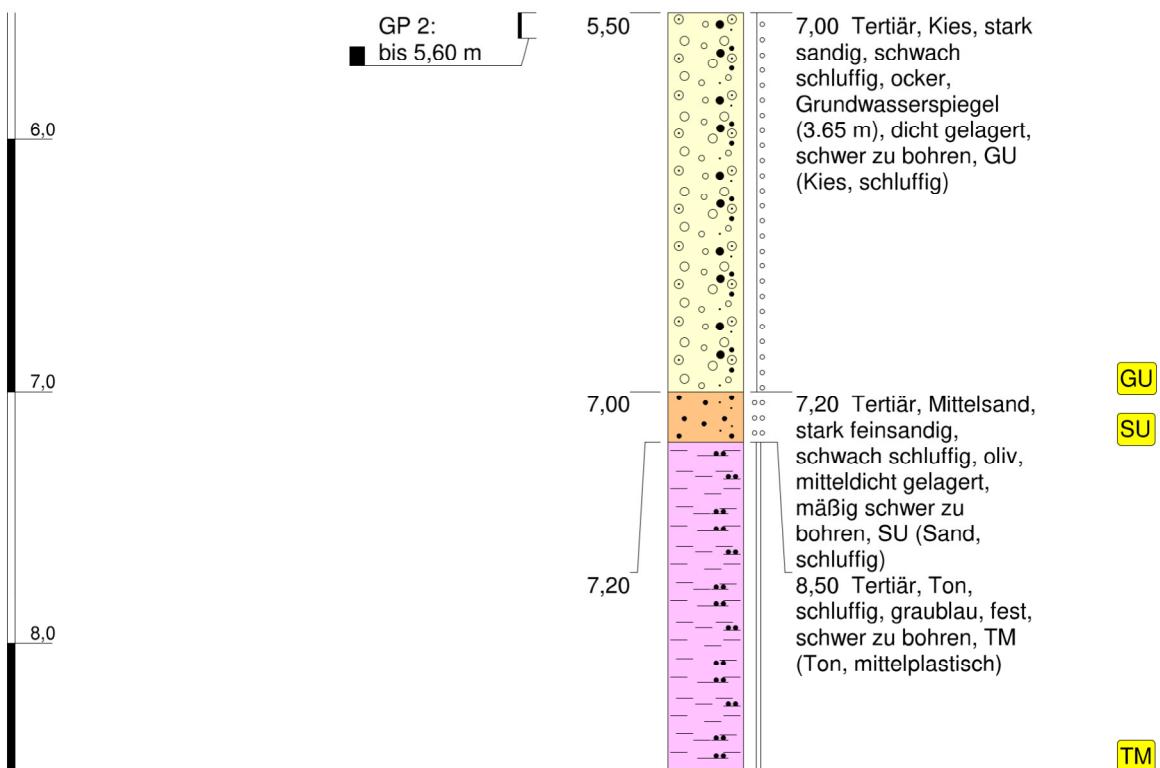
Blatt 1 von 2

**Projekt:** BG Burgstaller Straße**Bohrung:** Rohrbach SB 4

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	398,93m
Datum:	02.02.2017	Anlage:	2

m u. GOK (398,93 m NN)

Rohrbach SB 4



Höhenmaßstab: 1:30

Horizontalmaßstab:

Blatt 2 von 2

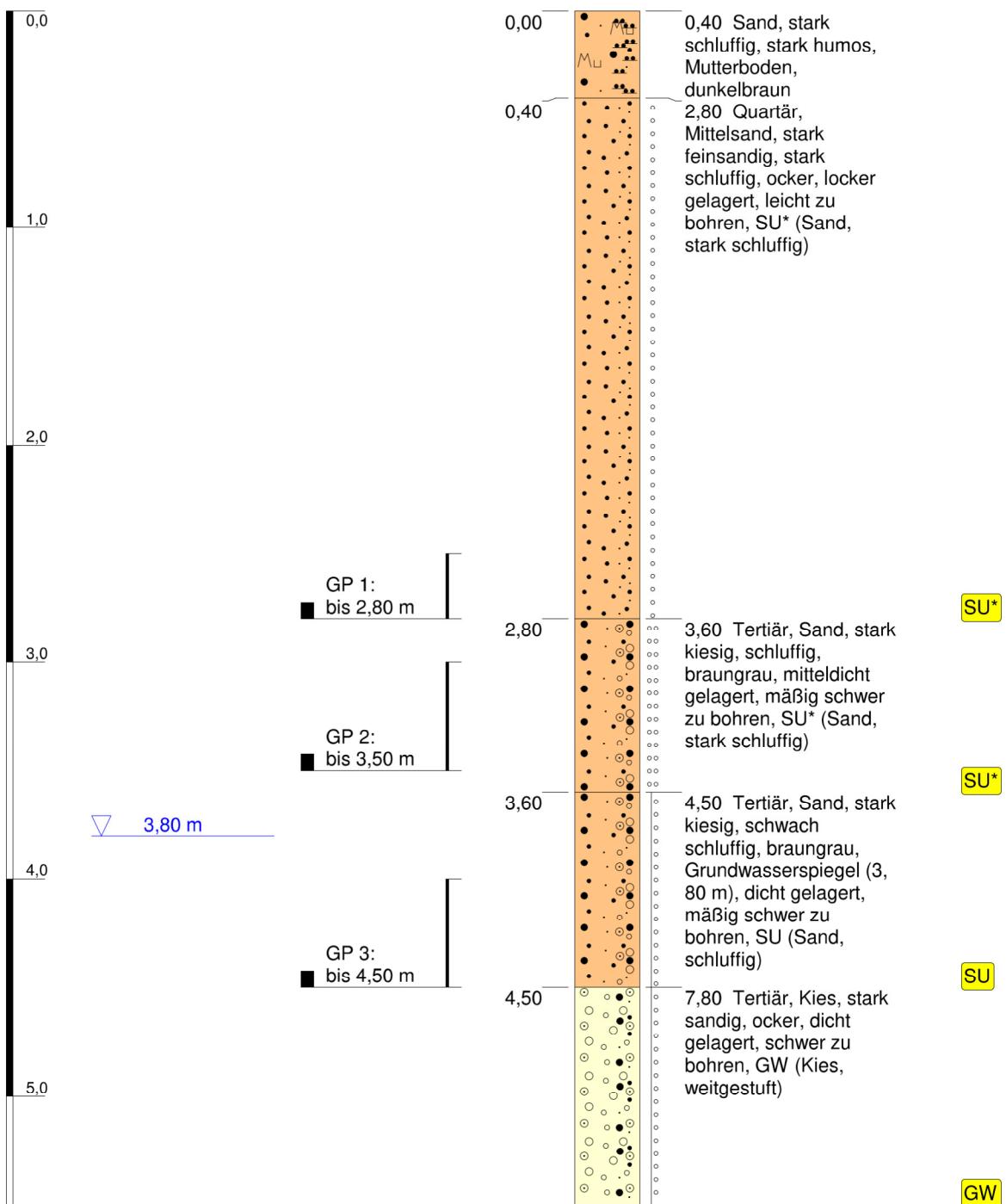
Projekt: BG Burgstaller Straße

Bohrung: Rohrbach SB 4

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	398,93m
Datum:	02.02.2017	Anlage:	2

m u. GOK (399,10 m NN)

Rohrbach SB 5



Höhenmaßstab: 1:30

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 2

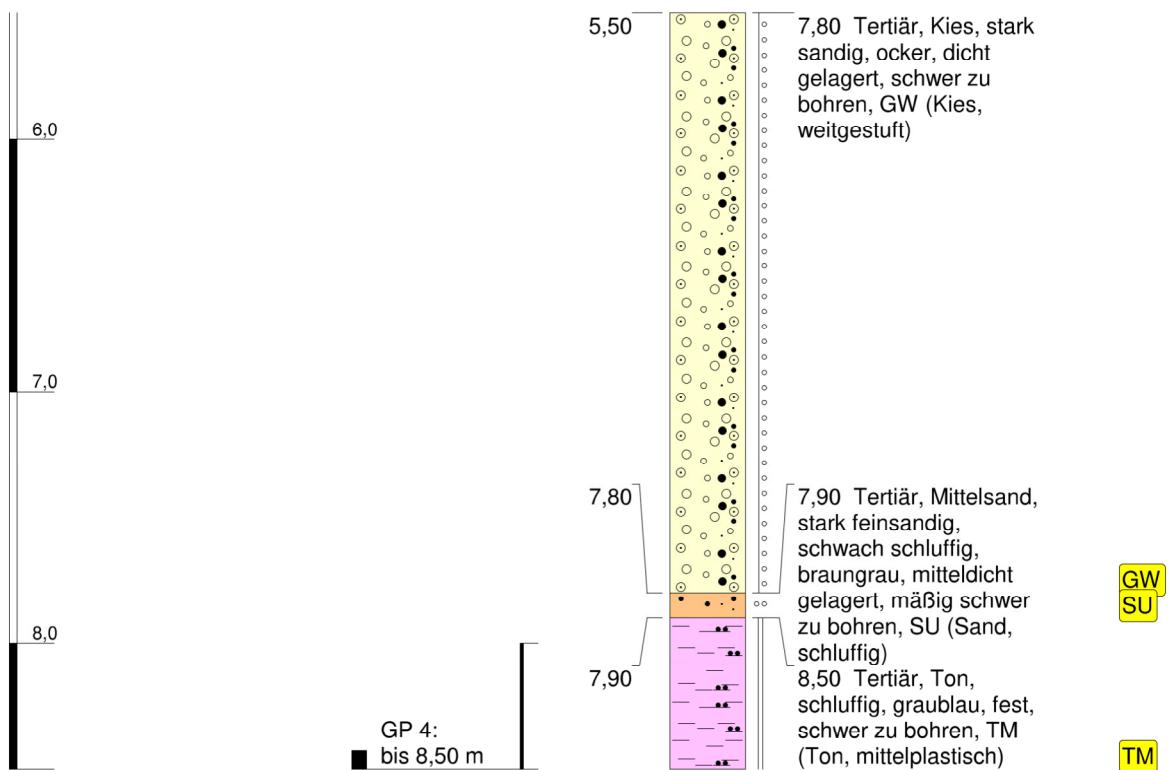
Projekt: BG Burgstaller Straße

Bohrung: Rohrbach SB 5

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	399,10m
Datum:	06.02.2017	Anlage:	2

m u. GOK (399,10 m NN)

Rohrbach SB 5



Höhenmaßstab: 1:30

Horizontalmaßstab:

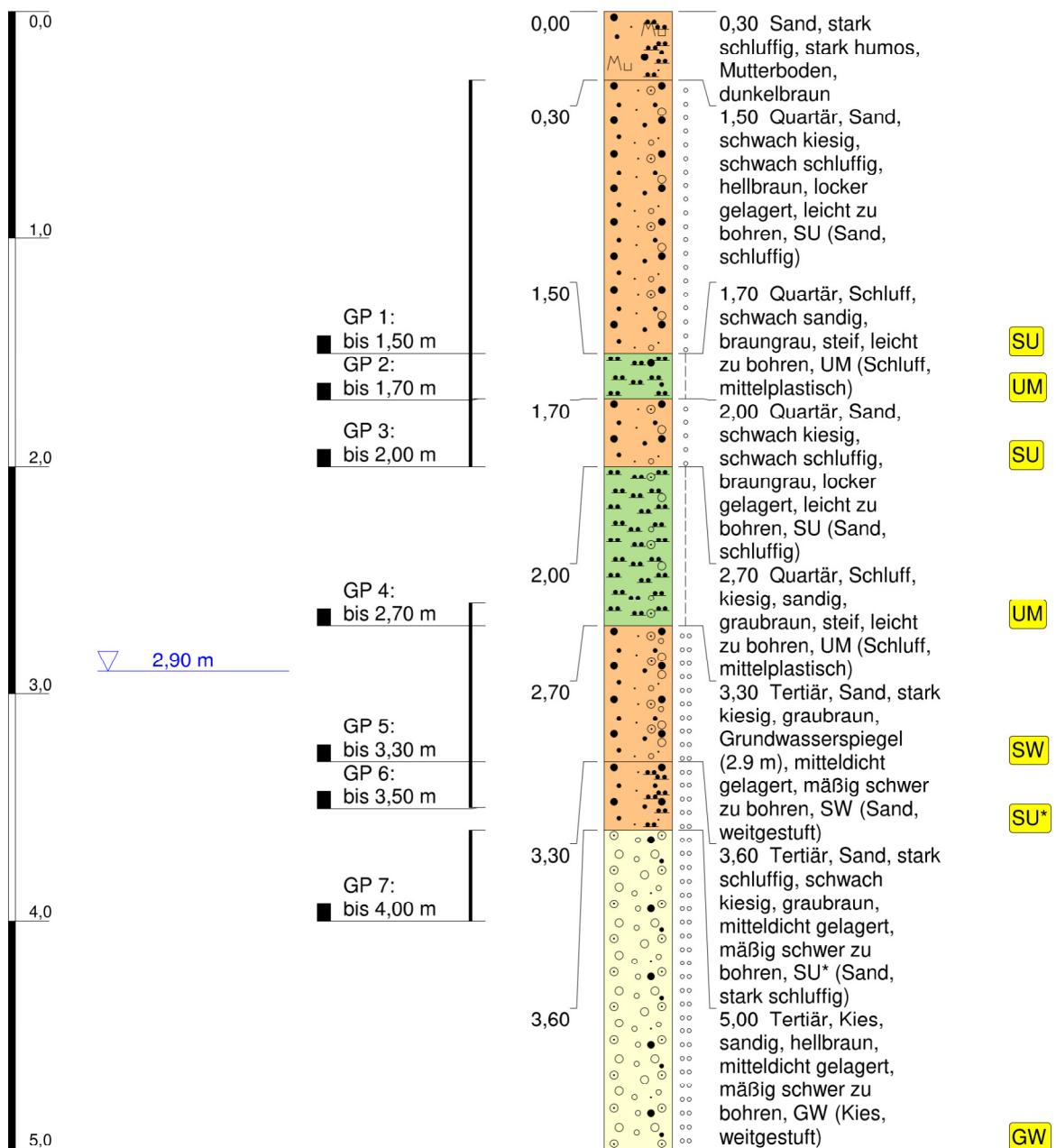
Blatt 2 von 2

**Projekt: BG Burgstaller Straße****Bohrung: Rohrbach SB 5**

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	399,10m
Datum:	06.02.2017	Anlage:	2

m u. GOK (398,25 m NN)

