

# BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE

Dipl.-Ing. G. Zeiser, Dipl.-Ing. (FH) K. Deis



BFI ZEISER GmbH & Co. KG  
MÜHLGRABEN 34  
73479 ELLWANGEN

Telefon 0 79 61/ 933 89-0  
Telefax 0 79 61/ 933 89-29  
e-mail bfi@bfi-zeiser.de  
Internet www.bfi-zeiser.de

Baugrunduntersuchung  
Altlastenerkundung  
Labor- und Feldversuche  
Beweissicherung  
Erschütterungsmessungen  
Erdstatische Nachweise  
Wasserbau  
Fachplanung/Bauleitung  
Aufschlussbohrungen  
Kleinbohrpfähle  
Brunnen/Geothermie

BFI ZEISER GmbH & Co. KG · Mühlgraben 34 · 73479 Ellwangen

Gemeinde Hüttlingen  
Schulstraße 10  
73460 Hüttlingen

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen

Datum

gz-sr-seb/ Az. 117393

17.01.2018

**Hüttlingen, BG „Fuchsloch“, 4. Erweiterung**  
hier: Baugrunduntersuchung mit Gründungsberatung

Auftraggeber:

Gemeinde Hüttlingen  
Schulstraße 10  
73460 Hüttlingen

Planung:

stadtlandingenieure GmbH  
Wolfgangstr. 8  
73479 Ellwangen

Ingenieurgeologische  
Untersuchung und  
Beratung:

Büro für Ingenieurgeologie  
BFI Zeiser GmbH & Co. KG  
Mühlgraben 34  
73479 Ellwangen

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>Textteil</b>	<b>Seite</b>
<b>1. Planunterlagen .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Lage und Aufgabenstellung .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Untergrund.....</b>	<b>5</b>
3.1 Geologische Situation.....	5
3.2 Stratigrafie .....	6
3.3 Wasserverhältnisse .....	6
3.3.1 Wasserzutritte.....	6
3.3.2 Hochwässer.....	8
3.3.3 Sickerversuch.....	8
3.4 Laborversuche.....	9
3.5 Geotechnische Kategorie.....	10
3.6 Homogenbereiche .....	10
3.7 Frostempfindlichkeit .....	12
3.8 Bodenkennwerte.....	13
<b>4. Chemische Untersuchung von Bodenmaterial, Asphalt und Schotter ..</b>	<b>14</b>
4.1 Untersuchungen des Bodens nach VwV Boden .....	14
4.2 Sulfatanalyse.....	15
4.3 Betonaggressivität des Grundwassers.....	16
<b>5. Erdbebenzone und seismische Lastannahmen .....</b>	<b>16</b>
<b>6. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen .....</b>	<b>17</b>
6.1 Kanäle .....	17
6.1.1 Gründung des Rohraufagers.....	17
6.1.2 Sicherung der Kanalgräben.....	17
6.1.3 Kanalgrabenverfüllung.....	18
6.2 Straßenbau.....	19
6.3 Gebäude .....	21
6.3.1 Allgemeine Gründungsmöglichkeiten .....	21
6.3.2 Baugrubensicherung und Wasserhaltung .....	22

6.3.3	Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile.....	23
6.3.4	Arbeitsraumverfüllung .....	24
6.4	Regenrückhaltebecken .....	24
6.5	Bodenverbesserung.....	25
<b>7.</b>	<b>Abnahme und Haftung .....</b>	<b>27</b>

### **Anlagenteil**

Anlage 1:	Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 - B 7, SV 1	M. 1 : 500
Anlage 2.1:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 4 – B 6	M. 1 : 50
Anlage 2.2:	Schnitt: Darstellung Bohrungen B 1 – B 3	M. 1 : 50
Anlage 2.3:	Schnitt: Darstellung Bohrungen B 7, SV 1	M. 1 : 50
Anlage 3.1:	Analyseergebnisse nach VwV Boden	
Anlage 3.2:	Analyseergebnis nach DIN 4030	

## 1. Planunterlagen

Zur Ausarbeitung des Gutachtens standen dem BFI folgende Unterlagen zur Verfügung:

- |                           |             |                |
|---------------------------|-------------|----------------|
| – Grundplan               | M. 1 : 500  | vom 12.05.2017 |
| – Städtebaulicher Entwurf | M. 1 : 1000 | vom 21.06.2017 |
| – Lageplan                | M. 1 : 500  | vom 25.10.2017 |

Die Pläne der Telekom sowie der öffentliche Leitungen (Gas, Wasser, Strom) wurden vom BFI eingeholt.

## 2. Lage und Aufgabenstellung

Das Baugebiet „Fuchsloch“ liegt im Westen von Hüttlingen, südlich der Lindenstraße und schließt unmittelbar westlich an den bereits erschlossenen Teil des Wohnbaugebietes an. Im Westen der geplanten Erschließung ist ein neues Regenrückhaltebecken vorgesehen.

Das Gelände fällt nach den Ansatzhöhen der Bohrungen von 399,64 mNN auf 396,70 mNN nach Nordwesten ein und wurde vormals landwirtschaftlich genutzt.

Nach Auskunft von Frau Bergdolt, stadtlandingenieure GmbH, liegt die Belastungsklasse der Erschließungsstraßen nach RStO bei Bk 1,0.

Die Verlegetiefe der Kanäle ist nach Auskunft von Frau Bergdolt, stadtlandingenieure GmbH, im Mittel bei ca. 1,90 m unter GOK vorgesehen.

Das BFI wurde über die stadtlandingenieure GmbH, von der Gemeinde Hüttlingen beauftragt, eine Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung für die geplante Erschließung durchzuführen.

### **3. Untergrund**

#### **3.1 Geologische Situation**

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 12.12.2017 auftragsgemäß sieben Bohrungen (B 1 – B 7) zwischen 4,00 m und 7,50 m Tiefe unter Gelände abgeteuft. Ergänzend wurde im Bereich des Regenrückhaltebeckens eine Bohrung (SV 1) bis 1,0 m unter GOK zur Durchführung eines Sickerversuches angelegt.

Da mit den Bohrungen der Anschnitt von Grundwasser zu erwarten war, wurde am 10.11.2017 eine wasserrechtliche Erlaubnis beim Landratsamt beantragt. Die wasserrechtliche Erlaubnis wurde vom Landratsamt mit Entscheidung vom 08.12.2017 unter Auflagen erteilt.

Die Ansatzhöhen der Bohrungen wurden auf einen Kanaldeckel eingemessen, dessen Deckelhöhe mit 395,43 mNN angegeben ist.

Die Lage der Bohrungen und des Kanaldeckels kann dem Lageplan (Anlage 1) entnommen werden.

Anhand der Aufschlüsse ergibt sich folgendes Bild des Untergrundes (siehe auch Anlage 2):

Die Stärke des Mutterbodens wurde mit ca. 0,20 m ermittelt.

Unter dem Mutterboden stehen weiche, weiche bis steife, steife und steife bis halbfeste, schluffige, kiesige Tone an. Lokal sind den Tonen sandige, tonige Kiese eingelagert.

Ab einer Tiefe zwischen 4,80 m und 6,60 m unter GOK wurden sehr mürbe und mäßig mürbe Sandsteine erkundet.

Zusammenfassend wurde OK der mindestens sehr mürben Sandsteine in den Bohrungen in folgenden Tiefen angetroffen:

Tabelle 1: OK Festgestein

Bohrung B	Ansatzpunkt mNN	OK Festgestein	
		m unter GOK	mNN
1	397,08	5,50	391,58
2	399,31	6,60	393,01
3	399,64	5,60	394,04
4	397,32	4,80	392,52
5	397,22	5,20	392,02
6	396,86	5,00	391,86
7	396,70	-	-
SV 1	396,93	-	-

### 3.2 Stratigrafie

Stratigrafisch handelt es sich bei den an der Basis der Bohrungen angetroffenen Sandsteinen um Schichtglieder des Stubensandsteins. Die darüber lagernden Tone, sind dessen quartäre Verwitterungsdeckschicht. Bei den Kiesen handelt es sich um Talablagerungen des Kochers.

