

# 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

Stadt Ellwangen  
Tiefbauamt Ellwangen  
Bahnhofstraße 28  
73479 Ellwangen

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen

Datum

gz-sr-seb / Az. 120276

05.08.2020

## Ellwangen, Erstellung einer Fußgängerbrücke

hier: Baugrunduntersuchung mit Gründungsberatung

Auftraggeber:

Stadt Ellwangen  
Tiefbauamt Ellwangen  
Bahnhofstraße 28  
73479 Ellwangen

Planung:

Architekturbüro Jean-Jacquers Zimmermann  
Heidelberger Landstr. 241  
64297 Darmstadt

Ingenieurgeologische  
Beratung und Untersuchung:

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

## INHALTSVERZEICHNIS

Textteil	Seite
<b>1. Planunterlagen.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Allgemeines und Bauvorhaben .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Untergrundverhältnisse .....</b>	<b>5</b>
3.1 Baugrundgeologische Situation .....	5
3.2 Stratigrafie .....	6
3.3 Wasserverhältnisse .....	7
3.3.1 Wasserzutritte .....	7
3.3.2 Hochwässer .....	8
3.4 Laborversuche.....	8
3.4.1 Natürlicher Wassergehalt .....	8
3.4.2 Zustandsgrenzen .....	9
3.5 Geotechnische Kategorie .....	10
3.6 Homogenbereiche.....	11
3.7 Frostepfindlichkeit .....	13
3.8 Bodenkennwerte.....	13
<b>4. Chemische Untersuchungen .....</b>	<b>15</b>
4.1 Betonaggressivität des Grundwassers .....	15
<b>5. Erdbebenzone .....</b>	<b>15</b>
<b>6. Konstruktive und gründungstechnische Maßnahmen .....</b>	<b>16</b>
6.1 Lastabtragung .....	16
6.2 Sicherung der Baugruben und Wasserhaltung .....	17
6.3 Hinterfüllungen.....	18
<b>7. Abnahme und Haftung .....</b>	<b>19</b>

**Anlagenteil**

Anlage 1.1: Geologische Karte M. 1 : 10.000

Anlage 1.2: Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 bis B 4 M. 1 : 500

Anlage 2: Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 1 bis B 4 M. 1 : 100

Anlage 3: Zustandsgrenzen

Anlage 4: Analyseergebnisse nach DIN 4030

## 1. Planunterlagen

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

– Lageplan	M. 1 : 500	
– V01: Aufsicht, Übersicht 01	M. 1 : 100/250	vom 14.07.2020
– V01: Ansicht, Schnitt	M. 1 : 100	vom 14.07.2020
– V02: Aufsicht, Übersicht 01	M. 1 : 100/250	vom 14.07.2020
– V02: Ansicht, Schnitt	M. 1 : 100	vom 14.07.2020
– V06: Aufsicht, Übersicht 06	M. 1 : 100/250	vom 14.07.2020
– V11: Aufsicht, Übersicht 06	M. 1 : 100/250	vom 14.07.2020
– V11: Ansicht, Schnitt	M. 1 : 100	vom 14.07.2020
– V12: Aufsicht, Übersicht 06	M. 1 : 100/250	vom 14.07.2020
– V13: Aufsicht, Übersicht 06	M. 1 : 100/250	vom 14.07.2020
– V13: Ansicht, Schnitt	M. 1 : 100	vom 14.07.2020
– V14: Aufsicht, Übersicht 06	M. 1 : 100/250	vom 14.07.2020

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

## 2. Allgemeines und Bauvorhaben

Die Stadt Ellwangen beabsichtigt den Bau einer Fußgängerbrücke in Ellwangen. Im Bereich der Brücke ist bereits eine Fußgängerunterführung vorhanden. Diese soll nach Auskunft von Herrn Powolny, Stadtwerke Ellwangen, verfüllt werden.

Für die Brücke liegt derzeit eine Variantenuntersuchung vor. Die Brücke soll die Bahnlinie zwischen der Aalener Straße und dem Mühlgraben überqueren. Hierzu sollen zwei Treppentürme und gegebenenfalls eine Rampe vorgesehen werden. In einer Variante ist vorgesehen, dass der bestehende Parkplatz „Mühlgraben Insel“ ebenfalls über die Brücke erreicht werden soll.