## Rohrbach SB 6



Höhenmaßstab: 1:30

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1

Projekt: **BG Burgstaller Straße**Bohrung: **Rohrbach SB 6**

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	398,25m
Datum:	02.02.2017	Anlage:	2

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben						Seite: 1						
Projekt: BG Burgstaller Straße								Bohrzeit: von: 01.02.2017 bis: 01.02.2017						
1	2						3	4	5	6				
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen						Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen							Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe									
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h) Gruppe	i) Kalk- gehalt								
1,60	a) Torf						Grundwasserspiegel 0.50m (m)							
	b)													
	c)		d) leicht zu bohren		e) schwarzbraun									
	f)		g) Quartär		h) HZ	i)								
2,70	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig													
	b)													
	c) mitteldicht gelagert		d) leicht zu bohren		e) oliv									
	f)		g) Tertiär		h) SU	i)								
3,30	a) Kies, stark sandig													
	b)													
	c) mitteldicht gelagert		d) mäßig schwer zu bohren		e) ocker									
	f)		g) Tertiär		h) GW	i)								
4,00	a) Schluff, feinsandig													
	b)													
	c) halbfest		d) mäßig schwer zu bohren		e) oliv									
	f)		g) Tertiär		h) UM	i)								
	a)													
	b)													
	c)		d)		e)									
	f)		g)		h)	i)								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben						Seite: 1								
Projekt: BG Burgstaller Straße								Bohrzeit: von: 30.01.2017 bis: 30.01.2017								
Bohrung: Rohrbach SB 1																
1	2	3				4	5	6								
Bis ... m unter Ansatz- punkt	<p><b>a) Benennung der Bodenart und Beimengungen</b></p> <p><b>b) Ergänzende Bemerkungen</b></p>						Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben							
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		h) Gruppe	i) Kalk-gehalt			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)					
0,20	<p><b>a) Schluff, stark humos, sandig, schwach kiesig</b></p> <p><b>b)</b></p>						Grundwasserspiegel 0.70m (m)									
	c)	d)	e) dunkelbraun		h)	i)										
	<b>f) Mutterboden</b>		g)		h)	i)										
0,60	<p><b>a) Sand, kiesig, schwach schluffig</b></p> <p><b>b)</b></p>															
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) graubraun		h)	i)										
0,90	<p><b>a) Torf</b></p> <p><b>b)</b></p>															
	c)	d) leicht zu bohren	e) schwarzbraun		h)	i)										
1,20	<p><b>a) Kies, sandig</b></p> <p><b>b)</b></p>															
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) braungrau		h)	i)										
2,60	<p><b>a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig</b></p> <p><b>b)</b></p>								bgp	GP 1						
	c) mitteldicht gelagert	d) leicht zu bohren	e) braungrau		h)	i)				1,40						
	<b>f)</b>		g) Tertiär		h)	i)										

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben						Seite: 2						
Projekt: BG Burgstaller Straße								Bohrzeit: von: 30.01.2017 bis: 30.01.2017						
1	2						3	4	5	6				
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen						Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen							Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe									
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h) Gruppe	i) Kalk- gehalt								
3,50	a) Kies, sandig							bgp	GP 2	3,50				
	b)													
	c) mitteldicht gelagert		d) mäßig schwer zu bohren		e) ocker									
	f)		g) Tertiär		h) GW	i)								
4,60	a) Schluff, stark feinsandig							bgp	GP 3	4,40				
	b)													
	c) halbfest		d) mäßig schwer zu bohren		e) blaugrau									
	f)		g) Tertiär		h) UM	i)								
6,50	a) Feinsand, stark schluffig							bgp	GP 4	5,80				
	b)													
	c) halbfest		d) mäßig schwer zu bohren		e) blaugrau									
	f)		g) Tertiär		h) SU*	i)								
9,00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig							bgp	GP 5	7,80				
	b)													
	c) dicht gelagert		d) schwer zu bohren		e) blaugrau									
	f)		g) Tertiär		h) SU	i)								
	a)													
	b)													
	c)		d)		e)									
	f)		g)		h)	i)								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben						Seite: 1						
Projekt: BG Burgstaller Straße								Bohrzeit: von: 02.02.2017 bis: 02.02.2017						
1	2						3	4	5	6				
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen						Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen							Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe									
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h) Gruppe	i) Kalk- gehalt								
0,40	a) Schluff, stark humos, stark sandig						Grundwasserspiegel 0.70m (m)	bgp	GP 1	3,50				
	b)													
	c)		d)		e) dunkelbraun									
	f) Mutterboden		g)		h)	i)								
1,00	a) Torf						Grundwasserspiegel 0.70m (m)	bgp	GP 2	5,70				
	b)													
	c)		d) leicht zu bohren		e) schwarzbraun									
	f)		g) Quartär		h) HZ	i)								
4,50	a) Kies, stark sandig						Grundwasserspiegel 0.70m (m)	bgp	GP 3	6,00				
	b)													
	c) mitteldicht gelagert		d) schwer zu bohren		e) hellbraun									
	f)		g) Tertiär		h) GW	i)								
5,70	a) Sand, schwach kiesig						Grundwasserspiegel 0.70m (m)	bgp	GP 2	5,70				
	b)													
	c) mitteldicht gelagert		d) schwer zu bohren		e) hellbraungrau									
	f)		g) Tertiär		h) SE	i)								
6,20	a) Ton, schluffig						Grundwasserspiegel 0.70m (m)	bgp	GP 3	6,00				
	b)													
	c) halbfest		d) schwer zu bohren		e) graublau									
	f)		g) Tertiär		h) TM	i)								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Seite: 2					
Projekt: BG Burgstaller Straße							Bohrzeit: von: 02.02.2017 bis: 02.02.2017					
1	2			3		4 5 6						
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen						Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen							Art	Nr			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe							
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h) Gruppe	i) Kalk- gehalt						
9,00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig							bgp	GP 4			
	b)											
	c) dicht gelagert		d) schwer zu bohren		e) blaugrau							
	f)		g) Tertiär		h) SU	i)						
	a)											
	b)											
	c)		d)		e)							
	f)		g)		h)	i)						
	a)											
	b)											
	c)		d)		e)							
	f)		g)		h)	i)						
	a)											
	b)											
	c)		d)		e)							
	f)		g)		h)	i)						
	a)											
	b)											
	c)		d)		e)							
	f)		g)		h)	i)						

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben						Seite: 1						
Projekt: BG Burgstaller Straße								Bohrzeit: von: 02.02.2017 bis: 02.02.2017						
1	2						3	4	5	6				
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen						Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen							Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe									
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h) Gruppe	i) Kalk- gehalt								
0,40	a) Sand, stark schluffig, stark humos													
	b)													
	c)		d)		e) dunkelbraun									
	f) Mutterboden		g)		h)	i)								
1,20	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig													
	b)													
	c) locker gelagert		d) leicht zu bohren		e) rotbraun									
	f)		g) Quartär		h) SU	i)								
2,40	a) Mittelsand, stark feinsandig, stark schluffig							bgp	GP 1	2,00				
	b)													
	c) locker gelagert		d) leicht zu bohren		e) ocker									
	f)		g) Quartär		h) SU*	i)								
3,80	a) Sand, stark kiesig, schwach schluffig						Grundwasserspiegel 3.80m (m)	bgp	GP 2	3,00				
	b)													
	c) mitteldicht gelagert		d) mäßig schwer zu bohren		e) braungrau									
	f)		g) Tertiär		h) SU	i)								
7,70	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig							bgp	GP 3	4,50				
	b)													
	c) dicht gelagert		d) schwer zu bohren		e) ocker									
	f)		g) Tertiär		h)	i)								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Seite: 2						
Projekt: BG Burgstaller Straße							Bohrzeit: von: 02.02.2017 bis: 02.02.2017						
1	2					3	4	5	6				
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe								
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h) Gruppe	i) Kalk- gehalt							
9,00	a) Ton, schluffig						bgp	GP 4	9,00				
	b)												
	c) fest		d) schwer zu bohren		e) graublau								
	f)		g) Tertiär		h) TM	i)							
	a)												
	b)												
	c)		d)		e)								
	f)		g)		h)	i)							
	a)												
	b)												
	c)		d)		e)								
	f)		g)		h)	i)							
	a)												
	b)												
	c)		d)		e)								
	f)		g)		h)	i)							
	a)												
	b)												
	c)		d)		e)								
	f)		g)		h)	i)							

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Seite: 1							
Projekt: BG Burgstaller Straße							Bohrzeit: von: 02.02.2017 bis: 02.02.2017							
Bohrung: Rohrbach SB 4														
1	2	3			4	5	6							
Bis	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben						
... m unter Ansatzpunkt	b) Ergänzende Bemerkungen							Art	Nr					
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe											
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt										
0,40	a) Sand, stark schluffig, stark humos													
	b)													
	c)	d)	e) dunkelbraun											
	f) Mutterboden	g)	h)	i)										
1,00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig													
	b)													
	c)	d) leicht zu bohren	e) ocker											
	f)	g) Quartär	h) SU	i)										
1,40	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig													
	b)													
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) rostfarben											
	f)	g) Quartär	h)	i)										
2,60	a) Mittelsand, stark feinsandig, stark schluffig							bgp	GP 1					
	b)													
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) ocker											
	f)	g) Quartär	h) SU*	i)										
3,00	a) Sand, stark kiesig, schwach schluffig								2,50					
	b)													
	c) mitteldicht gelagert	d) mäßig schwer zu bohren	e) braungrau											
	f)	g) Tertiär	h) SU	i)										

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Seite: 2										
Projekt: BG Burgstaller Straße								Bohrzeit: von: 02.02.2017 bis: 02.02.2017									
Bohrung: Rohrbach SB 4																	
1	2	3			4	5	6										
Bis	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges			Entnommene Proben								
... m unter Ansatzpunkt	b) Ergänzende Bemerkungen								Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)						
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe												
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h) Gruppe	i) Kalkgehalt											
7,00	a) Kies, stark sandig, schwach schluffig					Grundwasserspiegel 3.65m (m)			bgp	GP 2	5,60						
	b)																
	c) dicht gelagert		d) schwer zu bohren		e) ocker												
	f)		g) Tertiär		h) GU	i)											
7,20	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig																
	b)																
	c) mitteldicht gelagert		d) mäßig schwer zu bohren		e) oliv												
	f)		g) Tertiär		h) SU	i)											
8,50	a) Ton, schluffig																
	b)																
	c) fest		d) schwer zu bohren		e) graublau												
	f)		g) Tertiär		h) TM	i)											
	a)																
	b)																
	c)		d)		e)												
	f)		g)		h)	i)											
	a)																
	b)																
	c)		d)		e)												
	f)		g)		h)	i)											

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben						Seite: 1						
Projekt: BG Burgstaller Straße								Bohrzeit: von: 06.02.2017 bis: 06.02.2017						
1	2						3	4	5	6				
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen						Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen							Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe									
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h) Gruppe	i) Kalk- gehalt								
0,40	a) Sand, stark schluffig, stark humos													
	b)													
	c)		d)		e) dunkelbraun									
	f) Mutterboden		g)		h)	i)								
2,80	a) Mittelsand, stark feinsandig, stark schluffig							bgp	GP 1	2,80				
	b)													
	c) locker gelagert		d) leicht zu bohren		e) ocker									
	f)		g) Quartär		h) SU*	i)								
3,60	a) Sand, stark kiesig, schluffig							bgp	GP 2	3,50				
	b)													
	c) mitteldicht gelagert		d) mäßig schwer zu bohren		e) braungrau									
	f)		g) Tertiär		h) SU*	i)								
4,50	a) Sand, stark kiesig, schwach schluffig						Grundwasserspiegel 3.80m (m)	bgp	GP 3	4,50				
	b)													
	c) dicht gelagert		d) mäßig schwer zu bohren		e) braungrau									
	f)		g) Tertiär		h) SU	i)								
7,80	a) Kies, stark sandig													
	b)													
	c) dicht gelagert		d) schwer zu bohren		e) ocker									
	f)		g) Tertiär		h) GW	i)								

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Seite: 2							
Projekt: BG Burgstaller Straße							Bohrzeit: von: 06.02.2017 bis: 06.02.2017							
Bohrung: Rohrbach SB 5														
1	2	3			4	5	6							
Bis	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben						
... m unter Ansatzpunkt	b) Ergänzende Bemerkungen							Art	Nr					
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe											
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt										
7,90	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig													
	b)													
	c) mitteldicht gelagert	d) mäßig schwer zu bohren	e) braungrau											
	f)	g) Tertiär	h) SU	i)										
8,50	a) Ton, schluffig							bgp	GP 4					
	b)													
	c) fest	d) schwer zu bohren	e) graublau											
	f)	g) Tertiär	h) TM	i)										
	a)													
	b)													
	c)	d)	e)											
	f)	g)	h)	i)										
	a)													
	b)													
	c)	d)	e)											
	f)	g)	h)	i)										
	a)													
	b)													
	c)	d)	e)											
	f)	g)	h)	i)										

