

Geotechnischer Bericht

zu Baugrunduntersuchungen

Ersatzneubau der Kirchenbrücke über die Flöha in 09557 Flöha

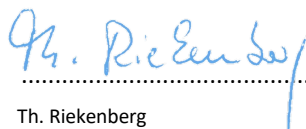
Auftraggeber **Ingenieurbüro Schulze & Rank**
 Ingenieurgesellschaft mbH
 Kaßbergstraße 41

 09112 Chemnitz

Umfang 20 Seiten, 5 Anlagen

Datum 15. August 2016

Bearbeiter



Th. Riekenberg
Dipl.-Ing f. Geotechnik

Geschäftsführer



K. Hartig
Dipl.-Geophysiker



hartig & ingenieure GESELLSCHAFT FÜR INFRASTRUKTUR UND UMWELTPLANUNG mbH

Am alten Bad 4
09111 Chemnitz

Tel 0371 45 00 97 - 15
Fax 0371 45 00 97 - 16
Mail info@hartig-ingenieure.de

Inhalt

Anlagen	3
1 Allgemeines	4
1.1 Veranlassung und Vorhaben.....	4
1.2 Literatur und Quellen.....	5
1.3 Lage und Umgebung.....	5
1.4 Allgemeine geologische und hydrogeologische Verhältnisse	6
1.5 Schutzgebiete	7
1.6 Untergrundschwächungen / Hohlräume	7
1.7 Erdbeben	7
1.8 Frosteinwirkung.....	7
1.9 Erkundungen und Untersuchungen.....	8
2 Ergebnisse durchgeführter Arbeiten	10
2.1 Baugrund- und Materialschichten sowie Wasserverhältnisse	10
2.2 Ergebnisse durchgeführter Tragfähigkeitsmessungen.....	11
2.3 Bautechnische Bewertung der Baugrundsichtung	11
2.4 Homogenbereiche nach VOB/C	12
2.5 Geotechnische Kennwerte der Baugrundsichtung	12
2.6 Ergebnisse abfallrechtlicher Untersuchungen	13
3 Empfehlungen und Hinweise zu Planung und Baudurchführung.....	15
3.1 Gründungsempfehlung.....	15
3.2 Planungshinweise für Bohrpfahlgründungen	15
3.3 Alternative Gründungen	16
3.4 Baugrubensicherung	16
3.5 Verkehrswege	18
3.6 Umgang mit Aushubstoffen	18
3.7 Geotechnische Kategorie	19
4 Zusammenfassung.....	19

Anlagen

Anlage 1 **Lagepläne**

Anlage 1.1 Übersichtslageplan

Anlage 1.2 Aufschlusslageplan

Anlage 2 **Geotechnische Schnitte**

Anlage 3 **Aufschlussdokumentation**

Anlage 3.1 Bohrprofile

Anlage 3.2 Schichtenverzeichnisse

Anlage 3.3 Rammprotokolle

Anlage 4 **Protokolle**

Anlage 4.1 Abfallrechtliche Untersuchungen

Anlage 4.2 Geotechnische Feldversuche

Anlage 4.3 Geotechnische Laborversuche

Anlage 4.4 Berechnungen

Anlage 5 **Fotodokumentation**

1 Allgemeines

1.1 Veranlassung und Vorhaben

Die Stadtverwaltung Flöha beabsichtigt den Ersatz der Kirchenbrücke über die Flöha durch einen Neubau. Im Zuge der Maßnahme sollen ebenfalls die anschließenden Straßenbereiche bis zu den Knoten mit der Turner- bzw. Talstraße erneuert werden.

Für das Vorhaben ist ein Baugrundgutachten im Status Hauptuntersuchung nach DIN 4020 zu erstellen. Gemäß Aufgabenstellung des Fachplaners Schulze & Rank Ingenieurgesellschaft mbH [1] sind folgende Angaben zu erbringen:

Teil Brückenbau

- mindestens je zwei direkte Aufschlüsse (Kernbohrungen), zwei Druck- bzw. Rammsondierungen nach DIN 4094, Teil 1 bis 3 bzw. DIN EN ISO 22476 je Widerlager,
- Darstellung der Boden- und Grundwasserverhältnisse,
- Schadstoffuntersuchung der anstehenden Erd- und Baustoffe,
- Angabe von bau- und geotechnischen Kennwerten,
- Erstellung eines Baugrundgutachtens nach EC 7-1, insbesondere Aussagen entsprechend DIN 4020, Abschn. 6 bis 8, DIN 1054, DIN EN 1536 einschließlich Gründungsempfehlung.

Teil Straßenbau

- Bewertung des Oberflächenzustandes (visuell)
- Herstellen von 2 Aufschlüssen mit Feststellung der Tragfähigkeiten, Tieferführung, Aufnahme der Baugrundsichten
- Ermittlung von Schadstoffgehalten in gebundenen und ungebundenen Schichten.

Die *hartig & ingenieure gmbh* wurde durch das den Fachplaner, die Schulze & Rank Ingenieurgesellschaft mbH, mit der Durchführung der Baugrunduntersuchungen beauftragt [2].

1.2 Literatur und Quellen

Zur Erstellung des Gutachtens standen unter anderem zur Verfügung und wurden verwendet:

- [1] **Schulze & Rank Ing.Ges. mbH:** Angebotsaufforderung zur Baugrunderkundung Projekt Ersatzneubau der Kirchenbrücke über die Flöha in Flöha, Chemnitz, 10.06.2016
- [2] **Schulze & Rank Ing.Ges. mbH:** Auftrag zur Baugrunderkundung Projekt Ersatzneubau der Kirchenbrücke über die Flöha in Flöha, Chemnitz, 24.06.2016
- [3] **Schulze & Rank Ing.Ges. mbH:** Ersatzneubau der Kirchenbrücke über die Flöha in Flöha, Lageplan etrs89, Chemnitz, DWG, übermittelt 22.07.2016
- [4] **GuD Leipzig:** Geotechnischer Bericht zur Hauptuntersuchung HWS Flöha, Ufermauern; LG 28/05(A), Leipzig, 07.12.2005
- [5] **GuD Leipzig:** Geotechnischer Bericht zur Hauptuntersuchung HWS Flöha, Deiche; LG 28/05(B), Leipzig, 14.12.2005
- [6] **Prinz, Helmut; Strauß, R.:** Ingenieurgeologie, 5. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2011
- [7] **Smoltczyk, Ulrich (Hrsg.):** Grundbau-Taschenbuch, Tl. 1-3, 6. Auflage, Ernst und Sohn, Berlin, 2001
- [8] **Arbeitskreis „Baugruben“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.):** Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ EAB, 4. Auflage 2006, 2. Nachdruck 2009, Ernst & Sohn, Berlin, 2006
- [9] **Landesvermessungsamt Sachsen:** Geologische Spezialkarte des Königreiches Sachsen, Section Augustusburg-Flöha, No. 97; Hrsg. Königliches Finanzministerium, 1914
- [10] **Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie:** Mittlerer Grundwasserflurabstand Sachsen, Grundwassergleichen, GW-Wiederanstiegsgebiete Braunkohle, www, abgerufen 08/2016

1.3 Lage und Umgebung

Die Straßenbrücke „Kirchenbrücke“ liegt im westlichen Teil der Ortslage Flöha. Durch das Bauwerk wird die Augustusburger Straße (ehem. B 180) bei Fluss-Km 0+277 über den in nordwestlicher Richtung fließenden Fluss Flöha geführt. Die Bezeichnungen „rechtsseitig“ und „linksseitig“ beziehen sich im Folgenden auf die Fließrichtung der Flöha.

Das Vorhaben umfasst den Straßenzug der Augustusburger Straße zwischen Turnerstraße im Norden und Talstraße im Süden.

In der Umgebung des Vorhabens finden sich Hochwasserschutzmaßnahmen (Deiche, Mauern etc), die an das Brückenbauwerk anzuschließen sind. Die Bebauung besteht aus aufgelockert angeordneten Ein- und Mehrfamilienhäusern.

Das Straßenniveau liegt im Untersuchungsgebiet zwischen 269 ... 269,5 m NHN an den Knotenpunkten mit der Turner- bzw. Talstraße und steigt bis zur Brückenmitte auf rund 271 m NHN an. Sohlhöhen des Flusses liegen beidseits der Brücke bei rund 265 ... 265,5 m NHN.

1.4 Allgemeine geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Der Untergrund des Untersuchungsgebietes wird gemäß geologischem Fachkartenwerk [9] vornehmlich durch Schichten des Karbon (Flöha-Formation, Signatur „co1“ in Abbildung 1) beherrscht. Es handelt sich dabei um Wechsellagerungen aus Konglomeraten, Sandsteinen und Schiefertönen, teils mit Kohleflözen. Diese Schichten werden im Untersuchungsgebiet durch quartäre Flussablagerungen („ak“, „a1“ in Abbildung 1) überlagert. Hier sind in der Regel Auelehme über Kiesen und Sanden anzutreffen.

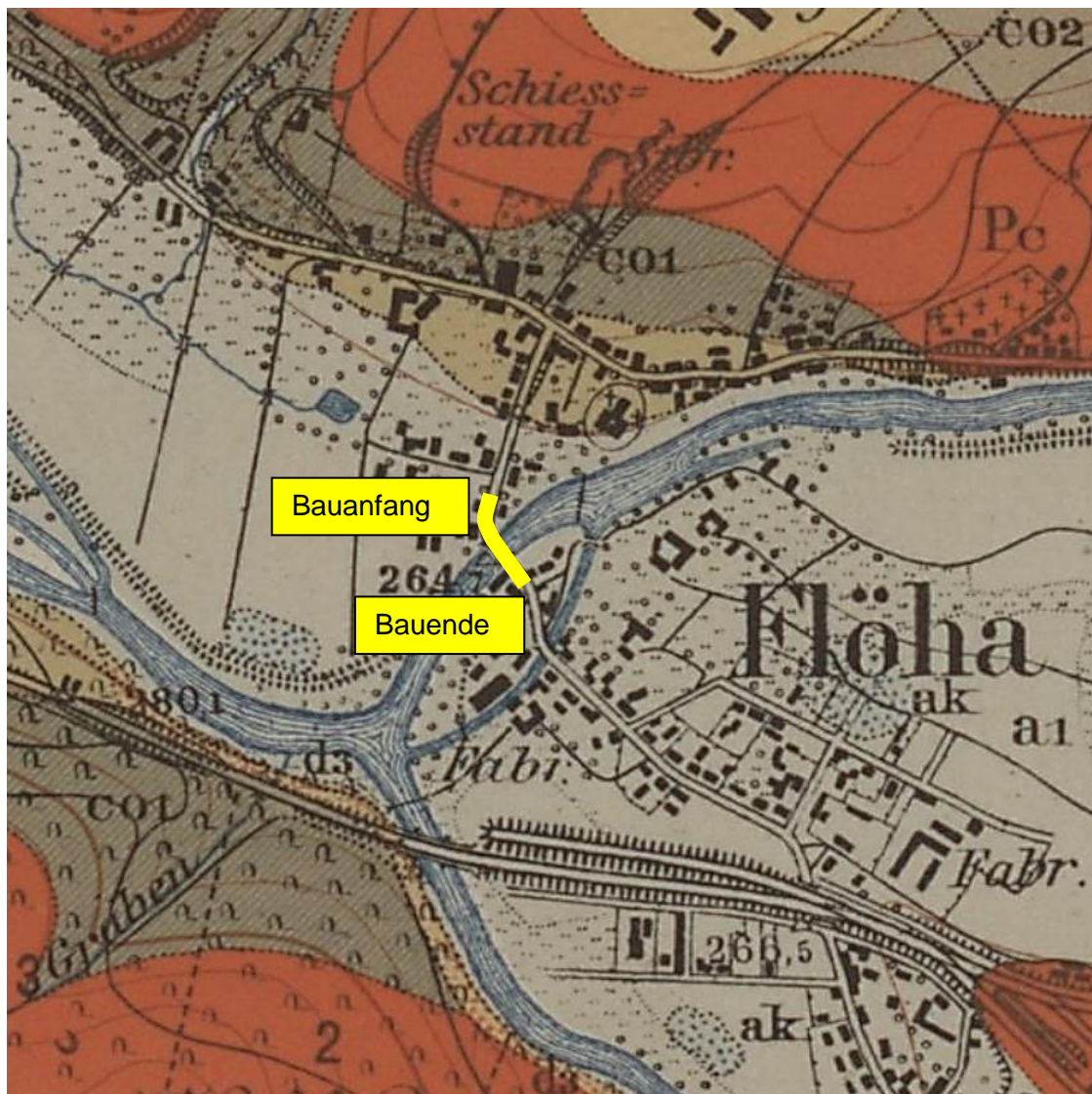


Abbildung 1: Ausschnitt aus der Geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen GK25, Blatt 97, mit Lage des Untersuchungsgebietes (gelb)

Der obere Grundwasserleiter ist nach Fachkartenwerken als Porengrundwasserleiter in den Sedimenten der Flöha bzw. der Zschopau anzutreffen. Der Durchlässigkeitsbeiwert wird als „stark variabel“ angegeben, ist jedoch erfahrungsgemäß mit einem Wert von $1 \cdot 10^{-3}$ m/s für Berechnungen hinreichend genau anzuwenden.

1.5 Schutzgebiete

Schutzgebietsfestsetzungen nach Wasserrecht (Trinkwasser) sind für das Vorhaben nicht bekannt.

Das Untersuchungsgebiet ist dem FFH-Habitat „Flöhatal“ (Reproduktionshabitat Fischotter) zuzuordnen.

Der Untersuchungsbereich ist festgesetztes Überschwemmungsgebiet gemäß § 72 SächsWG.

1.6 Untergrundschwächungen / Hohlräume

Hohlräume oder Schwächungen des Untergrundes sind für den Vorhabensbereich nicht bekannt.

1.7 Erdbeben

Gemäß DIN 4149:2005 ist das Untersuchungsgebiet in die Erdbebenzone 0, Untergrundklasse R, einzuordnen. Hieraus resultieren für das Vorhaben keine weiteren Forderungen.

1.8 Frosteinwirkung

Gemäß Karte der Frosteinwirkungszonen (BASt 2012) ist das Untersuchungsgebiet in die Frosteinwirkungszone III (grüne Farbfüllung in Abbildung 2) einzuordnen.

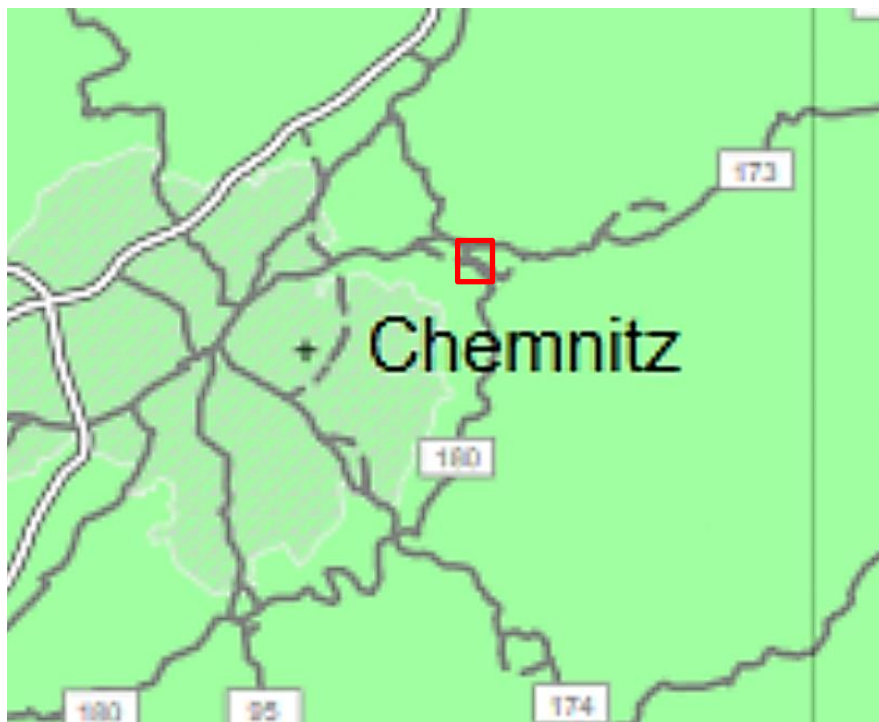


Abbildung 2: Ausschnitt aus der Karte der Frosteinwirkungszonen mit Untersuchungsgebiet (rot)

1.9 Erkundungen und Untersuchungen

Die Erkundungsarbeiten wurden vom 11. bis 13.07.2016 durch die hartig & ingenieure gmbh und die Stielicke & Büttner GbR ausgeführt.

Die Lage der Aufschlüsse ist im Aufschlusslageplan in Anlage 1.2 dargestellt. In Tabelle 1 ist eine Übersicht mit den Grunddaten der Aufschlüsse enthalten.

