

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
Zunnen/Geothermie

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

Stadt Biberach
Marktplatz 7/1
88400 Biberach an der Riß

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen

Datum

kd-sr-sb/ Az. 120087

22.04.2020

Biberach-Stafflangen, Erschließung BG „Wiesenbreite III“

hier: Baugrunduntersuchung mit Gründungsberatung

Auftraggeber:

Stadt Biberach
Marktplatz 7/1
88400 Biberach an der Riß

Planung:

Rapp + Schmid
Infrastrukturplanung GmbH
Im Espach 5
88444 Ummendorf

Ingenieurgeologische
Untersuchung und
Beratung:

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

INHALTSVERZEICHNIS

Textteil	Seite
1. Planunterlagen	4
2. Lage und Aufgabenstellung	4
3. Untergrund.....	5
3.1 Baugrundgeologische Situation	5
3.2 Stratigrafie	6
3.3 Wasserverhältnisse	6
3.4 Sickerversuch.....	6
3.5 Laborversuche.....	8
3.6 Geotechnische Kategorie.....	8
3.7 Homogenbereiche	9
3.8 Frostempfindlichkeit	11
3.9 Bodenkennwerte.....	11
4. Chemische Untersuchungen.....	12
4.1 Untersuchung auf teerhaltige Stoffe	12
4.2 Untersuchung nach VwV Boden	13
4.3 Sulfatanalyse.....	14
5. Erdbebenzone und seismische Lastannahmen	15
6. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen	16
6.1 Kanäle	16
6.1.1 Gründung des Rohraufagers.....	16
6.1.2 Sicherung der Kanalgräben.....	16
6.1.3 Kanalgrabenverfüllung.....	17
6.2 Straßenbau.....	18
6.2.1 Planum	19
6.2.2 Tragschicht.....	20
6.3 Gebäude	20
6.3.1 Allgemeine Gründungsmöglichkeiten	20
6.3.2 Baugrubensicherung und Wasserhaltung	21

6.3.3 Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile.....	22
6.3.4 Arbeitsraumverfüllung	23
6.4 Retentionsbecken	23
6.5 Bodenverbesserung.....	24
7. Abnahme und Haftung	26

Anlagenteil

Anlage 1.1:	Geologische Karte	M. 1 : 10.000
Anlage 1.2:	Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 bis B 9	M. 1 : 1.000
Anlage 2.1:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 1 – B 4	M. 1 : 75
Anlage 2.2:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 5 – B 9	M. 1 : 75
Anlage 3.1:	Analyseergebnisse auf teerhaltige Stoffe	
Anlage 3.2:	Analyseergebnisse nach VwV Boden	

1. Planunterlagen

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

- Grundlagenplan M. 1 : 500 vom 28.01.2020

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

2. Lage und Aufgabenstellung

Die Stadt Biberach beabsichtigt die Erschließung des Baugebietes „Wiesenbreite III“. Das Baugebiet liegt im Nordosten von Biberach-Stafflangen nördlich der Tratengasse.

Das Gelände fällt nach den Ansatzhöhen der Bohrungen von 600,62 mNN auf 593,30 mNN nach Süden ein und wurde vormals landwirtschaftlich genutzt.

Konkrete Planunterlagen liegen derzeit noch nicht vor. Nach Auskunft von Herrn Rapp, Rapp + Schmid Infrastrukturplanung GmbH, wird die Belastungsklasse der Erschließungsstraßen nach RStO bei Bk 0,3 liegen.

Die Verlegetiefe des Mischwasserkanals ist nach Auskunft von Herrn Rapp bei maximal 4,00 m unter GOK geplant.

Im Süden des Baugebietes ist ein Retentionsbecken vorgesehen.

Das BFI wurde von der Stadt Biberach beauftragt, eine Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung für die geplante Erschließung durchzuführen.

3. Untergrund

3.1 Baugrundgeologische Situation

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 26.03.2020 auftragsgemäß neun Bohrungen (B 1 – B 9) bis in Tiefen zwischen 1,50 m und 5,00 m unter Gelände abgeteuft.

Da mit den Bohrungen der Anschnitt von Grundwasser zu erwarten war, wurde am 09.03.2020 eine wasserrechtliche Erlaubnis beim Landratsamt beantragt. Die wasserrechtliche Erlaubnis wurde vom Landratsamt mit Entscheidung vom 25.03.2020 unter Auflagen erteilt.

Die Ansatzhöhen der Bohrungen wurden auf einen Kanaldeckel eingemessen, dessen Deckelhöhe mit 591,62 mNN angegeben wurde.

Die Lage der Bohrungen kann dem Lageplan (Anlage 1.2) entnommen werden.

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

Die Stärke des Mutterbodens wurde in den Bohrungen zwischen ca. 0,30 m und 0,40 m ermittelt.

Bei der Bohrung B 8 wurde zunächst eine 0,05 m starke Asphaltsschicht auf einer 0,35 m starken Schottersschicht durchteuft.

Unter dem Mutterboden bzw. dem Schotter stehen weiche bis steife, steife und steife bis halbfeste sandige, kiesige Tone und Schluffe an. Lokal sind den Tonen und Schluffen auch schluffige Sande eingelagert.

Bei der Bohrung B 9 wurde ab 4,20 m unter GOK ein zu Sanden entfestigter und zersetzter Sandstein erkundet.

Die Tone, Schluffe und Sande wurden bis zur Endtiefe der Bohrungen bei 1,50 m bzw. 5,00 m unter GOK aufgeschlossen.

3.2 Stratigrafie

Stratigrafisch liegt das Baugebiet in den Schichtgliedern der Scholterhaus-Subformation sowie der lössführenden Fließerden.

3.3 Wasserverhältnisse

In der Bohrung B 7 wurden während der Arbeiten Schicht-/ Sickerwasserzutritte in 4,80 m unter GOK festgestellt. Bis Abschluss der Bohrarbeiten waren alle Bohrungen trocken. In Abhängigkeit von jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss jedoch lokal und temporär mit Schicht- und Sickerwasserzutritten gerechnet werden.

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.

3.4 Sickerversuch

Um die Versickerungsfähigkeit von Niederschlagswasser im Untergrund beurteilen zu können wurde in den Bohrungen B 4, B 5 und B 9 ein 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 1 angegeben.

Tabelle 1: Ergebnisse Sickerversuche

Sickerversuch	Bohrung	Absenkung [m]	Zeit [s]	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
SV 1	B 4	1,03	3600	$4,66 \times 10^{-6}$
SV 2	B 5	0,72	3600	$3,52 \times 10^{-6}$
SV 3	B 9	0,48	3600	$3,47 \times 10^{-6}$

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.

Die Sickerfähigkeit des Bodens liegt somit gerade so in dem nach DWA Arbeitsblatt A 138 geeigneten k_f -Wert-Bereich. Die aufgeschlossenen Schichten sind daher für eine Versickerung geeignet jedoch werden nur geringe Wassermengen versickern. Des Weiteren besteht die Gefahr, dass bei der geringen Durchlässigkeit die vorhandene Durchlässigkeit durch den Eintrag von Feinteilen noch weiter reduziert wird.

3.5 Laborversuche

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 26 gestörte Proben entnommen. Von den aus dem Boden entnommenen Proben wurden 6 auf ihren natürlichen Wassergehalt untersucht. Dabei wurden die in Tabelle 2 aufgeführten Werte ermittelt.