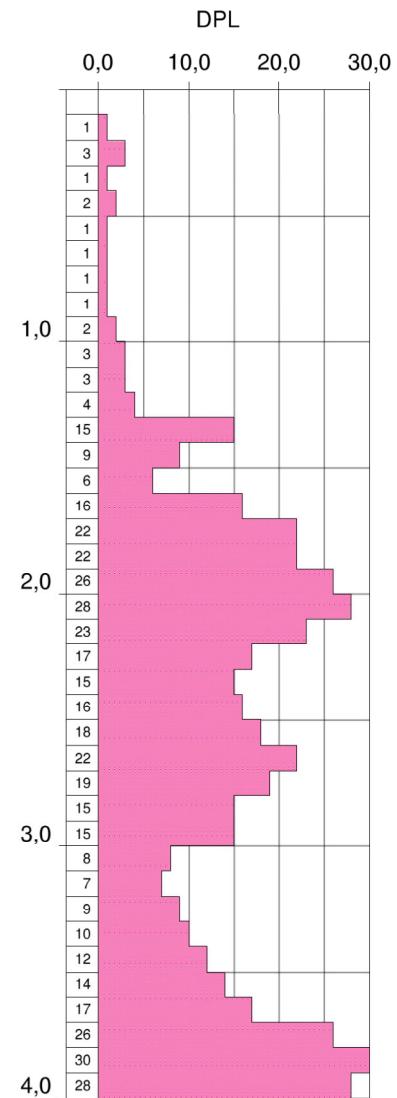
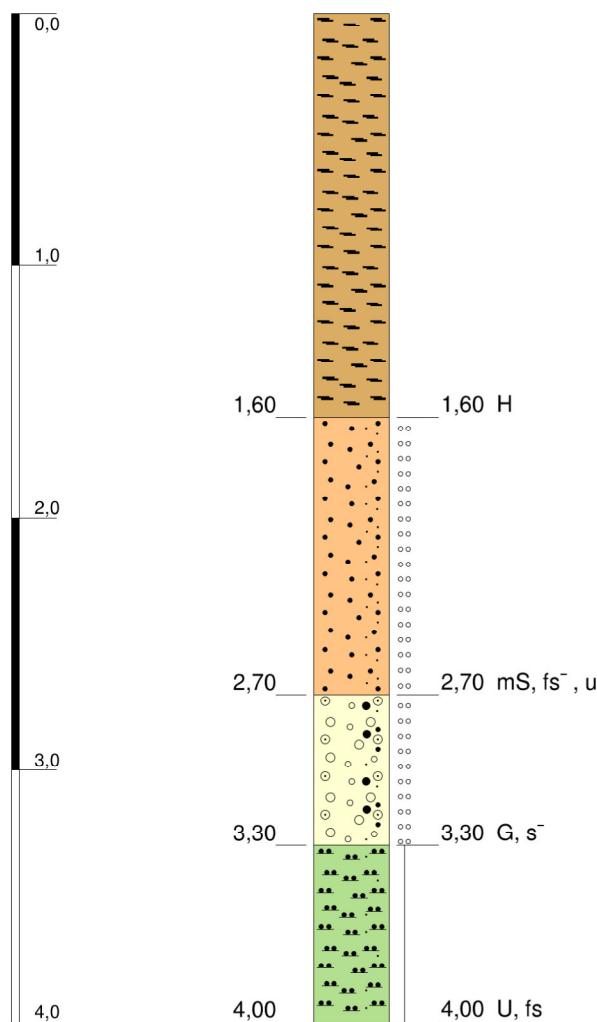
		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Seite: 1						
Projekt: BG Burgstaller Straße							Bohrzeit: von: 02.02.2017 bis: 02.02.2017						
1	2	3			4	5	6						
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges			Entnommene Proben  Art Nr Tiefe in m (Unter- kante)				
	b) Ergänzende Bemerkungen												
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe										
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt									
0,30	a) Sand, stark schluffig, stark humos												
	b)												
	c)	d)	e) dunkelbraun										
	f) Mutterboden	g)	h)	i)									
1,50	a) Sand, schwach kiesig, schwach schluffig								bgp GP 1 1,50				
	b)												
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) hellbraun										
	f)	g) Quartär	h) SU	i)									
1,70	a) Schluff, schwach sandig								bgp GP 2 1,70				
	b)												
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) braungrau										
	f)	g) Quartär	h) UM	i)									
2,00	a) Sand, schwach kiesig, schwach schluffig								bgp GP 3 2,00				
	b)												
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) braungrau										
	f)	g) Quartär	h) SU	i)									
2,70	a) Schluff, kiesig, sandig								bgp GP 4 2,70				
	b)												
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) graubraun										
	f)	g) Quartär	h) UM	i)									

		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben											
							Seite: 2						
Projekt: BG Burgstaller Straße							Bohrzeit: von: 02.02.2017 bis: 02.02.2017						
1	2	3			4	5	6						
Bis ... m unter Ansatz- punkt						Bemerkungen		Entnommene Proben					
	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Art	Nr				
	b) Ergänzende Bemerkungen							Tiefe in m (Unter- kante)					
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe										
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt									
3,30	a) Sand, stark kiesig					Grundwasserspiegel 2.90m (m)		bgp	GP 5				
	b)												
	c) mitteldicht gelagert	d) mäßig schwer zu bohren	e) graubraun										
	f)	g) Tertiär	h) SW	i)									
3,60	a) Sand, stark schluffig, schwach kiesig							bgp	GP 6				
	b)												
	c) mitteldicht gelagert	d) mäßig schwer zu bohren	e) graubraun										
	f)	g) Tertiär	h) SU*	i)									
5,00	a) Kies, sandig							bgp	GP 7				
	b)												
	c) mitteldicht gelagert	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun										
	f)	g) Tertiär	h) GW	i)									
	a)												
	b)												
	c)	d)	e)										
	f)	g)	h)	i)									
	a)												
	b)												
	c)	d)	e)										
	f)	g)	h)	i)									

**Anlage 3  
Rammdiagramme**

m u. GOK (395,37 m NN)

Rohrbach KB



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

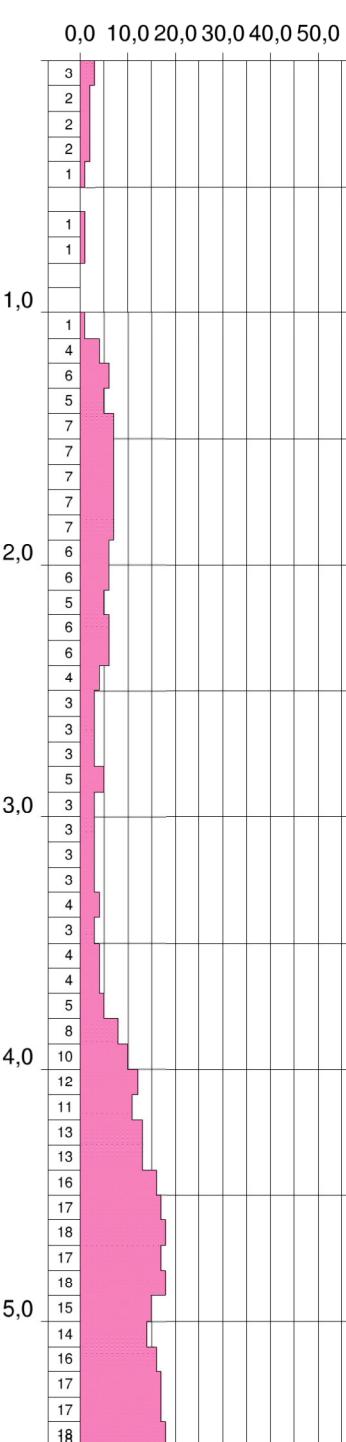
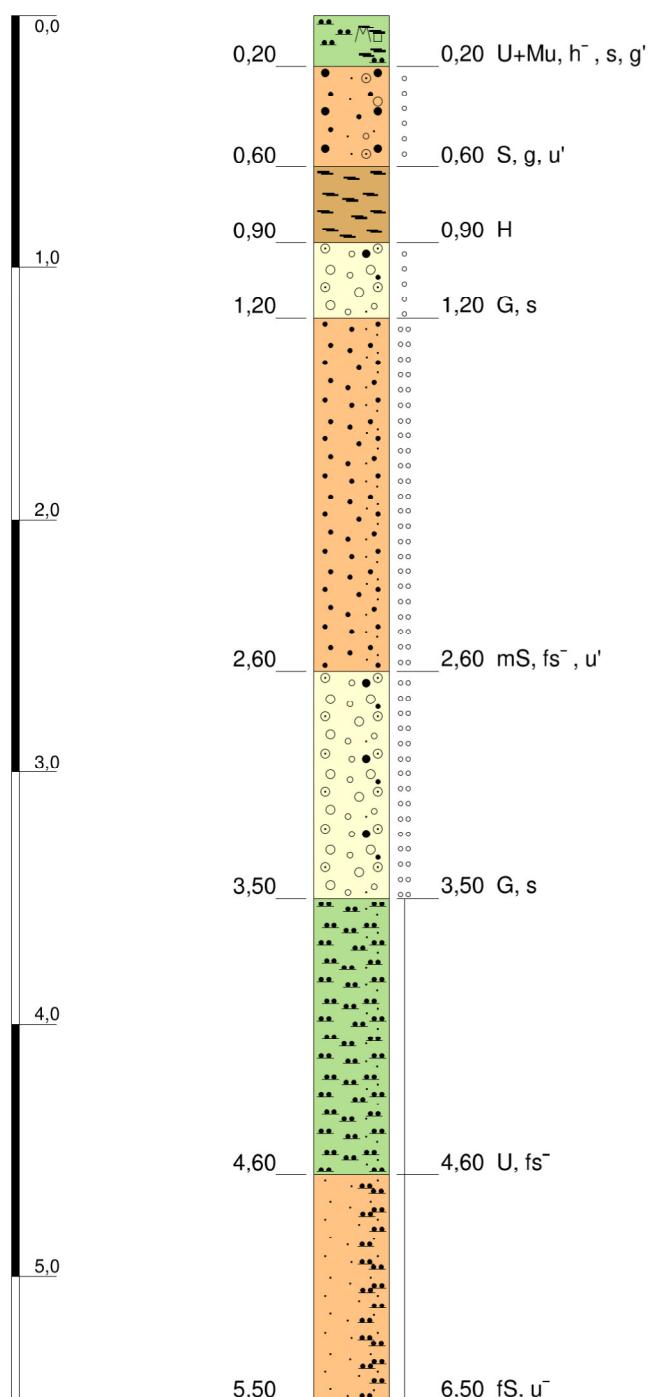
**Projekt:** BG Burgstaller Straße

**Bohrung:** Rohrbach KB

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	395,37m
Datum:	01.02.2017	Anlage 3	Endtiefen: 4,00 m

m u. GOK (395,02 m NN)

Rohrbach SB 1



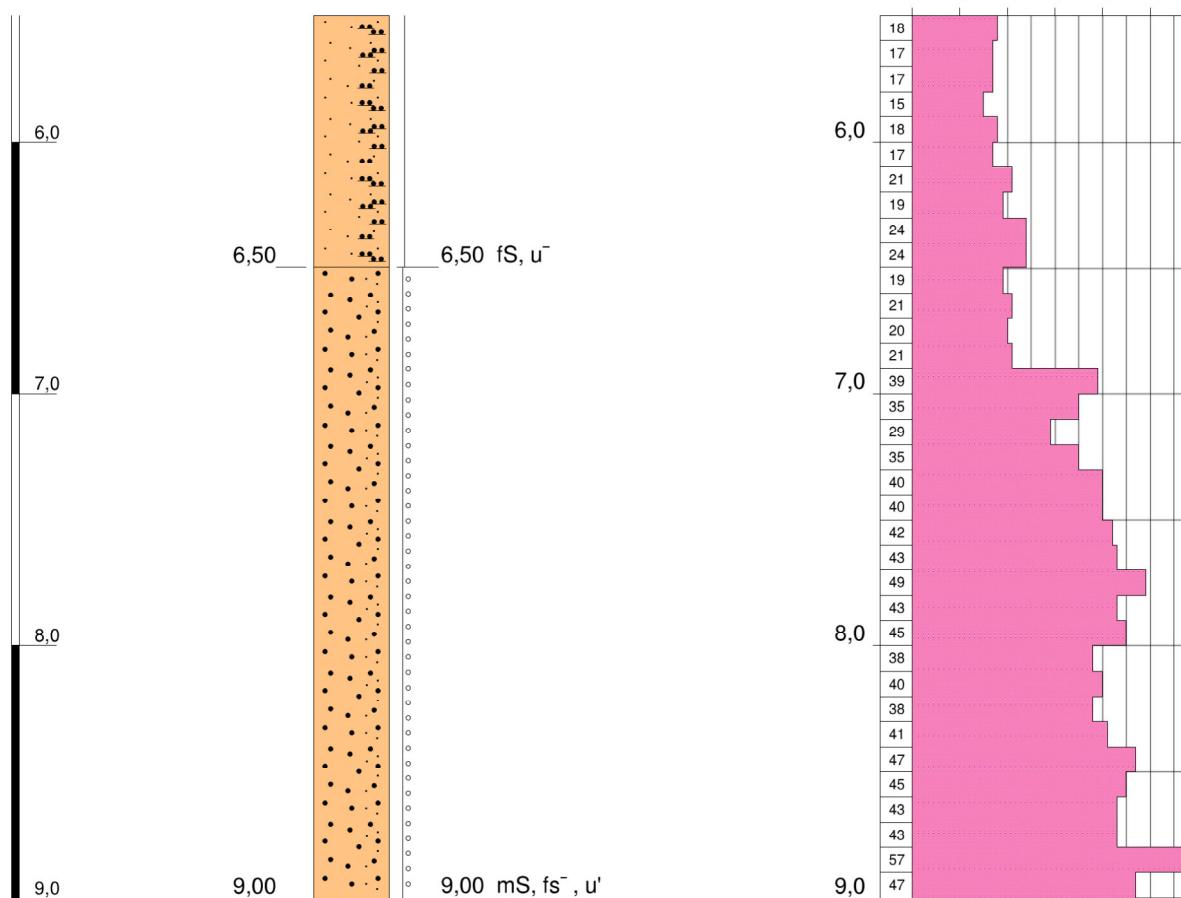
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 2

**Projekt:** BG Burgstaller Straße

**Bohrung:** Rohrbach SB 1

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	395,02m
Datum:	30.01.2017	Anlage 3	Endtiefen: 9,00 m