### 3.3 Wasserverhältnisse

#### 3.3.1 Wasserzutritte

In den Bohrungen wurden Wasserzutritte festgestellt. Die Niveaus der in den offenen Bohrlöchern gemessenen Wasserstände sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Wasserzutritte und Wasserstände nach Bohrende

Bohrung B	Ansatzhöhe [mNN]	Wasserzutritte am 12.12.2017	
		[m u. GOK]	[mNN]
1	397,08	2,50	394,58
2	399,31	7,00	392,31
3	399,64	5,50	394,14
4	397,32	1,70	395,62
5	397,22	1,60	395,62
6	396,86	1,30	395,56
7	396,70	1,30	395,40
SV 1	396,93	-	-
Wasserspiegel Kocher			395,04 - 395,60

Bei dem Wasser handelt es sich um quartäres Grundwasser. Erfahrungsgemäß muss daher in Abhängigkeit von den jahreszeitlich wechselnden Niederschlagsmengen und der Höhe des Wasserspiegels des Kochers lokal und temporär mit Schicht- und Sickerwasserzutritten gerechnet werden. Bei Hochwasserständen ist auch mit einem zeitverzögerten Anstieg des Grundwassers zu rechnen.

Wasserstandsmessungen im offenen Bohrloch zeigen lediglich die Wasserstände an, die sich im Zeitraum zwischen dem Abteufen und dem Verschließen der Bohrlöcher eingestellt haben. In Abhängigkeit von der Porosität und der Klüftigkeit und somit der Durchlässigkeit der aufgeschlossenen Bodenschichten, können die Wasserstände jedoch im Bohrloch zeitverzögert ansteigen, so dass die Wasserstandsmessungen nicht zwangsläufig den Ruhewasserspiegel repräsentieren. Genaue Messungen des Ruhewasserspiegels und langfristige Beobachtungen der Grundwasserganglinie sind daher nur in Grundwassermessstellen, die in den Grundwasser führenden Schichten verfiltert sind, möglich.

### 3.3.2 Hochwässer

Das Bauvorhaben liegt südlich des Kochers. Bei Hochwasserständen muss demnach auch mit höheren Grundwasserständen gerechnet werden.

Nach dem Daten- und Kartendienst der LUBW wird das  $HQ_{\text{extrem}}$  mit 397,10 mNN angegeben. Für ein  $HQ_{100}$  liegen keine Höhenangaben vor.

### 3.3.3 Sickerversuch

Um die Versickerungsfähigkeit von Niederschlagswasser im Untergrund beurteilen zu können wurde in der Bohrung B 7 ein Sickerversuch durchgeführt. Da in der Bohrung bereits ins Grundwasser versickert wurde, wurde ergänzend die Bohrung SV 1 bis 2,00 m unter GOK angelegt und ein weiterer Sickerversuch durchgeführt.

Dazu wurde die Absenkung des Wasserspiegels in regelmäßigen Abständen gemessen.

Anhand der Geometrie des Bohrlochs ( $F$ ), des hydraulischen Gefälles ( $i$ ) und der Absenkung ( $W_A - W_B$ ) wurde der Durchlässigkeitsbeiwert nach einer Ableitung aus dem Gesetz von Darcy bestimmt. Danach errechnet sich der  $k_f$ -Wert wie folgt:

$$k_f = \frac{F \cdot (W_A - W_E)}{i \cdot \Delta t \cdot \left( F + \left( U \cdot \left( W_E + \frac{(W_A - W_E)}{2} \right) \right) \right)}$$

Der für den Zeitraum ab Wassersättigung des Bodens ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert ist in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3: Ergebnis Sickerversuch

Sickerversuch	Absenkung [m]	Zeit [s]	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s]
B 7	1,065	15330	$1,52 \times 10^{-7}$
SV 1	0,01	15330	$5,74 \times 10^{-9}$

Nach dem DWA Arbeitsblatt A 138, Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser, vom April 2005, liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich etwa zwischen  $k_f$ -Werten von  $1,0 \times 10^{-3}$  bis  $1,0 \times 10^{-6}$  m/s. Bei geringeren  $k_f$ -Werten stauen Sickeranlagen zu lange ein, so dass anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Zone auftreten können, die Rückhalte- und Umwandlungsvermögen ungünstig beeinflussen können.

Gemäß den Ergebnissen des Schluckversuchs liegt die Durchlässigkeit der Tone bis 1,00 m Tiefe bei durchschnittlich  $4,44 \times 10^{-7}$  m/s. In den Kiesen bzw. bei einer Versickerung im Grundwasser liegt die Durchlässigkeit bei  $5,74 \times 10^{-9}$  m/s.

Die Sickerfähigkeit des Bodens liegt somit unter dem nach DWA Arbeitsblatt A 138 geeigneten  $k_f$ -Wert-Bereich. Die aufgeschlossenen Schichten sind daher für eine Versickerung nicht geeignet bzw. es werden nur sehr geringe Wassermengen versickern.

### 3.4 Laborversuche

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 36 gestörte Proben entnommen, von denen 4 auf ihren natürlichen Wassergehalt untersucht wurden. Dabei wurden die in Tabelle 4 aufgeführten Werte ermittelt.

Tabelle 4: natürliche Wassergehalte

Probe P	Bohrung B	Tiefe [m]	Bodenart (Konsistenz)	natürlicher Wassergehalt [Gew.-%]
1/1	1	0,60	T,u' (st)	37,64
2/2	2	0,60	T,g' (st)	32,14
1/4	4	0,70	T,s',g' (st-hf)	27,81
1/5	5	0,70	T,u,g' (st)	39,63
1/6	6	0,60	T (st-hf)	43,22
1/7	7	0,65	T (st-hf)	36,53

### 3.5 Geotechnische Kategorie

Die bautechnischen Maßnahmen sind nach DIN 1054 in die Geotechnischen Kategorien GK 1, GK 2 oder GK 3 einzustufen. Maßgebend für die Einstufung ist dabei jenes Merkmal, das die höchste Geotechnische Kategorie ergibt. Für Baugrund und Grundwasser ergibt sich dabei folgende Einstufung:

Baugrund                    GK 1

Grundwasser:            GK 2 (schichtgebundene Wässer in Einschnitten möglich)

Hieraus ergibt sich für die baugrund- und hydrogeologische Situation eine Einstufung in die **Geotechnische Kategorie 2**. Für die einzelnen Bauvorhaben ist zu prüfen, ob die Einstufung in eine höhere Geotechnische Kategorie erforderlich wird.

### 3.6 Homogenbereiche

Die in den Bohrungen angetroffenen Bodenarten wurden zu Homogenbereichen zusammengefasst. Die Homogenbereiche (1 – 3) sind den in Anlage 2 dargestellten Bodenprofilen zu entnehmen. Sie sind am rechten Rand der Profile, hinter der Schichtbeschreibung dargestellt. Die Einteilung erfolgte auf Grundlage der

Bodenansprache und der Laborversuche, wobei die Schichten entsprechend ihrer Eigenschaften zu Homogenbereichen zusammengefasst wurden.

Dabei wurde der **Mutterboden** gemäß **DIN 18320 – Landschaftsbauarbeiten** als **Homogenbereich 1** bezeichnet.

Entsprechend der **DIN 18300 – Erdarbeiten** wurden die anstehenden Tone und Kiese unter dem **Homogenbereich 2** zusammengefasst. Die darunter anstehenden Sandsteine werden unter dem **Homogenbereich 3** erfasst.

Die innerhalb der festgelegten Homogenbereiche zu erwartende Bandbreite der Eigenschaften wird auf Grundlage von Erfahrungswerten und den durchgeführten Laborversuchen angegeben und kann der Tabelle 5 entnommen werden. Aufgrund der inhomogenen und engräumig wechselnden Zusammensetzung wurden auch wechsellagernde rollige und bindige Böden zusammengefasst, sodass in der Tabelle innerhalb eines Homogenbereiches Eigenschaften beider Bodenarten wie bspw. Konsistenz und Lagerungsdichte aufgeführt sind. Wo Erfahrungswerte durch Laborversuche belegt sind, wurden diese Werte mit einer <sup>1)</sup> gekennzeichnet.