Tabelle 2: natürliche Wassergehalte

Probe P	Bohrung B	Tiefe [m]	Bodenart (Konsistenz)	natürlicher Wassergehalt [Gew.-%]
1/2	2	2,45	S,u*	15,47
2/1	2	1,45	U,t,s* (st-hf)	21,55
3/2	3	1,20	U,t,s (w-st)	25,40
5/2	5	2,50	U,t,s,g (w)	26,80
6/1	6	1,05	T,u,s' (w-st)	25,19
7/1	7	0,85	T,u,s (w-st)	26,03

3.6 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 2 (weiche Schichten)
 Grundwasser: GK 2 (schichtgebundene Wässer in Einschnitten möglich)

Hieraus ergibt sich aus baugrundgeologischer Situation eine Einstufung in die **Geotechnische Kategorie 2**. Aufgrund der Tiefe der Gräben > 2,00 m und < 5,00 m ist ebenfalls die Einstufung in die **Geotechnische Kategorie 2** erforderlich.

3.7 Homogenbereiche

Die in den Bohrungen angetroffenen Bodenarten wurden zu Homogenbereichen zusammengefasst. Die Homogenbereiche (1 – 4) 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 oberflächennah lokal angetroffenen Schotter dem **Homogenbereich 2** zugeordnet. Die anstehenden Tone, Schluffe und Sande wurden unter dem **Homogenbereich 3** zusammengefasst. Die im Bereich der Bohrung B 9 aufgeschlossenen Sandsteine wurden unter dem **Homogenbereich 4** 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 3 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 ¹⁾ gekennzeichnet.

Für Bohrarbeiten zur geotechnischen Erkundung wurden die Bodenarten nach **DIN 18301 - Bohrarbeiten** in der letzten Zeile der Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Homogenbereiche

Bezeichnung	Homogenbereich		
	2 (Tragschicht- schotter)	3 (Tone, Schluffe und Sande)	4 (Sandstein)
Bodengruppe nach DIN 18196	GI, GW, GE, GU, GU*, GT, GT*	TA, TL, TM, UA, UL, UM, SI, SW, SE, SU, SU*, ST, ST*	-
Bodengruppe nach DIN 18915	2, 4	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 % – 15 %	4 % – 40 % (15,47 % - 26,80 %)¹)	-
Konsistenz nach DIN 18122 und DIN EN ISO 14688-1	-	weich – halbfest Ic 0,5 – > 1,0 Ip 4% - > 20 % (bindige Bereiche)	-
undrained Scherfestigkeit nach DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137 und DIN EN ISO 14688-2	-	25 kN/m² - 600 kN/m² (bindige Bereiche)	-
Kohäsion nach DIN 18137-1, 2, 3	-	0 – 15 kN/m²	-
organischer Anteil nach DIN 18128 und DIN EN ISO 14688-2	-	nicht vorhanden V _{GI} < 2 %	-
Lagerungsdichte nach DIN 18126, DIN EN ISO 14688-2	mitteldicht - dicht, I _D 35 – 85 %	mitteldicht - dicht, I _D 35 – 85 % (rollige Bereiche)	-
Dichte nach DIN 18125-2	2,00 g/cm³ - 2,50 g/cm³	1,55 g/cm³ – 2,00 g/cm³	2,30 g/cm³ – 2,85 g/cm³
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	-	-	Sandstein
Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1	-	-	bis 120 MN/m²
Trennflächen, DIN EN ISO 14689-1	-	-	sehr dünnbankig - dickbankig
Verwitterung DIN EN ISO 14689-1	-	-	frisch – mäßig verwittert
Veränderlichkeit DIN EN ISO 14689-1	-	-	veränderlich
Homogenbereiche für Bohrungen zur geotechnischen Erkundung und Untersuchung nach DIN 18301	bindige, nicht bindige oder organische Böden	bindige, nicht bindige oder organische Böden	Fels oder Stufen des verwitterten Fels

¹) durch Laborversuche belegt

3.8 Frostempfindlichkeit

Nach ZTVE-StB 17 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 und Schluffe der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen.

Die Sande sind in Abhängigkeit ihrer Bindigkeitsanteile den **Frostempfindlichkeitsklassen F 2 und F 3** zuzuordnen.

Die lokal angetroffenen Schotter sind in Abhängigkeit von ihren Bindigkeitsanteilen den **Frostempfindlichkeitsklassen F 1 und F 2** zuzuordnen.

3.9 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Hinterfüllung/ Tragschicht:

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

Anstehend:

Ton/ Schluff, sandig, kiesig	cal γ	=	19	kN/m ³
weich, weich-steif	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal ϕ'	=	25	°
	cal c'	=	3	kN/m ²
Ton/ Schluff, sandig, kiesig	cal γ	=	19	kN/m ³
steif, steif-halbfest	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal ϕ'	=	25	°
	cal c'	=	5	kN/m ²
Sand, schluffig, kiesig	cal γ	=	20	kN/m ³
	cal γ'	=	11	kN/m ³
	cal ϕ'	=	27	°
	cal c'	=	3	kN/m ²
Sandstein	cal γ	=	22	kN/m ³
sehr mürb, mürb	cal γ'	=	13	kN/m ³
	cal ϕ'	=	35	°
	cal c'	=	25	kN/m ²

Dabei sind:

cal γ	=	Feuchtwichte
cal γ'	=	Wichte unter Auftrieb
cal ϕ'	=	Reibungswinkel
cal c'	=	Kohäsion

4. Chemische Untersuchungen

4.1 Untersuchung auf teerhaltige Stoffe

Aus den bituminösen Schichten der Bohrung B 8 wurde die Probe P 8/1 entnommen und auftragsgemäß laborchemisch gemäß RuVA-StB 01 auf PAK im Feststoff und Phenole im Eluat analysiert.

Die Analysenergebnisse sind in Anlage 3.1 dargestellt.

Die **Asphaltprobe P 8/1** weist nur einen geringfügigen PAK-Gehalt von 0,7 mg/kg auf, Phenole sind nicht nachweisbar. Das Material entspricht damit der Verwertungsklasse A und ist als "nicht teerhaltig" im Sinne der RuVA und des "Leitfadens teerhaltiger Straßenaufbruch" einzustufen.

Der in diesen Bereichen anfallende Ausbauasphalt kann im Heißmischverfahren sowie im Kaltmischverfahren mit Bindemitteln wiederverwertet werden. Auch eine Kaltverarbeitung ohne Bindemittel in Tragschichten unter wasserundurchlässigen Deckschichten ist möglich

Bei einer Verwertung als Recyclingbaustoff außerhalb des Straßenbaus entspricht das Material der Qualitätsstufe Z 1.1 und kann damit in technischen Bauwerken bei einem Abstand zwischen Schüttkörperbasis und Grundwasserspiegel > 1 m verwertet werden. Bei einer Entsorgung entspricht das Material der Deponieklasse DK 0.

Wir weisen darauf hin, dass die Angaben zur Belastungssituation auf punktuellen Untersuchungen beruhen. Daher ist nicht auszuschließen, dass trotz des negativen Befundes beim Ausbau Belastungen festgestellt werden können. Auch die Tragschichtschotter können belastet sein.

4.2 Untersuchung nach VwV Boden

Aus den anstehenden Tönen und Schluffen wurde eine Mischprobe MP 1 (aus P 1/1, P 2/1, P 3/2, P 4/1, P 5/1, P 5/2, P 6/1, P 6/2, P 7/1, P 8/3, P 9/1, P 9/2 und P 9/3) hergestellt, die im Hinblick auf eine Verwertung außerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten nach dem Parameterumfang der "Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial" (VwV Boden) analysiert wurde.

Die Analyseergebnisse sind in Anlage 3.2 den Zuordnungswerten nach VwV Boden dargestellt.