Das BFI wurde von der Stadt Ellwangen mit dem mit der Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung für die Vorplanung der geplanten Maßnahmen beauftragt.

### **3. Untergrundverhältnisse**

#### **3.1 Baugrundgeologische Situation**

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 05.06.2020 auftragsgemäß vier Bohrungen (B 1 bis B 4) bis in Tiefen von 10,00 m unter GOK angelegt.

Da mit den Bohrungen der Anschnitt von Grundwasser zu erwarten war, wurde am 15.05.2020 eine wasserrechtliche Erlaubnis beim Landratsamt beantragt. Die wasserrechtliche Erlaubnis wurde vom Landratsamt mit Entscheidung vom 28.05.2020 unter Auflagen erteilt.

Die Ansatzhöhen der Bohrungen wurden auf einen Kanaldeckel, dessen Deckelhöhe mit 431,98 mNN angegeben ist, eingemessen.

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

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

In der Bohrung B 1 wurde zunächst eine 0,04 m starke Asphaltsschicht auf einer 0,36 m starken Schottersschicht erkundet. Unter dem Schotter bzw. bei den restlichen Bohrungen ab GOK wurden Auffüllungen aus schluffigen, sandigen, kiesigen Tonen mit Ziegelbruch durchteuft.

Ab einer Tiefe zwischen 2,40 m und 3,20 m unter GOK stehen sandige Tone in breiiger bis halbfester Konsistenz, stark tonige, kiesige Sande und stark sandige, stark tonige Kiese an. Lokal wurden organische Beimengungen erkundet.

Die Tone, Sande und Kiese werden ab einer Tiefe zwischen 6,00 m und 8,20 m unter GOK von einem sehr mürben bis mäßig mürben Sand-/ Tonstein unterlagert.

Die Tiefen, in denen OK der Ton-/ Sandsteine angetroffen wurden, sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: OK Ton-/ Sandstein

Bohrung	Ansatzhöhe [mNN]	OK Ton-/ Sandstein	
		[m u. GOK]	[mNN]
B 1	432,83	8,20	424,63
B 2	431,42	6,00	425,42
B 3	431,37	6,40	424,97
B 4	431,95	6,50	425,45

Wir weisen darauf hin, dass nordwestlich des Juzes ein alter Öltank im Untergrund liegt. In diesem Bereich ist daher mit Bodenverunreinigungen zu rechnen.

### 3.2 Stratigrafie

Stratigrafisch handelt es sich bei den an der Basis der Bohrungen angetroffenen Ton-/ Sandsteinen um Schichtglieder der Löwenstein-Formation (Stubensandstein). Die darüber anstehenden Tone, Sande und Kiese sind deren quartäre Verwitterungsprodukte sowie Auensedimente und Abschwemmmassen.

### 3.3 Wasserverhältnisse

#### 3.3.1 Wasserzutritte

In den Bohrungen wurden während der Arbeiten Wasserzutritte festgestellt. Die Niveaus der nach Abschluss der Bohrarbeiten in den offenen Bohrlöchern gemessenen Wasserstände sind in Tabelle 2 dargestellt.

Ergänzend werden die Wasserstände in der Grundwassermessstelle B 11/GWM die im Zuge der Landesgartenschau (AZ 119313) angelegt wurde, mit herangezogen.

Tabelle 2: Wasserstände nach Abschluss der Bohrarbeiten

Bohrung  B	Ansatzhöhe  [mNN]	Datum	Wasserstand nach Abschluss der Bohrarbeiten am 05.06.2020	
			[m u. GOK]	[mNN]
B 1	432,83	05.06.2020	2,60	430,23
B 2	431,42	05.06.2020	3,20	428,22
B 3	431,37	05.06.2020	2,30	429,07
B 4	431,95	05.06.2020	3,80	428,15
B 11/GWM (Az 119313)	431,65	20.02.2020	2,33	429,32

Bei dem Wasser handelt es sich um Grundwasser innerhalb der quartären Talablagerungen der Jagst. Erfahrungsgemäß muss daher in Abhängigkeit von den jahreszeitlich wechselnden Niederschlagsmengen und der Höhe des Wasserspiegels der Jagst 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 grundwasserführenden Schichten verfiltert sind, möglich.