Aufschluss ¹	Lage ²		Höhe	Endtiefe [m u GOK]	Bemerkungen
	Rechts	Hoch			
KB1 / DPH1	33363861	5636015	270,0	15,0 5,9	WL rechts
KB2 / DPH2	33363885	5635976	270,12	15,0 7,1	WL links
KB3 / DPH3	33363865	5636017	269,95	15,0 4,8	WL rechts
KB4 / DPH4	33363888	5635980	270,13	15,0 4,4	WL links
S1	33363890	5635967	269,74	2,3	Dyn. Plattendruckvers., Tieferführung RKS
S2	33363864	5636035	269,42	2,2	Dyn. Plattendruckvers., Tieferführung RKS

Tabelle 1: Baugrundaufschlüsse

¹ KB – Kernbohrung; DPH – Sondierung mit der schweren Rammsonde; S – Schurf; RKS - Rammkernsondierung

² Lage- und Höhenbezug ETRS89 / DHHN92

Die Ansprache der Bodenschichten erfolgte anhand von Feldversuchen vor Ort. Es wurden schichtenbezogen Proben entnommen. Die Baugrundaufschlüsse sind in Anlage 2 dokumentiert.

Während des Abteufens der KB1 bildete sich durch am und unter dem Kernrohr mitdrehende Steine der Auffüllung in einer Tiefe von rund 2 m unter GOK ein Hohlraum von ca. 1 ... 1,5 m³, der mit Fremdmaterial verfüllt wurde. Bei der zweiten Bohrung zeichnete sich in einer Tiefe von ca. 1,5 m das gleiche Phänomen ab, so dass hier und bei den folgenden Bohrungen bereits frühzeitig auf das Spülbohrverfahren umgerüstet werden musste.

Im chemischen und bodenmechanischen Labor wurden folgende Proben untersucht:

Material	Einzelproben	Mischproben	Analysenumfang
Asph. linksseitig	S1 P1, KB2 0,0 – 0,25; KB4 0,0 – 0,25	MP1	RuVA-StB
Asph. rechtsseitig	S2 P1, KB1 0,0 – 0,25; KB3 0,0 – 0,25	MP2	RuVA-StB
Auffüllungen Straße	S1 P2, S2 P2	MP3	LAGA TR Boden
Auffüllungen Brücke	B1 0,25 – 3,8; B2 0,25 – 7,0; B3 0,25 – 3,5; B4 0,25 – 7,0	MP4	LAGA TR Boden
Auffüllungen Brücke rechts	B1 0,25 – 3,8	--	DIN 18123
Auffüllungen Brücke links	B2 0,25 – 3,5	--	DIN 18123
Auffüllungen Straße	S1 P3	--	DIN 18123

Abbildung 3: Untersuchungsprogramm

Untersuchungen der einaxialen Druckfestigkeit von Gesteinen wurden auf Grund des Zustandes der Kerne (Risse und Mikrorisse durch den Bohrvorgang) nicht durchgeführt. Gleiches gilt für die geplanten Untersuchungen des Grundwassers, dass hier durch die Verwendung von Spülung beeinflusst war.

2 Ergebnisse durchgeführter Arbeiten

2.1 Baugrund- und Materialschichten sowie Wasserverhältnisse

Durch die Aufschlüsse wurden folgende Baugrundsichten aufgeschlossen (Benennung / Mächtigkeit / Beschreibung):

- **geb. Oberbau – Schicht 1**
 - 25 cm
 - organoleptisch unauffällig
- **Auffüllungen – Schicht 2**
 - 1,95 m – 8,75 m
 - umgelagerte Erdstoffe, Beton
- **Bachkiese – Schicht 3**
 - 3,2 m – 3,5 m
 - nur am rechtsseitigen Widerlager nachgewiesen
 - sandige, schwach schluffige Kiese und Steine
- **Karbonsedimente– Schicht 4**
 - Liegendgrenze nicht nachgewiesen
 - Wechsellagerung aus Konglomeraten mit Sandstein- und Tonschiefeleinlagerungen
 - vorwiegend (stark) entfestigt

In den Aufschlüssen zum Straßenbau S1 und S2 wurde keine ungebundene Tragschicht im Sinne von Schottertrag- oder Frostschutzschichten festgestellt. Gleichfalls entspricht der gebundene Oberbau mit einer Dicke von $d = 25$ cm nicht der Schichtstärke eines vollgebundenen Oberbaus nach der zum Bauzeitpunkt gültigen RStO 01. Insofern ist der gute Zustand des Straßenabschnittes mit lediglich einer Rampenbildung an den Widerlagern visuell als sehr gut zu einzustufen.

Ein Grundwasseranschnitt ist auf Grund des frühzeitigen Spülungseinsatzes in den Kernbohrungen nicht feststellbar gewesen. In den Rammkern- und Rammsondierungen ist der Grundwasserspiegel nicht erreicht worden bzw. auf Grund zufallenden Bohrloches nicht messbar gewesen. Zur Bemessung von Bauwerken wird die Verwendung von Hochwasserständen der Flöha, insbesondere des HQ 100, empfohlen. Das Wasser ist als Analogieschluss aus lokal geführten Untersuchungen ([4], [5]) als schwach betonaggressiv, XA1, einzuordnen. Die Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber Stählen ist als „mittel“ einzustufen.

2.2 Ergebnisse durchgeführter Tragfähigkeitsmessungen

In den Schürfen S1 und S2 wurde jeweils auf dem Erdplanum bzw. auf vergleichbarem Material ein dynamischer Plattendruckversuch durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Aufschluss	Tiefe / Material Prüfebene	E_{vd} [MN/m ²]	Korrelation	E_{vz} [MPa]
S1	0,6 m u. GOK / gemischtk. Auffüllungen	24,12	1,5	36,2
S2	0,45 m u. GOK / gemischtk. Auffüllungen	21,87	1,5	32,8

Tabelle 2: Ergebnisse durchgeführter dyn. Plattendruckversuche

Folgerungen sind Abschnitt 3.5 zu entnehmen.

2.3 Bautechnische Bewertung der Baugrundsichtung

Auf der Grundlage der makroskopischen Schichtansprache der anstehenden Böden sowie durchgeführter Feld- und Laborversuche sind in Bezug auf entsprechende Vorschriften und Regelwerke die folgenden bautechnischen Zuordnungen zu empfehlen.

Schicht		Gruppensymbol DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 09	Boden- und Felsklasse DIN 18300	Homogenbereich VOB/C	Verdichtungsfähigkeit ZTV A-StB 12
2	Auffüllungen	[GI], [GU], [GU*], [SE], A	F2-F3	3-4, 5	A	V2
3	Bachkiese	GI, GX	F1	3, 5	B	V1
4	Karbonsedimente	VE, VA	F2	6 (-7)	C	--

Bei den Bodengruppen TA, TM, TL, UM, UL, ST*, GT*, SU*, GU*
ist unter Wasserzutritt ein Übergang in die BKL 2 nach DIN 18300:2012 möglich

Tabelle 3: Boden- und Materialklassifikation

2.4 Homogenbereiche nach VOB/C

Die angegebenen Homogenbereichsparameter beziehen sich auf die Teile DIN 18300 (Erd- und Grundbau), DIN 18301 (Bohrarbeiten) und DIN 18304 (Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten) der VOB/C. Die Wertebereiche sind dabei im Wesentlichen Tabellenwerken (u.a. [1], [7]) entnommen. Kennwerte für andere Gewerke sind gegebenenfalls gesondert anzugeben.

Kennwert	Einheit	A (Auffüllungen)	B (Bachkiese)	C (Karbonsedimente)
Korngrößenverteilung (F / S / G)	Ma.-%	0 – 40 / 5 – 60 / 5 – 60	0 – 20 / 10 – 60 / 30 – 60	--
Massenanteil Steine / Blöcke / gr. Blöcke	Ma.-%	0 – 50 / 0 – 10 / 0	5 – 20 / 0 – 10 / 0	--
Dichte	t/m ³	1,8 – 2,2	1,8 – 2,2	--
Kohäsion	kN/m ²	0 – 10	0 – 5	--
Undrained Scherfestigkeit	kN/m ²	0 – 20	0 – 10	--
Wassergehalt	Ma.-%	0 – 25	0 – 25	--
Plastizitätszahl	%	0 – 15	0 – 10	--
Konsistenzzahl	%	0,5 – > 1,0	0,5 – < 1,0	--
Lagerungsdichte	--	0 – 1	0 – 1	--
Organischer Anteil	Ma.-%	0 – 1,5	0 – 1,0	--
Bodengruppe DIN 18196:2011	--	[GI], [GU], [GU*], [SE], A	GI, GX	--
Abrasivität		abrasiv – stark abrasiv	abrasiv – stark abrasiv	abrasiv – stark abrasiv
Benennung		--	--	sedimentär klastisch, geschichtet – massig, sehr feinkörnig – sehr grobkörnig
Verwitterung, Veränderung und Veränderlichkeit		--	--	frisch – verfärbt, nicht veränderlich - veränderlich
Druckfestigkeit		--	--	5 - 70
Trennflächen ³		--	--	Schichtmächtigkeit überwiegend mittel bis dick, Klüftung sehr eng - engständig

Tabelle 4: Kennwerte Homogenbereiche nach VOB/C

2.5 Geotechnische Kennwerte der Baugrundsichtung

Die geotechnischen charakteristischen Kennwerte sind als mittlere Werte in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

³ Bestimmt an der Kernachse

Schicht		cal γ [kN/m ³]	cal γ' [kN/m ³]	cal ϕ' [°]	cal c' [kN/m ²]	cal E_s [MN/m ²]	k_f [m/s]
2	Auffüllungen	20	10	32,5	0	10	10 ⁻⁴
3	Bachkiese	20	11	35	0	25	10 ⁻³
4	Karbonsedimente	23	13	40	100	200	10 ⁻⁶

Tabelle 5: Geotechnische Kennwerte

Die in Tabelle 3 bis Tabelle 5 angegebenen Zuordnungen und Kennwerte für die aufgeschlossene Schichtenfolge basieren auf der makroskopischen Schichtansprache des Bohrgutes, den Ergebnissen durchgeführter Feld- und Laborversuche sowie Erfahrungswerten und gelten für den Bereich des Brückenneubaus.

Berücksichtigt wurden die in der DIN 1055 und in Fachliteratur angegebenen Kennwerte. Zwischenwerte sind geradlinig zu interpolieren.

2.6 Ergebnisse abfallrechtlicher Untersuchungen

Aus den Einzelproben der Auffüllungen der Straßenabschnitte bzw. der Hinterfüllbereiche wurde jeweils eine Mischprobe zur Übersicht gemäß LAGA M20, TR Boden, untersucht.

In Tabelle 6 werden die Bewertungsgrundlagen nach LAGA TR Boden 2004 mit den bewerteten Analysergebnissen zusammengefasst.

Parameter	Zuordnungswerte LAGA Boden 2004 Tab. II 1.2-2 – -5 (Lehm/Schluff)							MP3 Auffüllungen Straße		MP4 Auffüllungen Brücke	
	Z0	Z1	Z2	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	Festst.	Eluat	Festst.	Eluat
pH	--	--	--	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	--	9,40	--	11,6
Leitföh. $\mu\text{S/cm}$	--	--	--	250	250	1.500	2.000	--	118	--	640
Chlorid mg/l	--	--	--	30	30	50	100	--	11	--	3,7
Sulfat mg/l	--	--	--	20	20	50	200	--	4,2	--	4,5
TOC %	0,5	1,5	5	--	--	--	--	0,317	--	0,322	--
MKW	C ₁₀ -C ₂₂	100	300	1.000	--	--	--	< 100	--	< 100	--
	C ₁₀ -C ₄₀	--	600	2.000	--	--	--	< 100	--	< 100	--
EOX	1	3	10	--	--	--	--	< 1,0	--	< 1,0	--
Σ PAK	3	3	30	--	--	--	--	< 0,100	--	< 0,100	--
BaP	0,3	0,9	3	--	--	--	--	< 0,100	--	< 0,100	--
Arsen	15	45	150	14	14	20	60	2,90	20	6,03	9
Blei	70	210	700	40	40	80	200	18,5	4	7,91	< 1
Cadmium	1	3	10	1,5	1,5	3	6	< 0,100	< 0,1	< 0,100	< 0,1
Chrom	60	180	600	12,5	12,5	25	60	298	14	22,4	< 12

Kupfer	40	120	400	20	20	60	100	34,6	8	5,12	< 5
Nickel	50	150	500	15	15	20	70	257	< 15	13,1	< 15
Quecksilber	0,5	1,5	5	<0,5	<0,5	1	2	< 0,10	< 0,1	< 0,10	< 01,
Zink	150	450	1.500	150	150	200	600	78,0	13	28,5	< 10
	Feststoff mg/kg			Eluat µg/l				Z2		Z1.2	

Tabelle 6: Bewertete Analysenergebnisse und Bewertungsgrundlage nach LAGA TR Boden 2004

Die zur Übersicht untersuchten Auffüllungen aus dem Straßenbereich sind auf Grund des Gehaltes an Chrom und Nickel im Feststoff als der Einbauklasse 2 (Z2) nach LAGA TR Boden zuzuordnen. Die Auffüllungen aus dem Brückenbereich sind bei ansonsten unauffälliger Analyse als Z1.2 auf Grund des pH-Wertes und der el. Leitfähigkeit zu bewerten.

Für die Ausbaustoffe der bituminös gebundenen Tragschicht erfolgte die Analyse einer je einer Mischprobe getrennt nach Widerlagerseite auf die Parameter PAK und Phenolindex. Die Bewertungsgrundlagen und bewerteten Analysenergebnisse sind Tabelle 7 und Tabelle 8 zu entnehmen.

Grenzwerte nach LAGA TR Straßenaufbruch			Verwertungsklassen nach RuVA-StB 01-2005				
Bewertung	PAK [mg/kg]	Phenolindex [µg/l]	Verwertungs- klasse	Art der Stra- ßenbaustoffe	PAK [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	Verwertungsver- fahren
Z 0	1	10	A	Ausbauasphalt	≤ 25	≤ 0,1	Heißmisch- verfahren
Z 1.1	10	10					
Z 1.2	15	50	B	sk	> 25	≤ 0,1	Kaltmisch- verfahren
Z 2	20	100	C	bk		> 0,1	

* nur bei Einbau ohne Bindemittel relevant

sk steinkohleteertypisch

bk braunkohleteertypisch

Tabelle 7: Bewertungsgrundlagen bit. Ausbaustoffe

Probe	Parameter		Verwertungsklassen gemäß LAGA TR Straßenaufbruch			Zuordnungswerte gemäß RuVA-StB 01-2005		
	PAK [mg/kg] TS	Phenolindex [mg/l] Eluat	PAK	Phenol- index	Σ	PAK	Phenol- index	Σ
MP1	< 0,100	0,0190	Z0	Z1.2	Z1.2	A	A	A
MP2	0,437	0,0240	Z0	Z1.2	Z1.2	A	A	A

Tabelle 8: Bewertete Analysenergebnisse bit. Ausbaustoffe

Hinweise zu Verwertung und Beseitigung sind in Abschnitt 3.6 enthalten.

3 Empfehlungen und Hinweise zu Planung und Baudurchführung

3.1 Gründungsempfehlung

Die Gründung des Bauwerkes im Bestand erfolgt nach Aussagen des Fachplaners aus Bestandsunterlagen bei etwa 3 m unter Gewässersohle. Dieses entspricht nach aktueller Vermessung in etwa einer Höhe von 262 m NHN – 263 m NHN.

Anhand der Schnittdarstellung der Aufschlussergebnisse in Anlage 2 ist abzuleiten, dass das Bestandsbauwerk rechtsseitig auf dem Festgestein gegründet ist. Linksseitig hingegen wurden bis unterhalb des anzunehmenden Gründungsniveaus im Bestand Auffüllungen aus umgelagerten Erdstoffen, Bauschutt sowie lagenweise auch Beton nachgewiesen. Diese deutlich inhomogenen Verhältnisse sind auf das Hochwasserereignis 2002 zurückzuführen, im Zuge dessen die damals zur Sanierung freigelegte Brücke praktisch vollständig umspült wurde. Es ist davon auszugehen, dass insbesondere am linken Widerlager durch das Hochwasser signifikante Störungen der Lagerungsverhältnisse von Böden im Gründungsbereich stattgefunden haben (Auffüllungen bis etwa 80 cm unter die Gründungsebene nachgewiesen!).

Auf Grund der beschriebenen Verhältnisse sind bei einer Flachgründung im Bestandsniveau sowohl erhebliche Aufwendungen zur Herstellung gleichmäßiger Gründungsverhältnisse auf der rechten Flussseite als auch ein unterschiedliches Setzungsverhalten der gegenüberliegenden Widerlager zu folgern.

Abgeleitet hieraus wird eine **Tiefgründung auf verrohrten Großbohrpfählen** als Vorzugsvariante vorgeschlagen.

3.2 Planungshinweise für Bohrpfahlgründungen

Die als tragfähig für die Vorzugslösung anzusehenden Schichten der Karbonsedimente sind nach den Baugrundaufschlüssen wie folgt anzusetzen

- Widerlager rechts: 263 m NHN und
- Widerlager links: 261 m NHN.

Gemäß EC 7 ist auf Grund des Verwitterungsgrades des Festgesteins eine Einbindetiefe in das Festgestein der Schicht 4 von 2,5 m vorzusehen.