Höhenmaßstab: 1:30

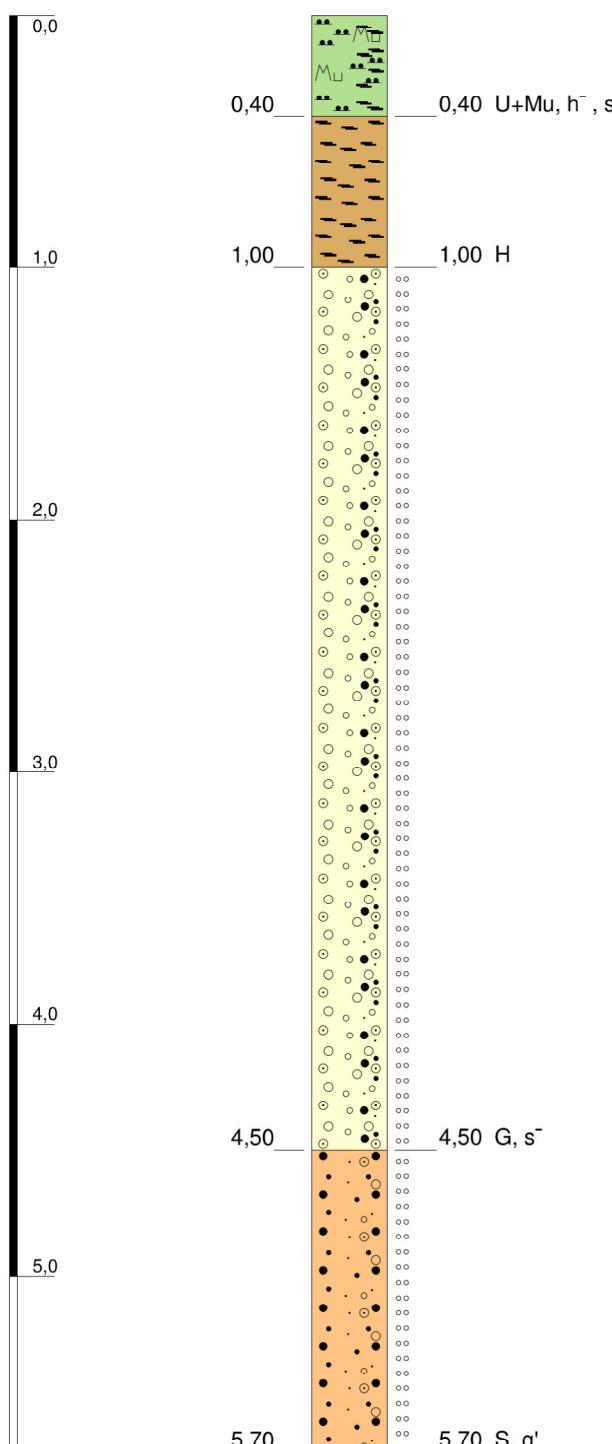
Blatt 2 von 2

Projekt: **BG Burgstaller Straße**Bohrung: **Rohrbach SB 1**

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	395,02m
Datum:	30.01.2017	Anlage 3	Endtiefen: 9,00 m

m u. GOK (395,92 m NN)

Rohrbach SB 2



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 2

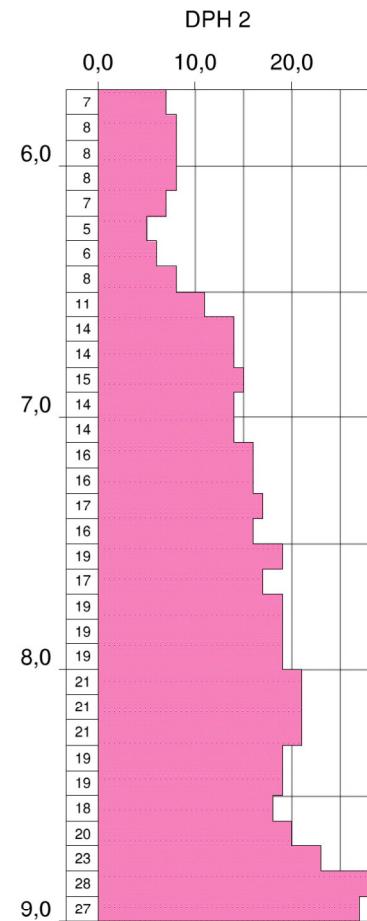
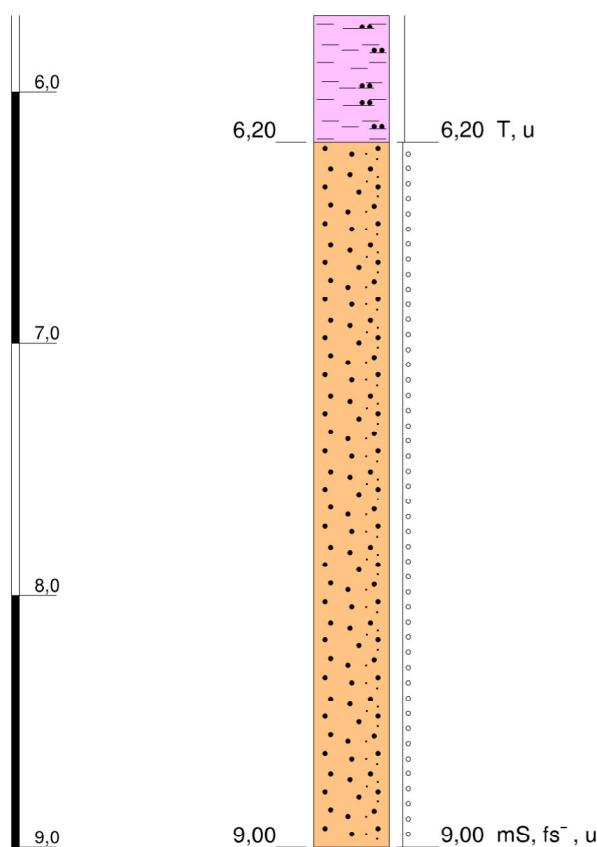
**Projekt:** BG Burgstaller Straße

**Bohrung:** Rohrbach SB 2

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	H. Scheucher	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	395,92m
Datum:	02.02.2017	Anlage 3	Endtiefen: 9,00 m

m u. GOK (395,92 m NN)

Rohrbach SB 2



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 2 von 2

**Projekt:** BG Burgstaller Straße

**Bohrung:** Rohrbach SB 2

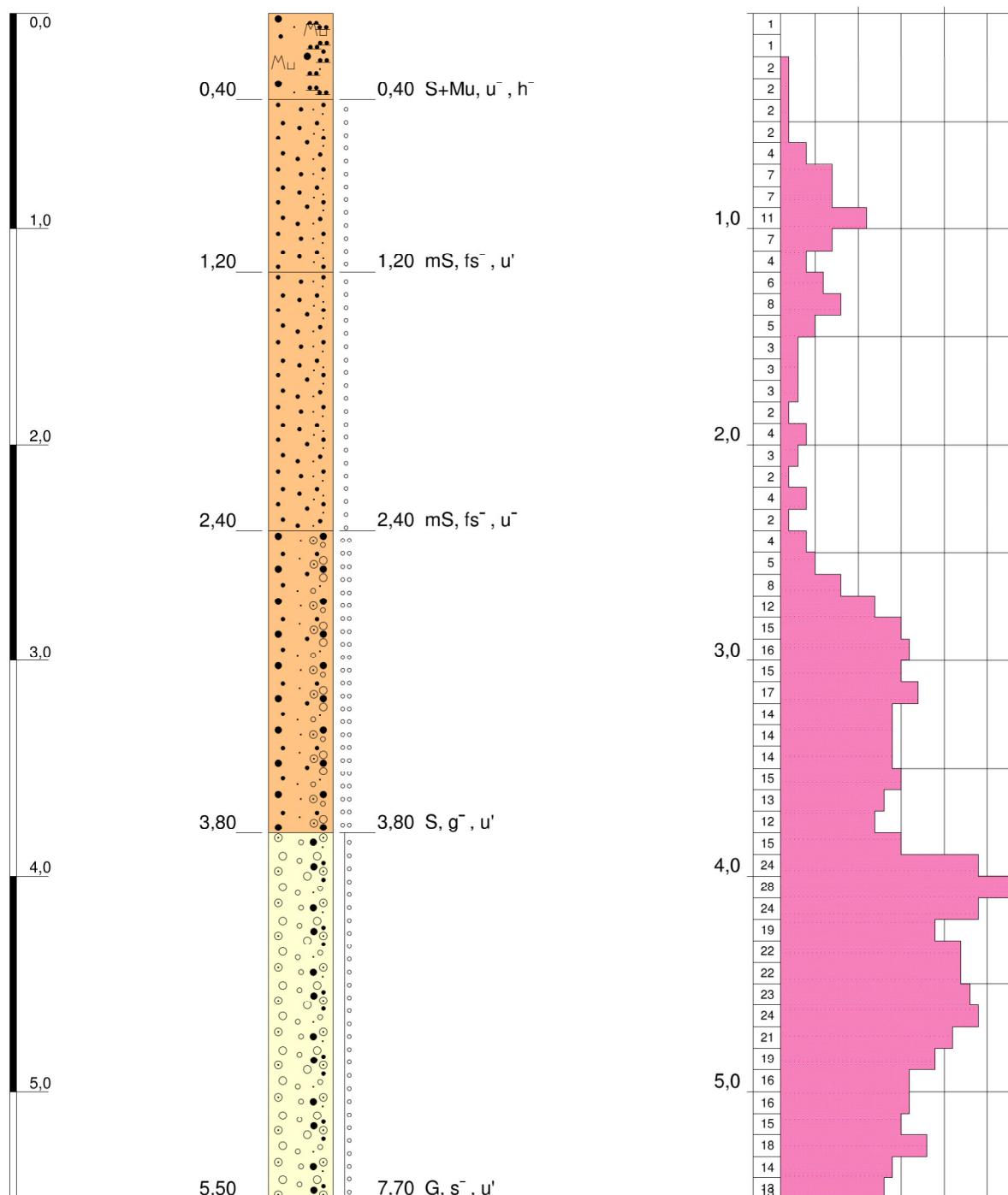
Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	H. Scheucher	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	395,92m
Datum:	02.02.2017	Anlage 3	Endtiefen: 9,00 m

m u. GOK (399,06 m NN)

Rohrbach SB 3

DPH 3

10,0 20,0



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 2

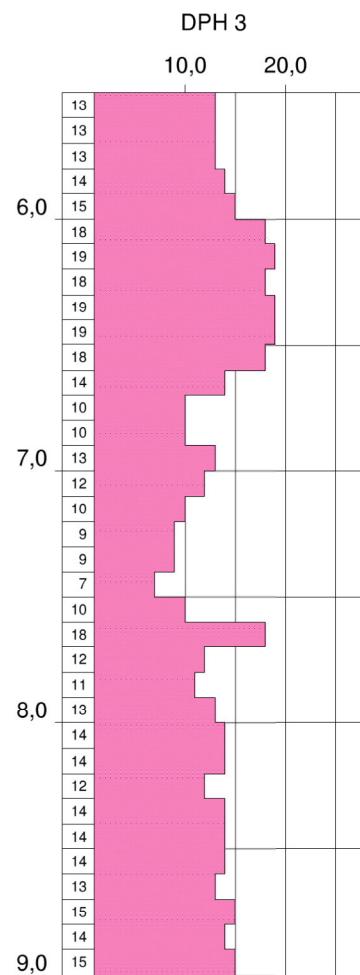
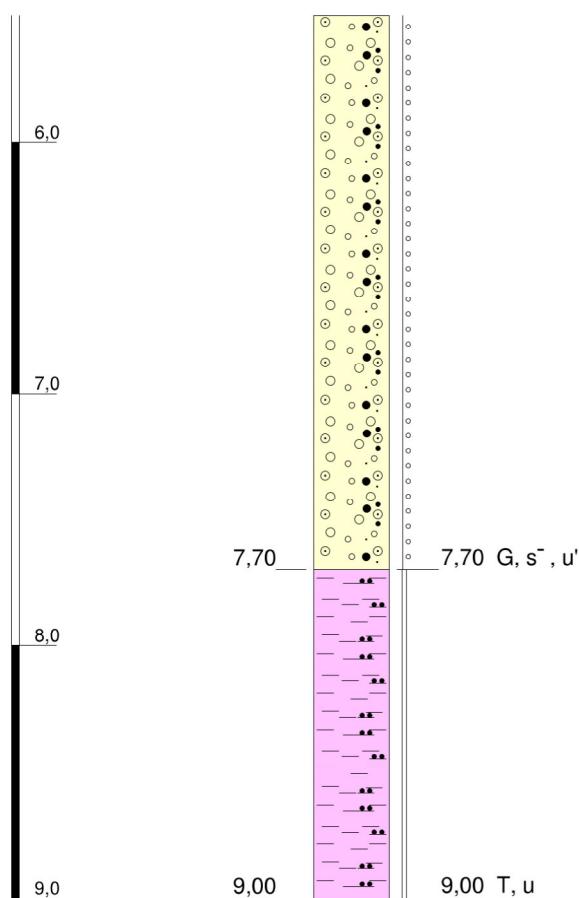
**Projekt:** BG Burgstaller Straße

**Bohrung:** Rohrbach SB 3

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	399,06m
Datum:	02.02.2017	Anlage:	3

Rohrbach SB 3

m u. GOK (399,06 m NN)