Danach weist das Material keine erhöhten Gehalte auf. Alle Parameter unterschreiten die Z 0-Zuordnungswerte der VwV Boden, die für die Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen und zur Verfüllung von Abgrabungen außerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten gelten. Das Material kann daher außerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten frei verwendet werden. Falls eine Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen vorgesehen ist, wären ergänzend die Vorsorgewerte nach Anhang 2, Ziff. 4 der BBodSchV zu bestimmen. Diese müssten dann ggfs. zusätzlich untersucht werden.

Im Falle einer Entsorgung kann das Material z. B. auf einer nach VwV Boden genehmigten Erddeponie (Z 0) abgelagert werden.

Die vorgenommenen Einstufungen basieren auf Mischproben aus punktuellen Bohrungen, die aufgrund inhomogener Verteilung nicht zwangsläufig repräsentativ für das spätere Aushubmaterial sein müssen. Sie dienen lediglich als Vorab-Information z. B. für Ausschreibungen. Beim Aushub anfallendes Material kann aufgrund inhomogener Zusammensetzung u. U. auch höher belastet sein.

4.3 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 wurde die Probe P 6/1 auf Sulfat untersucht.

Tabelle 4: Sulfatanalyse/

Probe-Nr.	P 6/1	Sulfatanalyse
Bodenart	Ton	nach ZTV E-StB 17 vorgegebener Grenzwert 0,3 % der Trockenmasse
Feststoffparameter		
mg/kg	87	< 3000

Die Sulfatgehalte der Proben liegen unter dem nach ZTV E-StB 17 vorgegebenen Grenzwert von 0,3 % der Trockenmasse ($\cong 3000 \text{ mg/kg}$), welcher 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 Scholterhaus-Subformation sowie der lössführenden Fließerden ist jedoch nicht mit erhöhten Sulfatgehalten zu rechnen.

Wir weisen darauf hin, dass es beim Einbau von RC-Materialien in Sulfat führenden Böden oder auf verbesserten Schichten zu Hebungen und Bauschäden kommen kann. Wir raten daher von einem Einbau von RC-Material auf entsprechend behandelten Böden bzw. in Böden mit erhöhten Sulfatgehalten dringend ab.

5. Erdbebenzone und seismische Lastannahmen

Das Bauvorhaben liegt nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen nach DIN EN 1998-1 in der **Erdbebenzone 1** und gehört zur **Untergrundklasse S** (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

Die Erdbebenzone 1 umfasst Gebiete, denen gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus ein Intensitätsintervall von 6,5 bis $< 7,0$ zugeordnet ist. Der zugehörige Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g beträgt in dieser Erdbebenzone $0,4 \text{ m/s}^2$.

6. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen

6.1 Kanäle

6.1.1 Gründung des Rohraufagers

Konkrete Planunterlagen liegen derzeit noch nicht vor. Die Verlegetiefe des Mischwasserkanals ist nach Auskunft von Herrn Rapp, Rapp + Schmid Infrastrukturplanung GmbH, bei maximal 4,00 m unter GOK geplant.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen werden die Gründungssohlen somit in den weichen, steifen und halbfesten Tonen und Schluffen sowie den Sanden liegen.

Im Bereich der mindestens steifen Tone und Schluffe sowie der Sande kann das Rohraufager ohne zusätzliche Maßnahmen aufgebracht werden. In weichen Bereichen ist unter dem Rohraufager ein 0,20 m – 0,30 m starker Bodenaustausch vorzusehen, der bei Bedarf anzuordnen ist. Als Austausch-Material eignet sich ein bindigkeitsarmes, gut abgestuftes und verdichtungsfähiges Material, z.B. Baustoffgemisch 0/56 mm.

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 Rohraufager 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 Verbauelementen entsprechend der DIN 4124 zu sichern. Wir weisen darauf hin, dass die weichen Schichten und die Sande 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
- TRWV DVGW W 400 Technische Regeln Wasserverteilung
- ZTVA-StB 12 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen
- ZTVE-StB 17 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, Schluffe und Sande 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 und Schluffe sowie die tonigen, schluffigen Sande sind ohne bodenverbessernde Maßnahmen nicht geeignet. Bei einer Verbesserung mit Bindemittel sind die in Kapitel 4.3 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 Rohrersteller zu beachten.

6.2 Straßenbau

Konkrete Planunterlagen liegen derzeit noch nicht vor. Nach Auskunft von Herrn Rapp, Rapp + Schmid Infrastrukturplanung GmbH, wird die Belastungsklasse der Erschließungsstraßen nach RStO bei Bk 0,3 liegen.

6.2.1 Planum

Nach RStO bzw. ZTVE-StB 17 ist auf dem Planum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ 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.

Auf Niveau Planum stehen nach den Ergebnissen der Bohrungen weiche, steife und halbfeste Tone und Schluffe an. Die auf Planum geforderten Verformungsmoduln $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ werden insbesondere bei ungünstigen Witterungsverhältnissen auf den Tonen und Schluffen erfahrungsgemäß nicht erreichbar sein. Um den auf dem Planum geforderten Wert zu erreichen, schlagen wir vor, das Planum auf einer Stärke von 0,40 m mit Bindemitteln zu verbessern.

Bei einer Verbesserung mit Bindemittel sind die in Kapitel 4.3 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 ein ca. 0,40 m starker Bodenaustausch mit bindigkeitsarmem, gut abgestuftem und verdichtungsfähigem Material, z. B. Baustoffgemisch 0/56 mm, auf einem Vlies der Klasse 3 vorgesehen 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.

6.2.2 Tragschicht

Auf der ungebundenen Tragschicht ist nach RStO, bzw. ZTV-SoB bei der Belastungsklasse 0,3 ein in Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ ($E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$) nachzuweisen.

Wir empfehlen, die Gesamtstärke von Frostschutz- und Tragschicht bei den Straßen der Belastungsklasse Bk 0,3 nicht unter 0,35 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 unterkellerter Gebäude bei einer angenommenen Geschosshöhe von etwa 3,00 m in den weichen, steifen und halbfesten Tonen und Schluffen liegen.

Die Gründungssohlen nicht unterkellerter Gebäude werden bei frostsicherer Gründung, 1,00 m unter GOK, in den weichen, steifen und halbfesten Schluffen und Tonen.

Die weichen und weichen bis steifen Schichten sind für die Gründung von Gebäuden nicht geeignet und müssen durchgründet 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 Sohldrücken σ_{zul} nach DIN 1054:2005-01 ausgegangen werden:

Tabelle 5: Sohlwiderstände $\sigma_{R,d}$ bzw. aufnehmbare Sohldrücke σ_{zul}

Bodenart	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	σ_{zul} [kN/m ²]
Ton-/ Schluff min. steif	210	150

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.

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 und Schluffen mit einer maximalen Neigung von $\beta \leq 60^\circ$ hergestellt werden. Die nur weichen Tone und Schluffe sind mit $\beta \leq 45^\circ$ zu böschen.

Die Böschungsschulter muss auf einer Breite von mindestens 2,00 m frei von Lasten sein. Bei Lasten an der Böschungsschulter, auch jenseits der 2,00 m, aus Baubetrieb (z.B. Kranstellflächen, Schwerlastverkehr, Zwischenlager) oder angrenzenden Gebäuden sind die Böschungen rechnerisch nachzuweisen.

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 Kunststofffolie abzuhängen. Die Kunststofffolie muss so angebracht werden, dass kein Niederschlagswasser unter die Folie gelangen und die Folie nicht vom Wind weggeklappt werden kann.