### **3.3.2 Hochwässer**

Bei Hochwasserständen muss mit höheren Grundwasserständen gerechnet werden.

Die Fläche liegt nach dem Daten- und Kartendienst der LUBW außerhalb der Überschwemmungsflächen für ein  $HQ_{100}$ , wird aber bei einem  $HQ_{\text{extrem}}$  überflutet. Hierfür wird das  $HQ_{\text{extrem}}$  im Bereich des Bauvorhabens mit 432,30 mNN angegeben. Für ein  $HQ_{100}$  liegen keine Höhenangaben vor.

## **3.4 Laborversuche**

### **3.4.1 Natürlicher Wassergehalt**

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 22 gestörte Proben entnommen. Von den aus dem Boden entnommenen Proben wurden 5 auf ihren natürlichen Wassergehalt untersucht. Dabei wurden die in Tabelle 3 aufgeführten Werte ermittelt.



Tabelle 3:    Natürliche Wassergehalte

Probe P	Bohrung B	Tiefe (m)	Bodenart (Konsistenz)	natürlicher Wassergehalt (Gew.-%)
1/5	1	3,70	T (st)	42,33
2/3	2	3,00	T (st)	55,67
2/5	2	5,00	T,s*,g (br)	30,44
3/4	3	4,00	S,t*	23,77
4/3	4	3,00	T,u,s' (w-st)	64,00

### 3.4.2 Zustandsgrenzen

Zur Ermittlung der Wasserempfindlichkeit wurden an der Probe P 4/3 nach DIN 18122 die Fließ- und Ausrollgrenzen bestimmt und daraus die Plastizitätszahlen errechnet. Im Einzelnen können die Versuchsergebnisse der Anlage 3 sowie der Tabelle 4 entnommen werden.

Tabelle 4: Zustandsgrenzen

Probe	P 4/3
Wassergehalt $w_N$ [%]	64,0
Fließgrenze $w_L$ [%]	80,6
Ausrollgrenze $w_P$ [%]	53,4
Plastizitätszahl $I_P$ [%]	27,2
Konsistenzzahl $I_C$	0,610
Gruppensymbol	OT
Konsistenz	weich

Für die Zustandsform des Tons ergab sich eine Konsistenzzahl  $I_C$  von 0,610. Damit ist die Konsistenz der untersuchten Probe als weich zu bezeichnen.

### 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:

Grundwasser:	GK 2	(Wasserzutritte in Einschnitten)
Baugrund	GK 2	(weiche, organische Schichten, Auffüllungen)

Hieraus ergibt sich für die baugrund- und hydrogeologische Situation eine Einstufung in die **Geotechnische Kategorie 2**. Für das 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 – 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.

Entsprechend der **DIN 18300 – Erdarbeiten** wurden die lokal aufgeschlossenen Schotter unter dem **Homogenbereich 1** erfasst. Die angetroffenen Auffüllungen wurden dem **Homogenbereich 2** zugeordnet. Die anstehenden Tone, Sande und Kiese wurden unter dem **Homogenbereich 3** zusammengefasst. Die darunter anstehenden Ton- und 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 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