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 2 von 2

**Projekt: BG Burgstaller Straße**

**Bohrung: Rohrbach SB 3**

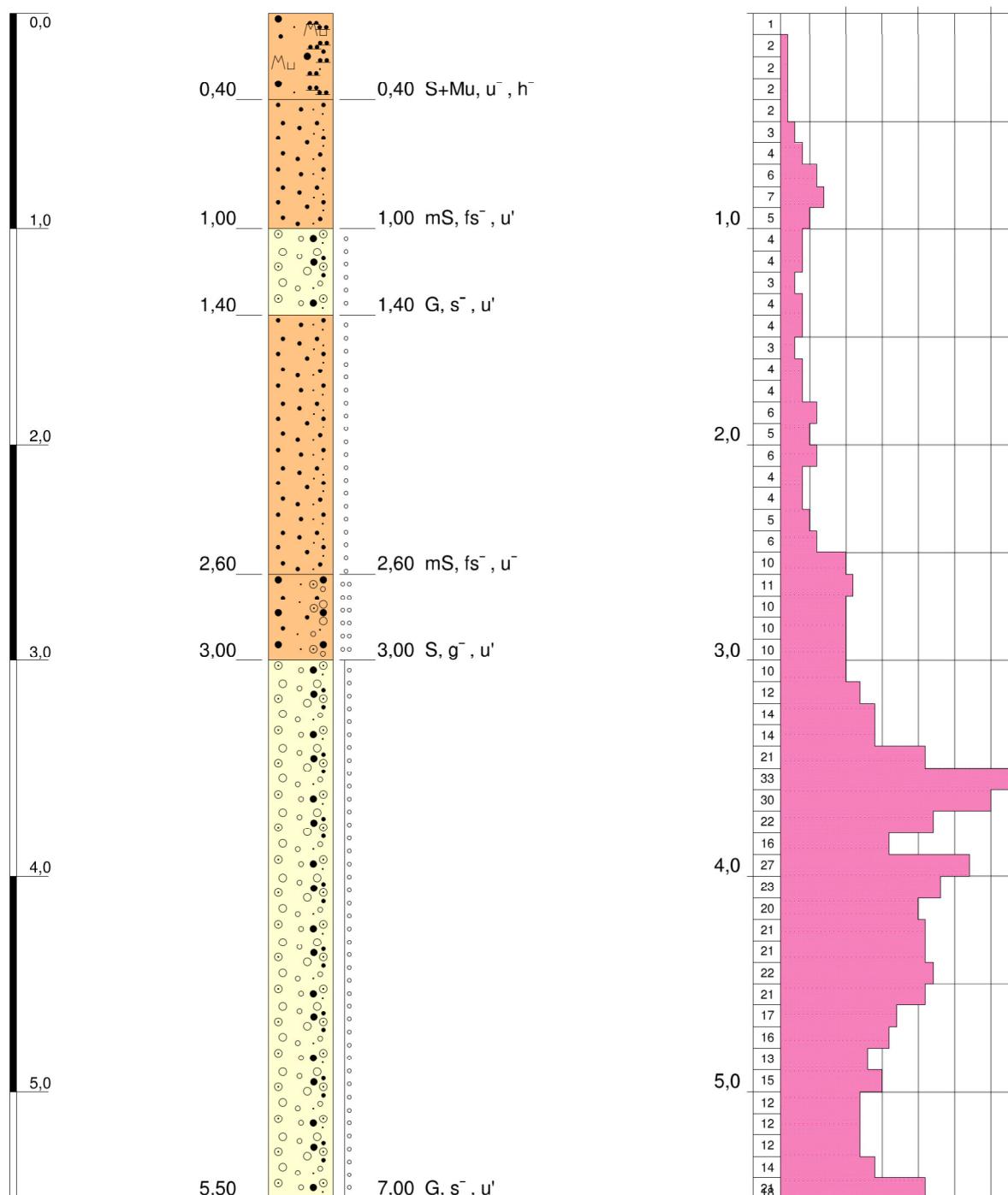
Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	399,06m
Datum:	02.02.2017	Anlage 3	Endtiefen: 9,00 m

m u. GOK (398,93 m NN)

Rohrbach SB 4

DPH 4

10,0 20,0 30,0



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 2

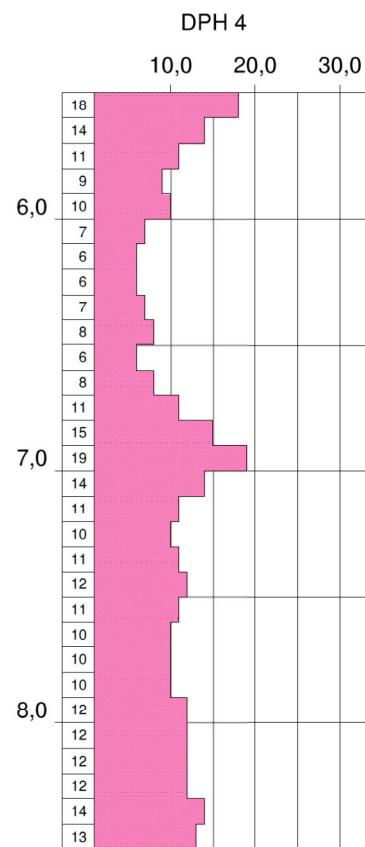
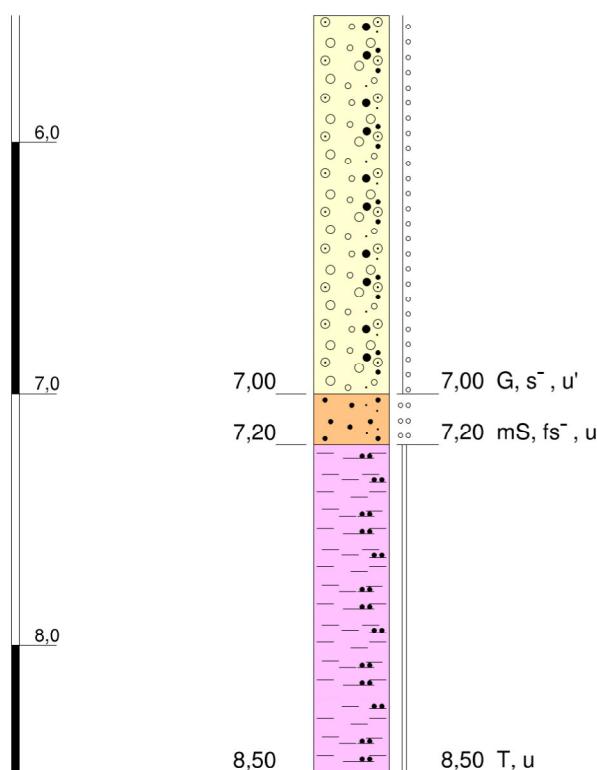
**Projekt:** BG Burgstaller Straße

**Bohrung:** Rohrbach SB 4

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	398,93m
Datum:	02.02.2017	Anlage 3	Endtiefen: 8,50 m

m u. GOK (398,93 m NN)

Rohrbach SB 4



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 2 von 2

**Projekt: BG Burgstaller Straße**

**Bohrung: Rohrbach SB 4**

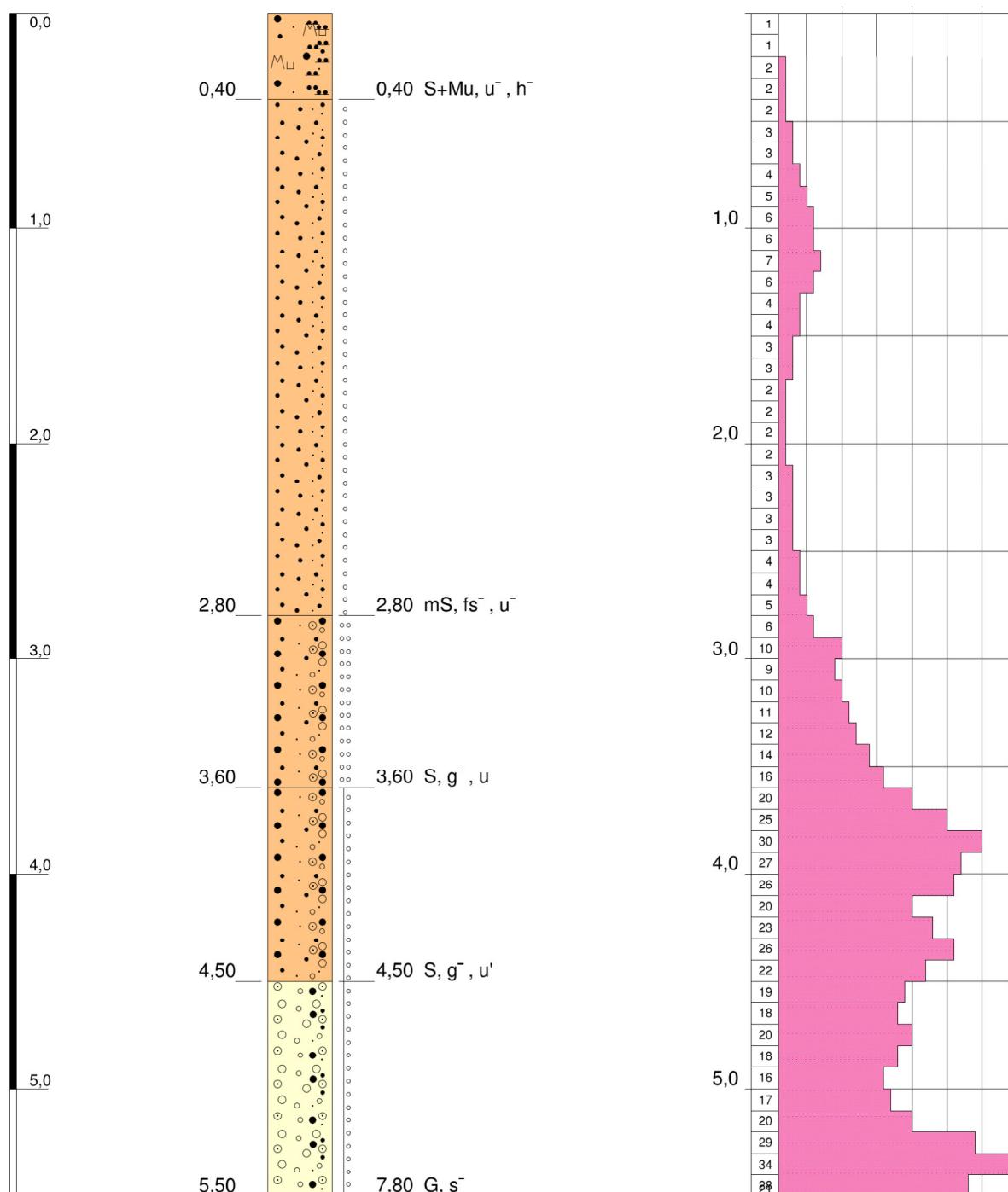
Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	398,93m
Datum:	02.02.2017	Anlage 3	Endtiefen: 8,50 m

m u. GOK (399,10 m NN)

Rohrbach SB 5

DPH 5

10,0 20,0 30,0



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 2

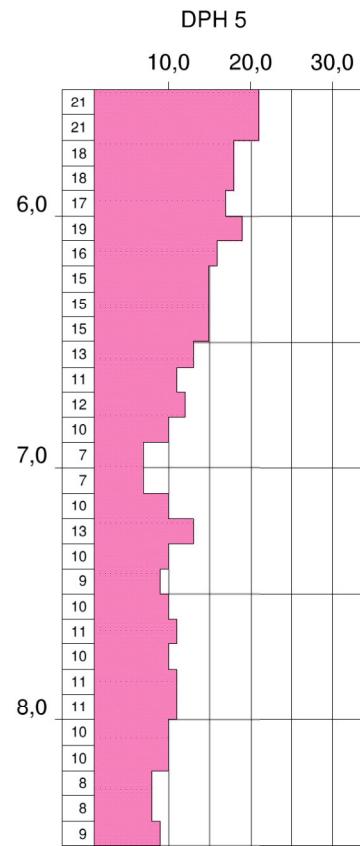
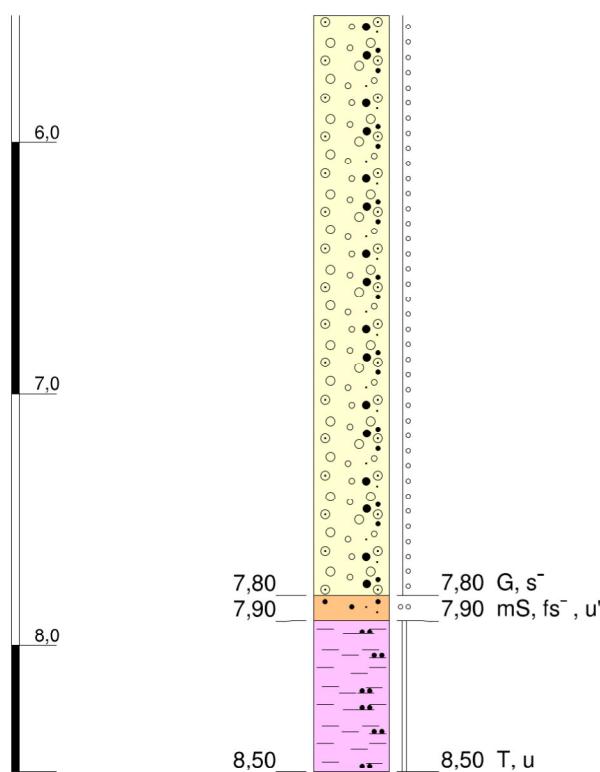
**Projekt:** BG Burgstaller Straße

**Bohrung:** Rohrbach SB 5

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	399,10m
Datum:	06.02.2017	Anlage 3	Endtiefen: 8,50 m

m u. GOK (399,10 m NN)