Für Bohrarbeiten zur geotechnischen Erkundung wurden die Bodenarten nach **DIN 18301 - Bohrarbeiten** in der letzten Zeile der Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Homogenbereiche

Bezeichnung	Homogenbereich	
	<b>2</b> (Tone und Kiese)	<b>3</b> (Sandstein)
Bodengruppe nach DIN 18196	TA, TL, TM, GI, GW, GE, GU, GU*, GT, GT*	-
Bodengruppe nach DIN 18915	2, 4, 6, 8	
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	gering < 5 %	-
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern	-	-
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	4 % – 40 % (14,44 % - 26,55 %) <sup>1)</sup>	-
Konsistenz nach DIN 18122 und DIN EN ISO 14688-1	weich – halbfest Ic 0,5 – > 1,0 Ip 4% - > 20 % (bindige Bereiche)	-

undrÄnirierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137 und DIN EN ISO 14688-2	25 kN/m <sup>2</sup> - 600 kN/m <sup>2</sup> (bindige Bereiche)	-
KohÄsion nach DIN 18137-1, 2, 3	-	-
organischer Anteil nach DIN 18128 und DIN EN ISO 14688-2	nicht – schwach organisch V <sub>GI</sub> < 2 % - 6 %	-
Lagerungsdichte nach DIN 18126, DIN EN ISO 14688-2	locker - mitteldicht, I <sub>D</sub> 15 – 65 % (rollige Bereiche)	-
Dichte nach DIN 18125-2	1,55 g/cm <sup>3</sup> – 2,20 g/cm <sup>3</sup>	2,50 g/cm <sup>3</sup> – 2,85 g/cm <sup>3</sup>
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	-	Sandstein
Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1	-	sehr mürb bis hart bis < 120 MN/m <sup>2</sup>
TrennflÄchen, DIN EN ISO 14689-1	-	sehr dünnbankig - dickbankig
Verwitterung DIN EN ISO 14689-1	-	frisch – mÄÄig verwittert
VerÄnderlichkeit DIN EN ISO 14689-1	-	verÄnderlich
Homogenbereiche fÄr Bohrungen zur geotechnischen Erkundung und Untersuchung nach DIN 18301	bindige, nicht bindige oder organische BÄden	Fels oder Stufen des verwitterten Fels

<sup>1)</sup> durch Laborversuche belegt

### 3.7 Frostempfindlichkeit

Nach ZTVE-StB 09 erfolgt die Klassifikation der Frostempfindlichkeit von Bodengruppen in drei Frostempfindlichkeitsklassen:

- F 1 nicht frostempfindlich
- F 2 gering- bis mittelfrostempfindlich
- F 3 sehr frostempfindlich

Nach dieser Einteilung sind die anstehenden Tone der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen.

Die Kiese sind in AbhÄngigkeit ihrer Bindigkeitsanteile den **Frostempfindlichkeitsklassen F 2 und F 3** zuzuordnen.

### 3.8 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

#### Hinterfüllung/ Tragschicht:

Sandiger Kies bzw. Schotter, bindigkeitsarm, $D_{Pr} \geq 100 \%$	cal $\gamma$	=	21	kN/m <sup>3</sup>
	cal $\gamma'$	=	12	kN/m <sup>3</sup>
	cal $\phi'$	=	37	°
	cal $c'$	=	0	kN/m <sup>2</sup>

#### Anstehend:

Ton, sandig, kiesig weich, weich-steif	cal $\gamma$	=	19	kN/m <sup>3</sup>
	cal $\gamma'$	=	9	kN/m <sup>3</sup>
	cal $\phi'$	=	25	°
	cal $c'$	=	5	kN/m <sup>2</sup>

Ton, sandig, kiesig steif, steif-halbfest	cal $\gamma$	=	19	kN/m <sup>3</sup>
	cal $\gamma'$	=	9	kN/m <sup>3</sup>
	cal $\phi'$	=	25	°
	cal $c'$	=	7	kN/m <sup>2</sup>

Kies, sandig, tonig	cal $\gamma$	=	20	kN/m <sup>3</sup>
	cal $\gamma'$	=	12	kN/m <sup>3</sup>
	cal $\phi'$	=	32	°
	cal $c'$	=	1	kN/m <sup>2</sup>

Sandstein sehr mürb, mäßig mürb	cal $\gamma$	=	22	kN/m <sup>3</sup>
	cal $\gamma'$	=	13	kN/m <sup>3</sup>
	cal $\phi'$	=	35	°
	cal $c'$	=	25	kN/m <sup>2</sup>

Dabei sind:

cal $\gamma$	=	Feuchtwichte
cal $\gamma'$	=	Wichte unter Auftrieb
cal $\varphi'$	=	Reibungswinkel
cal $c'$	=	Kohäsion

Hinsichtlich Hinterfüllung und Erddruckbeanspruchung ist das "Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke" zu beachten.

#### **4. Chemische Untersuchung von Bodenmaterial, Asphalt und Schotter**

##### **4.1 Untersuchungen des Bodens nach VwV Boden**

Die anstehenden Tone wurden an einer Mischprobe MP 1 (aus P 1/1, P 2/2, P 1/3, P 1/4, P 1/5, P 1/6 und P 1/7) im Hinblick auf eine Verwertung nach dem Parameterumfang der "Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial" (VwV Boden) analysiert.

Die Analyseergebnisse sind in Anlage 3.1 den Zuordnungswerten nach VwV Boden dargestellt.

Bei der untersuchten Mischprobe MP 1 wurde ein erhöhter Arsen-Gehalt von 20,7 mg/l festgestellt, der den Z 0-Zuordnungswert nach VwV Boden überschreitet. Das Material fällt daher in die Qualitätsstufe Z 1.2 nach VwV Boden, die zum Aufbringen außerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten gilt.

Damit ergeben sich folgende Konsequenzen für die Verwertung:

Da die festgestellten Schwermetallgehalte geogene Ursachen haben, also von Natur aus im Boden vorhanden sind, ist eine uneingeschränkte Verwertung außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht, in Gebieten gleicher geologischer Formation, also dort, wo ähnliche geogene Hintergrundwerte zu erwarten sind, uneingeschränkt möglich.

Außerhalb solcher Gebiete fällt das Material in die Qualitätsstufe Z 1.1 und kann somit nach Kapitel 5.3 der VwV in technischen Bauwerken ohne definierte technische Sicherungsmaßnahmen verwendet werden.

Sofern die Verwertung innerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht erfolgen soll, so ist eine zusätzliche Analyse nach BBodSchV erforderlich.

Im Falle einer Entsorgung kann das Material z. B. auf einer nach VwV Boden genehmigten Erddeponie abgelagert werden, sofern diese Z 1.1-Material annehmen darf. Ansonsten ist eine Ablagerung auf einer nach Deponieverordnung genehmigten Deponie möglich. Dabei werden jedoch vom Deponiebetreiber weitere Analysen nach dem Parameterumfang der Deponieverordnung anhand Haufwerksproben nach LAGA PN 98 gefordert.

## 4.2 Sulfatanalyse

Bei sulfathaltigen Untergrundverhältnissen kann es durch das Einarbeiten von Bindemitteln zu Quellprozessen kommen, die zu Aufwölbungen und Schäden an Bauwerken und Fahrbahnen führen können. Daher wurden die Proben P 1/3 und P 1/5 auf Sulfat untersucht.

Tabelle 6: Sulfatanalyse

Probe-Nr.	P 1/3	P 1/5	Sulfatanalyse
Bodenart	Ton	Ton	vorgeschlagener Grenzwert aus Veröffentlichung der 8. Erdbaufachtagung vom 10.02.2012 von Herrn Prof. Dr. Witt
<b>Feststoffparameter</b>			
mg/kg	709	599	< 3000

Diese Werte liegen unter dem in einer Veröffentlichung der 8. Erdbaufachtagung vom 10.02.2012 von Herrn Prof. Witt, Universität Weimar vorgeschlagenen

Grenzwert von 3000 mg/kg, der als unkritisch für bodenstabilisierende Maßnahmen erachtet wird. Nach den Ergebnissen der Laborversuche ist eine Bodenverbesserung somit möglich.

Sofern im Boden lokal höhere Sulfatgehalte vorliegen, die durch die Probenahme nicht erfasst sind, können Quellhebungen aber nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

In den Schichtgliedern der Stubensandsteine ist jedoch nicht mit erhöhten Sulfatgehalten zu rechnen.