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

Lokal und temporär in die Baugrube zutretende Schichtwässer können über eine offene Wasserhaltung abgezogen werden.

6.3.3 Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile

Grundwasser wurde bei den Bohrungen nicht angetroffen. In Abhängigkeit von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss jedoch temporär mit Sickerwasserzutritten gerechnet werden. Zudem werden verfüllte Baugruben nach starken Niederschlägen allmählich mit Wasser gefüllt.

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.

Ist die Ausbildung einer Dränage genehmigungsrechtlich, aus Platzgründen oder wegen der fehlenden Vorflut nicht machbar, ist eine wasserdichte Ausführung vorzusehen. Die Gebäude sind entsprechend bis zum Niveau einer Begrenzungsdränage, die an eine rückstaufreie Vorflut angeschlossen wird, auftriebssicher und wasserdicht herzustellen. Alternativ können die Gebäude bis GOK auftriebssicher und wasserdicht ausgeführt werden.

6.3.4 Arbeitsraumverfüllung

Die in den Bohrungen angetroffenen mindestens steifen Tone, Schluffe, Sande 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 Retentionsbecken

Die Bohrungen B 4 und B 9 wurde auftragsgemäß im Bereich eines geplanten Retentionsbeckens angelegt. Eine konkrete Planung hierzu liegt derzeit noch nicht vor.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen stehen im Bereich der Beckensohle weiche und steife Tone und Schluffe an. Grundwasser wurde nicht angetroffen. Erfahrungsgemäß muss beim Einschneiden in das Gelände jedoch mit Wasserzutritten gerechnet werden, die in Abhängigkeit von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen auch höher ansteigen können.

Aufgrund der im Böschungsbereich zu erwartenden, weichen und steifen Tone und Schluffe empfehlen wir die Böschungen ohne zusätzliche Maßnahmen und rechnerische Nachweise nicht steiler als $\leq 1 : 2$ auszuführen. Bei Bedarf kann die Böschung über einen Standsicherheitsnachweis berechnet werden.

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 Sickersversuchs liegt die Durchlässigkeit des anstehenden Untergrundes bei $4,66 \times 10^{-6}$ m/s bzw. $3,47 \times 10^{-6}$ m/s. Über die Beckensohle werden daher nur sehr geringe Wassermengen versickern.

6.5 Bodenverbesserung

Ausgehend von den Laborversuchsergebnissen kann in der Ausschreibung von den in Tabelle 6 angegebenen Bindemittelmengen auf 100 Gew.-% des trockenen Bodens ausgegangen werden. Ausgehend von einer geschätzten Trockendichte der Tone und Schluffe von im Mittel $1,75 \text{ t/m}^3$ ergeben sich folgende Bindemittelmengen:

Tabelle 6: Bindemittelmengen

Bereich	Menge [%]	[kg/m ³]	Frästiefe: 0,30 m [kg/m ²]	Frästiefe: 0,40 m [kg/m ²]
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 4.3). 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 Abnahme der Kanalgrabensohlen
- die Durchführung von Verdichtungskontrollen der Kanalgrabenverfüllung
- die Abnahme von Planum und Tragschichten durch Plattendruckversuche
- die Durchführung einer Eignungsuntersuchung im Falle einer Bodenverbesserung

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

Für das BFI:



Dipl.-Ing. (FH) K. Deis

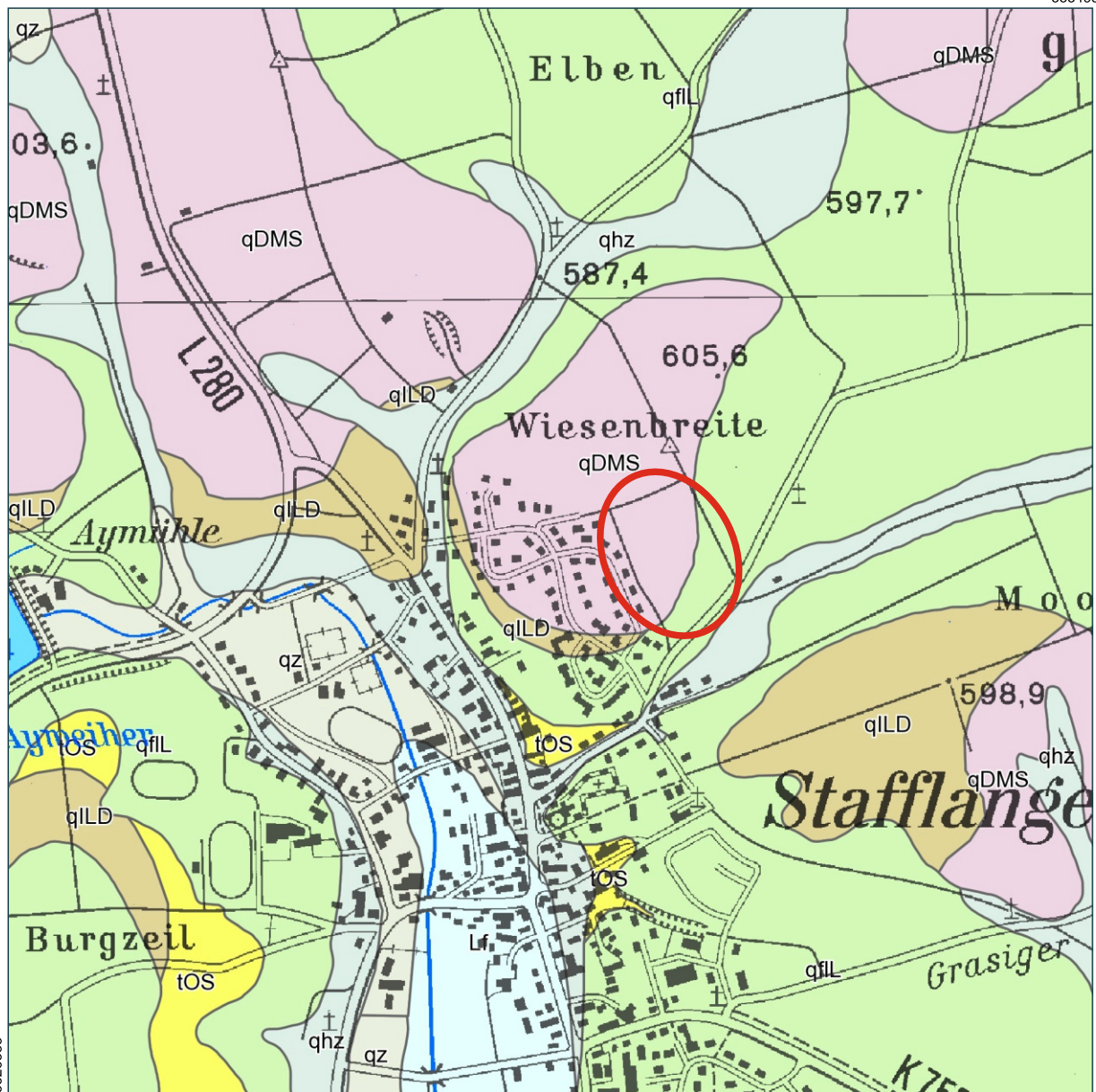
Sachbearbeiter:

gez. Reeb

B.Eng. S. Reeb

gez. Baumann

Dipl. Umweltwiss. S. Baumann

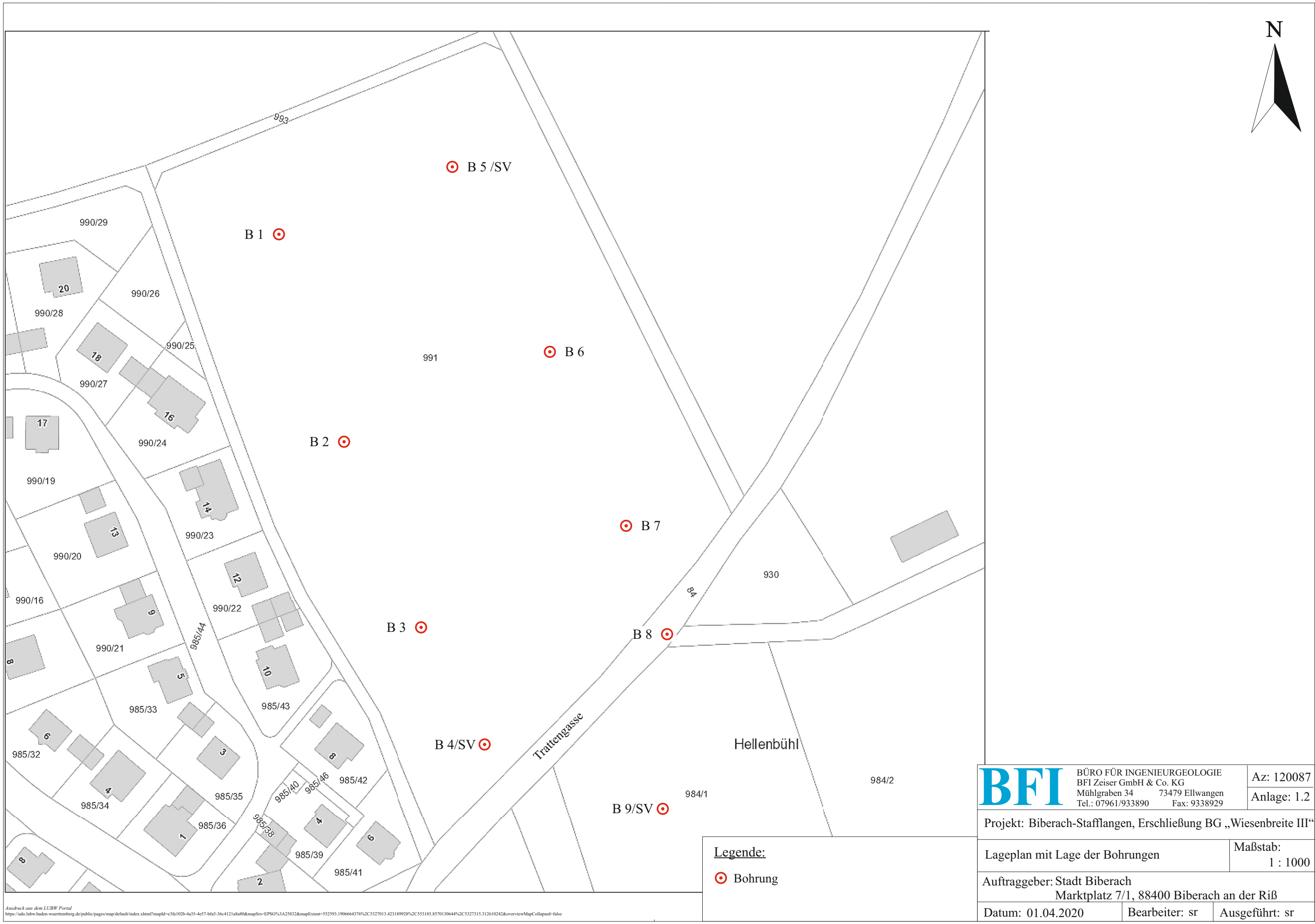


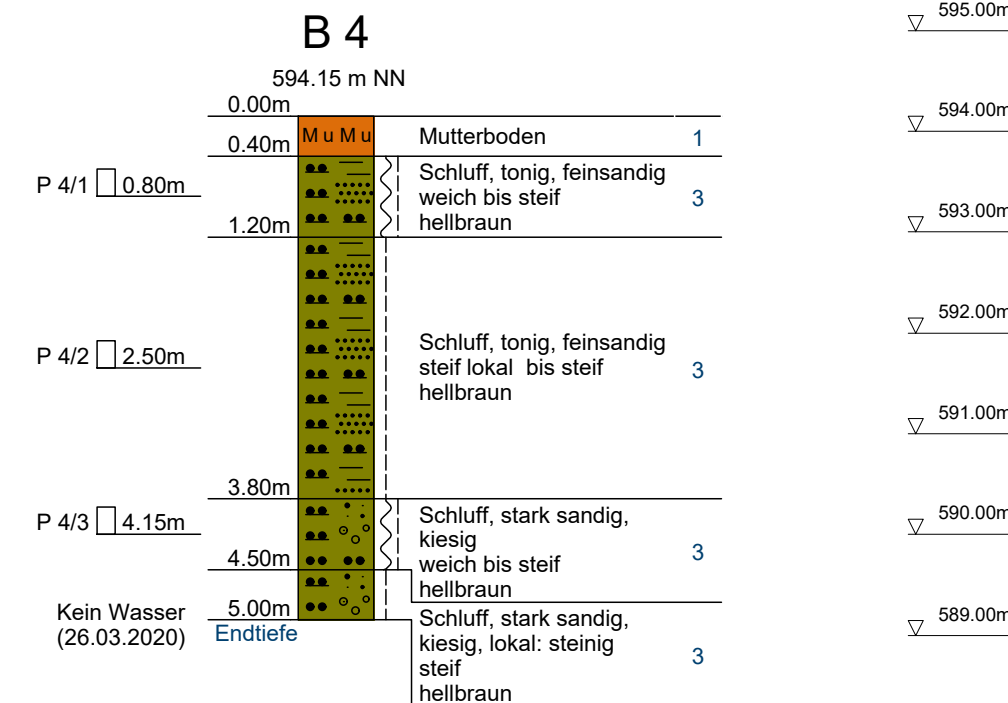
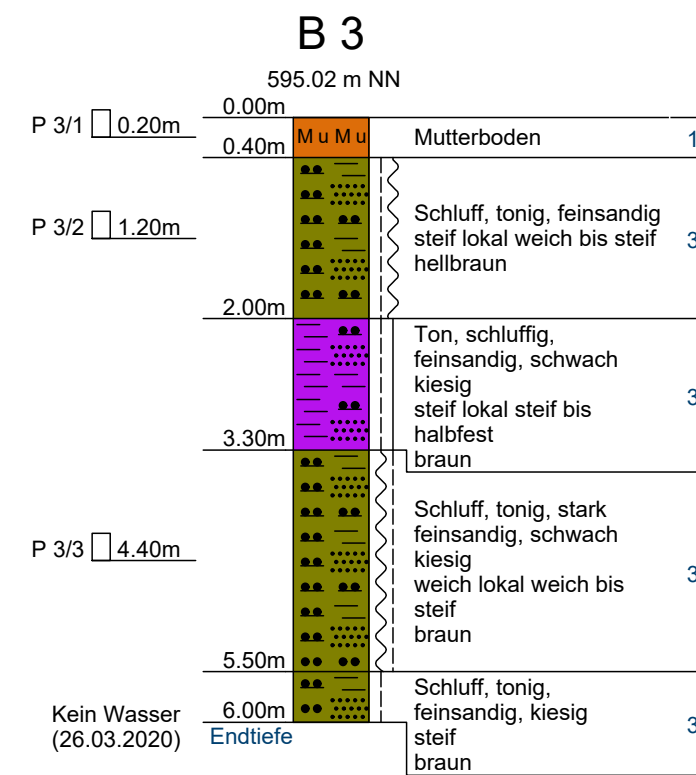