Auf Grund der Lage des geplanten Bauwerkes im Bereich des Bestandsbauwerkes eignen sich verrohrte Bohrpfähle nach DIN EN 1536 zur Ausführung von Gründungsarbeiten. Insbesondere durch die Wahl von Festgesteinswerkzeugen kann dabei auf die nachgewiesenen festen Auffüllungsschichten reagiert werden. Die Verrohrung soll der Bohrung vorausseilen. Gleichzeitig ist ab dem Grundwasserstand auf eine Wasserüberlast zu achten.

Die horizontale Bettung ergibt sich für Pfähle $D \geq 0,3 \text{ m}$ zu

$$k_s = E_s / D$$

schichtenbezogen unter Ansatz der Werte gemäß Tabelle 5.

Für den Einfluss des Erddruckes sind folgende Hinweise zu geben:

Der Erddruck ist als Erdruhedruck aufzunehmen. Der Neigungswinkel beträgt $\delta = 0^\circ$. Verdichtungs-
erddruck ist bei einer Verfüllbreite $b > 2,5 \text{ m}$ nicht anzusetzen.

Bemessungskennwerte im Sinne der DIN 1054:2005 können wie folgt angesetzt werden

Schicht	$q_{s,k} [\text{MN/m}^2]$	$q_{b,k} [\text{MN/m}^2]$
2 / 3	0,04	--
4	0,25	2,5

Tabelle 9: Kennwerte Bohrpfahlgründung

3.3 Alternative Gründungen

Alternativ können Flachgründungen zum Einsatz kommen. Diese sind zur Steuerung von Setzungen insbesondere auf gleichmäßige Gründungsverhältnisse abzustellen. Zu Verweisen ist hierbei auf die Ausführungen in Abschnitt 3.1 für eine Gründung in der Ebene des Bestandsbauwerkes.

Für eine höherliegende Gründung ist der Einfluss der Bestandsgründung auf das Setzungsverhalten des geplanten Bauwerkes zu prüfen. Vorerst ist von einem vollständigen Rückbau auszugehen. Verfüllmassen sollten gut verdichtbar und tragfähig sowie durchlässig sein. Auf Grund der heterogen verteilten und teils stark bindigen Auffüllungen außerhalb der zu schaffenden Baugrube sollten die einzubauenden Verfüllmassen analog eines Gründungspolsters mit einem Vlies der Robustheitsklasse GRK 3, $k_v \geq 10^{-3} \text{ m/s}$, $0,06 \text{ mm} \leq O_{90} \leq 0,11 \text{ mm}$, zu trennen.

Die Bemessung kann anhand der in Tabelle 5 genannten Kennwerte zum Beispiel nach dem Steifemodulverfahren erfolgen. Für die Bestimmung eines Bettungsmoduls anhand definierter Planungssituationen stehen die Unterzeichner gerne zur Verfügung.

3.4 Baugrubensicherung

Bei allen betrachteten Gründungsvarianten sind Baugruben bis unterhalb der Gewässersohle notwendig. Da eine Einbindung in annähernd undurchlässige Schichten nicht möglich ist, sind Baugrubensicherungen in Verbindung mit Wasserhaltungen entsprechend leistungsfähig auszulegen.

Die Baugrubenumschließung kann weitgehend wasserdicht in Spundwandbauweise ausgeführt werden. Auf Grund der teils mit Rammhindernissen in Form von Betonschichten und Steinen durchsetzten Auffüllungen und der Einbindung in das Festgestein ist ein Vorbohren nötig.

Die Stabilität des Spundwandverbau kann in Abhängigkeit der Baugrubentiefe durch Steifen oder Gurtungen erhöht werden. Ein Beispiel für eine Baugrube mit einer Sohle bei ca. 264 m NHN ist in der Anlage enthalten und kann als Vorbemessung herangezogen werden.

Die Wasserhaltung kann im Spundwandverbau durch eine offene Wasserfassung erfolgen. Zu betrachten sind dabei die Anteile

- Gefangenes Wasser (beim Aushub zu lenzen),
- Durchsickerung der Spundwand und
- Durchsickerung der Baugrubensohle.

Gefangenes Wasser

Das durch das Einbringen der Spundwand gefangene Wasser ist dem Aushub vorlaufend zu lenzen. Dieses kann durch mitgeführte offene Wasserfassungen geschehen. Die Menge ergibt sich zu

$$V = L \cdot B \cdot H \cdot n$$

mit

L	Länge der Baugrube [m],
B	Breite der Baugrube [m],
H	abzusenkendem Wasserspiegel [m] und
n	Porenvolumen [-], hier 0,3.

Durchsickerung der Spundwand

Die Durchsickerung der Spundwand ergibt sich anhand der Formel

$$Q = \rho \cdot H \cdot (0,5 \cdot H + h)$$

mit

Q	Sickerwassermenge je Schloss [m³/s]	
ρ	Schlosswiderstand [m/s]	6*10 ⁻⁸ m/s (bit. Dichtung)
H	Grundwasserspiegel ü. BGS [m]	6 m (Annahme f. d. Hochwasserfall)
h	Grundwassermächtigkeit unter BGS [m]	1 m

zur überschlägig $Q_{\max} = 0,005 \text{ m}^3/\text{h}$.

Durchsickerung der Baugrubensohle

Die Berechnung der Restsickerwassermenge durch die Baugrubensohle ist im Zusammenhang mit der Sicherheit gegen Aufschwimmen zu betrachten.

Im vorliegenden Fall zeigt der Kenntnisstand, dass unterhalb der Baugrubensohle eine im Sinne der EB 62 [8] annähernd wasserundurchlässige Schicht ansteht. Weiterhin ist nach den Ergebnissen des Baugrundgutachtens nachgewiesen, dass diese Schicht in hinreichender Mächtigkeit vorhanden ist.

Nach EAB [8] sowie weiterer einschlägiger Fachliteratur kann die Sicherheit der Baugrubensohle bei üblichen Baugrubenabmessungen gegen Aufschwimmen als gegeben betrachtet werden, Sickerwassermengen sind zu vernachlässigen.

3.5 Verkehrswege

Der frostsichere Oberbau der zur Erneuerungen vorgesehenen Verkehrsflächen kann nach RStO 12 bemessen werden. Hierfür wird als Regelannahme für eine örtliche Einfahrtsstraße nach RStO 12 der Bereich der Belastungsklassen BK3,2 – Bk10 zugrunde gelegt.

Es ergeben sich folgende Ausgangs-, Mehr- und Minderdicken:

Wert	≤ Bk3,2	> Bk3,2
Ausgangsdicke (Untergrund F3)	60 cm	65 cm
A: Frosteinwirkung Zone III	+ 15 cm	+ 15 cm
B: bes. Klimaeinflüsse	+ 5 cm	+ 5 cm
C: Grundwasser ungünstig	+ 5 cm	+ 5 cm
D: Lage der Gradiente	± 0 cm	± 0 cm
E: Entwässerung	- 5 cm	- 5 cm
Frostsicherer Oberbau:	80 cm	85 cm

Die durchgeführten dynamischen Plattendruckversuche haben gezeigt, dass die Mindesttragfähigkeit auf dem Erdplanum von $E_{v2} = 45$ MPa nicht erreicht wird. Es ist davon auszugehen, dass diese auch nach Nachverdichtung der anstehenden Erdstoffe nicht erreicht werden wird. Zur Verbesserung sollte ein Bodenaustausch von $d = 20$ cm mit analog den Angaben für ungebundene Verkehrstragschichten kornabgestuftem Material (z.B. auch RC-Material) vorgesehen werden.

Auf Grund der großen Dicke des frostsicheren Oberbaus und der in der Regel innerstädtisch zu beachtenden Zwangspunkte (v.A. Medienlage), sollte parallel ein vollgebundener Oberbau gemäß Tafel 4 der RStO 12 (36 cm – 38 cm zuzügl. Bodenaustausch) betrachtet werden.

3.6 Umgang mit Aushubstoffen

Anfallende Ausbaustoffe aus dem Bereich der Straßenanbindungen sind der Einbauklasse 2 zuzuordnen. Da der betrachtete Baubereich im Überschwemmungsgebiet der Flöha und der Zschopau liegt ist eine Verwertung von Ausbaumaterialien nicht zulässig. Diese sind für eine Beseitigung vorzusehen. Gleiches gilt aus bautechnischen Gründen für den Baugrubenaushub der Widerlagerhinterfüllung.

Die Ausbaustoffe sind in Tabelle 10 zusammengefasst.

Material	Probe	Einstufung	relevante Parameter	Verwertung / Beseitigung	Abfallschlüssel
Bit. Gebundene Tragschicht	MP1, MP2	A	--	V	17 03 02
Auffüllungen Straße	MP3	Z2	Chrom, Nickel	B	17 05 04
Auffüllungen Brücke	MP4	Z1.2	pH, Leitfähigk.	B	17 05 04

Tabelle 10: Übersicht anfallender Ausbau- und Erdstoffe zur Verwertung / Beseitigung

3.7 Geotechnische Kategorie

Gemäß EC 7 in Verbindung mit DIN 1054 ist das Bauvorhaben in die Geotechnische Kategorie 2 (GK 2) einzustufen.

4 Zusammenfassung

Der Baugrund für den geplanten Neubau der Kirchenbrücke in Flöha wurde durch jeweils vier Bohrungen (KB) und Rammsondierungen (DPH) sowie zwei Rammkernsondierungen im Schurf (S) bis in eine maximale Tiefe von 15 m unter Ansatzpunkt aufgeschlossen.

Erbohrt wurde dabei unter Auffüllungen Sedimentgesteine des Karbon der Flöhaer Senke. Flussablagerungen wurden lediglich auf der rechten Flussseite angetroffen. Linksseitig sind diese durch vergangene Hochwasserereignisse im Wesentlichen ausgeräumt.

Als Vorzugslösung für die Gründung wird auf Grund der Verteilung der angetroffenen Schichten und dem Einfluss vorwiegend des Hochwasserereignisses 2002 auf den Gründungsbereich eine **Bohrpfahlgründung** vorgeschlagen. Für diese sowie eine alternative Flachgründung sind Hinweise und Kennwerte für Planung und Ausführung angegeben. Gleiches gilt für die Baugrubensicherung, für die eine Spundwand vorgeschlagen wird. Ergänzende Berechnungsansätze sowie Abschätzungen für die zu erwartenden Sickerwassermengen in der Baugrube sind angegeben.

Anfallende ungebundene Ausbaumaterialien wurden chemisch analysiert und sind bei Einordnung in die Einbauklassen 1.2 und 2 nach LAGA TR Boden aus Umweltschutz- bzw. bautechnischen Gründen zu beseitigen. Ausbauasphalt kann der Verwertung im Heißeinbau zugeführt werden.

Das Vorhaben ist der Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2) zuzuordnen.

Für Fragen zu den vorangehenden Ausführungen stehen die Projektbearbeiter der hartig & ingenieure gmbh gern zur Verfügung.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Erkundung der Baugrundverhältnisse nur punktuell erfolgen kann. Die Korrelationen der Baugrundaussagen zwischen den Aufschlusspunkten wurden nach bestem fachlichen Wissen durchgeführt.

Für die Ausführung der Baumaßnahme sind alle derzeit gültigen Vorschriften (DIN, ZTVE-StB, ...) zu beachten und anzuwenden. Dies gilt auch, wenn die Regularien im Baugrundgutachten nicht gesondert aufgeführt wurden. Gleiches gilt für abfallrechtlich relevante Vorschriften.

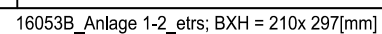
Wir empfehlen eine Abnahme freigelegter Baugruben.