Rohrbach SB 5



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 2 von 2

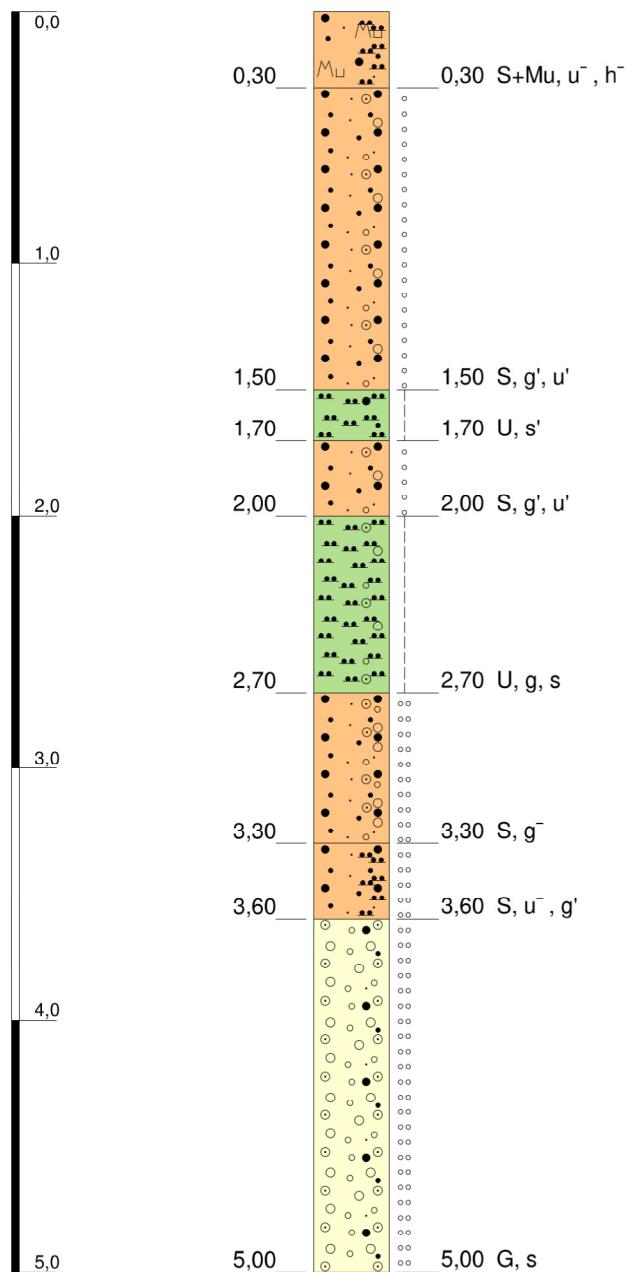
**Projekt:** BG Burgstaller Straße

**Bohrung:** Rohrbach SB 5

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	399,10m
Datum:	06.02.2017	Anlage 3	Endtiefen: 8,50 m

# Rohrbach SB 6

m u. GOK (398,25 m NN)



Höhenmaßstab: 1:30

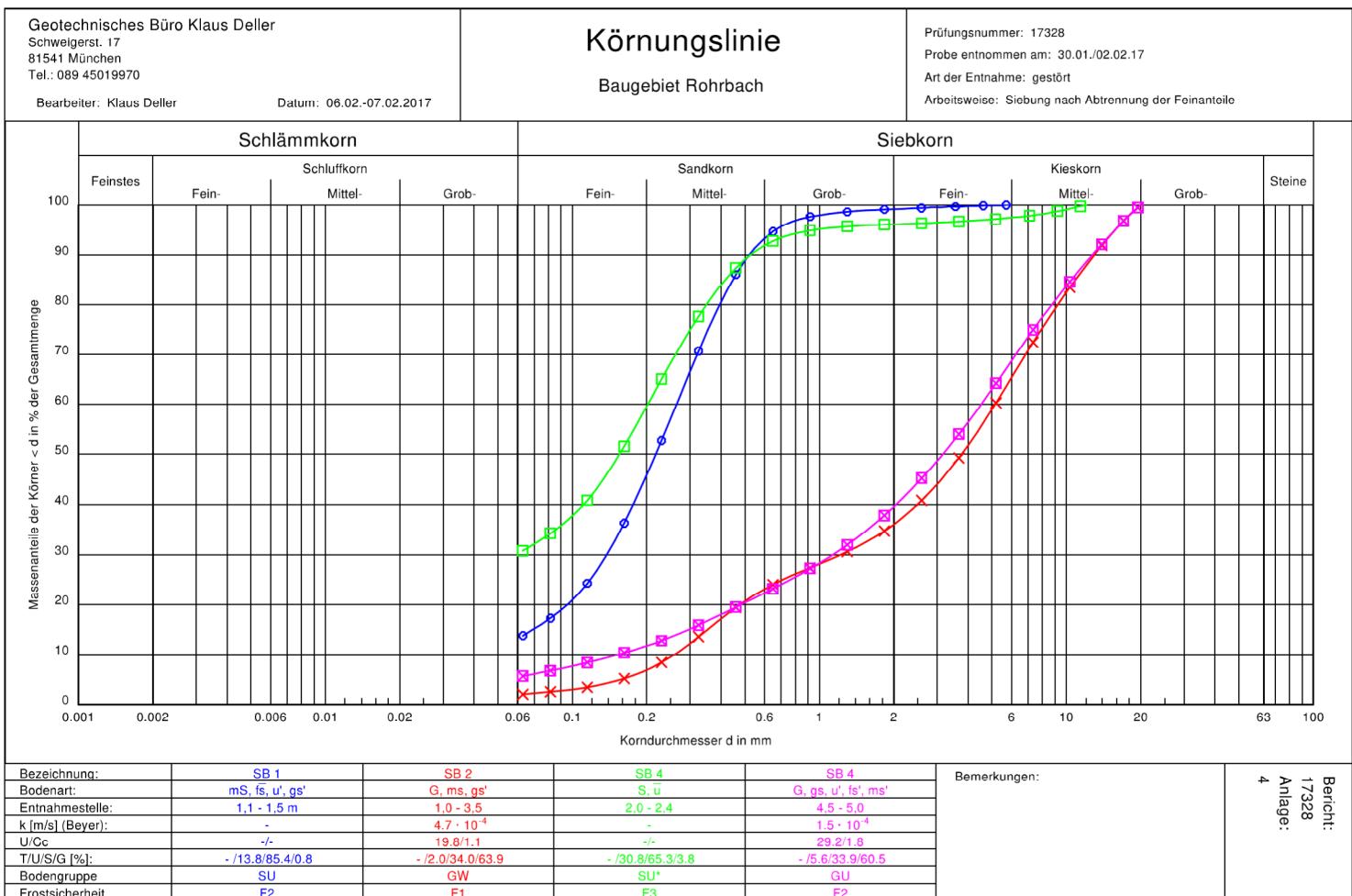
Blatt 1 von 1

**Projekt:** BG Burgstaller Straße

**Bohrung:** Rohrbach SB 6

Auftraggeber:	ARS Altmann AG	Ostwert:	44
Bohrfirma:	K. Deller	Nordwert:	53
Bearbeiter:	K. Deller	Ansatzhöhe:	398,25m
Datum:	02.02.2017	Anlage 3	Endtiefen: 5,00 m

**Anlage 4  
Bodenmechanische Laborversuche**



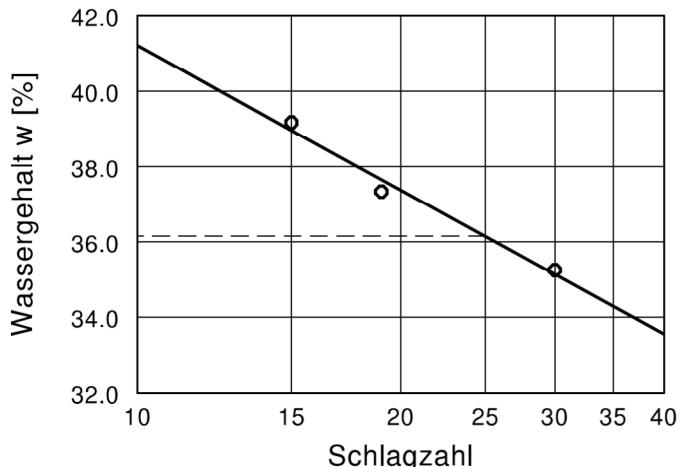
**Zustandsgrenzen** nach DIN 18 122

BG Burgstaller Straße  
 Rohrbach

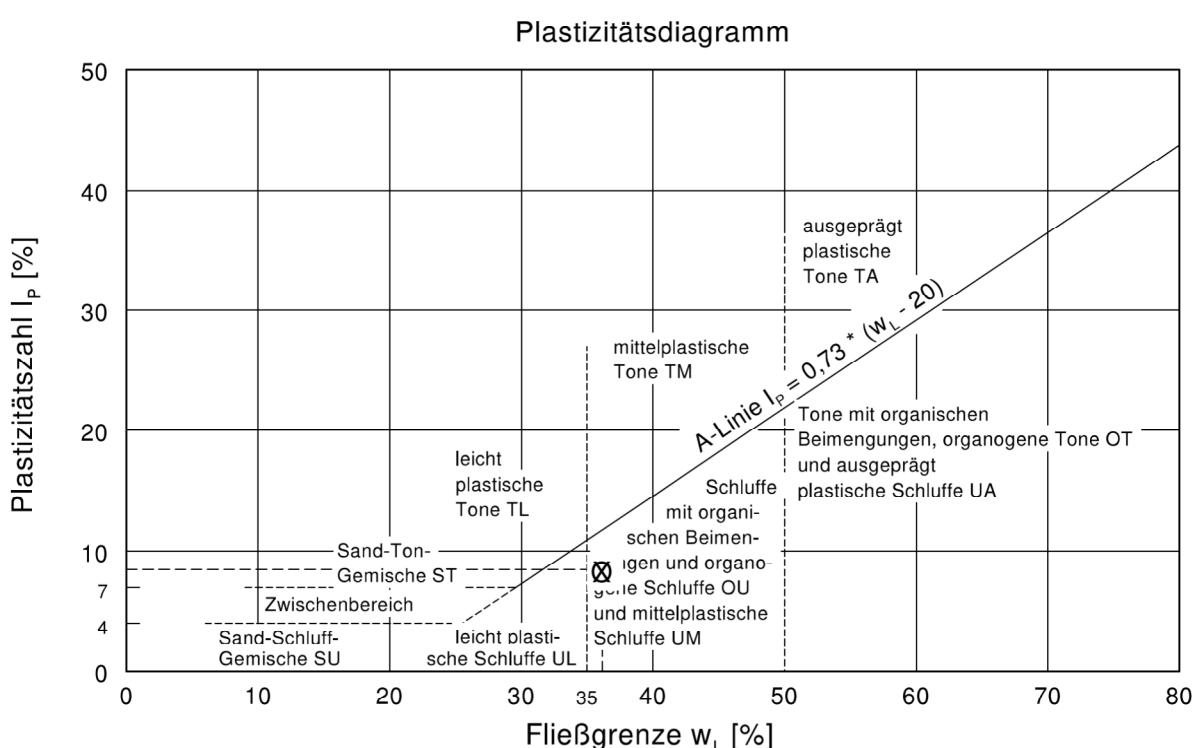
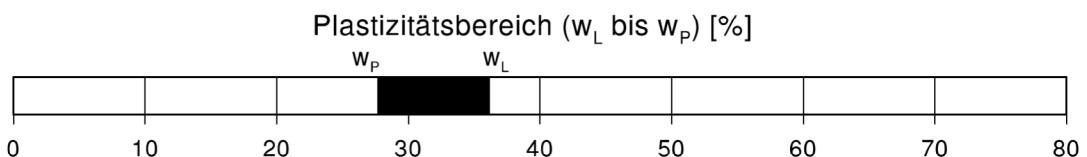
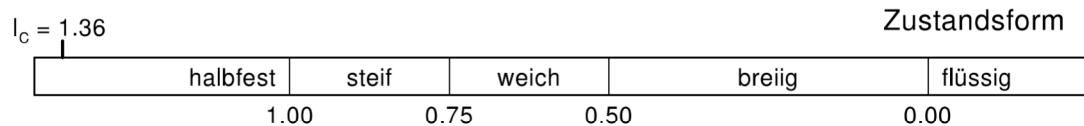
Bearbeiter: Klaus Deller

Datum: 15. - 16.02.2017

Prüfungsnummer: 16309  
 Entnahmestelle: SB 2  
 Tiefe: 2,3 - 3,1 m  
 Art der Entnahme: gestört  
 Bodenart: Ton, schluffig  
 Probe entnommen am: 09.08.2016



Wassergehalt  $w = 24.6\%$   
 Fließgrenze  $w_L = 36.1\%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 27.7\%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 8.4\%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 1.36$   
 Anteil Überkorn  $\text{Ü} = 0.1\%$   
 Wassergeh. Überk.  $w_{\text{Ü}} = 0.0\%$   
 Korr. Wassergehalt = 24.7 %



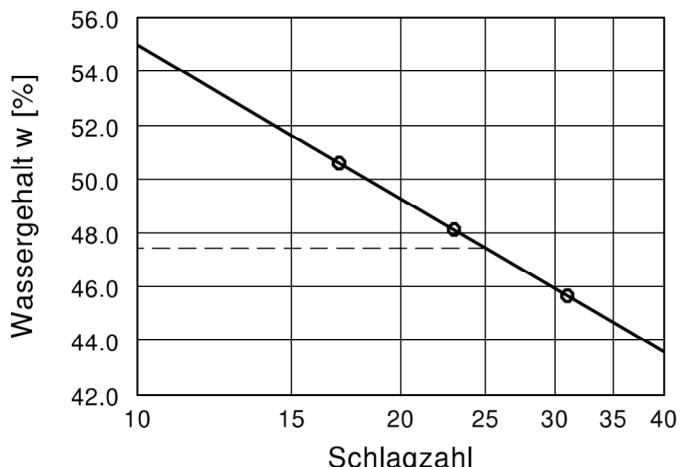
## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