Da RC-Materialien durch enthaltene Putzreste oft erhöhte Sulfatgehalte aufweisen, die in Verbindung mit Bindemitteln zu Hebungen und Bauschäden führen können, raten wir von einem Einbau von RC-Material auf entsprechend behandelten Böden dringend ab. Soll RC-Material dennoch eingebaut werden muss für alle eingebauten Chargen durch eine repräsentative Beprobung nachgewiesen sein, dass keine erhöhten Sulfatgehalte im Feststoff des RC-Materials enthalten sind.

#### **4.3 Betonaggressivität des Grundwassers**

Aus der Bohrung B 6 wurde eine Wasserprobe (WP 1) entnommen und auf betonangreifende Bestandteile untersucht.

Nach den Ergebnissen der Analytik ist **das Wasser nach DIN 4030 nicht betonaggressiv**. D.h. die Kriterien für die Einstufung in eine der Expositionsklassen XA nach DIN 1045-2 für eine Betonkorrosion durch chemischen Angriff werden noch unterschritten(s. Anlage 3.2).

### **5. Erdbebenzone und seismische Lastannahmen**

Das Bauvorhaben liegt nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen nach DIN EN 1998-1 in **keiner Erdbebenzone**.

## **6. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen**

### **6.1 Kanäle**

#### **6.1.1 Gründung des Rohraufagers**

Die Verlegetiefe der Kanäle ist nach Auskunft von Frau Bergdolt, stadtlandingenieure GmbH, im Mittel bei ca. 1,90 m unter GOK vorgesehen.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen liegt das Rohrauflager lokal in den weichen und steifen Tonen und lokal in den sandigen Kiesen. Das Rohrauflager kann in den mindestens steifen Tonen und den Kiesen ohne besondere Zusatzmaßnahmen gegründet werden. Im Bereich der nur weichen bis steifen Tone ist in der Ausschreibung unter dem Rohrauflager ein Bodenaustausch in einer Stärke von 0,20 m - 0,30 m mit Baustoffgemisch 0/56 mm, vorzusehen.

Lokal und temporär muss mit Schichtwasserzutritten gerechnet werden. Temporär zutretendes Schichtwasser kann während der Bauzeit in offener Wasserhaltung abgepumpt werden. Wir empfehlen, dazu in der Ausschreibung Dränagen vorzusehen. Diese sind bei Bedarf in den Gräben auf UK Rohrauflager mitzuziehen und nach Fertigstellung der einzelnen Bauabschnitte wieder zu plombieren, um keine Wasserwegsamkeiten im Untergrund zu schaffen.

#### **6.1.2 Sicherung der Kanalgräben**

Wir schlagen vor, die Leitungsgräben z. B. mit Verbaulementen entsprechend der DIN 4124 zu sichern. Wir weisen darauf hin, dass die Kiese beim Ausheben des Kanalgrabens sehr instabile Baugrubenwände bilden können.

Im Übrigen sind die einschlägigen Richtlinien und Normen zu beachten. Dies sind insbesondere:

- DIN EN 1610 Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen

- DIN EN 805 Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden
- TRVV DVGW W 400 Technische Regeln Wasserverteilung
- ZTVA-StB 12 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen
- ZTVE-StB 09 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

Hinsichtlich Hinterfüllung und Erddruckbeanspruchung ist das "Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke" zu beachten.

Vor Beginn der Baumaßnahme ist zu prüfen, ob einzelne Gebäude in Abhängigkeit zu ihrer Entfernung und Gründungstiefe einen Lasteinfluss auf den Kanalgraben ausüben. Gegebenenfalls werden dann zusätzliche Maßnahmen zur Sicherung des Kanalgrabens bzw. des Gebäudebestandes erforderlich. Insbesondere bei nahe angrenzenden Gebäuden und bei nicht unterkellerten Gebäuden wird dies u. U. der Fall sein.

### **6.1.3 Kanalgrabenverfüllung**

Die beim Aushub des Kanalgrabens anfallenden, mindestens steifen Tone und Kiese können zum Verfüllen der Kanalgräben im freien Gelände verwendet werden, wenn Setzungen an der Geländeoberfläche toleriert werden. Es ist aber auf eine trockene, witterungsgeschützte Zwischenlagerung zu achten. Wird weiches oder während der Zwischenlagerung aufgeweichtes Material eingebaut, muss mit starken Setzungen gerechnet werden.

Im Fahrbahnbereich gelegene Kanalgräben und solche, die einen Lasteinfluss aus Fahrbahnen oder Gebäuden erfahren, sind entsprechend der Vorgaben der ZTVE und ZTVA zu verfüllen und zu verdichten. Die beim Aushub anfallenden Tone sind ohne bodenverbessernde Maßnahmen nicht geeignet. Bei einer Verbesserung mit

Bindemittel sind die in Kapitel 4.2 beschriebenen Risiken eines Sulfattreibens zu beachten. Die erforderlichen Bindemittelmengen und die Art des Bindemittels müssen durch entsprechende Eignungsuntersuchungen und in Abhängigkeit von den aktuellen Wassergehalten festgelegt werden. Vorab kann jedoch von den in Kapitel 6.5 angegebenen Bindemittelmengen ausgegangen werden.

Alternativ kann in der Ausschreibung ein bindigkeitsarmes, gut abgestuftes und verdichtungsfähige Material, z. B. Baustoffgemisch 0/56 mm für die Kanalgrabenverfüllung vorgesehen werden.

Prinzipiell sind beim Verfüllen der Leitungsgräben die Angaben der Rohrhersteller zu beachten.

Um beim Anschneiden von Wasserwegsamkeiten eine ständige Entwässerung durch die dränierende Wirkung längs der Kanalgrabenverfüllung bzw. der Leitungszone zu verhindern, sind in der Ausschreibung Querriegel aus Beton oder Ton vorzusehen, die bei Bedarf im Bereich der Leitungszone anzuordnen sind. Die Querriegel sind dann im Bereich der Schächte, sowie bei Bedarf auch innerhalb der wasserführenden Bereiche anzuordnen, wobei die Maßnahmen in Übereinstimmung mit den Vorgaben der Rohrstatik auszuführen sind. Der genaue Abstand sowie der Lage der Querriegel sind im Zuge der Baumaßnahme in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten und den Wasserzutritten festzulegen. Vorab schlagen wir vor, von 6 Riegeln auszugehen.

Maßgeblich für die Anordnung der Riegel bzw. der mit dränierendem Baustoffgemisch verfüllten Bereiche ist die Fließrichtung des Grundwassers: Es sollen keine neuen Wasserwegsamkeiten geschaffen werden und bestehende beibehalten werden. Die Riegel sind z. B. im Bereich von Schächten und in Konformität mit den Vorgaben der Rohrstatik anzuordnen.

## **6.2 Straßenbau**

Nach Auskunft von Frau Bergdolt, stadtlandingenieure GmbH, liegt die Belastungsklasse der Erschließungsstraßen nach RStO bei Bk 1,0.

Auf Niveau Planum stehen nach den Ergebnissen der Bohrungen vorwiegend steife und steife bis halfeste Tone an.

Nach RStO bzw. ZTVE-StB 09 ist auf dem Planum ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Der Verdichtungsgrad des Planums muss bei gemischt- und feinkörnigen Böden bis 0,50 m Tiefe  $D_{Pr} \geq 97 \%$  und bei grobkörnigen Böden  $D_{Pr} \geq 100 \%$  betragen. Nach ZTVE (Tabelle 9) kann dem Verdichtungsgrad von 100 % bei grobkörnigen Böden als Richtwert ein Verhältniswert von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$  zugeordnet werden. Nach ETV-StB-BW, Teil 1 kann zur Beurteilung des Verdichtungszustandes ergänzend zur Tabelle 9 bei feinkörnigen Böden von einem Verhältniswert  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,0$  und bei gemischtkörnigen Böden von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$  ausgegangen werden.

Die auf dem Planum geforderten Verformungsmoduln werden insbesondere bei ungünstigen Witterungsverhältnissen auf den Tonen erfahrungsgemäß nicht erreichbar sein.