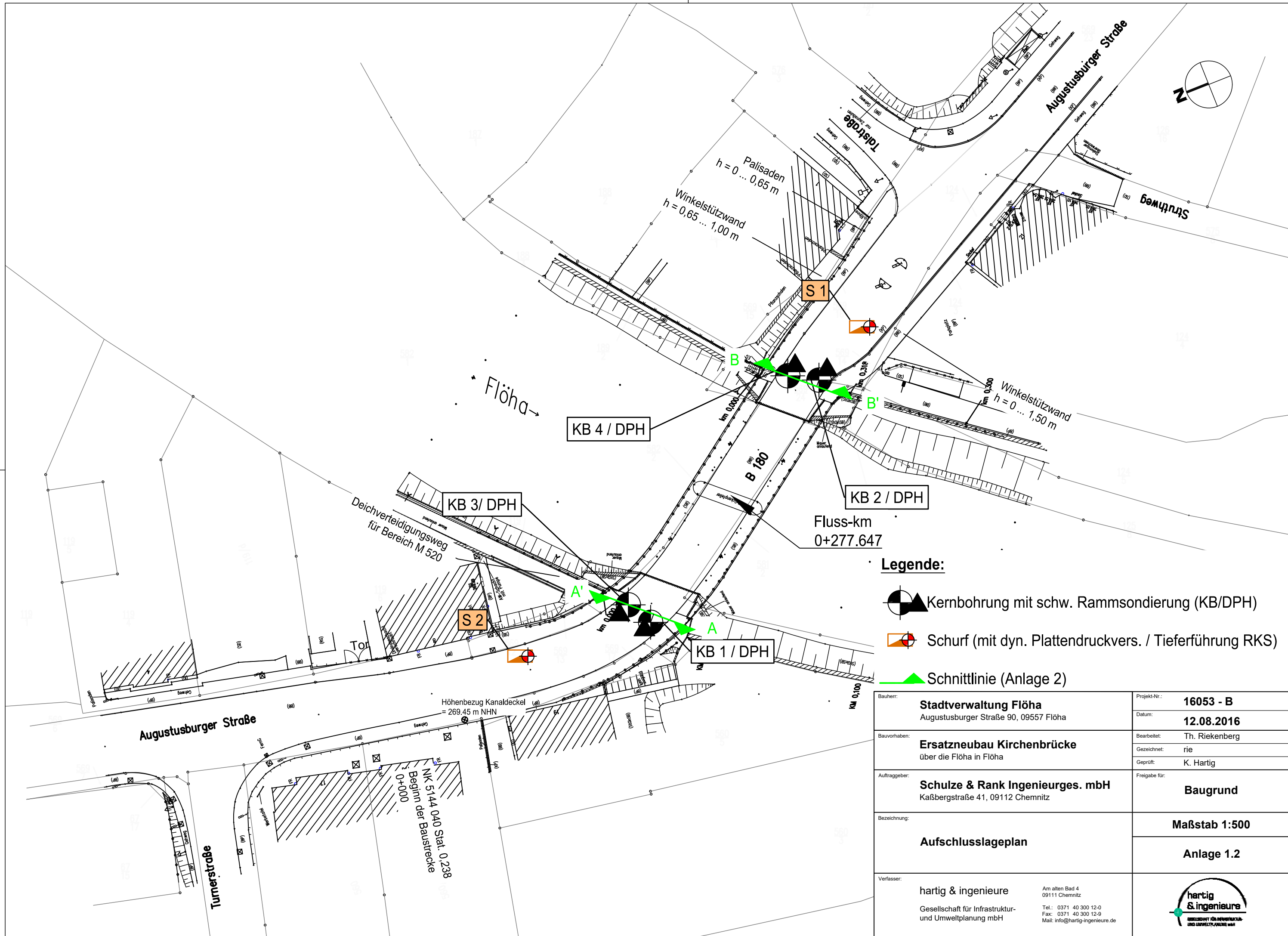
Chemnitz, 15. August 2016

Anlage 1

Lagepläne

Anlage 1.1	Übersichtslageplan
Anlage 1.2	Aufschlusslageplan





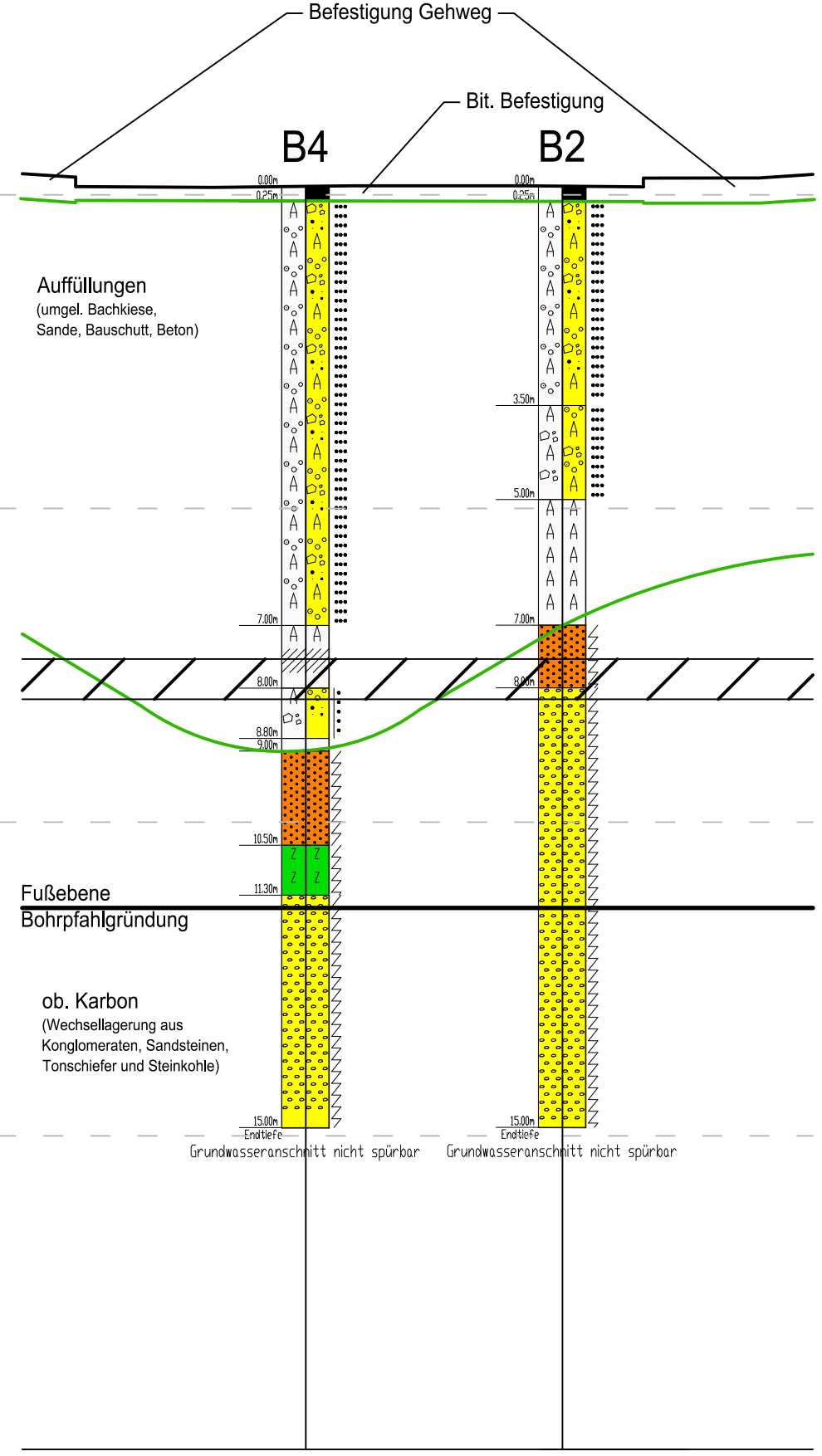
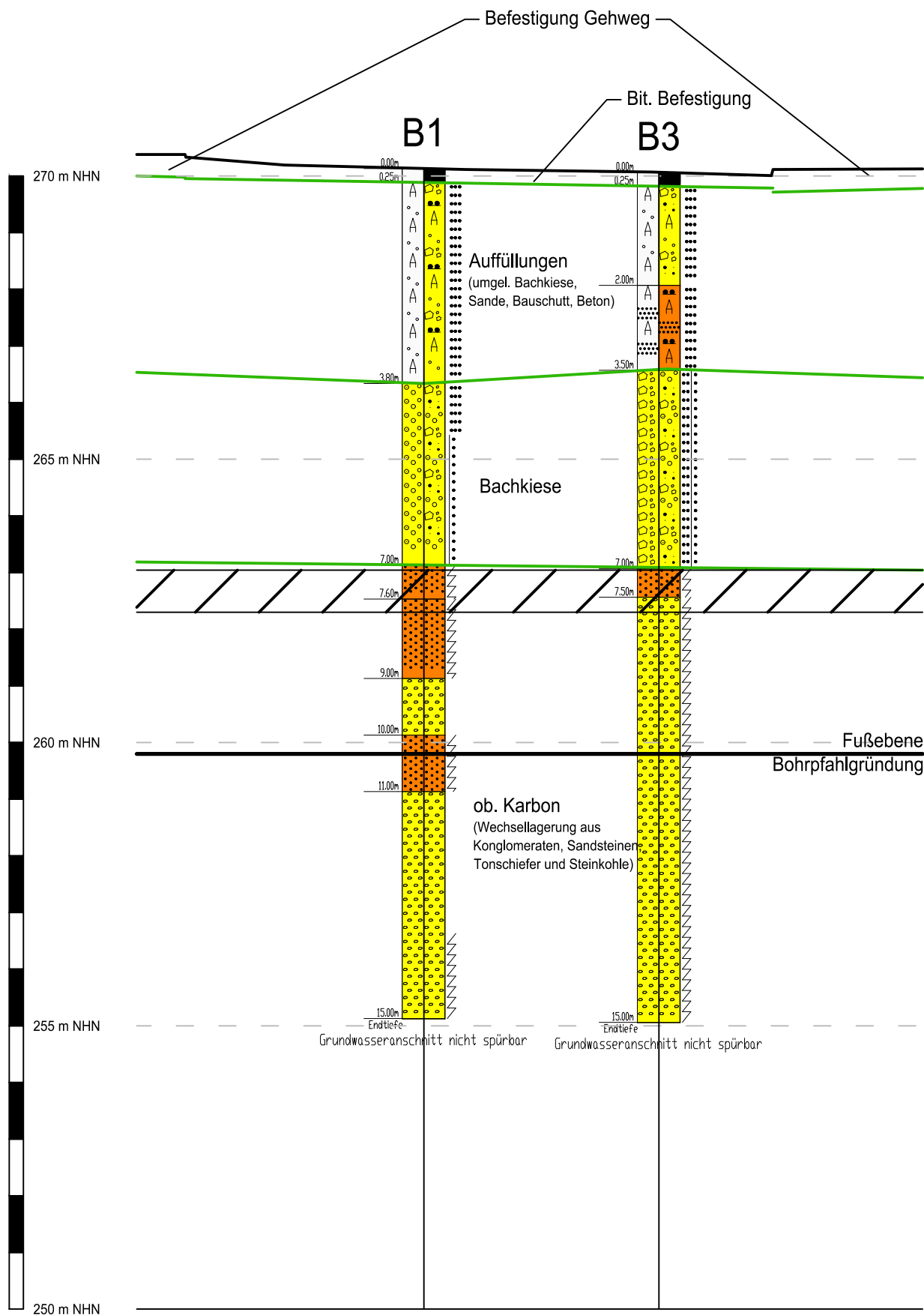
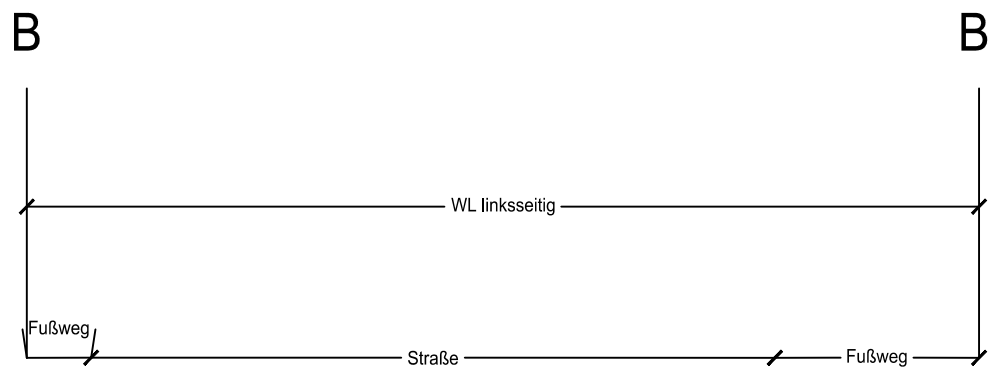
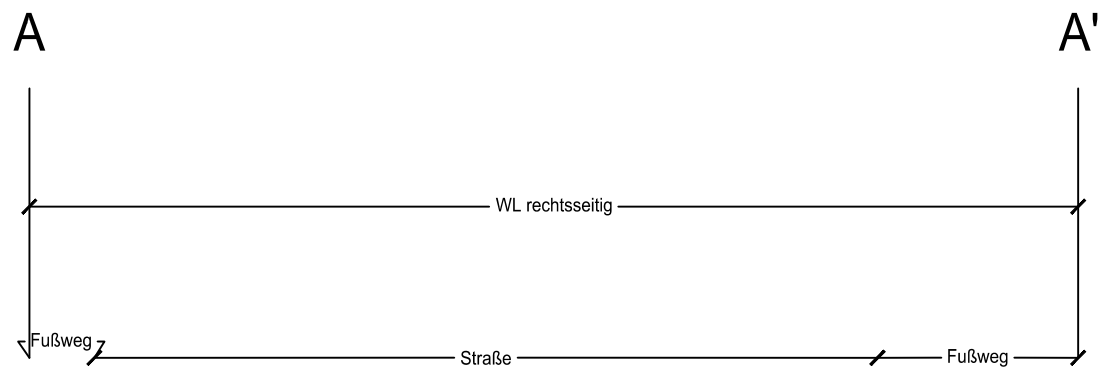
Legende:

- Kernbohrung mit schw. Rammsondierung (KB/DPH)
- Schurf (mit dyn. Plattendruckvers. / Tieferführung RKS)
- Schnittlinie (Anlage 2)

Bauherr:	Stadtverwaltung Flöha Augustusburger Straße 90, 09557 Flöha	Projekt-Nr.:	16053 - B
Bauvorhaben:	Ersatzneubau Kirchenbrücke über die Flöha in Flöha	Datum:	12.08.2016
Auftraggeber:	Schulze & Rank Ingenieures. mbH Kaßbergstraße 41, 09112 Chemnitz	Bearbeitet:	Th. Riekenberg
Bezeichnung:	Aufschlusslageplan	Gezeichnet:	rie
Verfasser:	hartig & ingenieure Gesellschaft für Infrastruktur- und Umweltplanung mbH	Geprüft:	K. Hartig
		Freigabe für:	Baugrund
			Maßstab 1:500
			Anlage 1.2

Anlage 2

Geotechnische Schnitte



Legende:

bit. Befestigung

Auffüllungen

Bachkiese

Sandstein

Tonstein

Konglomerate

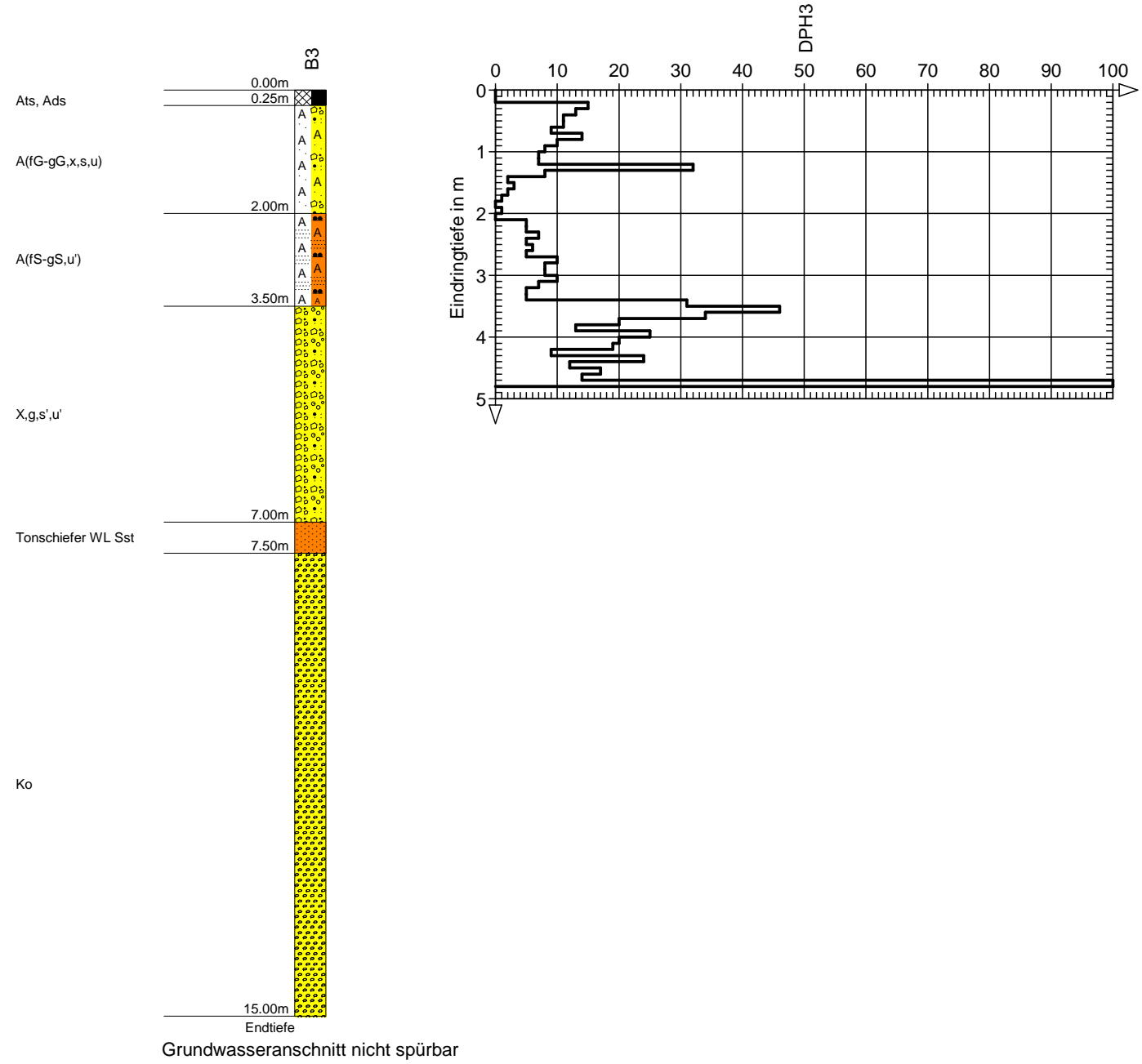
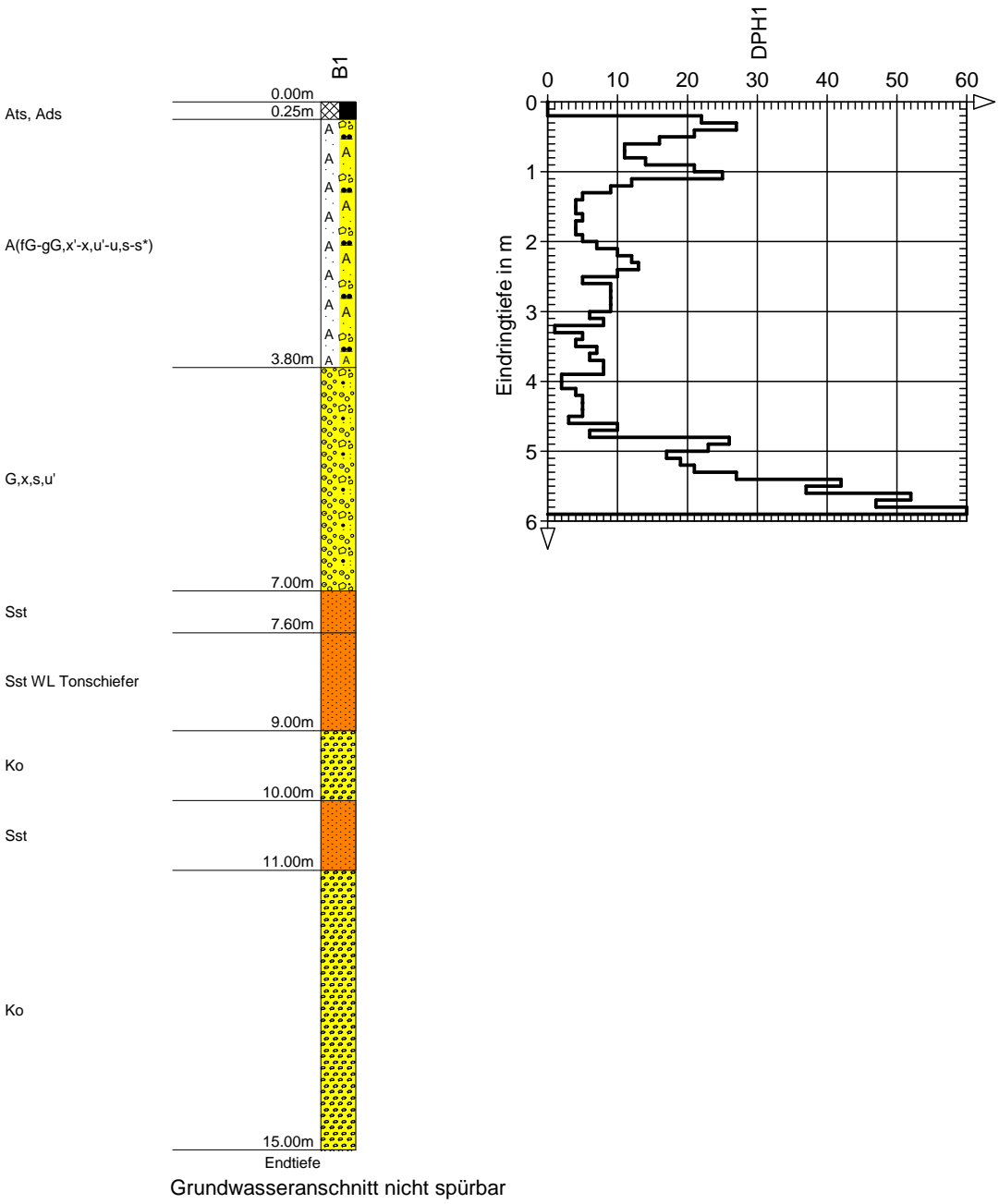
verm. Gründungsbereich Bestand