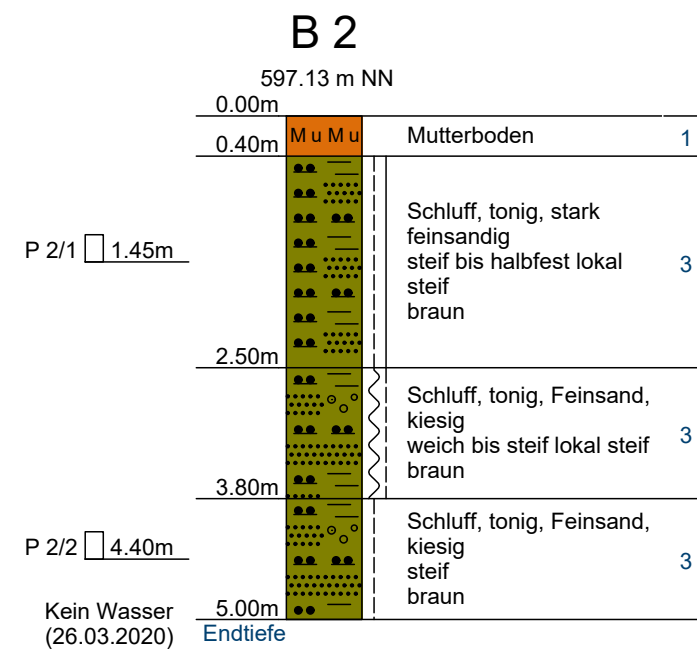
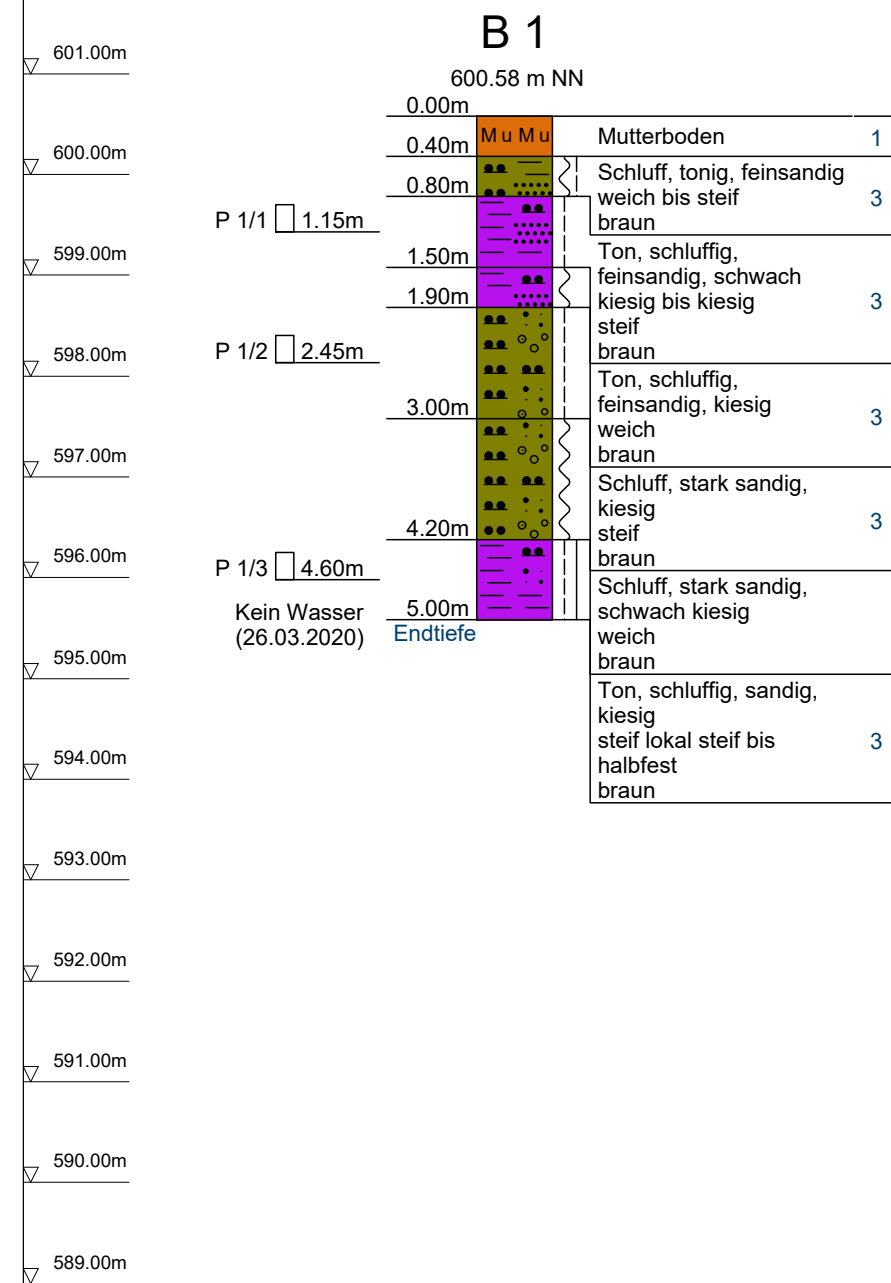
GK50: Geologische Einheiten (Flächen)

GeoLa Geologie: Geologische Einheiten (Flächen)