BG Burgstaller Straße  
 Rohrbach

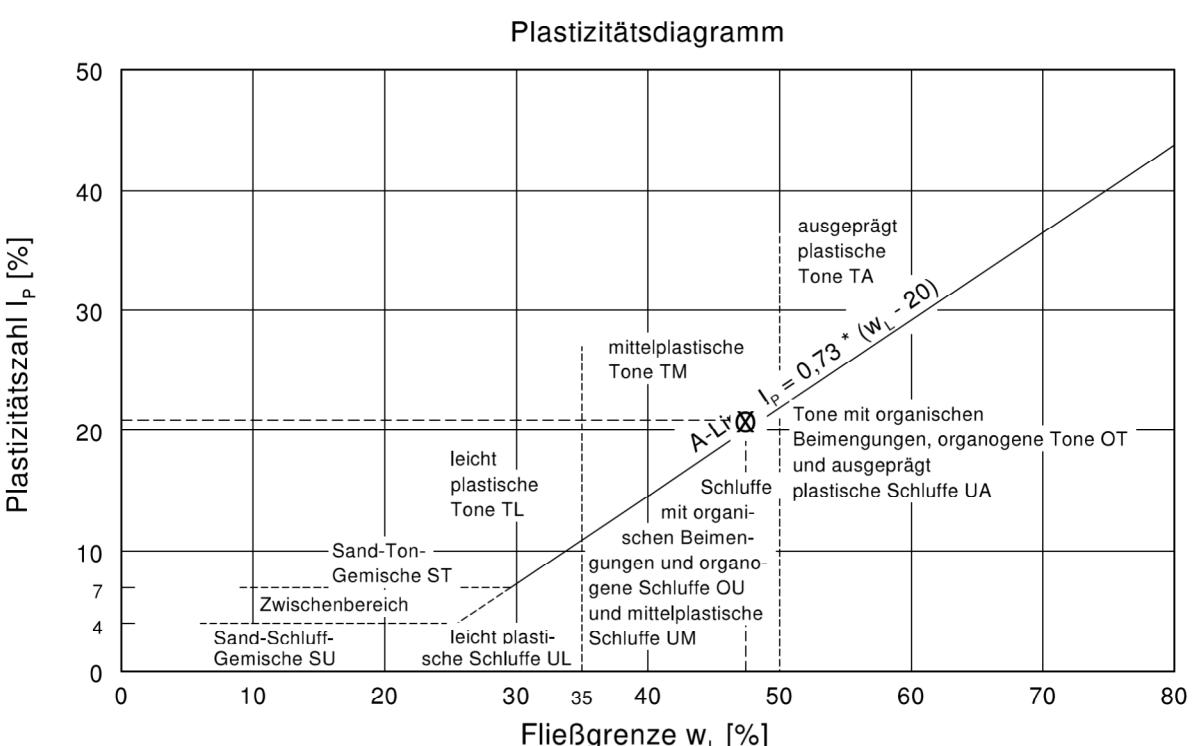
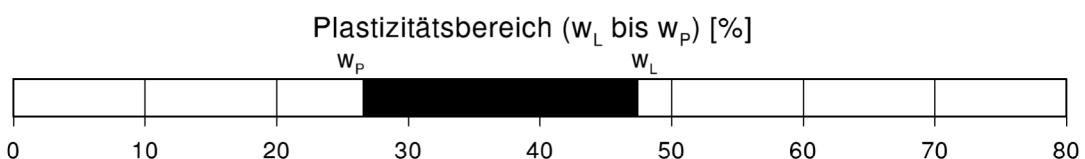
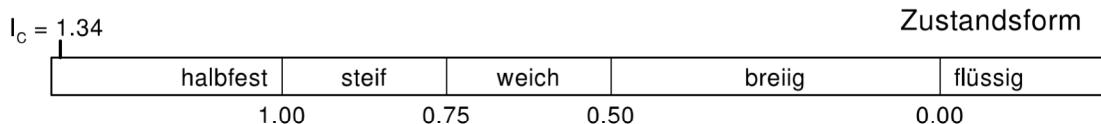
Bearbeiter: Klaus Deller

Datum: 15. - 16.02.2017

Prüfungsnummer: 17328  
 Entnahmestelle: SB 4  
 Tiefe: 8,0 - 8,5 m  
 Art der Entnahme: gestört  
 Bodenart: Ton, schluffig  
 Probe entnommen am: 02.02.2017



Wassergehalt  $w = 17.6 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 47.4 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 26.5 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 20.9 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 1.34$   
 Anteil Überkorn  $\text{ü} = 9.7 \%$   
 Wassergeh. Überk.  $w_{\text{Ü}} = 0.0 \%$   
 Korr. Wassergehalt = 19.5 %



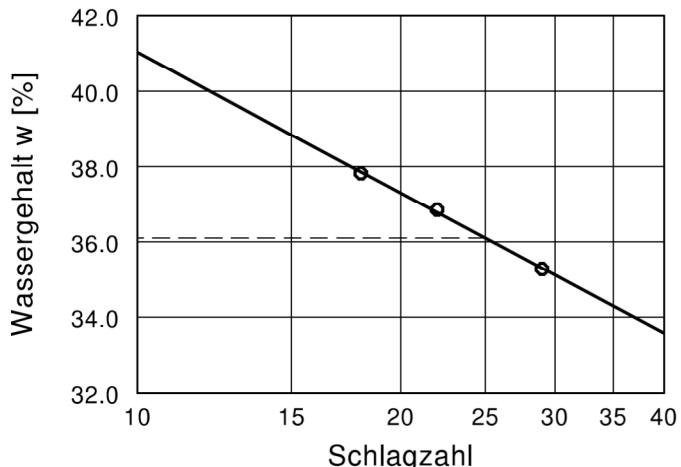
**Zustandsgrenzen** nach DIN 18 122

BG Burgstaller Straße  
 Rohrbach

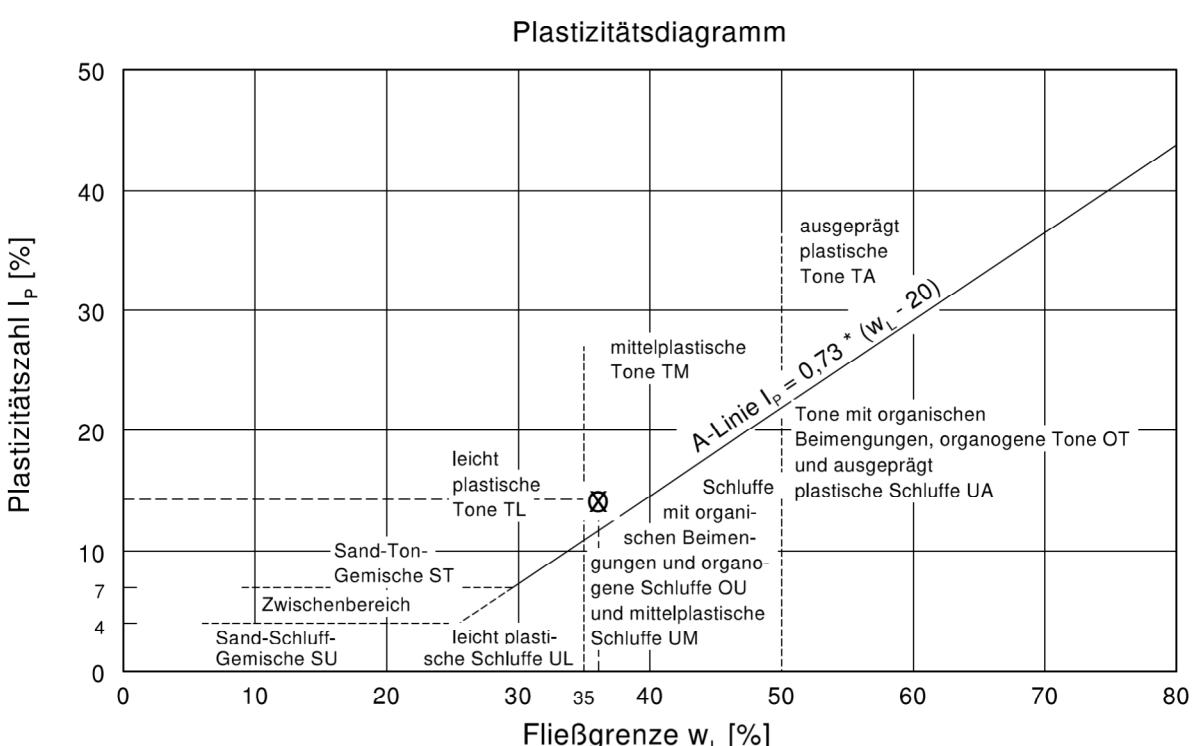
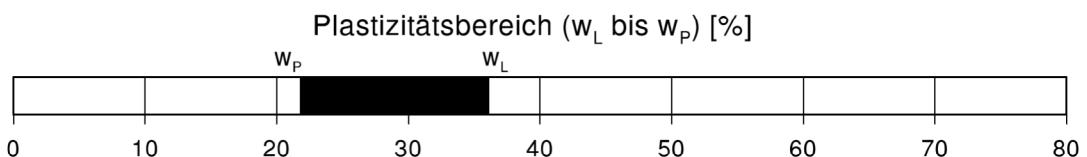
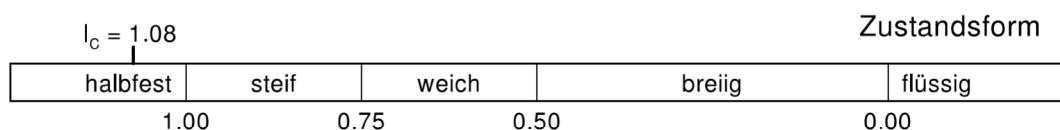
Bearbeiter: Klaus Deller

Datum: 15. - 16.02.2017

Prüfungsnummer: 17328  
 Entnahmestelle: SB 6  
 Tiefe: 1,5 - 1,7 m  
 Art der Entnahme: gestört  
 Bodenart: Ton, feinsandig  
 Probe entnommen am: 02.02.2017



**Wassergehalt w =** 20.5 %  
**Fließgrenze w<sub>L</sub> =** 36.1 %  
**Ausrollgrenze w<sub>P</sub> =** 21.8 %  
**Plastizitätszahl I<sub>P</sub> =** 14.3 %  
**Konsistenzzahl I<sub>C</sub> =** 1.08  
**Anteil Überkorn ü =** 1.1 %  
**Wassergeh. Überk. w<sub>U</sub> =** 0.0 %  
**Korr. Wassergehalt =** 20.7 %



Geotechnisches Büro

Klaus Deller

Schweigerstr. 17

81541 München

## Wassergehalt

(DIN 18121-1)

Bauvorhaben: Baugebiet "Burgstaller Str."  
Bestimmung: Ofentrocknung  
Datum: 09. - 10.02.2017

### Messwerte:

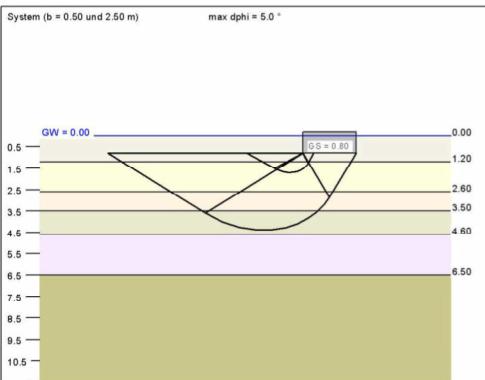
Probe	SB1/4-4,4	SB2/5,7-6	SB3/8,5-9	SB5/8-8,5	SB6/1,5-1,7
Boden	U, fs*	T, u	T, u	T, u	U, s'
Masse der feuchten Probe mit Behälter [g]	52,27	42,63	50,67	56,12	55,18
Masse der trockenen Probe mit Behälter [g]	46,49	39,62	46,54	51,16	49,72
Masse des Behälters [g]	23,04	23,24	23,05	23,01	23,07
Masse des Behälters mit Überkorn [g]	23,06	23,51	23,08	25,74	23,36
Masse des Porenwassers [g]	5,78	3,01	4,13	4,96	5,46
Masse der trockenen Probe [g]	23,45	16,38	23,49	28,15	26,65
Wassergehalt w	0,246	0,184	0,176	0,176	0,205
<b>Wassergehalt w %</b>	<b>24,65</b>	<b>18,38</b>	<b>17,58</b>	<b>17,62</b>	<b>20,49</b>
Anteil Überkorn	0,0009	0,0165	0,0013	0,0970	0,0109
<b>korrigierter Wassergehalt w %</b>	<b>24,67</b>	<b>18,68</b>	<b>17,60</b>	<b>19,51</b>	<b>20,71</b>

Probe	SB6/2,6-2,7
Boden	U, s, g'
Masse der feuchten Probe mit Behälter [g]	41,52
Masse der trockenen Probe mit Behälter [g]	36,84
Masse des Behälters [g]	14,78
Masse des Behälters mit Überkorn [g]	16,14
Masse des Porenwassers [g]	4,68
Masse der trockenen Probe [g]	22,06
Wassergehalt w	0,212
<b>Wassergehalt w %</b>	<b>21,21</b>
Anteil Überkorn	0,0617
<b>korrigierter Wassergehalt w %</b>	<b>22,61</b>