GOK

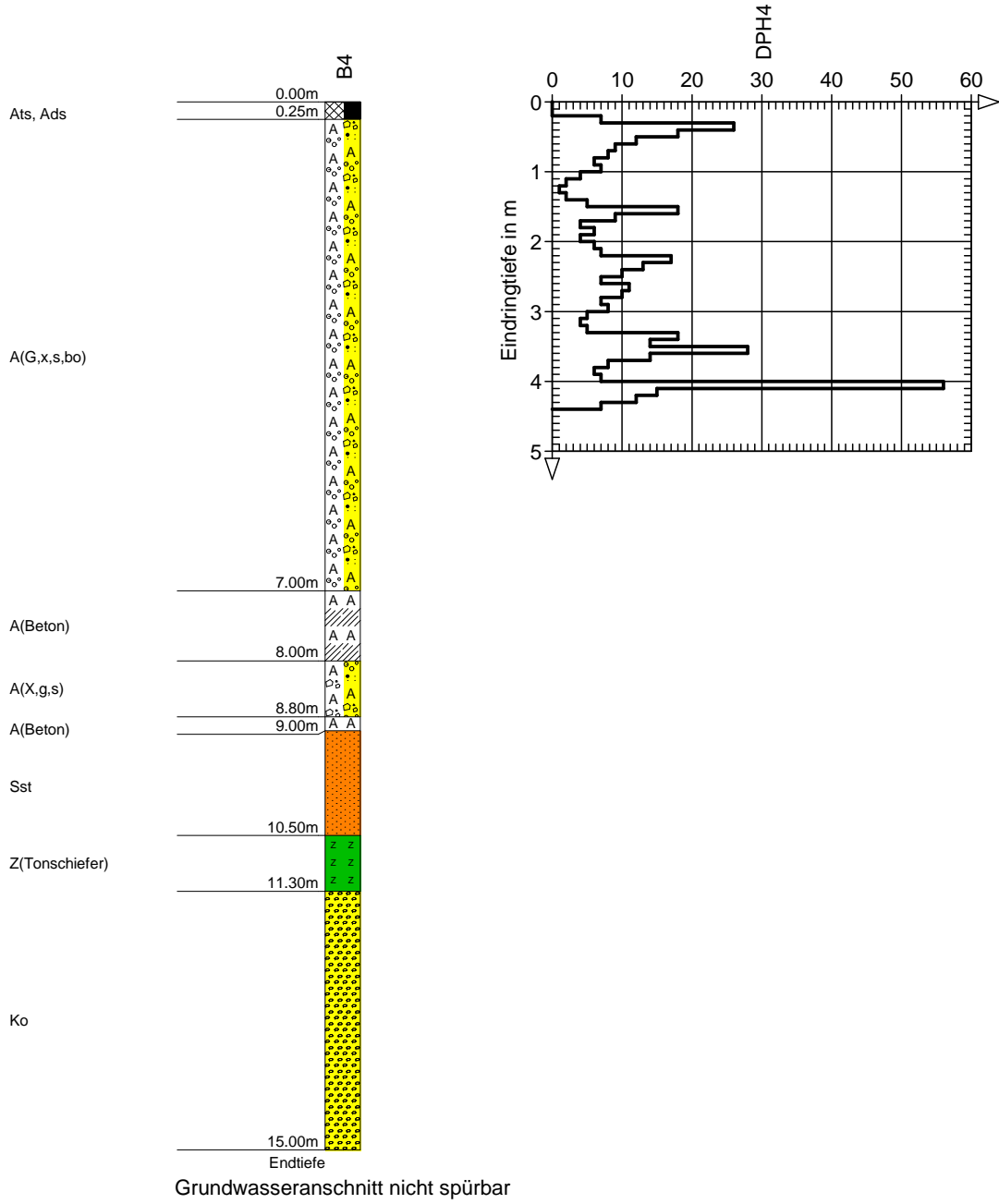
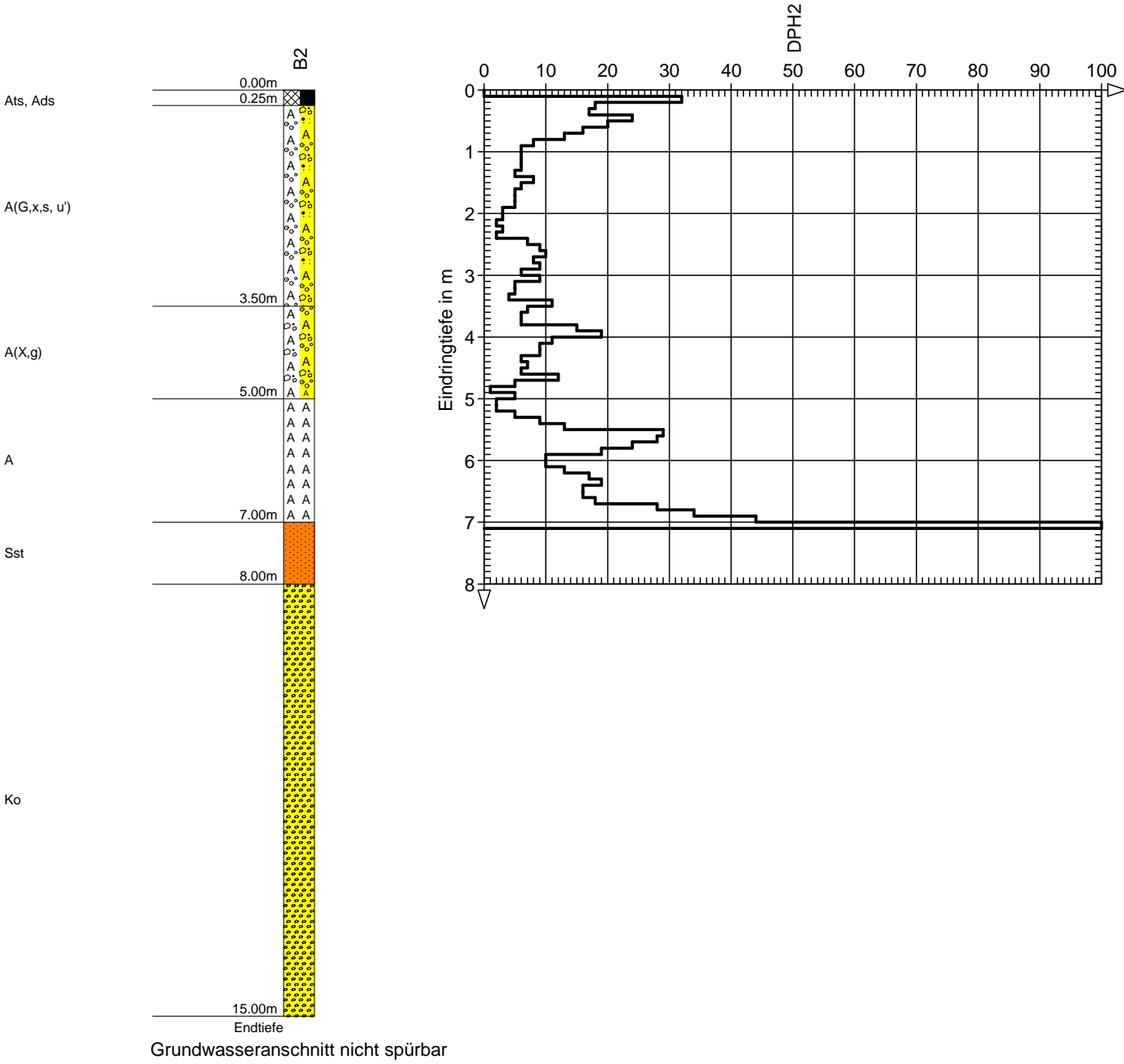
Schichtgrenze

Pfahlfußebene

Bauherr:	Stadtverwaltung Flöha Augustusburger Straße 90, 09557 Flöha	Projekt-Nr.:	16053 - B
Bauvorhaben:	Ersatzneubau Kirchenbrücke über die Flöha in Flöha	Datum:	12.08.2016
Auftraggeber:	Schulze & Rank Ingenieurges. mbH Kaßbergstraße 41, 09112 Chemnitz	Bearbeitet:	Th. Riekenberg
Bezeichnung:	Geotechnische Schnitte	Gezeichnet:	rie
Vorfasser:	hartig & ingenieure Gesellschaft für Infrastruktur- und Umweltplanung mbH	Geprüft:	K. Hartig
		Freigabe für:	Baugrund
		Bezeichnung:	Maßstab 1:100
			Anlage 2.1



hartig & ingenieure gmbh	Projekt:	Kirchenbrücke Flöha
Am alten Bad 4	Projektnr.:	16053 - B
09111 Chemnitz	Anlage:	2.2
Fon: 0371*40 300 12-0, Fax: -9	Maßstab:	1:100

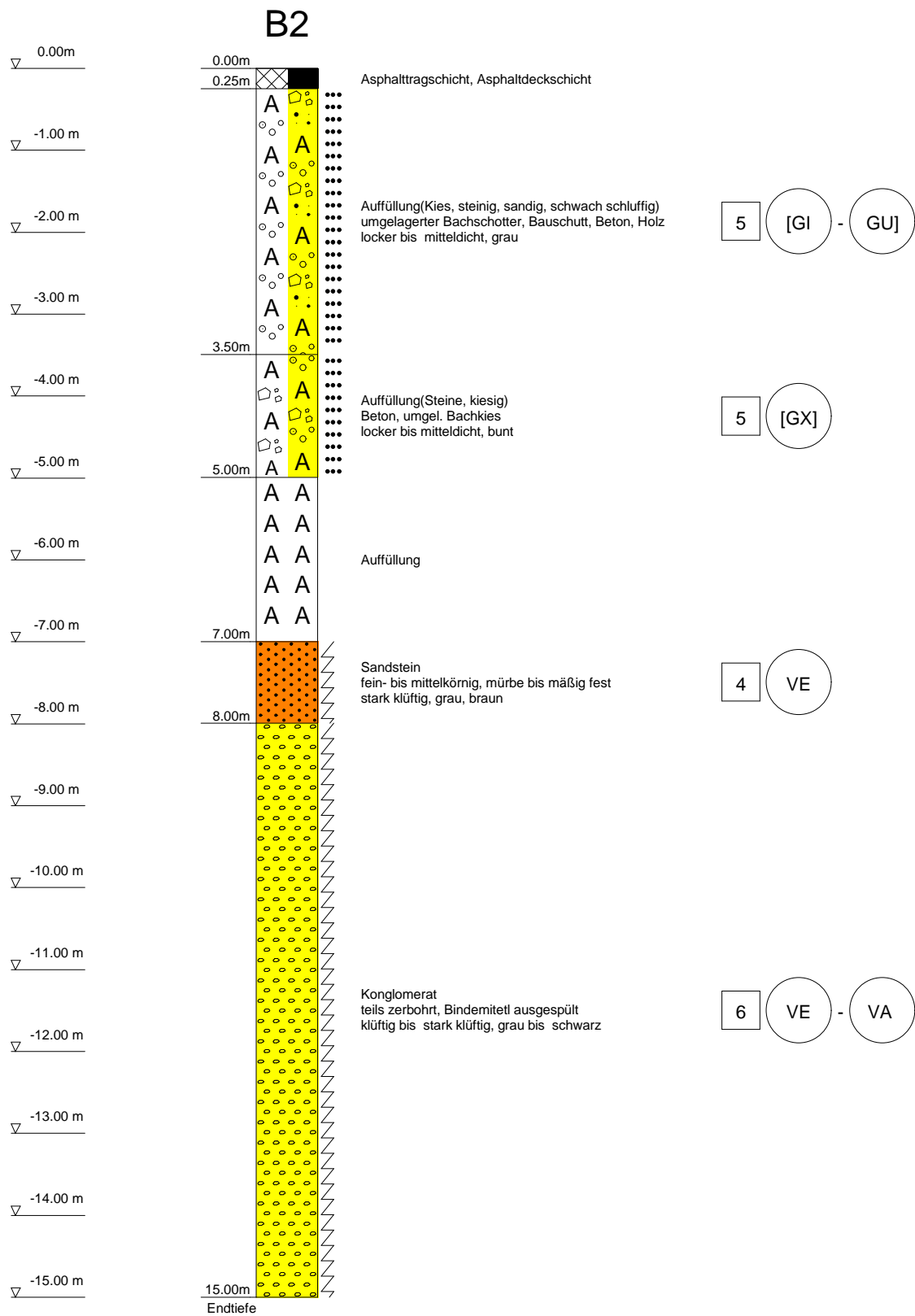


hartig & ingenieure gmbh	Projekt:	Kirchenbrücke Flöha
Am alten Bad 4	Projektnr.:	16053 - B
09111 Chemnitz	Anlage:	2.2
Fon: 0371*40 300 12-0, Fax: -9	Maßstab:	1:100