Wir schlagen deshalb vor, das Planum auf einer Stärke von 0,40 m mit Bindemittel zu verbessern. Bei einer Verbesserung mit Bindemittel sind die in Kapitel 4.2 beschriebenen Risiken eines Sulfatreibens zu beachten. Die erforderlichen Bindemittelmengen und die Art des Bindemittels müssen durch entsprechende Eignungsuntersuchungen und in Abhängigkeit von den aktuellen Wassergehalten festgelegt werden. Vorab kann jedoch von den in Kapitel 6.5 angegebenen Bindemittelmengen ausgegangen werden.

Alternativ kann auf Planum ein ca. 0,40 m starker Bodenaustausch mit bindigkeitsarmen, gut abgestuften und verdichtungsfähigen Material, z. B. Baustoffgemisch 0/56 mm, ausgeführt werden. Dabei ist sicher zu stellen, dass sich kein Niederschlagswasser in der Schotterpackung aufstaut und dann den darunter liegenden Boden aufweicht. Auf UK Austauschkörper ist daher eine Drainage vorzusehen, auf die ein Gefälle auszubilden ist.

Auf der ungebundenen Tragschicht ist nach RStO, bzw. ZTV-SoB bei der Belastungsklasse 1,0 ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$  ( $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ ) nachzuweisen.

Wir empfehlen, die Gesamtstärke von Frostschutz- und Tragschicht bei den Straßen nicht unter 0,45 m zu dimensionieren, um die auf OK Tragschicht geforderten Tragfähigkeiten zu erreichen.

Im Übrigen sind bei Herstellung des Erdplanums, der Frostschutzschicht und der oberen Tragschicht die "Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau" (ZTVE-StB 09) und die "Zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau" (ZtV-SoB-Stb 04) zu beachten.

## **6.3 Gebäude**

### **6.3.1 Allgemeine Gründungsmöglichkeiten**

Nach den Ergebnissen der Bohrungen werden die Gründungssohlen unterkellerten Gebäude bei einer angenommenen Geschosshöhe von etwa 3,00 m lokal in den weichen und steifen Tonen und lokal in den tonigen Kiesen liegen.

Die Gründungssohlen nicht unterkellerten Gebäude werden bei frostsicherer Gründung, 1,00 m unter GOK, größtenteils in den steifen und steifen bis halbfesten Tonen liegen.

Allgemein ist auf eine einheitliche Gründung zu achten. D. h. eine Gründung z. T. auf den Tonen und z. T. auf den Kiesen ist nicht zulässig, da Setzungsdifferenzen zu erwarten sind, die zu Bauwerksschäden führen werden.

Bei der Dimensionierung von Fundamenten kann je nach den auf Gründungsniveau anstehenden Untergrundverhältnissen vorab von folgenden Bemessungswerten für den Sohlwiderstand  $\sigma_{R,d}$  DIN 1054:2010-12 bzw. aufnehmbaren Sohlrücken  $\sigma_{zul}$  nach DIN 1054:2005-01 ausgegangen werden:

Tabelle 7: Sohlwiderstände  $\sigma_{R,d}$  bzw. aufnehmbare Sohldrücke  $\sigma_{zul}$ 

Bodenart	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{zul}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Ton min. steif	210	150
Kies, tonig	420	300

Voraussetzung ist die Einhaltung einer Mindestbreite von 0,40 m bei Streifen- und 0,80 m bei Einzelfundamenten. Die Einbindetiefe (OK Bodenplatte – UK Fundament) muss mindestens 0,60 m betragen. Auf eine frostfreie Gründung der außenliegenden Fundamente ( $\geq 1,00$  m unter Gelände) ist zu achten.

Wir weisen darauf hin, dass die Kiese und kiesigen Tone im Grundwasser nicht standsicher sind und Nachbrechen. Ggf. sind die Fundamente dann im Schutze vorgefertigter Verbaukästen herzustellen.

O. g. Pressungen und Gründungsempfehlungen können nur vorab zur Orientierung dienen und müssen im Einzelfall in Abhängigkeit von der Lage des Bauvorhabens und vom Baugrund sowie den Gebäudelasten überprüft werden. Detaillierte Angaben zur Gründung können erst dann gemacht werden, wenn nähere Informationen zur geplanten Bebauung bzw. Lasten vorliegen. Wir empfehlen dringend, eine Gründungsberatung im Einzelfall vorzusehen.

### 6.3.2 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Unbelastete Baugrubenböschungen dürfen im Allgemeinen oberhalb des Grundwassers bis zu einer Höhe von maximal 5,00 m in den mindestens steifen Tonen mit einer maximalen Neigung von  $\beta \leq 60^\circ$  hergestellt werden. Die nur weichen Tone bzw. die Kiese sind mit  $\beta \leq 45^\circ$  zu böschen.

Die Böschungsschulter muss auf einer Breite von mindestens 2,00 m frei von Lasten sein.

Um Erosionsschäden zu vermeiden und um die Böschungswände vor Witterungseinflüssen bzw. dem Zutritt von Oberflächenwasser zu schützen, sind die Böschungen gegen überfließendes Niederschlagswasser sowie gegen Austrocknung zu sichern und mit Kunststoffolie abzuhängen. Die Kunststoffolie muss so angebracht werden, dass kein Niederschlagswasser unter die Folie gelangen und die Folie nicht vom Wind weggeklappt werden kann.

Gruben für Fundamente und Fundamentvertiefungen können kurzzeitig senkrecht hergestellt werden, dürfen aber unter keinen Umständen betreten werden.

Im Übrigen sind die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) sowie die DIN 4124 zu berücksichtigen.

In Abhängigkeit der Tiefenlage der Gebäude wird gegebenenfalls ins Grundwasser eingeschnitten. Die Wasserhaltung kann während der Bauzeit offen, über einen oder mehrere Pumpensümpfe erfolgen, die nach Bedarf z. B. an den Eckpunkten der Baugrube angeordnet werden. Umlaufend sind Dränagegräben mit einem Gefälle auf die Pumpensümpfe vorzusehen. Für die Wasserhaltung ist eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich, die rechtzeitig vor Baubeginn beim Landratsamt zu beantragen ist.

### **6.3.3 Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile**

Grundwasser wurde bei den Bohrungen zwischen 1,30 m und 7,00 m unter GOK angetroffen. In Abhängigkeit von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss jedoch temporär mit Sickerwasserzutritten und höheren Grundwasserständen gerechnet werden. Bei Hochwasserständen ist auch mit einem zeitverzögerten Anstieg des Grundwassers zu rechnen. Zudem werden verfüllte Baugruben nach starken Niederschlägen allmählich mit Wasser gefüllt.

Nach dem Daten- und Kartendienst der LUBW wird das  $HQ_{\text{extrem}}$  mit 397,10 mNN angegeben. Für ein  $HQ_{100}$  liegen keine Höhenangaben vor.

Zum Schutz der ins Erdreich einschneidenden Bauteile gegen Staunässe und Sickerwasser sind entlang erdberührender Außenwände gemäß DIN 4095 Dränagen einzubauen.

Wir empfehlen im Vorfeld der weiteren Planung mit dem Landratsamt abzustimmen, ob Dränagen genehmigt werden.

#### **6.3.4 Arbeitsraumverfüllung**

Die in den Bohrungen angetroffenen mindestens steifen Tone und Kiese können zum Verfüllen der Arbeitsräume verwendet werden, wenn Setzungen an der Geländeoberfläche toleriert werden (z. B. in Grünflächen).

Es ist jedoch auf eine trockene, witterungsgeschützte Zwischenlagerung zu achten, um ein Aufweichen des Materials zu verhindern. Wird weiches oder aufgeweichtes Material eingebaut, so muss mit starken Setzungen gerechnet werden, da die Verdichtbarkeit des Bodens mit zunehmendem Wassergehalt abfällt und eine ausreichende Verdichtung bei sehr hohen Wassergehalten des Bodens dann nicht mehr möglich ist.

Überbaute Arbeitsräume, in denen keine Setzungen auftreten dürfen, wie bspw. unter Zufahrten, Terrassen oder PKW-Stellflächen, sind mit bindigkeitsarmem, gut abgestuftem Material, z. B. Baustoffgemisch 0/56 mm zu verfüllen und mit einem Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 100 \%$  zu verdichten. Auch sind entsprechende Verdichtungsnachweise zu erbringen.

#### **6.4 Regenrückhaltebecken**

Die Bohrung B 7 wurde auftragsgemäß im Bereich des geplanten RRB, im Westen des Erschließungsgebietes angelegt.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen stehen bis 2,00 m unter GOK weiche bis steife, steife und steife bis halbfeste Tone an. Ab 2,00 m unter GOK stehen tonige Kiese an.