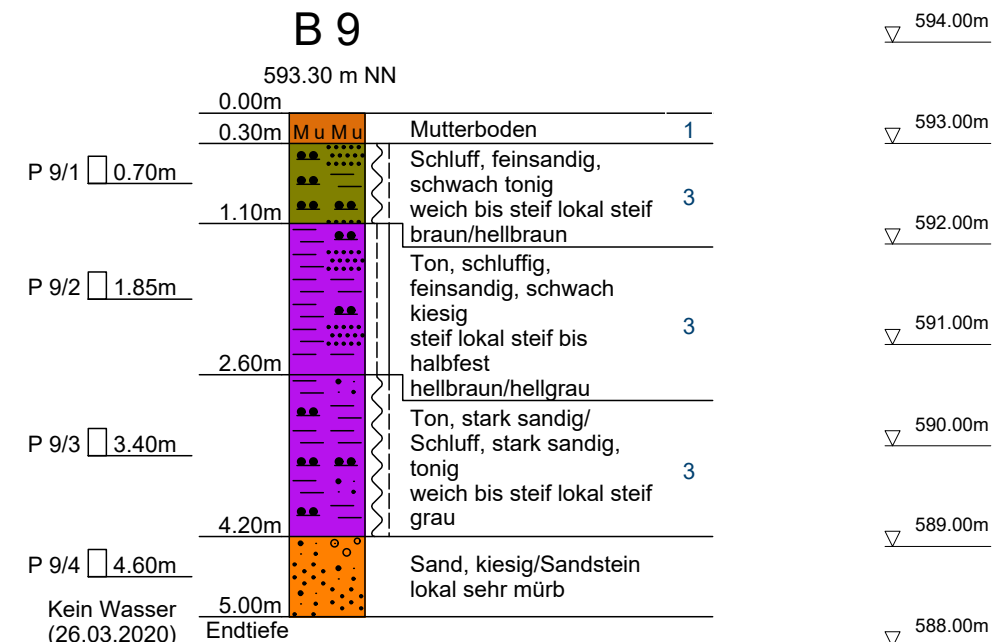
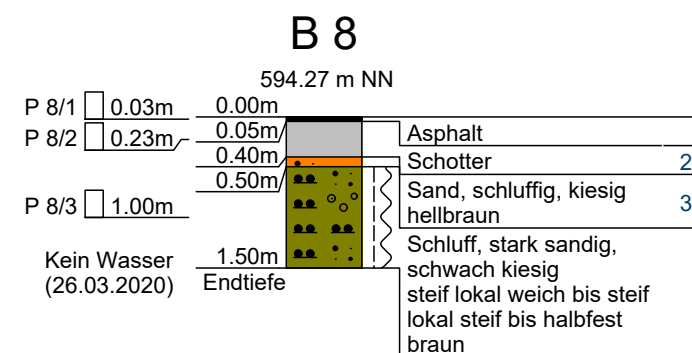
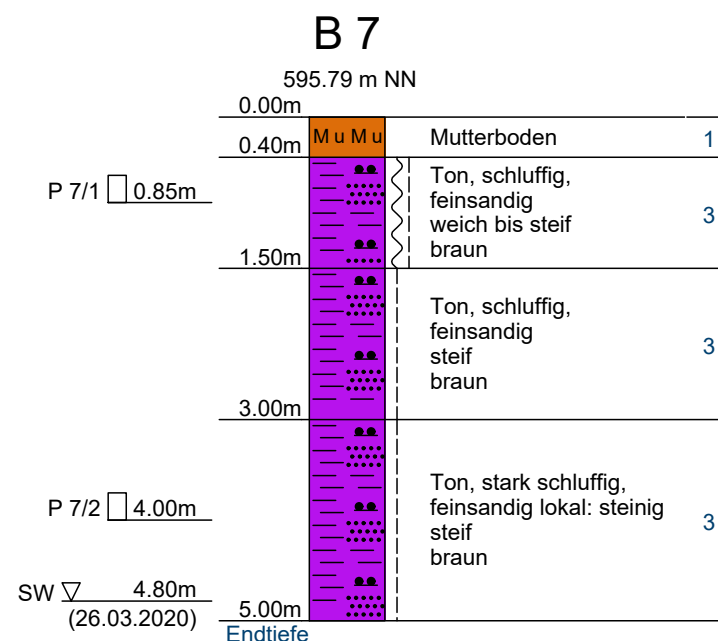
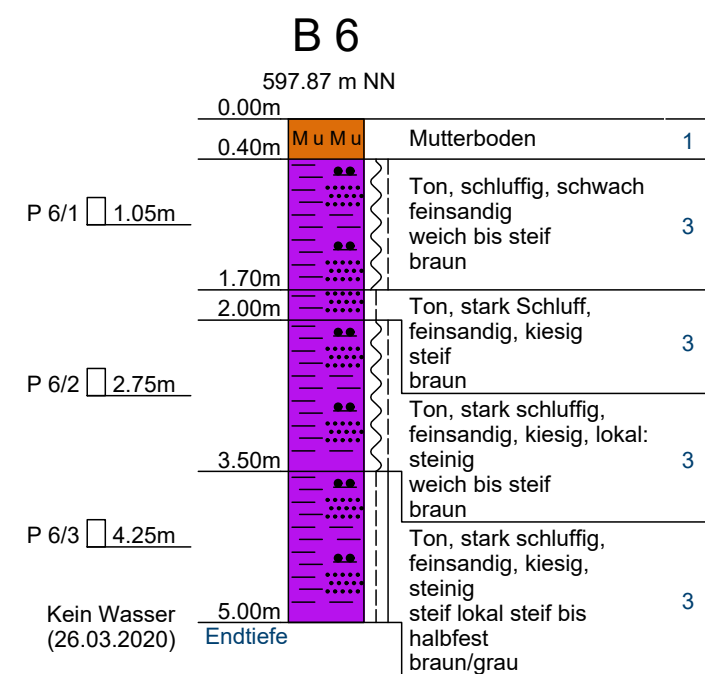
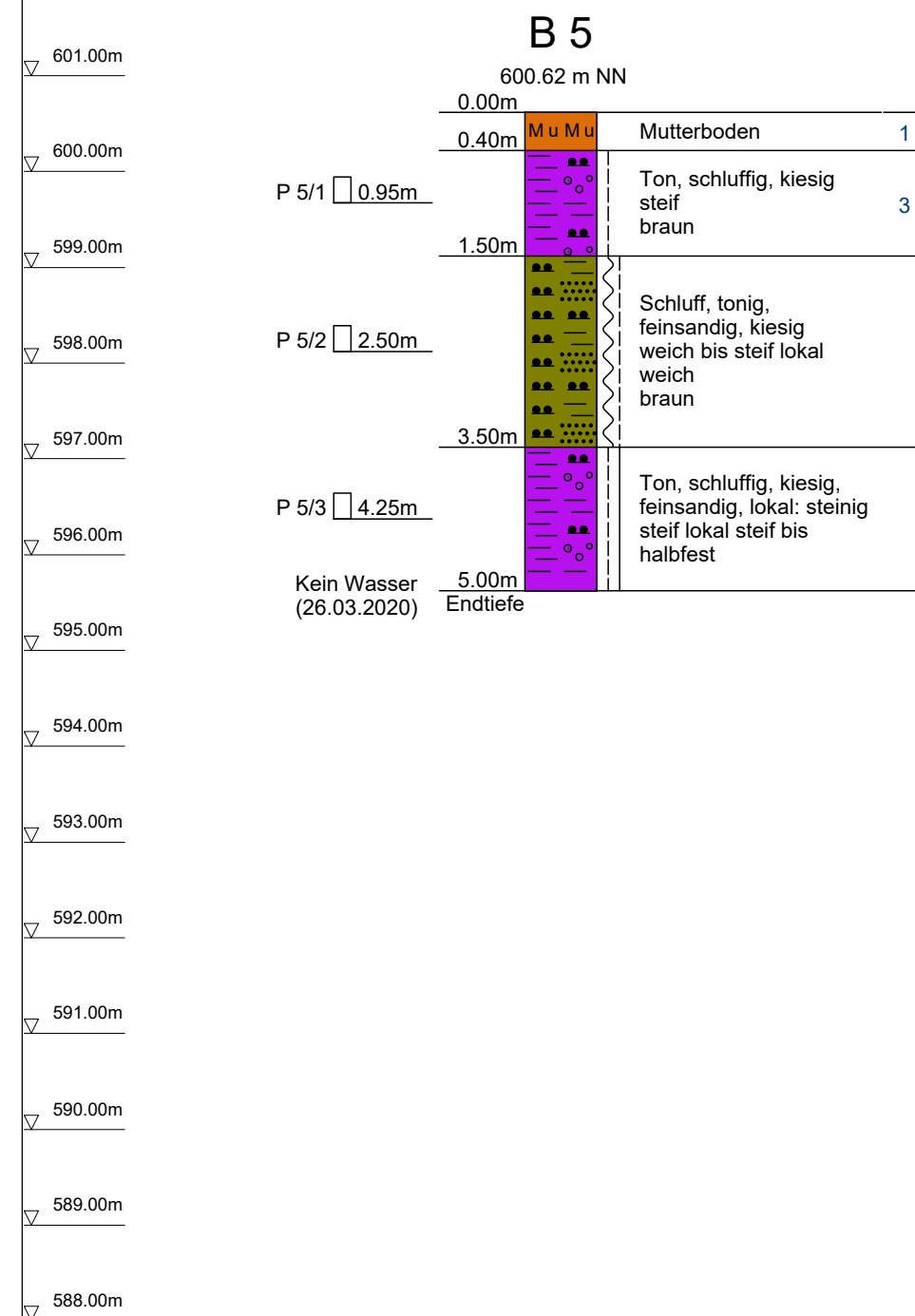
- Lössführende Fließerde (qfL)
- Verschwemmungssediment (qz)
- Holozäne Abschwemmmassen (qhz)
- Auenlehm (Lf)
- Dürmentingen-Subformation (qILD)
- Scholterhaus-Subformation (qDMS)
- Obere Süßwassermolasse (tOS)