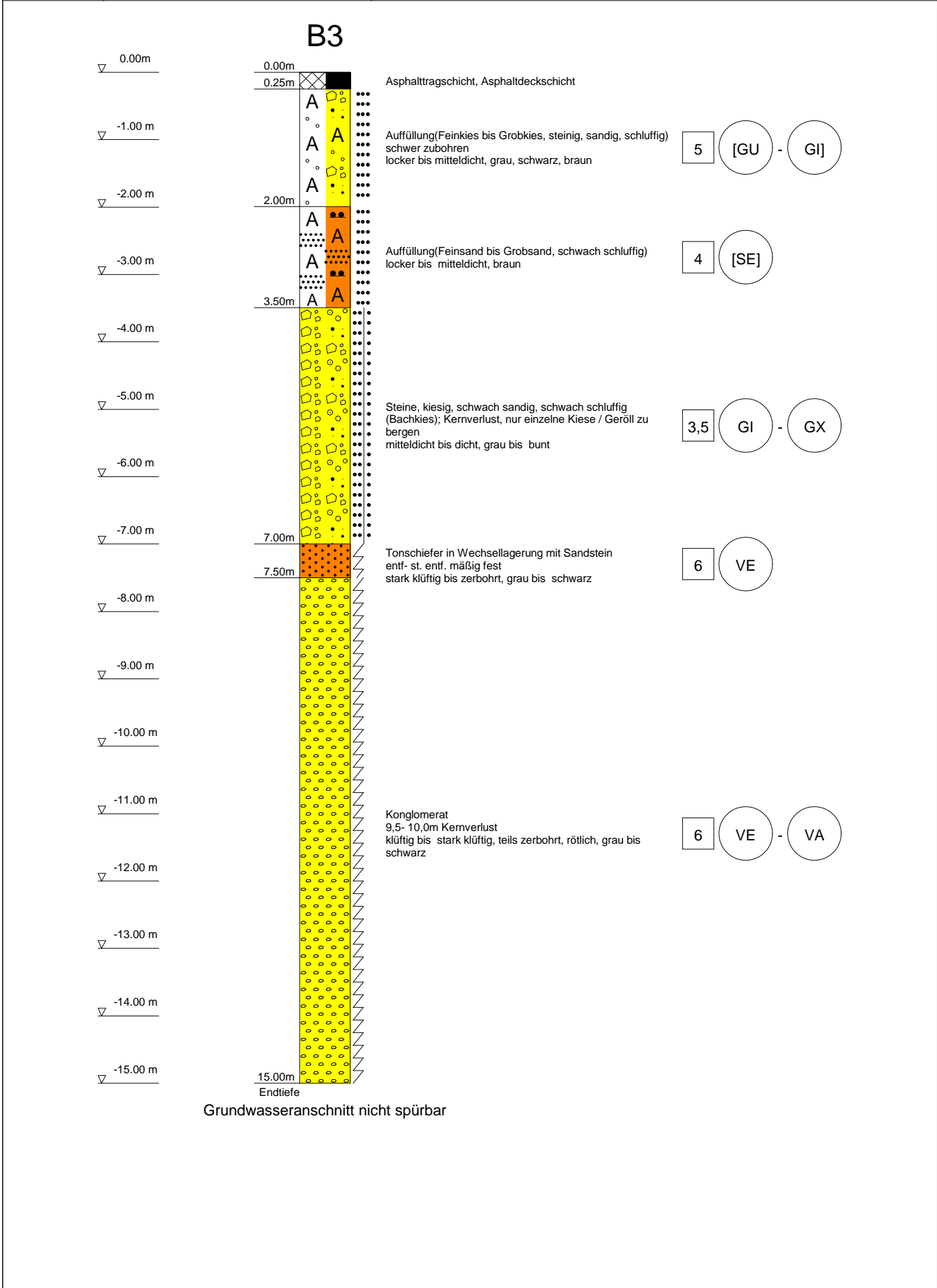
Anlage 3

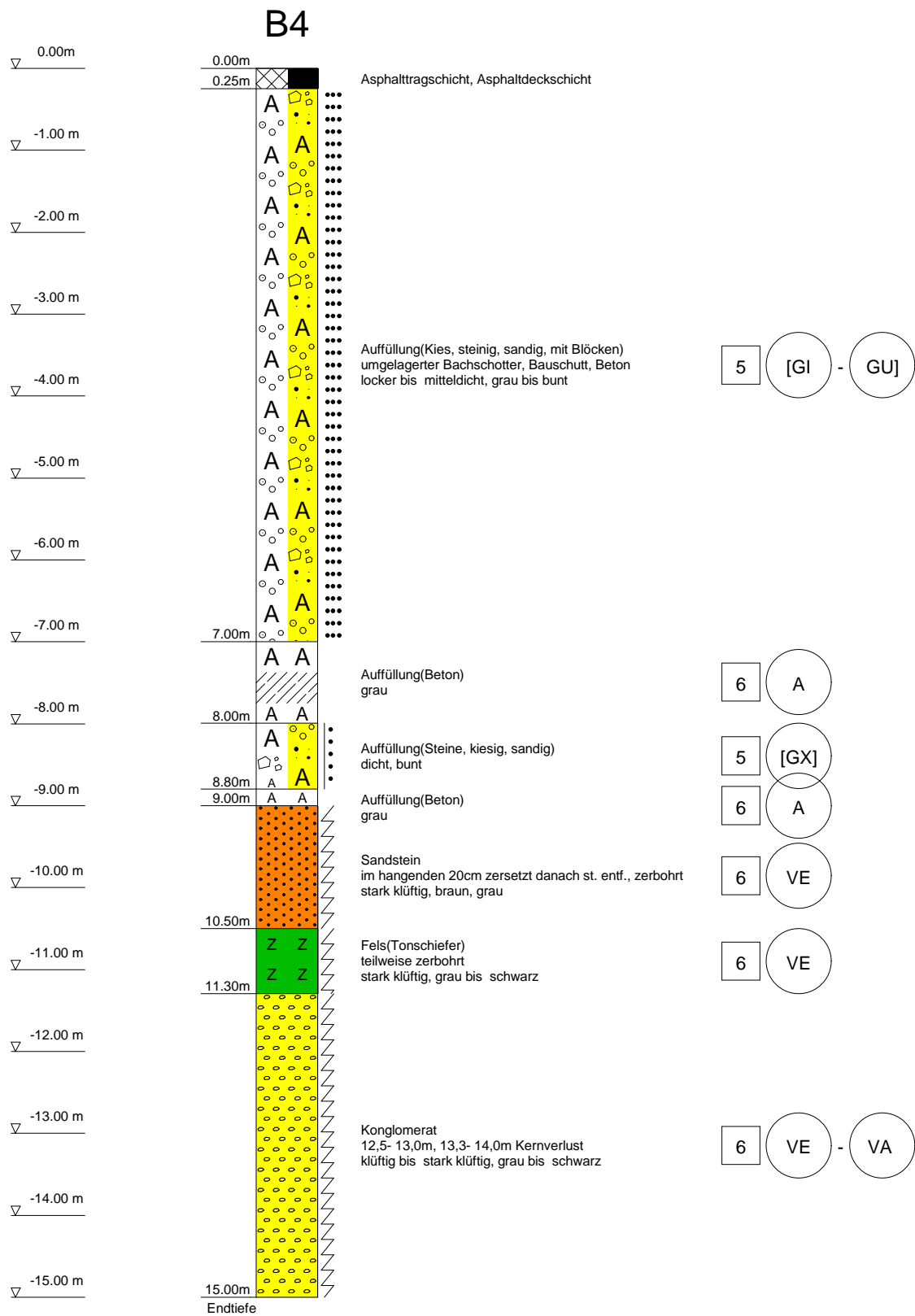
Aufschlussdokumentation

Anlage 3.1	Bohrprofile
Anlage 3.2	Schichtenverzeichnisse
Anlage 3.3	Rammprotokolle




Grundwasseranschnitt nicht spürbar





Grundwasseranschnitt nicht spürbar

		hartig & ingenieure gmbh Am alten Bad 4 09111 Chemnitz Fon: 0371*40 300 12 -0, Fax: -9				Anlage 3.2 Bericht: 16053-B Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben								
Bauvorhaben: Flöha								
Bohrung Nr. B1					Blatt 1		Datum: 11.07.2016	
1	2			3		4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben 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					
0.25	a) Asphalttragschicht, Asphaltdeckschicht							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) i)					
3.80	a) Auffüllung(Feinkies bis Grobkies, schwach steinig bis steinig, schwach schluffig bis schluffig, sandig bis stark sandig)							
	b) Ziegelreste, schwer zu bohren							
	c) locker bis mitteldicht	d)	e) grau, schwarz, braun					
	f)	g)	h) [GI-GU] i)					
7.00	a) Kies, steinig, sandig, schwach schluffig							
	b) (Bachkies), Kernverlust 5,0-6,3m							
	c) locker bis mitteldicht, ab 4,7m dicht	d)	e) bunt					
	f)	g)	h) GI-GX i)					
7.60	a) Sandstein							
	b) entf-st. entf., mürbe-mäßig fest							
	c) klüftig bis zerbohrt	d)	e) bräunlich bis grau					
	f)	g)	h) VE i)					
9.00	a) Sandstein in Wechsellagerung mit Tonschiefer							
	b) entf-st. entf. mäßig fest-fest							
	c) stark klüftig bis zerbohrt	d)	e) grau					
	f)	g)	h) VE i)					

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Flöha

Blatt 2

Datum:
11.07.2016

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben 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				
10.00	a) Konglomerat							
	b) zerbohrt, Bindemittel ausgespült, Bruch von Gneis, Quarz, Sandstein							
	c)	d)	e) bunt					
	f)	g)	h)	i)				
11.00	a) Sandstein							
	b) ab 10,6m zerbohrt, fein-- mittelkörnig, fest							
	c) klüftig	d)	e) grau					
	f)	g)	h) VA-VE	i)				
15.00 Endtiefe	a) Konglomerat							
	b) 11-13,5m weitestgehend Kernverlust, fest							
	c) ab 13,5m stark klüftig	d)	e) grau					
	f)	g)	h) VE-VA	i)				

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Flöha

Blatt 1

Datum:
11.07.2016

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben 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				
0.25	a) Asphalttragschicht, Asphaltdeckschicht							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
3.50	a) Auffüllung(Kies, steinig, sandig, schwach schluffig)							
	b) umgelagerter Bachschotter, Bauschutt, Beton, Holz							
	c) locker bis mitteldicht	d)	e) grau					
	f)	g)	h) [Gl- GU]	i)				
5.00	a) Auffüllung(Steine, kiesig)							
	b) Beton, umgel. Bachkies							
	c) locker bis mitteldicht	d)	e) bunt					
	f)	g)	h) [GX]	i)				
7.00	a) Auffüllung							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
8.00	a) Sandstein							
	b) fein- bis mittelkörnig, mürbe bis mäßig fest							
	c) stark klüftig	d)	e) grau, braun					
	f)	g)	h) VE	i)				




für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben


Bauvorhaben: Flöha


Blatt 2

Datum:
11.07.2016

1	2				3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben 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				
15.00 Endtiefe	a) Konglomerat							
	b) teils zerbohrt, Bindemittel ausgespült							
	c) klüftig bis stark klüftig	d)	e) grau bis schwarz					
	f)	g)	h) VE- VA	i)				

		hartig & ingenieure gmbh Am alten Bad 4 09111 Chemnitz Fon: 0371*40 300 12 -0, Fax: -9				Anlage 3.2 Bericht: 16053-B Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben								
Bauvorhaben: Flöha								
Bohrung Nr. B3					Blatt 1		Datum: 11.07.2016	
1	2			3		4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben 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					
0.25	a) Asphalttragschicht, Asphaltdeckschicht							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) i)					
2.00	a) Auffüllung(Feinkies bis Grobkies, steinig, sandig, schluffig)							
	b) schwer zubohren							
	c) locker bis mitteldicht	d)	e) grau, schwarz, braun					
	f)	g)	h) [GU- GI] i)					
3.50	a) Auffüllung(Feinsand bis Grobsand, schwach schluffig)							
	b)							
	c) locker bis mitteldicht	d)	e) braun					
	f)	g)	h) [SE] i)					
7.00	a) Steine, kiesig, schwach sandig, schwach schluffig							
	b) (Bachkies); Kernverlust, nur einzelne Kiese / Geröll zu bergen							
	c) mitteldicht bis dicht	d)	e) grau bis bunt					
	f)	g)	h) GI-GX i)					
7.50	a) Tonschiefer in Wechsellagerung mit Sandstein							
	b) entf- st. entf. mäßig fest							
	c) stark klüftig bis zerbohrt	d)	e) grau bis schwarz					
	f)	g)	h) VE i)					

		hartig & ingenieure gmbh Am alten Bad 4 09111 Chemnitz Fon: 0371*40 300 12 -0, Fax: -9			Anlage 3.2 Bericht: 16053-B Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben							
Bauvorhaben: Flöha							
Bohrung Nr. B3					Blatt 2		
					Datum: 11.07.2016		
1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben 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				
15.00 Endtiefe	a) Konglomerat						
	b) 9,5- 10,0m Kernverlust						
	c) klüftig bis stark klüftig	d)	e) rötlich, grau bis schwarz				
	f)	g)	h) VE-VA i)				

		hartig & ingenieure gmbh Am alten Bad 4 09111 Chemnitz Fon: 0371*40 300 12 -0, Fax: -9				Anlage 3.2 Bericht: 16053-B Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben								
Bauvorhaben: Flöha								
Bohrung Nr. B4					Blatt 1		Datum: 11.07.2016	
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben 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				
0.25	a) Asphalttragschicht, Asphaltdeckschicht							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
7.00	a) Auffüllung(Kies, steinig, sandig, mit Blöcken)							
	b) umgelagerter Bachschotter, Bauschutt, Beton							
	c) locker bis mitteldicht	d)	e) grau bis bunt					
	f)	g)	h) [GI- GU]	i)				
8.00	a) Auffüllung(Beton)							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g)	h) A	i)				
8.80	a) Auffüllung(Steine, kiesig, sandig)							
	b)							
	c) dicht	d)	e) bunt					
	f)	g)	h) [GX]	i)				
9.00	a) Auffüllung(Beton)							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g)	h) A	i)				


für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Flöha

Blatt 2

Datum:
11.07.2016

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben 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				
10.50	a) Sandstein							
	b) im hangenden 20cm zersetzt danach st. entf., zerbohrt							
	c) stark klüftig	d)	e) braun, grau					
	f)	g)	h) VE	i)				
11.30	a) Fels(Tonschiefer)							
	b) teilweise zerbohrt							
	c) stark klüftig	d)	e) grau bis schwarz					
	f)	g)	h) VE	i)				
15.00 Endtiefe	a) Konglomerat							
	b) 12,5- 13,0m, 13,3- 14,0m Kernverlust							
	c) klüftig bis stark klüftig	d)	e) grau bis schwarz					
	f)	g)	h) VE- VA	i)				

		hartig & ingenieure gmbh Am alten Bad 4 09111 Chemnitz Fon: 0371*40 300 12 -0, Fax: -9				Anlage 3.2 Bericht: 16053-B Az.:		
Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben								
Bauvorhaben: Flöha								
Bohrung Nr. S1					Blatt 1		Datum: 11.07.2016	
1	2			3		4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben 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					
0.25	a) Asphalttragschicht und Asphaltdeckschicht					P	1	0.25
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) i)					
0.60	a) Auffüllung (Mittelkies bis Grobkies, stark schluffig, sandig)					P	2	0.60
	b)							
	c) steif, erdfeucht	d)	e) braun bis grau					
	f)	g)	h) [GU*] i)					
2.30 Endtiefe	a) Auffüllung (Feinkies bis Grobkies, stark sandig, stark schluffig)			kein Wasser 11.07.2016		Evd= 24,12 MN/m² P	3	0.60
	b)							2.30
	c) steif, erdfeucht	d)	e) braun bis grau					
	f)	g)	h) [GU*] i)					

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Flöha

Blatt 1

Datum:
11.07.2016

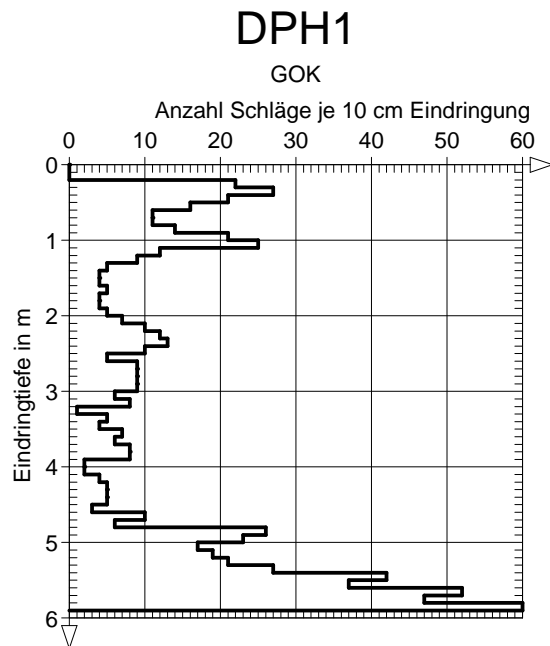
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.20	a) Asphalttragschicht und Asphaltdeckschicht					P	1	0.20
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
0.40	a) Auffüllung (Mittelkies bis Grobkies und Steine, stark sandig, schluffig)					P	2	0.40
	b)							
	c) mitteldicht bis dicht, erdfeucht	d)	e) grau					
	f)	g)	h) [GU]	i)				
2.20 Endtiefe	a) Auffüllung(Feinkies bis Grobkies, stark sandig, stark schluffig)				kein Wasser 13.07.2016	Evd= 21,87 MN/m² P	3	0.45
	b)							2.20
	c) steif, erdfeucht	d)	e) braun bis grau					
	f)	g)	h) [GU*]	i)				

hartig & ingenieure gmbh	Projekt Kirchenbrücke Flöha
Am alten Bad 4	Projektnr. 16053 - B
09111 Chemnitz	Datum 11.07.2016
Fon: 0371*40 30 012 -0, Fax:-9	Anlage 3.3

Rammsondierung in Anlehnung an
DIN 4094-3

Tiefe	N ₁₀
0.10	0
0.20	0
0.30	22
0.40	27
0.50	21
0.60	16
0.70	11
0.80	11
0.90	14
1.00	21
1.10	25
1.20	12
1.30	9
1.40	5
1.50	4
1.60	4
1.70	5
1.80	4
1.90	4
2.00	5
2.10	7
2.20	10
2.30	12
2.40	13
2.50	10
2.60	5
2.70	9
2.80	9
2.90	9
3.00	9
3.10	6
3.20	8
3.30	1
3.40	5
3.50	4
3.60	7
3.70	6
3.80	8
3.90	8
4.00	2
4.10	2
4.20	4
4.30	5
4.40	5
4.50	5
4.60	3
4.70	10
4.80	6
4.90	26
5.00	23
5.10	17
5.20	19
5.30	21
5.40	27
5.50	42
5.60	37
5.70	52
5.80	47
5.90	60

▽ 0.00m
▽ -1.00 m
▽ -2.00 m
▽ -3.00 m
▽ -4.00 m
▽ -5.00 m
▽ -6.00 m



Lage:

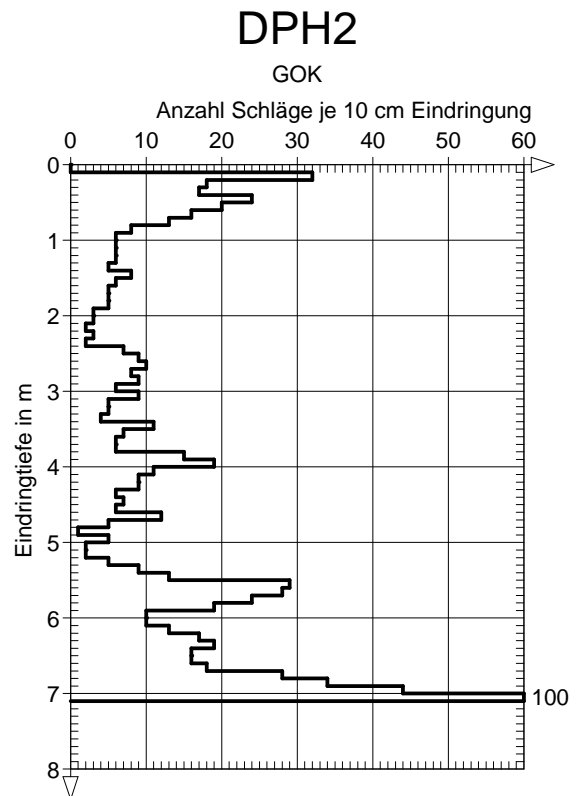
Witterung:

hartig & ingenieure gmbh	Projekt Kirchenbrücke Flöha
Am alten Bad 4	Projektnr. 16053 - B
09111 Chemnitz	Datum 11.07.2016
Fon: 0371*40 30 012 -0, Fax:-9	Anlage 3.3