Grundwasser wurde bei 395,40 mNN angetroffen. Erfahrungsgemäß muss daher mit Wasserzutritten gerechnet werden, die in Abhängigkeit von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen auch höher ansteigen können.

Aufgrund der im Böschungsbereich zu erwartenden, lokal kiesigen Tone empfehlen wir die Böschungen ohne zusätzliche Maßnahmen und rechnerische Nachweise nicht steiler als  $\leq 1 : 2$  auszuführen. Wir weisen darauf hin, dass beim Einschneiden in die Kiese eine zusätzliche Fußsicherung erforderlich ist, da diese bei Wasserzutritten nicht standsicher sind. Bei Bedarf kann die Böschung über einen Standsicherheitsnachweis berechnet werden.

In Abhängigkeit der Einschnittstiefe ist ggf. damit zu rechnen ist, dass Grundwasser im Becken steht. Das Retentionsvolumen ist dann begrenzt. Zudem wird ohne Abdichtung ggf. direkt in das Grundwasser versickert. Bei Anordnung einer Abdichtung kann diese bei leerem Becken ggf. unter Auftrieb geraten. Wir schlagen vor zu prüfen, ob Grundwasser über Dränagen unterhalb einer Sohlabdichtung abgeleitet werden kann.

Soll das Regenrückhaltebecken als dichtes Becken ausgeführt werden, so empfehlen wir, im Bereich des Beckens eine Grundwassermessstelle einzurichten, um den Ruhewasserspiegel sowie die Grundwasserganglinie messen und bei der weiteren Planung berücksichtigen zu können.

## 6.5 Bodenverbesserung

Ausgehend von den Laborversuchsergebnissen kann in der Ausschreibung von den in Tabelle 8 angegebenen Bindemittelmengen auf 100 Gew.-% des trockenen Bodens ausgegangen werden. Ausgehend von einer geschätzten Trockendichte der Tone von im Mittel  $1,75 \text{ t/m}^3$  ergeben sich folgende Bindemittelmengen:

Tabelle 8: Bindemittelmengen

Bereich	Menge [%]	[kg/m <sup>3</sup> ]	Frästiefe: 0,30 m [kg/m <sup>2</sup> ]	Frästiefe: 0,40 m [kg/m <sup>2</sup> ]
Kanalgraben:	2,0 – 3,0	35,0 – 52,5	10,5 – 15,8	14,0 – 21,0
Planum:	3,0 – 4,0	52,5 – 70,0	15,8 – 21,0	21,0 – 28,0

Bei einer ersten Analyse wurden keine erhöhten Sulfatgehalte festgestellt (siehe Kapitel 4.2). Im Zuge der Eignungsuntersuchung, wenn die Fläche einsehbar ist, sind ergänzend verdachtsspezifische Beprobungen durchzuführen.

Eine exakte Angabe über erforderliche Zugabemengen an Bindemittel und die Art des Bindemittels kann erst nach Durchführung einer Eignungsprüfung erfolgen.

In weichen Bereichen oder bei Niederschlägen muss mit Mehrmengen an Bindemitteln gerechnet werden, um eine ausreichende Verdichtbarkeit und Tragfähigkeit zu erzielen.

Für die Verbesserung eignet sich z.B. Bodenbinder 500 oder ein gleichwertiges Mischbindemittel. Als gleichwertig sind Bindemittel zu sehen, mit denen sich gleiche einaxiale Druckfestigkeiten bzw.  $E_{v2}$ -Werte bei gleicher Bindemittelmenge erzielen lassen.

Wir weisen darauf hin, dass es durch die Staubentwicklung beim Einfräsen und Verdriftung der aggressiven Bindemittel durch den Wind zu Schäden an Fahrzeugen und Gebäuden kommen kann. Im Falle eines Bindemittleinsatzes ist daher auf geeignete Windverhältnisse zu achten. Zudem ist bei Bedarf eine Fräse vorzuhalten, die das Einbringen des Bindemittels unter einer Staubschutzschürze ermöglicht.

## 7. Abnahme und Haftung

Haftungsvoraussetzungen sind:

- die Zusendung der Ausführungspläne
- die Durchführung einer Eignungsuntersuchung im Falle einer Bodenverbesserung
- die Abnahme der Kanalgrabensohlen
- die Durchführung von Verdichtungskontrollen der Kanalgrabenverfüllung
- die Abnahme von Planum und Tragschichten durch Plattendruckversuche

Für die Einzelbauvorhaben ist die Hinzuziehung des BFI zur Erkundung des Baugrundes und zur Gründungsberatung im Einzelfall Voraussetzung für die Haftung.

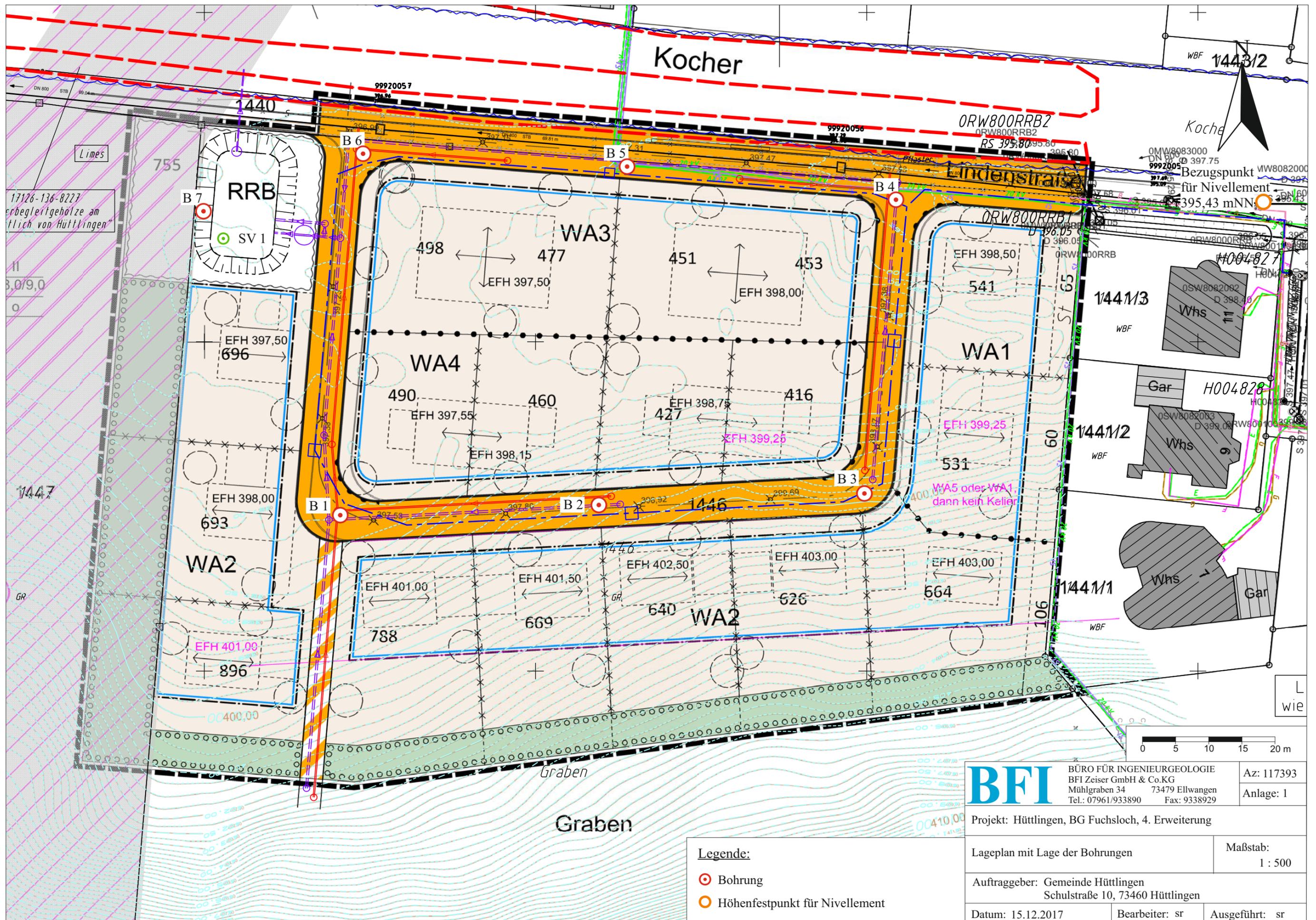
Für das BFI:

Sachbearbeiter:

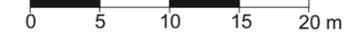
Dipl.-Ing. G. Zeiser

B.Eng. S. Reeb

Dipl.-Geol. S. Borota

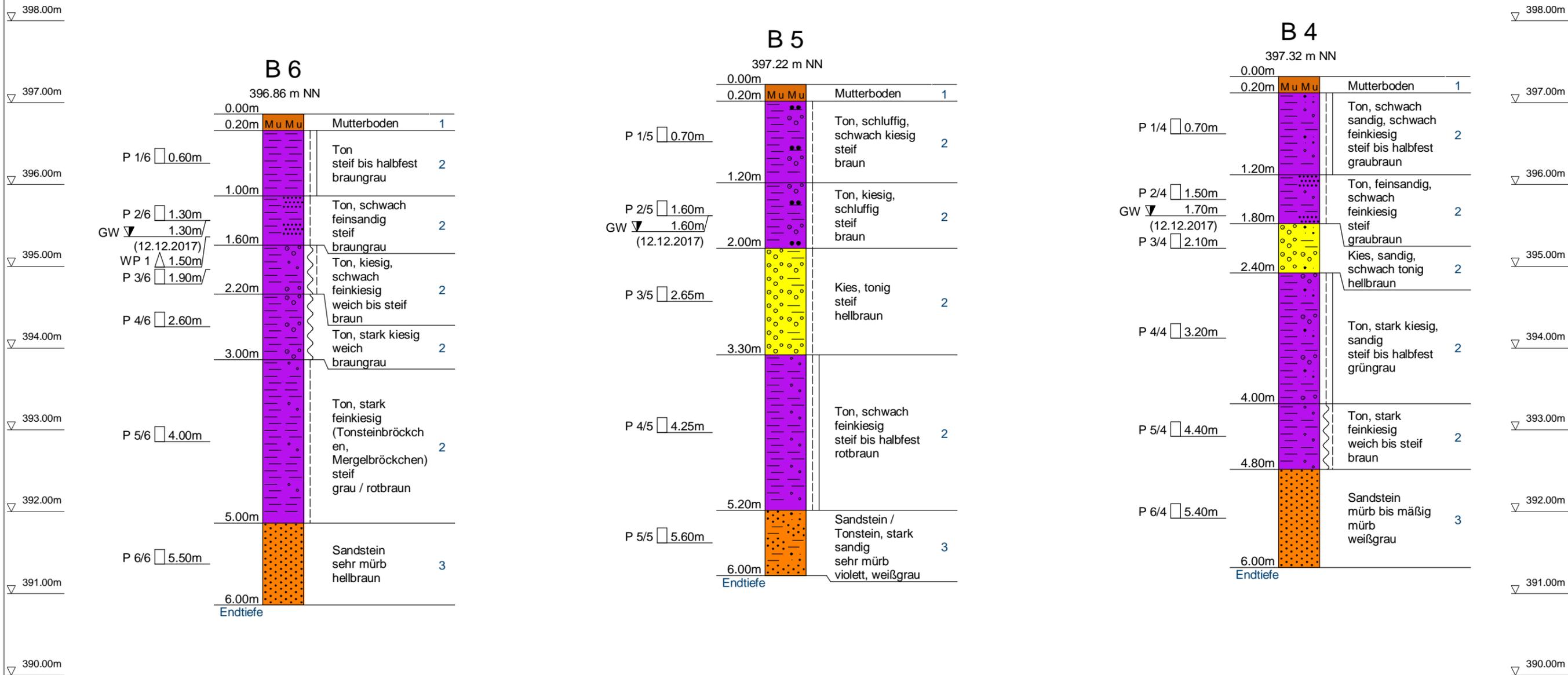


17126-136-8227  
 erbegleitgehölze am  
 flich von Hüttlingen"

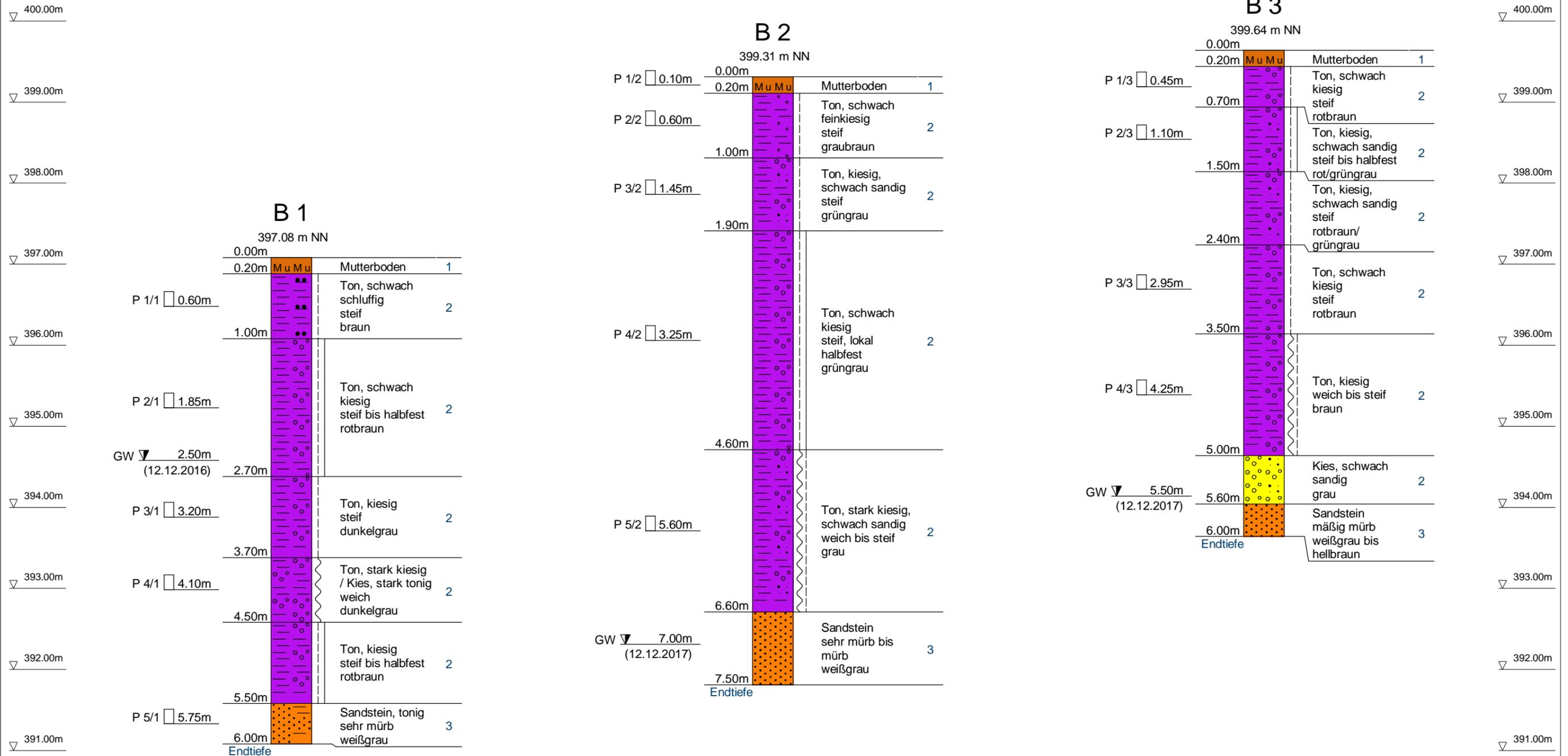


- Legende:**
- ⊙ Bohrung
  - Höhenfestpunkt für Nivellement

<b>BFI</b>	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 117393 Anlage: 1
	Projekt: Hüttlingen, BG Fuchsloch, 4. Erweiterung	
Lageplan mit Lage der Bohrungen		Maßstab: 1 : 500
Auftraggeber: Gemeinde Hüttlingen Schulstraße 10, 73460 Hüttlingen		
Datum: 15.12.2017	Bearbeiter: sr	Ausgeführt: sr