	Homogenbereich			
Bezeichnung	1 (Tragschicht- schotter)	2 (Auffüllungen)	3 (Tone, Sande und Kiese)	4 (Tonstein/ Sandstein)
Bodengruppe nach DIN 18196	GI, GW, GE, GU, GU*, GT, GT*	TA, TL, TM	TA, TL, TM, SI, SW, SE, SU, SU*, ST, ST*, GI, GW, GE, GU, GU*, GT, GT*	-
Bodengruppe nach DIN 18915	2, 4	4, 6, 8	2, 4, 6, 8	-
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	-	gering – mittel < 5 % - 20 %	gering < 5 %	-
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern	-	-	-	-
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	4 % – 15 %	10 % – 40 %	4 % – 80 % (23,77 % - 64,00 %) <sup>1)</sup>	-
Konsistenz nach DIN 18122 und DIN EN ISO 14688-1	-	weich – halbfest Ic 0,5 – > 1,0 Ip 4% - > 20 %	weich – halbfest <sup>1)</sup> Ic 0,5 – > 1,0 Ip 4% - > 20 % (bindige Bereiche)	-
undrännierte 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>	25 kN/m <sup>2</sup> - 600 kN/m <sup>2</sup> (bindige Bereiche)	-
Kohäsion nach DIN 18137-1, 2, 3	-	0 – 15 kN/m <sup>2</sup>	0 – 15 kN/m <sup>2</sup>	-
organischer Anteil nach DIN 18128 und DIN EN ISO 14688-2	-	nicht vorhanden V <sub>GI</sub> < 2 %	Nicht – stark organisch V <sub>GI</sub> < 2 % - 20 %	-
Lagerungsdichte nach DIN 18126, DIN EN ISO 14688-2	mitteldicht - dicht, I <sub>D</sub> 35 – 85 %	-	mitteldicht - dicht, I <sub>D</sub> 35 – 85 % (rollige Bereiche)	-
Dichte nach DIN 18125-2	2,00 g/cm <sup>3</sup> - 2,50 g/cm <sup>3</sup>	1,50 g/cm <sup>3</sup> - 1,85 g/cm <sup>3</sup>	1,55 g/cm <sup>3</sup> – 2,00 g/cm <sup>3</sup>	2,30 g/cm <sup>3</sup> – 2,85 g/cm <sup>3</sup>
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	-	-	-	Tonstein, Sandstein
Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1	-	-	-	bis 120 MN/m <sup>2</sup>
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

	<b>Homogenbereich</b>			
Bezeichnung	<b>1 (Tragschicht- schotter)</b>	<b>2 (Auffüllungen)</b>	<b>3 (Tone, Sande und Kiese)</b>	<b>4 (Tonstein/ Sandstein)</b>
Homogenbereiche für Bohrungen zur geotechnischen Erkundung und Untersuchung nach DIN 18301	bindige, nicht bindige oder organische Böden	bindige, nicht bindige oder organische Böden	bindige, nicht bindige oder organische Böden	Fels oder Stufen des verwitterten Fels

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

### 3.7 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 Auffüllungen und die anstehenden Tone der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen.

Die Sande und Kiese 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.

### 3.8 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Hinterfüllung:

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

Auffüllung:

Ton, schluffig, sandig, kiesig	cal $\gamma$	=	19	kN/m <sup>3</sup>
steif	cal $\gamma'$	=	9	kN/m <sup>3</sup>
	cal $\phi'$	=	28	° (Ersatzreibungswinkel)

Anstehend:

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

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

Sand, kiesig, tonig	cal $\gamma$	=	20	kN/m <sup>3</sup>
	cal $\gamma'$	=	11	kN/m <sup>3</sup>
	cal $\phi'$	=	27	°
	cal $c'$	=	3	kN/m <sup>2</sup>

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

Ton-/ Sandstein	cal $\gamma$	=	22	kN/m <sup>3</sup>
sehr mürb, mürb	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 $\phi'$	=	Reibungswinkel
cal $c'$	=	Kohäsion

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

#### 4. Chemische Untersuchungen

##### 4.1 Betonaggressivität des Grundwassers

Aus der Bohrung B 2 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 4).

#### 5. Erdbebenzone

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

## 6. Konstruktive und gründungstechnische Maßnahmen

### 6.1 Lastabtragung

Derzeit liegt für das Brückenbauwerk nur eine Variantenuntersuchung vor. Wir empfehlen daher, sobald eine konkrete Planung vorliegt, das Baugrundgutachten planungsbezogen zu überarbeiten. Vorab ist bei der Gründung der Brücke folgendes zu beachten.

Die Auffüllungen sowie die weichen Tone sind zur Lastabtragung nicht geeignet. Bei einer Überbauung sind daher unkalkulierbare Setzungen zu erwarten, die zu Bauwerksschäden führen werden. Die Auffüllungen und weichen Schichten sind daher zu durchgründen.