Rammsondierung in Anlehnung an
DIN 4094-3

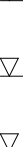
Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	0	6.10	10
0.20	32	6.20	13
0.30	18	6.30	17
0.40	17	6.40	19
0.50	24	6.50	16
0.60	20	6.60	16
0.70	16	6.70	18
0.80	13	6.80	28
0.90	8	6.90	34
1.00	6	7.00	44
1.10	6	7.10	100
1.20	6		
1.30	6		
1.40	5		
1.50	8		
1.60	6		
1.70	5		
1.80	5		
1.90	5		
2.00	3		
2.10	3		
2.20	2		
2.30	3		
2.40	2		
2.50	7		
2.60	9		
2.70	10		
2.80	8		
2.90	9		
3.00	6		
3.10	9		
3.20	5		
3.30	5		
3.40	4		
3.50	11		
3.60	7		
3.70	6		
3.80	6		
3.90	15		
4.00	19		
4.10	11		
4.20	9		
4.30	9		
4.40	6		
4.50	7		
4.60	6		
4.70	12		
4.80	5		
4.90	1		
5.00	5		
5.10	2		
5.20	2		
5.30	5		
5.40	9		
5.50	13		
5.60	29		
5.70	28		
5.80	24		
5.90	19		
6.00	10		

▽ 0.00m
▽ -1.00 m
▽ -2.00 m
▽ -3.00 m
▽ -4.00 m
▽ -5.00 m
▽ -6.00 m
▽ -7.00 m
▽ -8.00 m



Lage:
Witterung:

Rammsondierung in Anlehnung an
DIN 4094-3



▽ 0.00m
 ▽ -1.00 m
 ▽ -2.00 m
 ▽ -3.00 m
 ▽ -4.00 m
 ▽ -5.00 m



Anlage 4

Protokolle

Anlage 4.1	Abfallrechtliche Untersuchungen
Anlage 4.2	Geotechnische Feldversuche
Anlage 4.3	Geotechnische Laborversuche
Anlage 4.4	Berechnungen

Südsachsen Wasser GmbH - Theresenstraße 13 - 09111 Chemnitz

Hartig und Ingenieure GmbH
Am alten bad 4
09111 Chemnitz



Ansprechpartner Frau Runge
Fon 0371 3806 829
Fax 0371 3806 825
martina.runge@suedsachsenwasser.de

Prüfbericht Feststoffuntersuchung

Anbei übermitteln wir Ihnen die Untersuchungsergebnisse entsprechend Ihrem Auftrag:

Probenummer **201622542**

Probenbezeichnung 16053-B, MP1

Probenehmer Auftraggeber

Probenahme dem Auftraggeber bekannt

Eingang 21.07.2016

Prüfzeitraum 21.07.2016 -

Parameter	Methode	Messwert	Einheit
Herstellen eines Eluates	DIN 38414-S 4	ja	
Phenol-Index Extraktion	DIN EN ISO 14402 (H 37)	0,0190	mg/l
Summe PAK EPA	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Naphthalen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Acenaphthylen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Acenaphthen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Fluoren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Phenanthren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Anthracen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Fluoranthren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Pyren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(a)anthracen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Chrysen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(b)fluoranthren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(k)fluoranthren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(a)pyren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Dibenz(ah)anthracen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(ghi)perylene	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Indeno(123,cd)pyren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR

Mit freundlichem Gruß
Südsachsen Wasser GmbH
Chemnitz, den 16.08.2016

i.A.
Martina Runge
Sachgebietsleiterin AW-Labor

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes ist ohne unsere schriftliche Genehmigung nicht zulässig.

Sitz: Südsachsenwasser GmbH
Theresenstraße 13
09111 Chemnitz
Telefon: 0371 / 38 06-0
Telefax: 0371 / 38 06-205
www.suedsachsenwasser.de
e-Mail: Info@suedsachsenwasser.de

Erfüllungsort und
Gerichtsstand Chemnitz
USt-IdNr.: DE163865128
Steuer-Nr.: 215/118/03222

Aufsichtsratsvorsitzender:
Bürgermeister Joachim Rudler
Geschäftsführung:
Ute Gernke

Bankverbindung:
Deutsche Bank AG Chemnitz
BLZ 870 700 00
Kto.-Nr. 1390 111

Südsachsen Wasser GmbH - Theresenstraße 13 - 09111 Chemnitz

Hartig und Ingenieure GmbH
Am alten bad 4
09111 Chemnitz



Ansprechpartner Frau Runge
Fon 0371 3806 829
Fax 0371 3806 825
martina.runge@suedsachsenwasser.de

Prüfbericht Feststoffuntersuchung

Anbei übermitteln wir Ihnen die Untersuchungsergebnisse entsprechend Ihrem Auftrag:

Probenummer **201622543**

Probenbezeichnung 16053-B, MP2

Probenehmer Auftraggeber

Probenahme dem Auftraggeber bekannt

Eingang 21.07.2016

Prüfzeitraum 21.07.2016 -

Parameter	Methode	Messwert	Einheit
Herstellen eines Eluates	DIN 38414-S 4	ja	
Phenol-Index Extraktion	DIN EN ISO 14402 (H 37)	0,0240	mg/l
Summe PAK EPA	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	0,437	mg/kg TR
Naphthalen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Acenaphthylen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Acenaphthen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Fluoren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Phenanthren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	0,144	mg/kg TR
Anthracen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Fluoranthren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	0,172	mg/kg TR
Pyren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	0,121	mg/kg TR
Benzo(a)anthracen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Chrysen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(b)fluoranthren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(k)fluoranthren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(a)pyren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Dibenz(ah)anthracen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(ghi)perylene	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Indeno(123,cd)pyren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR

Mit freundlichem Gruß
Südsachsen Wasser GmbH
Chemnitz, den 16.08.2016

i.A.
Martina Runge
Sachgebietsleiterin AW-Labor

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes ist ohne unsere schriftliche Genehmigung nicht zulässig.

Sitz: Südsachsenwasser GmbH
Theresenstraße 13
09111 Chemnitz
Telefon: 0371 / 38 06-0
Telefax: 0371 / 38 06-205
www.suedsachsenwasser.de
e-Mail: Info@suedsachsenwasser.de

Erfüllungsort und
Gerichtsstand Chemnitz
USt-IdNr.: DE163865128
Steuer-Nr.: 215/118/03222

Aufsichtsratsvorsitzender:
Bürgermeister Joachim Rudler
Geschäftsführung:
Ute Gernke

Bankverbindung:
Deutsche Bank AG Chemnitz
BLZ 870 700 00
Kto.-Nr. 1390 111

Südsachsen Wasser GmbH - Theresenstraße 13 - 09111 Chemnitz

Hartig und Ingenieure GmbH
Am alten bad 4
09111 Chemnitz



Ansprechpartner Frau Runge
Fon 0371 3806 829
Fax 0371 3806 825
martina.runge@suedsachsenwasser.de

Prüfbericht Feststoffuntersuchung

Anbei übermitteln wir Ihnen die Untersuchungsergebnisse entsprechend Ihrem Auftrag:

Probenummer **201622544**

Probenbezeichnung 16053-B, MP3

Probenehmer Auftraggeber Probenahme dem Auftraggeber bekannt
Eingang 21.07.2016 Prüfzeitraum 21.07.2016 -

Parameter	Methode	Messwert	Einheit
Trockenrückstand	DIN ISO 11465	98,3	%
Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff (TOC)	DIN EN 13137*	0,317	Masse-%
pH-Wert	DIN ISO 10390	9,00	
Königswasseraufschluss	DIN ISO 11466	33,3	
Arsen	DIN EN ISO 11885 (E 22)	2,90	mg/kg TR
Blei	DIN EN ISO 11885 (E 22)	18,5	mg/kg TR
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)	<0,100	mg/kg TR
Chrom	DIN EN ISO 11885 (E 22)	298	mg/kg TR
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (E 22)	34,6	mg/kg TR
Nickel	DIN EN ISO 11885 (E 22)	257	mg/kg TR
Zink	DIN EN ISO 11885 (E 22)	78,0	mg/kg TR
Quecksilber	DIN EN 1483 (E 12)	<0,10	mg/kg TR
Kohlenwasserstoffe C 10-C 40	DIN ISO 16703	<100	mg/kg TR
Kohlenwasserstoffe C 10-C 22	DIN ISO 16703	<100	mg/kg TR
Summe PAK EPA	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Naphthalen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Acenaphthylen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Acenaphthen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Fluoren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Phenanthren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Anthracen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Fluoranthren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Pyren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(a)anthracen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Chrysen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes ist ohne unsere schriftliche Genehmigung nicht zulässig.

Sitz: Südsachsenwasser GmbH
Theresenstraße 13
09111 Chemnitz
Telefon: 0371 / 38 06-0
Telefax: 0371 / 38 06-205
www.suedsachsenwasser.de
e-Mail: Info@suedsachsenwasser.de

Erfüllungsort und
Gerichtsstand Chemnitz
USt-IdNr.: DE163865128
Steuer-Nr.: 215/118/03222

Aufsichtsratsvorsitzender:
Bürgermeister Joachim Rudler
Geschäftsführung:
Ute Gernke

Bankverbindung:
Deutsche Bank AG Chemnitz
BLZ 870 700 00
Kto.-Nr. 1390 111

Probenummer **201622544**

Probenbezeichnung MP3

Parameter	Methode	Messwert	Einheit
Benzo(b)fluoranthen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(k)fluoranthen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(a)pyren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Dibenz(ah)anthracen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(ghi)perylene	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Indeno(123,cd)pyren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Herstellen eines Eluates	DIN 38414-S 4	ja	
pH-Wert	DIN 38404-C 5	9,40	
Meßtemperatur pH	DIN 38404-C 5	20,2	°C
Elektrische Leitfähigkeit, 25°C	DIN EN 27888 (C 8)	118	µS/cm
Meßtemperatur LF	DIN EN 27888 (C 8)	20,5	°C
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20)	11	mg/l
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D 20)	4,2	mg/l
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)	<0,0001	mg/l
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)	0,004	mg/l
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)	0,020	mg/l
Chrom	DIN EN ISO 11885 (E 22)	0,014	mg/l
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (E 22)	0,008	mg/l
Nickel	DIN EN ISO 11885 (E 22)	<0,015	mg/l
Quecksilber	DIN EN 1483 (E 12)	<0,0001	mg/l
Zink	DIN EN ISO 11885 (E 22)	0,013	mg/l
EOX	DIN 38414-S 17	<1,00	mg/kg TR

Parameter mit Kennung * sind kein akkreditiertes Verfahren

Mit freundlichem Gruß
Südsachsen Wasser GmbH
Chemnitz, den 16.08.2016

i.A.
Martina Runge
Sachgebietsleiterin AW-Labor

Südsachsen Wasser GmbH - Theresenstraße 13 - 09111 Chemnitz

Hartig und Ingenieure GmbH
Am alten bad 4
09111 Chemnitz



Ansprechpartner Frau Runge
Fon 0371 3806 829
Fax 0371 3806 825
martina.runge@suedsachsenwasser.de

Prüfbericht Feststoffuntersuchung

Anbei übermitteln wir Ihnen die Untersuchungsergebnisse entsprechend Ihrem Auftrag:

Probenummer **201622545**

Probenbezeichnung 16053-B, MP4

Probenehmer Auftraggeber

Probenahme dem Auftraggeber bekannt

Eingang 21.07.2016

Prüfzeitraum 21.07.2016 -

Parameter	Methode	Messwert	Einheit
Trockenrückstand	DIN ISO 11465	93,2	%
Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff (TOC)	DIN EN 13137*	0,322	Masse-%
pH-Wert	DIN ISO 10390	10,5	
Königswasseraufschluss	DIN ISO 11466	33,3	
Arsen	DIN EN ISO 11885 (E 22)	6,03	mg/kg TR
Blei	DIN EN ISO 11885 (E 22)	7,91	mg/kg TR
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)	<0,100	mg/kg TR
Chrom	DIN EN ISO 11885 (E 22)	22,4	mg/kg TR
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (E 22)	5,12	mg/kg TR
Nickel	DIN EN ISO 11885 (E 22)	13,1	mg/kg TR
Zink	DIN EN ISO 11885 (E 22)	28,5	mg/kg TR
Quecksilber	DIN EN 1483 (E 12)	<0,10	mg/kg TR
Kohlenwasserstoffe C 10-C 40	DIN ISO 16703	<100	mg/kg TR
Kohlenwasserstoffe C 10-C 22	DIN ISO 16703	<100	mg/kg TR
Summe PAK EPA	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Naphthalen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Acenaphthylen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Acenaphthen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Fluoren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Phenanthren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Anthracen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Fluoranthren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Pyren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(a)anthracen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Chrysen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes ist ohne unsere schriftliche Genehmigung nicht zulässig.

Sitz:
Südsachsenwasser GmbH
Theresenstraße 13
09111 Chemnitz
Telefon: 0371 / 38 06-0
Telefax: 0371 / 38 06-205
www.suedsachsenwasser.de
e-Mail: Info@suedsachsenwasser.de

Erfüllungsort und
Gerichtsstand Chemnitz
USt-IdNr.: DE163865128
Steuer-Nr.: 215/118/03222

Aufsichtsratsvorsitzender:
Bürgermeister Joachim Rudler
Geschäftsführung:
Ute Gernke

Bankverbindung:
Deutsche Bank AG Chemnitz
BLZ 870 700 00
Kto.-Nr. 1390 111

Probenummer **201622545**

Probenbezeichnung **MP4**

Parameter	Methode	Messwert	Einheit
Benzo(b)fluoranthen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(k)fluoranthen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(a)pyren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Dibenz(ah)anthracen	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Benzo(ghi)perylene	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Indeno(123,cd)pyren	Merkblätter, Nr. 1, LUA NRW	<0,100	mg/kg TR
Herstellen eines Eluates	DIN 38414-S 4	ja	
pH-Wert	DIN 38404-C 5	11,6	
Meßtemperatur pH	DIN 38404-C 5	19,2	°C
Elektrische Leitfähigkeit, 25°C	DIN EN 27888 (C 8)	640	µS/cm
Meßtemperatur LF	DIN EN 27888 (C 8)	20,0	°C
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D 20)	3,7	mg/l
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D 20)	4,5	mg/l
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)	<0,0001	mg/l
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)	<0,001	mg/l
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)	0,009	mg/l
Chrom	DIN EN ISO 11885 (E 22)	<0,012	mg/l
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (E 22)	<0,005	mg/l
Nickel	DIN EN ISO 11885 (E 22)	<0,015	mg/l
Quecksilber	DIN EN 1483 (E 12)	<0,0001	mg/l
Zink	DIN EN ISO 11885 (E 22)	<0,010	mg/l
EOX	DIN 38414-S 17	<1,00	mg/kg TR

Parameter mit Kennung * sind kein akkreditiertes Verfahren

Mit freundlichem Gruß
Südsachsen Wasser GmbH
Chemnitz, den 16.08.2016

i.A.
Martina Runge
Sachgebietsleiterin AW-Labor

Dynamischer Plattendruckversuch

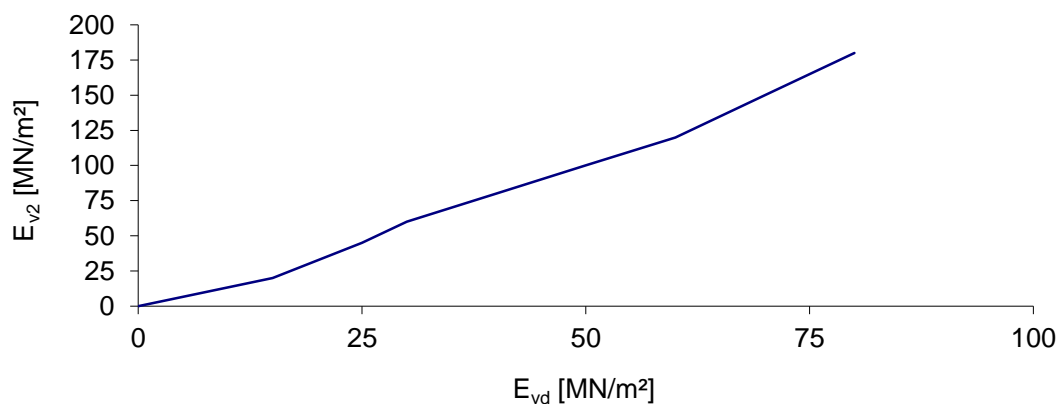
nach TP BF-StB, Teil B 8.3

Anlage 4.2
Blatt 1

Projektnr.: 16053 - B
Bauvorhaben: Kirchenbrücke Flöha
ausgeführt durch: Gatzmaga
Prüfzeitraum: 11.07.2016 - 13.07.2016
Bemerkung:
Gerät: HMP LFG
Durchmesser: 300 mm

Messstelle	S1	S2					
Bau-km							
ausgeführt auf	GOK -0,50m	GOK -0,35m					
s ₁	0,99	1,07					
s ₂	0,91	1,01					
s ₃	0,89	1,00					
s _d	0,933	1,029					
E _{vd} [MN/m ²]	24,12	21,87					
E _{v2} [MN/m ²]	36,2	32,8					
Datum	11.07.2016	13.07.2016					
Witterung							
Witterung am Vortag							
Bemerkungen	Korrelation = 1,5						

Korrelation E_{vd} zu E_{v2}



E _{vd} [MN/m ²]	0	15	25	30	40	50	60	70	80
E _{v2} [MN/m ²]	0	20	45	60	80	100	120	150	180