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 120087
		Anlage: 1.1
Projekt: Biberach-Stafflangen, Erschließung BG „Wiesenbreite III“		
Geologische Karte		Maßstab: 1 : 10.000
Auftraggeber: Stadt Biberach Marktplatz 7/1, 88400 Biberach an der Riß		
Datum: 01.04.2020	Bearbeiter: sr	Ausgeführt: sr





BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Az:	120087
BFI Zeiser GmbH & Co. KG	Anlage:	2.1
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Schnitt:	
Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29	Maßstab:	1:75
bfi@bfi-zeiser.de	Datum:	22.04.2020
Internet: www.bfi-zeiser.de	aufgenommen:	26.03.2020
Projekt: Biberach-Stafflangen, Wiesenbreite III		



BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Az:	120087
BFI Zeiser GmbH & Co. KG	Anlage:	2.2
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Schnitt:	
Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29	Maßstab:	1:75
bfi@bfi-zeiser.de	Datum:	20.04.2020
Internet: www.bfi-zeiser.de	aufgenommen:	26.03.2020, sb
Projekt: Biberach-Stafflangen, Wiesenbreite III		

			Verwertung als RC-Material						Entsorgung auf Deponien		
			im Straßenbau			außerhalb des Straßenbaus					
Parameter	Bohrung	B 8	Verwertungs- klasse nach RuVA ¹⁾			Zuordnungswerte nach Dihlmann-Erlass ²⁾			Zuordnungswerte nach DepV ⁴⁾ bzw. Handlungshilfe ³⁾		
	Probe	P 8/1									
	Material	Asphalt									
	Stärke [m]	0,05	A	B	C	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	DK 0	DK 1	DK 2
Naphthalin	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acenaphthylen	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acenaphthen	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluoren	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phenanthren	mg/kg	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthracen	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluoranthen	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pyren	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)anthracen	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chrysen	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(b)fluoranth.	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(k)fluoranth.	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)anthr.	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe PAK 16	mg/kg	0,7	A <25	B,C> 25		10	15	35	30 ^{3,4)}	200 ^{3,5)}	1000 ^{3),6)}
Phenolindex	mg/l	< 0,01	A,B <0,1 C >0,1			0,02	0,05	0,1	0,1	0,2	50
Verwertungsklasse n. RuVA-		A									
Qualitätsstufe n. Dihlmann-Erlass		Z 1.1									
Deponieklasse		DK 0									

1) Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechhaltigen Bestandteile sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA 01-StB)

2) Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial; Erlass des UVM vom 13.04.2004 ("Dihlmann-Erlass")

3) Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen, UM Baden-Württemberg, Mai 2012

4) Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27.04.2009, Stand 17.10.2011

5) Nach den "abgeleiteten Orientierungswerten der vorläufigen Vollzugshinweise des UVM "Zuordnung von Abfallarten aus Spiegeleinträgen" (28.10.2002) wird Abfall bereits ab einem PAK-Gehalt von 200 mg/kg als „gefährlich“ eingestuft.

6) Nach der "Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen" kann teerhaltiger Straßenaufbruch mit über 1000 mg/kg in einem Monobereich einer DK 2-Deponie abgelagert werden.

	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 120087
		Anlage: 3.1
Projekt: Biberach-Stafflangen, Erschließung BG „Wiesenbreite III“		
Analyseergebnisse auf teerhaltige Stoffe		
Auftraggeber: Stadt Biberach Marktplatz 7/1, 88400 Biberach an der Riß		
Datum: 17.04.2020	Bearbeiter: sr	Ausgeführt: sr

angewendete Vergleichstabelle: BfI: VwV Boden (29.12.2017)

Bezeichnung	Einheit	MP 1	Z0 Lehm/Schluff	Z0* IIIA	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer		020067196						
Anzuwendende Klasse(n):		Z0 Lehm/Schluff						
Anionen aus der Originalsubstanz								
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 0,5				3	3	10
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 1								
Arsen (As)	mg/kg TS	11,3	15	15	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	14	70	100	140	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,2	1	1	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	25	60	100	120	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	14	40	60	80	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg TS	25	50	70	100	150	150	500
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,07	0,5	1	1	1,5	1,5	5
Thallium (Tl)	mg/kg TS	< 0,2	0,7	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Zink (Zn)	mg/kg TS	45	150	200	300	450	450	1500
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz								
EOX	mg/kg TS	< 1,0	1	1	1	3	3	10
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	< 40			200	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 40	100	100	400	600	600	2000
BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz								
Summe BTEX	mg/kg TS	(n. b.)	1	1	1	1	1	1
LHKW aus der Originalsubstanz								
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS	(n. b.)	1	1	1	1	1	1
PAK aus der Originalsubstanz								
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	< 0,05	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	3	3	3	3	9	30
PCB aus der Originalsubstanz								
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttel								
pH-Wert		8,4	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	180	250	250	250	250	1500	2000
Anionen aus dem 10:1-Schütteluat nach DIN EN 12457-4								
Chlorid (Cl)	mg/l	< 1,0	30	30	30	30	50	100
Sulfat (SO ₄)	mg/l	2,0	50	50	50	50	100	150
Cyanide, gesamt	µg/l	< 5	5	5	5	5	10	20
Elemente aus dem 10:1-Schütteluat nach DIN EN 12457-4								
Arsen (As)	µg/l	< 1		14	14	14	20	60
Blei (Pb)	µg/l	< 1		40	40	40	80	200
Cadmium (Cd)	µg/l	< 0,3		1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (Cr)	µg/l	< 1		12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer (Cu)	µg/l	< 5		20	20	20	60	100
Nickel (Ni)	µg/l	< 1		15	15	15	20	70
Quecksilber (Hg)	µg/l	< 0,2		0,5	0,5	0,5	1	2
Zink (Zn)	µg/l	< 10		150	150	150	200	600
Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schütteluat								
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	µg/l	< 10	20	20	20	20	40	100

- n.b. : nicht berechenbar (Messwerte der Einzelsubstanzen sind < Bestimmungsgrenze)

- n.u. : nicht untersucht

- Detaillierte Informationen zu den verwendeten Grenz-, Zuordnungs-, Parameter-, Maßnahme- oder Richtwerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen

- Eine Überschreitung der Parameter pH-Wert und Leitfähigkeit allein ist kein Ausschlusskriterium

Zusammensetzung der Mischprobe:

Mischprobe	Bohrung	Probe
MP 1	B 1	P 1/1
	B 2	P 2/1
	B 3	P 3/2
	B 4	P 4/1
	B 5	P 5/1
		P 5/2
	B 6	P 6/1
		P 6/2
	B 7	P 7/1
	B 8	P 8/3
	B 9	P 9/1
		P 9/2



BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
BfI Zeiser GmbH & Co. KG
Mühlgraben 34 73479 Ellwangen
Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929

Az: 120087

Anlage: 3.2

Projekt: Biberach-Stafflangen, Erschließung BG „Wiesenbreite III“

Analyseergebnisse nach VwV Boden

Auftraggeber: Stadt Biberach
Marktplatz 7/1, 88400 Biberach an der Riß

Datum: 17.04.2020

Bearbeiter: sr

Ausgeführt: sr