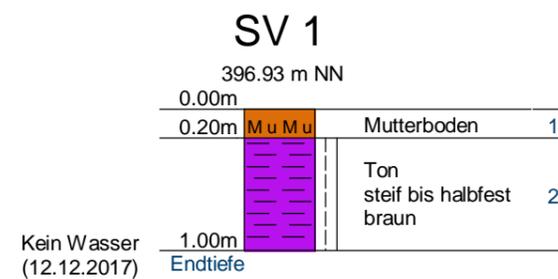
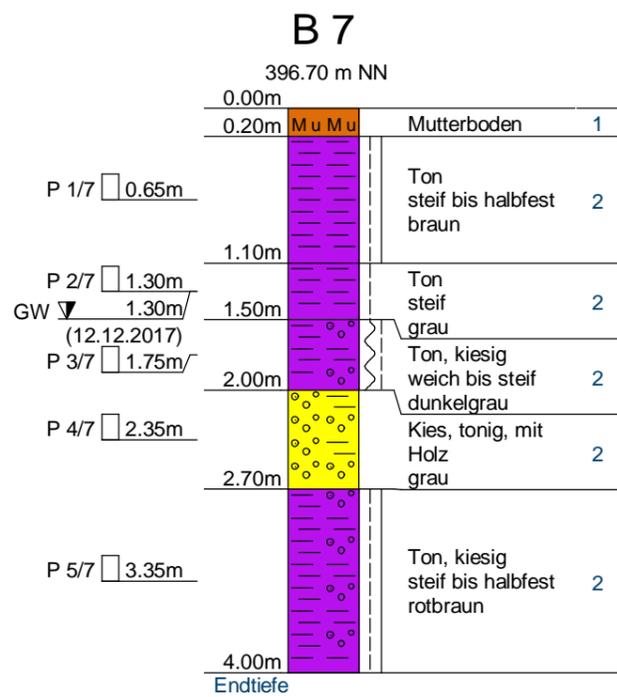


BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29 bfi@bfi-zeiser.de Internet: www.bfi-zeiser.de	Az:	117393
	Anlage:	2.1
	Schnitt:	
	Maßstab:	1:50
	Datum:	17.01.2018
	aufgenommen:	12.12.2017, seb
<b>Projekt: Hüttlingen, BG Fuchsloch, 4. Erweiterung</b>		



BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29 bfi@bfi-zeiser.de Internet: www.bfi-zeiser.de	Az:	117393
	Anlage:	2.2
	Schnitt:	
	Maßstab:	1:50
	Datum:	17.01.2018
	aufgenommen:	12.12.2017, seb
Projekt: Hüttlingen, BG Fuchsloch, 4. Erweiterung		

▽ 397.00m  
 ▽ 396.00m  
 ▽ 395.00m  
 ▽ 394.00m  
 ▽ 393.00m  
 ▽ 392.00m



Wasserspiegel Kocher am 12.12.2017 = 395,04 m NN

▽ 397.00m  
 ▽ 396.00m  
 ▽ 395.00m  
 ▽ 394.00m  
 ▽ 393.00m  
 ▽ 392.00m

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 - 73479 Eillwangen Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29 bfi@bfi-zeiser.de Internet: www.bfi-zeiser.de	Az:	117393
	Anlage:	2.3
	Schnitt:	2.3
	Maßstab:	1:50
	Datum:	17.01.2018
	aufgenommen:	12.12.2017, seb
<b>Projekt: Hüttlingen, BG Fuchsloch, 4. Erweiterung</b>		

Probe-Nr.		MP 1	Zuordnungswerte nach VwV Boden für die Verwertung <sup>5)</sup>					
Bodenart		T,u,g	in bodenähnlichen Anwendungen außerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten			in technischen Bauwerken		
Parameter	Einheit		Z 0 (Ton)	Z 0* IIIA <sup>3)</sup>	Z 0* <sup>4)</sup>	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
<b>Feststoffparameter</b>								
Cyanide, ges.	mg/kg	< 0,5	-	-	-	3	3	10
EOX	mg/kg	< 1,0	1	1	1	3	3	10
MKW (C10-C22)	mg/kg	< 40	100	100	200	300	300	1000
MKW (C10-C40)	mg/kg	< 40	-	-	400	600	600	2000
Summe BTEX	mg/kg	< 0,05	1	1	1	1	1	1
Summe LHKW	mg/kg	< 0,05	1	1	1	1	1	1
Summe PAK	mg/kg	< 0,05	3	3	3	3	9	30
- Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,05	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Summe PCB	mg/kg	< 0,01	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
Arsen	mg/kg	20,7	20	15	15	45	45	150
Blei	mg/kg	34	100	100	140	210	210	700
Cadmium	mg/kg	0,4	1,5	1	1	3	3	10
Chrom	mg/kg	59	100	100	120	180	180	600
Kupfer	mg/kg	24	60	60	80	120	120	400
Nickel	mg/kg	59	70	70	100	150	150	500
Quecksilber	mg/kg	< 0,07	1	1	1	1,5	1,5	5
Thallium	mg/kg	0,3	1	0,7	0,7	2,1	2,1	5
Zink	mg/kg	102	200	200	300	450	450	1500
<b>Eluatparameter</b>								
pH-Wert <sup>1)</sup>	-	7,9	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
Leitfähigkeit <sup>1)</sup>	µS/cm	175	250	250	250	250	1500	2000
Chlorid	mg/l	< 1,0	30	30	30	30	50	100
Sulfat <sup>2)</sup>	mg/l	< 1,0	50	50	50	50	100	150
Cyanide, gs.	mg/l	< 0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,01	0,02
Phenolindex	mg/l	< 0,010	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,1
Arsen	mg/l	< 0,001	-	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06
Blei	mg/l	< 0,001	-	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2
Cadmium	mg/l	< 0,0003	-	0,0015	0,0015	0,0015	0,003	0,006
Chrom	mg/l	< 0,001	-	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06
Kupfer	mg/l	< 0,005	-	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1
Nickel	mg/l	< 0,001	-	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	-	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002
Zink	mg/l	< 0,01	-	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6
Einstufung		Z 1.1						

- 1) Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlusskriterium
- 2) Bei großflächigen Verwertungen von Boden mit mehr als 20 mg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne geogen erhöhte Sulfatgehalte grundwassereinzugsbezogene Frachtberechnungen anzustellen
- 3) maximale Feststoffgehalte für den Einbau in Wasserschutzgebieten der Zone IIIA, Heilquellenschutzgebieten, Wasservorranggebieten, Karstgebieten
- 4) maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen
- 5) Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.04.2007

<b>BFI</b>	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 117393
	Anlage: 3.1	
Projekt: Hüttlingen, BG „Fuchsloch“, 4. Erweiterung		
Analyseergebnisse nach VwV		
Auftraggeber: Gemeinde Hüttlingen Schulstraße 10, 73460 Hüttlingen		
Datum: 10.01.2018	Bearbeiter: sr	Ausgeführt: sr

### Wasseranalyse nach DIN 4030

Projekt: Hüttlingen, BG „Fuchsloch“, 4. Erweiterung  
Az: 117393  
Probenart: Grundwasser  
Entnahmestelle: B 6  
Entnahmedatum: 12.12.2017

Parameter	Einheit	(nicht)	XA 1 (schwach)	XA 2 (mäßig)	XA 3 (stark)	Untersuchungs- ergebnisse
pH-Wert	-	> 6,5	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5	7,3
kalklösende Kohlensäure	mg CO <sub>2</sub> /l	< 15	15 - 40	40 - 100	> 100	< 5,0
Ammonium	mg/l	< 15	15 - 30	30 - 60	> 60	0,25
Magnesium	mg/l	< 300	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000	4,57
Sulfat	mg/l	< 200	200 - 600	600 - 3000	> 3000	15

Analytik:

pH-Wert: DIN 38404 C 5  
Ammonium: DIN 15923-1  
Magnesium: DIN 17294-2  
kalkl. Kohlensäure: DIN 38404 C 10-M4  
Sulfat: DIN EN ISO 10304-1

Das Wasser ist nach DIN 4030 in der untersuchten Probe als **nicht  
betonangreifend** einzuordnen.