Korrelation nach ZTV-StB LAS ST 96, (Land Sachsen-Anhalt) / ZTV A

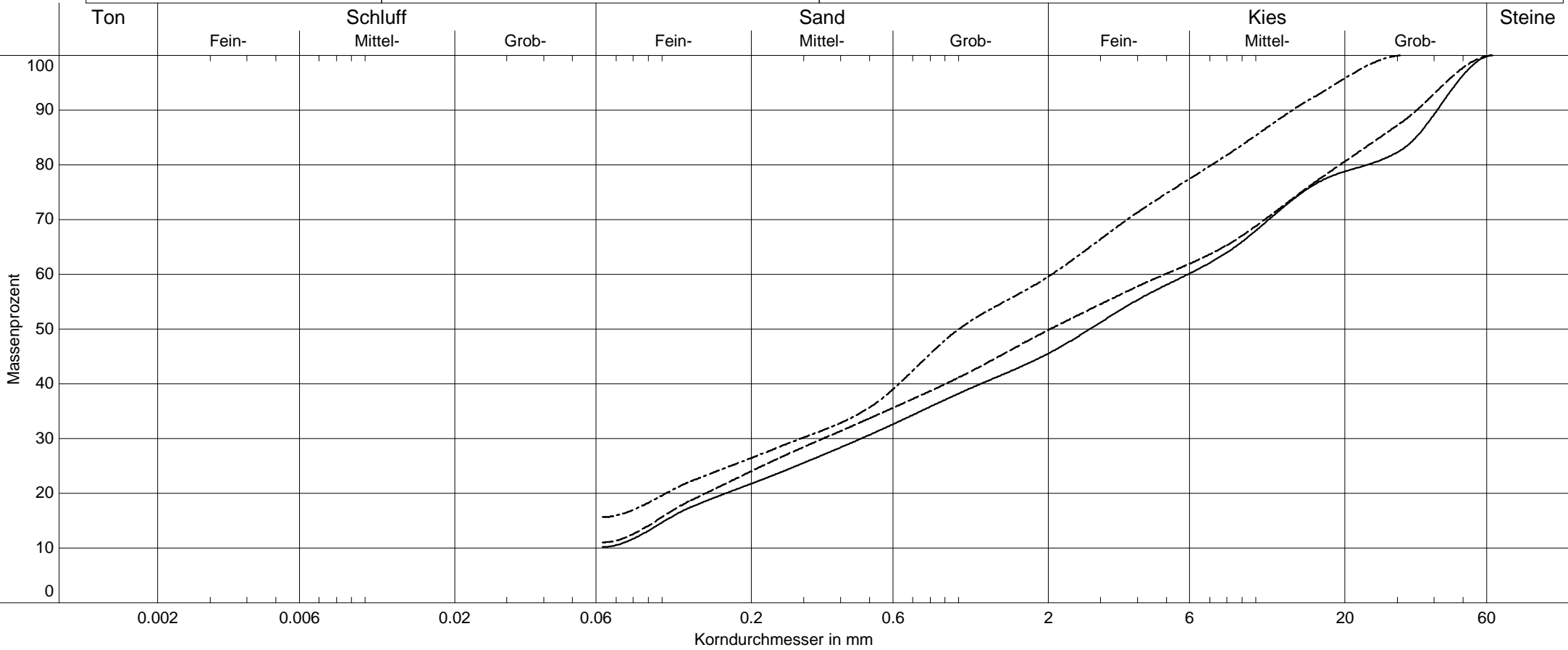


hartig & ingenieure gmbh
Am alten Bad 4, 09111 Chemnitz
Tel: 0371 40 300 12-0 Fax -9
Mail: info@hartig-ingenieure.de

Kornverteilung

DIN 18 123

Projekt : Kirchenbrücke Flöha
Projektnr.: 16053 - B
Datum : 07/2016
Anlage : 4.3



Labornummer	16053B_001	16053B_002	16053B_003
Bodenart	G,s,u	G,s,u	S+G,u
Bodengruppe	GU	GU	GÜ
Entnahmestelle	B1	B2	S1
Frostempfindl.klasse	F2	F2	F3
Entnahmetiefe	0,25 - 3,8	0,25 - 3,5	0,6 - 2,3
Anteil < 0.063 mm	10.2 %	11.0 %	15.7 %

Verbauwand

Eingangsdaten

Projekt

Aktion : Ersatzneubau Kirchenbrücke Flöha
Teil : Überschlag Baugrube
Abnehmer : Schulze & Rank Ingenieurges. mbH
Verfasser : Riekenberg, Th.
Datum : 12.08.2016
Auftragsnummer : 16053-B

Einstellung

(für die aktuellen Aufgabe eingegeben)

Materialien und Standards

Betonbauten : EN 1992-1-1 (EC2)
Koeffizienten EN 1992-1-1 : standard
Stahlbauten : EN 1993-1-1 (EC3)
Teilkoeffizient für die Tragfähigkeit des Stahlquerschnitts : $\gamma_{M0} = 1,00$

Druckberechnung

Berechnung des aktiven Druckes : Müller-Breslau (DIN 4085)
Berechnung des passiven Erddruckes : Sokolovski (DIN 4085)
Berechnungsverfahren : abhängige Drücke
Erdbebenberechnung : Mononobe-Okabe
Bettungsmodul : standard
Bettungsmodul für die Trägerbohlwand reduzieren
Beurteilungsmethodik : Berechnung nach EN1997
Bemessungsansatz : 3 - GEO-, STR- und Material-Belastungsreduktion

Abminderungsbeiw. der Belastung (F)					
ständige Bemessungssituation					
		Stand STR		Stand GEO	
		Ungünstig	Günstig	Ungünstig	Günstig
Dauerlast :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Veränderliche Belastung :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Wasserbelastung :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Abminderungsbeiw. des Materials (M)		
ständige Bemessungssituation		
Beiwert des Winkels der inneren Reibung :	$\gamma_\phi =$	1,25 [-]
Beiwert der effektiven Kohäsion :	$\gamma_c =$	1,25 [-]
Abmin.-Beiwert der undrän. Scherfestigkeit :	$\gamma_{cu} =$	1,40 [-]
Abmin.-Beiwert der Poissonzahl :	$\gamma_v =$	1,00 [-]

Abminderungsbeiw. der Belastung (F)					
vorübergehende Bemessungssituation					
		Stand STR		Stand GEO	
		Ungünstig	Günstig	Ungünstig	Günstig
Dauerlast :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Veränderliche Belastung :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Wasserbelastung :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Abminderungsbeiw. des Materials (M)
vorübergehende Bemessungssituation

Beiwert des Winkels der inneren Reibung :	$\gamma_{\phi} =$	1,25 [-]
Beiwert der effektiven Kohäsion :	$\gamma_c =$	1,25 [-]
Abmin.-Beiwert der undrän. Scherfestigkeit :	$\gamma_{cu} =$	1,40 [-]
Abmin.-Beiwert der Poissonzahl :	$\gamma_v =$	1,00 [-]

Konstruktionsgeometrie

Konstruktionslänge = 9,00 m

Querschnittsname : Spundbohle : LARSEN 601

Querschnittsfläche	A =	9,83E-03 m ² /m
Trägheitsmoment	I =	1,15E-04 m ⁴ /m
Elastizitätsmodul	E =	210000,00 MPa
Schubelastizitätsmodul	G =	81000,00 MPa
Widerstandsmoment	W =	7,450E-04 m ³ /m
Plastisches Widerstandsmoment	W _{pl} =	8,360E-04 m ³ /m

Konstruktionsmaterial

Konstruktionsstahl: EN 10248-1 : S 320 GP

Fließgrenze	f _y =	320,00 MPa
Elastizitätsmodul	E =	210000,00 MPa
Schubmodul	G =	81000,00 MPa

Bödenparameter

Auffüllung

Wichte :	$\gamma =$	20,00 kN/m ³
Spannungszustand :	effektiv	
Winkel der inneren Reibung :	$\phi_{ef} =$	32,50 °
Kohäsion des Gesteins :	c _{ef} =	0,00 kPa
Reibungswinkel kce-Boden :	$\delta =$	21,67 °
Boden :	kohäsionslos	
Edometrischer Modul :	E _{oed} =	10,00 MPa
Wichte des gesättigten Bodens :	$\gamma_{sat} =$	21,00 kN/m ³

Fels

Wichte :	$\gamma =$	23,00 kN/m ³
Spannungszustand :	effektiv	
Winkel der inneren Reibung :	$\phi_{ef} =$	40,00 °
Kohäsion des Gesteins :	c _{ef} =	100,00 kPa
Reibungswinkel kce-Boden :	$\delta =$	40,00 °
Boden :	kohäsiv	
Poissonzahl :	$\nu =$	0,30
Edometrischer Modul :	E _{oed} =	200,00 MPa
Wichte des gesättigten Bodens :	$\gamma_{sat} =$	24,00 kN/m ³

Geologisches Profil und Zuordnung der Böden

Numme	Schicht [m]	Zugeordneter Boden	Probe
1	9,00	Auffüllung	

Numme	Schicht [m]	Zugeordneter Boden	Probe
2	-	Fels	

Abteufen

Das Boden vor der Wand ist in die Tiefe 6,00 m entfernt.

Geländeform

Das Gelände hinter der Konstruktion ist flach.

Wasserwirkung

Der Grundwasserspiegel hinter der Konstruktion ist in der Tiefe 5,00 m

Der Grundwasserspiegel vor der Konstruktion ist in der Tiefe 6,50 m

Der Untergrund am Konstruktionsfuß ist undurchlässig.

Eingegebene Flächenaufasten

Numme	Auflast		Wirkung	Gr.1 [kN/m²]	Gr.2 [kN/m²]	Ord.x x [m]	Länge l [m]	Tiefe z [m]
	neu	Änderung						
1	Ja		veränderlich	33,30		1,00	10,00	Auf dem Gelände

Numme	Name
1	Verkehr

Eingegebene Aussteifungen

Numme	Neu Aussteifung	Tiefe z [m]	Länge l [m]	Entfernung b [m]	Neigung α [°]
1	Ja	2,00	11,00	23,00	0,00

Numme	Änderung der Festigkeit	Steifigkeit k [kN/m]	Elastizitätsm. E [MPa]	Fläche A [mm²]	Vorspannkr. F [kN]
1	Nein		190000,00	11100,000	0,00

Gesamteinstellung der Berechnung

Anzahl der Wandteilungen in Finite-Elemente = 40

Eigenberechnung der Grenzdrücke : nicht reduzieren

Der minimale Dimensionierungsdruck wird durch den Wert $\sigma_{a,min} = 0,20\sigma_z$ betrachtet

Einstellung der Phasenberechnung

Bemessungssituation : ständig

Berechnungsergebnisse (Bauphase 1)

Maximale Schubkraft = 68,99 kN/m

Maximales Moment = 87,14 kNm/m

Maximale Verformung = 20,0 mm

Aussteifungsreaktion

Numme	Tiefe [m]	Reaktion [kN]
1	2,00	2099,67

Eingangsdaten (Bauphase 2)

Wasserwirkung

Der Grundwasserspiegel hinter der Konstruktion ist in der Tiefe 1,00 m
Der Grundwasserspiegel vor der Konstruktion ist in der Tiefe 6,50 m
Der Untergrund am Konstruktionsfuß ist undurchlässig.

Einstellung der Phasenberechnung

Bemessungssituation : vorübergehend

Berechnungsergebnisse (Bauphase 2)

Maximale Schubkraft = 140,34 kN/m
Maximales Moment = 211,52 kNm/m
Maximale Verformung = 51,4 mm

Aussteifungsreaktion

Numme	Tiefe [m]	Reaktion [kN]
1	2,00	4098,91

Böschungsstabilität

Eingangsdaten

Einstellung

(für die aktuellen Aufgabe eingegeben)

Stabilitätsberechnungen

Erdbebenberechnung : Standard

Beurteilungsmethodik : Berechnung nach EN1997

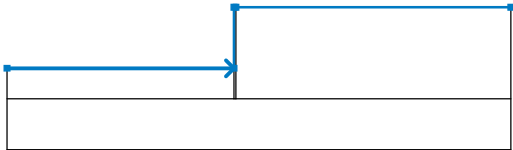
Bemessungsansatz : 3 - GEO-, STR- und Material-Belastungsreduktion

Abminderungsbeiw. der Belastung (F)					
vorübergehende Bemessungssituation					
		Stand STR		Stand GEO	
		Ungünstig	Günstig	Ungünstig	Günstig
Dauerlast :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Veränderliche Belastung :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Wasserbelastung :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Abminderungsbeiw. des Materials (M)		
vorübergehende Bemessungssituation		
Beiwert des Winkels der inneren Reibung :	$\gamma_\phi =$	1,15 [-]
Beiwert der effektiven Kohäsion :	$\gamma_c =$	1,15 [-]
Abmin.-Beiwert der undrän. Scherfestigkeit :	$\gamma_{cu} =$	1,15 [-]

Wasser

Wassertyp : GWSp

Nummer	GWSp-Positionierung	GWSp.-Punktekoordinaten [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-22,50	263,50	0,00	263,50	0,05	265,00
		27,00	265,00				

Einstellung der Phasenberechnung

Bemessungssituation : vorübergehend

Ergebnisse (Bauphase 1)

Berechnung 1 (Phase 1)

Kreisförmige Scherfläche

Parameter der Scherfläche					
Mittelpunkt :	x =	-0,55 [m]	Winkel :	$\alpha_1 =$	-46,86 [°]
	z =	270,53 [m]		$\alpha_2 =$	86,82 [°]
Radius :	R =	9,55 [m]			
Scherfläche nach der Optimierung.					

Nachweis über die Standfestigkeit der Böschung (Bishop)

Summation der aktiven Kräfte : $F_a = 701,08$ kN/m

Summation der passiven Kräfte : $F_p = 1081,95$ kN/m

Böschungsmoment : $M_a = 6695,29$ kNm/m

Widerstehendes Moment : $M_p = 10332,63$ kNm/m

Ausnutzung : 64,8 %

Böschungsstabilität GENÜGT

Eingangsdaten (Bauphase 2)

Einstellung der Phasenberechnung

Bemessungssituation : vorübergehend

Ergebnisse (Bauphase 2)

Berechnung 1 (Phase 2)

Nachweis über die Standfestigkeit der Böschung (Bishop)

Summation der aktiven Kräfte : $F_a = 751,94$ kN/m

Summation der passiven Kräfte : $F_p = 877,81$ kN/m

Böschungsmoment : $M_a = 6857,72$ kNm/m

Widerstehendes Moment : $M_p = 8005,64$ kNm/m

Ausnutzung : 85,7 %

Böschungsstabilität GENÜGT

Dimensionierung Nr. 1

Nachweis des Stahlquerschnitts nach EN 1993-1-1

Für die Berechnung werden alle Bauphasen betrachtet.

Koeff. für die Querschnittsbeanspruchung = 1,00

Dimensionierungskräfte auf 1 m der Wand

$M_{\max} = 211,52$ kNm/m; $Q = 6,85$ kN/m

$Q_{\max} = 140,34$ kN/m; $M = 34,20$ kNm/m

Nachweis des max. Momentes $M_{\max} + Q$:

Biegnachweis:

$M_{\max}/M_{c,Rd} = 0,887 \leq 1$ **Genügt**

Schubnachweis:

$Q/V_{c,Rd} = 0,009 \leq 1$ **Genügt**

Nachweis des ebenen Spannungszustandes:

Normalspannung $\sigma_{x,Ed} = 270,82$ MPa

Schubspannung $\tau_{Ed} = 0,89$ MPa

Nachweis: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,716 \leq 1$ **Genügt**

Nachweis der max. Schubkraft $Q_{max} + M$:

Biegunsnachweis:

$M/M_{c,Rd} = 0,143 \leq 1$ **Genügt**

Schubnachweis:

$Q_{max}/V_{c,Rd} = 0,175 \leq 1$ **Genügt**

Nachweis des ebenen Spannungszustandes:

Normalspannung $\sigma_{x,Ed} = 43,79$ MPa

Schubspannung $\tau_{Ed} = 18,33$ MPa

Nachweis: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,029 \leq 1$ **Genügt**

Querschnitt GENÜGT

Anlage 5

Fotodokumentation

0,0m



4,0m

Foto 1: Kb1; 0,0m - 4,0m

5,0m



8,0m

Foto 2: Kb1; 5,0m - 8,0m

8,0m



12,0m

Foto 3: Kb1; 8,0m - 12,0m

12,0m



15,0m

Foto 4: Kb1; 12,0m - 15,0m

0,0m



4,0m

Foto 5: Kb2; 0,0m - 4,0m

4,0m



8,0m

Foto 6: Kb2; 4,0m - 8,0m

8,0m



12,0m

Foto 7: Kb2; 8,0m - 12,0m

12,0m



15,0m

Foto 8: Kb2; 12,0m - 15,0m

0,0m



4,0m

Foto 9: Kb3; 0,0m - 4,0m

4,0m



8,0m

Foto 10: Kb3; 4,0m - 8,0m

8,0m



11,0m

Foto 11: Kb3; 8,0m - 11,0m

11,0m



15,0m

Foto 12: Kb3; 11,0m - 15,0m

0,0m



4,0m

Foto 13: Kb4; 0,0m - 4,0m

4,0m



8,0m

Foto 14: Kb4; 4,0m - 8,0m

8,0m



12,0m

Foto 15: Kb4; 8,0m - 12,0m

12,0m



15,0m

Foto 16: Kb4; 12,0m - 15,0m