**Anlage 5  
Setzungsberechnungen**

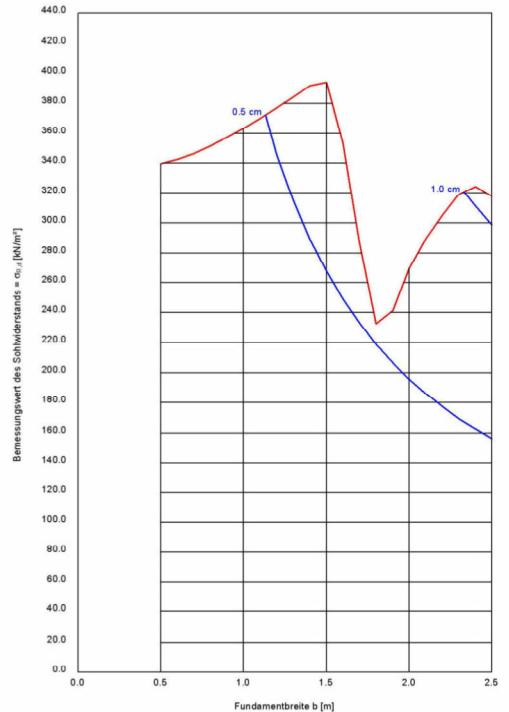
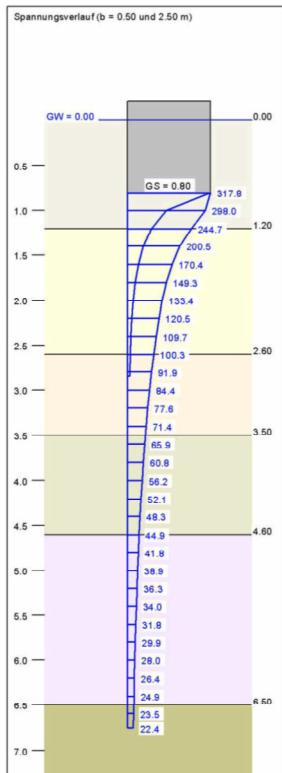
Boden	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$\varphi$ [°]	c [kN/m²]	$E_s$ [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
19.5	12.0	35.0	0.0	80.0	0.00	0.00	Bodenaustausch
18.0	10.5	32.5	0.0	50.0	0.00	0.00	Sand
19.0	11.5	32.5	0.0	50.0	0.00	0.00	Kies
19.5	10.5	22.5	10.0	9.0	0.00	0.00	Schluff
20.5	13.0	35.0	0.0	55.0	0.00	0.00	Feinsand
19.5	12.0	35.0	0.0	70.0	0.00	0.00	Sand

System (b = 0.50 und 2.50 m) max dphi = 5.0 °



#### Bohrung SB 1, Bodenaustausch bis 1,2 m

Berechnungsgrundlagen:  
 Norm: EC 7  
 Grundbruchformel nach DIN 4017: 2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{K,N} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_D = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{G,G} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

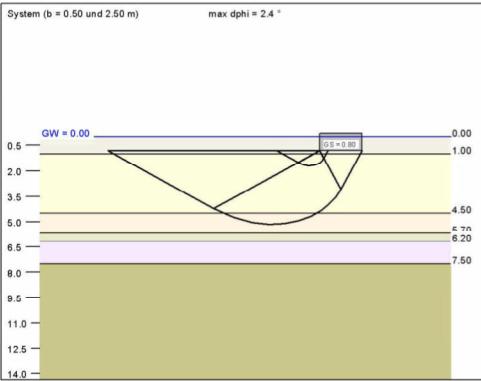


a [m]	b [m]	$\sigma_{ult}$ [kN/m²]	$R_{ult}$ [kN]	$\sigma_{ult}$ [kN/m²]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m²]	$\gamma_D$ [kN/m³]	$\sigma_{ult}$ [kN/m²]	$t_s$ [m]	UK LSL [m]
0.50	0.50	339.8	84.9	238.4	0.14	33.4	0.00	11.40	9.60	2.85	1.69
0.60	0.60	342.4	123.3	240.3	0.17	33.2	0.00	11.27	9.60	3.14	1.87
0.70	0.70	346.5	169.8	243.2	0.20	33.1	0.00	11.18	9.60	3.42	2.04
0.80	0.80	351.6	225.0	248.7	0.25	33.1	0.00	11.11	9.60	3.70	2.21
0.90	0.90	357.3	289.4	250.7	0.32	33.0	0.00	11.05	9.60	3.97	2.38
1.00	1.00	363.5	363.5	255.1	0.39	33.0	0.00	11.00	9.60	4.24	2.56
1.10	1.10	370.1	447.8	259.7	0.47	32.9	0.00	10.97	9.60	4.50	2.73
1.20	1.20	377.2	543.1	264.7	0.55	32.9	0.00	10.98	9.60	4.75	2.91
1.30	1.30	384.5	649.8	269.8	0.62	32.8	0.00	10.99	9.60	4.99	3.08
1.40	1.40	392.1	768.5	275.1	0.69	32.8	0.00	11.00	9.60	5.23	3.26
1.50	1.50	394.3	887.1	276.7	0.75	32.7*	0.00	11.02	9.60	5.44	3.42
1.60	1.60	353.3	904.5	247.9	0.72	31.8*	0.00	11.02	9.60	5.45	3.50
1.70	1.70	286.1	826.9	200.8	0.62	30.1*	0.00	11.02	9.60	5.28	3.50
1.80	1.80	232.8	754.2	163.4	0.53	28.4*	0.00	11.02	9.60	5.10	3.50
1.90	1.90	241.4	871.4	169.4	0.59	27.5*	1.19	11.03	9.60	5.31	3.56
2.00	2.00	289.7	1078.7	189.2	0.70	27.5*	2.14	11.02	9.60	5.66	3.70
2.10	2.10	289.9	1278.6	203.5	0.80	27.5*	2.76	11.02	9.60	5.95	3.85
2.20	2.20	305.1	1476.8	214.1	0.88	27.5*	3.20	11.01	9.60	6.20	4.00
2.30	2.30	319.0	1687.4	223.9	0.98	27.5*	3.58	10.99	9.60	6.45	4.15
2.40	2.40	324.5	1869.0	227.7	1.04	27.5*	3.87	10.98	9.60	6.65	4.28
2.50	2.50	317.8	1986.3	223.0	1.07	26.9*	4.06	10.98	9.60	6.75	4.38

\* phi wegen 5° Bedingung abgerunden  
 $\sigma_{ult} = \sigma_{ult,1} / (\gamma_{K,N} \cdot \gamma_{G,G}) = \sigma_{ult,1} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{ult,1} / 1.99$  (für Setzungen)

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

Boden	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$\varphi$ [°]	$c$ [kN/m²]	$E_s$ [MN/m²]	$v$ [-]	Bezeichnung
19.5	12.0	35.0	0.0	80.0	0.00	0.00	Bodenaustausch
19.0	11.5	32.5	0.0	60.0	0.00	0.00	Kies
18.0	10.5	32.5	0.0	50.0	0.00	0.00	Sand
20.5	10.5	17.5	15.0	13.0	0.00	0.00	Ton
18.0	10.5	32.5	0.0	50.0	0.00	0.00	Sand
19.5	12.0	35.0	0.0	70.0	0.00	0.00	Sand



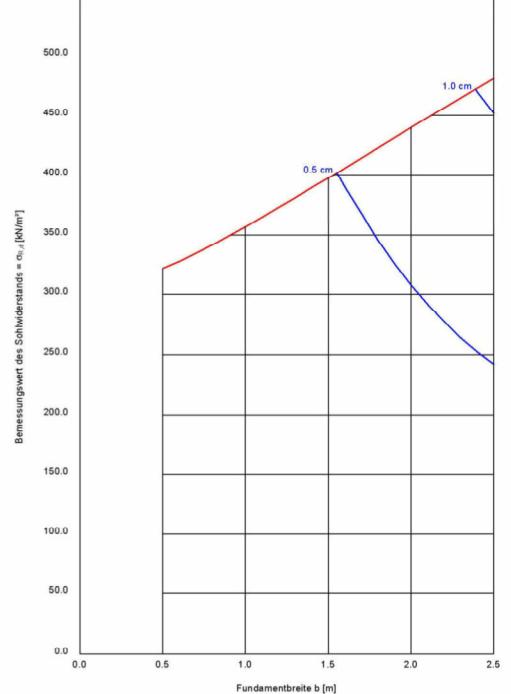
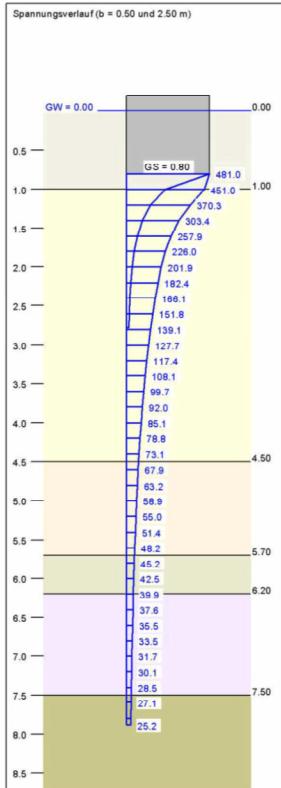
a [m]	b [m]	$\sigma_{0,x}$ [kN/m²]	$R_{0,x}$ [kN]	$\sigma_{0,x}$ [kN/m²]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal $c$ [kN/m²]	$\gamma_z$ [kN/m³]	$\sigma_{0,z}$ [kN/m²]	$t_s$ [m]	UK LSL [m]
0.50	0.50	321.7	80.4	225.8	0.13	33.0	0.00	11.67	9.60	2.77	1.68
0.60	0.60	327.8	118.0	230.0	0.15	32.9	0.00	11.64	9.60	3.07	1.85
0.70	0.70	334.6	163.9	234.8	0.18	32.8	0.00	11.62	9.60	3.35	2.03
0.80	0.80	341.8	218.8	239.9	0.22	32.8	0.00	11.61	9.60	3.63	2.20
0.90	0.90	349.4	283.0	245.2	0.25	32.8	0.00	11.60	9.60	3.90	2.37
1.00	1.00	357.1	357.1	250.6	0.28	32.7	0.00	11.59	9.60	4.16	2.55
1.10	1.10	365.1	441.8	256.2	0.32	32.7	0.00	11.58	9.60	4.42	2.72
1.20	1.20	373.1	537.3	261.9	0.36	32.7	0.00	11.57	9.60	4.68	2.89
1.30	1.30	381.3	644.4	267.6	0.40	32.7	0.00	11.57	9.60	4.94	3.07
1.40	1.40	389.5	763.4	273.3	0.44	32.7	0.00	11.56	9.60	5.20	3.24
1.50	1.50	397.8	895.0	279.1	0.48	32.7	0.00	11.56	9.60	5.45	3.42
1.60	1.60	406.1	1039.8	285.0	0.52	32.6	0.00	11.56	9.60	5.70	3.58
1.70	1.70	414.4	1197.7	290.8	0.59	32.6	0.00	11.55	9.60	5.95	3.76
1.80	1.80	422.8	1370.0	296.7	0.66	32.6	0.00	11.55	9.60	6.20	3.94
1.90	1.90	431.2	1556.8	302.6	0.71	32.6	0.00	11.55	9.60	6.45	4.11
2.00	2.00	439.7	1759.7	308.6	0.77	32.6	0.00	11.54	9.60	6.70	4.28
2.10	2.10	448.1	1976.3	314.5	0.83	32.6	0.00	11.54	9.60	6.94	4.46
2.20	2.20	456.5	2209.5	320.4	0.89	32.6	0.00	11.53	9.60	7.18	4.63
2.30	2.30	464.7	2458.5	326.1	0.95	32.6	0.00	11.52	9.60	7.42	4.80
2.40	2.40	472.9	2723.9	331.9	1.01	32.6	0.00	11.50	9.60	7.66	4.98
2.50	2.50	481.0	3006.4	337.6	1.07	32.6	0.00	11.48	9.60	7.88	5.15

$$\sigma_{0,x} = \sigma_{0,x} / (\gamma_{0,x} \cdot \gamma_{0,z}) = \sigma_{0,x} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0,x} / 1.99 \quad (\text{für Setzungen})$$

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

### Bohrung SB 2, Bodenaustausch bis 1,0 m

Berechnungsgrundlagen:  
 Norm: EC 7  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{K,N} = 1.40$   
 $\gamma_0 = 1.35$   
 $\gamma_d = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{G,G} = 0.500 \cdot \gamma_0 + (1 - 0.500) \cdot \gamma_d$



## Setzungsberechnung nach DIN 4019

---

### Setzungen in 1.000 m u. GOK

Grenztiefe mit 20.0 %

Aushubentlastung wurde von der Fundamentspannung bei der Ermittlung der Grenztiefe nicht abgezogen.

"%-Grenztiefe" wurde mit allen Fundamenten bestimmt.

max. Abstand für "%-Grenztiefe" = 500.00 m

Globale Vorbelastung = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

Grenzabstand = 500.000 m

#### Bodenkennwerte

Schicht	$\gamma$ [-]	$E_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E_s(w)$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$v$ [-]	Bezeichnung
1	20.00	100.00	100.00	0.000	Kieskoffer
2	17.00	25.00	62.00	0.000	Quartär: Kies, locker
3	17.50	20.00	50.00	0.000	Quartär: SU*, locker
4	19.00	60.00	150.00	0.000	Tertiär: Kies, mitteldicht
5	21.00	90.00	225.00	0.000	Tertiär: Kies, dicht
6	19.00	70.00	170.00	0.000	Tertiär: Kies, mitteldicht
7	21.00	100.00	250.00	0.000	Tertiär: Kies, dicht
8	20.50	15.00	35.00	0.000	Ton

#### Koordinaten

Knoten	x [-]	y [m]
1	0.545	0.103
2	0.427	26.833
3	49.157	0.103
4	49.157	26.715
5	101.199	0.103
6	101.199	26.597

#### Inzidenztafel

Dreieck	A	B	C
1	5	6	3
2	3	6	4
3	3	4	1
4	1	4	2
5	2	4	6

#### Fundament: Bodenpl

---

x(links) = 1.000 m

y(unten) = 1.000 m

a = 100.000 m

b = 25.000 m

Neigung = 0.000 °

Fundamentspannung (links oben) = 70.000 kN/m<sup>2</sup>

Fundamentspannung (rechts oben) = 70.000 kN/m<sup>2</sup>

Fundamentspannung (links unten) = 70.000 kN/m<sup>2</sup>

Fundamentspannung (rechts unten) = 70.000 kN/m<sup>2</sup>

Aushubentlastung = 20.000 kN/m<sup>2</sup>

Gründungssohle = 1.000 m

Grenztiefe = 9.000 m

Setzung in Fundamentmitte = 1.29 cm

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten

links oben = 1.03 cm

rechts oben = 1.03 cm

links unten = 1.03 cm

rechts unten = 1.03 cm

Mittlere Setzung der kennz. Punkte [cm] = 1.032

Verdrehung (KP) um Längsachse [-] = 0.00000

Verdrehung (KP) um Querachse [-] = 0.00000

#### Setzungen an selbst gewählten Punkten

x y s

**Anlage 6  
Körnungsbänder Homogenbereiche**