Tragfähiger Baugrund steht erst mit den Sanden und Kiesen bzw. den Ton-/ Sandsteinen an.

Bei einer Gründung z. T. auf dem Ton-/ Sandstein und z. T. auf dem Sand bzw. Kies sind Setzungsunterschiede zu erwarten, die durch die Konstruktion schadlos aufgenommen werden müssen. Um Setzungsdifferenzen auszuschließen, muss die Gründung daher einheitlich auf den mindestens sehr mürben Ton-/ Sandsteinen erfolgen.

Wir weisen darauf hin, dass die Auffüllungen, Tone, Sande und Kiese im Grundwasser nicht standsicher sind und nachbrechen. Die Fundamentvertiefungen sind daher nur mit erhöhtem Aufwand herzustellen.

Zudem weisen wir darauf hin, dass die Brücke im Bereich der Bahn geplant ist. Um Setzungen und Erschütterungen sowie den Eingriff in den Untergrund möglichst gering zu halten, empfehlen wir, das Bauwerk über **Pfähle**, z.B. DN 220 zu gründen.

Bei der Pfahldimensionierung von **Mikropfählen** ( $\leq 220$  mm) kann ab OK Sand/ Kies eine **Mantelreibung  $q_{s,k}$  von  $0,1 \text{ MN/m}^2$**  und ab OK Ton-/Sandstein eine **Mantelreibung  $q_{s,k}$  von  $0,25 \text{ MN/m}^2$**  (charakteristische Werte) angesetzt werden.



Der Ansatz von Spitzendruck ist bei Mikropfählen nicht zulässig. Horizontalkräfte können gegebenenfalls auch über Schrägpfähle abgeleitet werden.

Bei einer Gründung über **Großbohrpfähle** kann im Bereich der Sande und Kiese eine **Mantelreibung  $q_{s,k}$  von 0,12 MN/m<sup>2</sup>** und ab OK Ton-/Sandstein eine **Mantelreibung  $q_{s,k}$  von 0,25 MN/m<sup>2</sup>** angesetzt werden (charakteristische Werte). Der **Spitzendruck  $q_{b,k}$**  kann in den Festgesteinen mit **2,0 MN/m<sup>2</sup>** angesetzt werden. Horizontalkräfte können gegebenenfalls auch über Schrägpfähle abgeleitet werden.

Vorteil einer Pfahlgründung ist, dass die Baugrubensicherung und die Wasserhaltung entfallen.

## 6.2 Sicherung der Baugruben und Wasserhaltung

Unbelastete Baugrubenböschungen für die die Widerlager können **oberhalb** des Grundwassers bis zu einer Tiefe von < 5,00 m in den Auffüllungen, Tonen, Sanden und Kiesen mit einer Böschungsneigung von maximal 45° hergestellt werden.

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.

Diese Böschungsneigungen können bis zu einem Wasserstand bis 0,50 m über Baugrubensohle beibehalten werden, wenn der Böschungsfuß bis 0,50 m Höhe durch eine umlaufende Dränage sowie einen Einkornbeton Keil gesichert wird. Dabei ist zwischen Boden und Einkornbeton ein Filtervlies zu verlegen.

Wir weisen wir darauf hin, dass die Sande, Kiese und Tone bei Wasserzutritten nicht standsicher sind und nachfließen. Aufgrund des Grundwasserstandes und der Nähe zur Bahnlinie wird ein freies Böschchen erfahrungsgemäß nicht möglich sein.

Die Baugrube ist dann z.B. über einen Spundwandkasten, der in Abhängigkeit von den erdstatischen Erfordernissen auszusteifen sein wird, zu sichern und trocken zu halten. Der Verbau muss rechnerisch nachgewiesen und die Baustoffe dimensioniert werden. Die Dimensionierung der Verbaumaßnahmen können durch das BFI vorgenommen werden.

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

Die Wasserhaltung kann innerhalb der frei geböschten bzw. nach Erfordernis gesicherten Baugruben offen, über einen Pumpensumpf erfolgen, der bis mindestens 0,50 m unter die Aushubsohle zu führen ist. Gegebenenfalls wird das Bachwasser über einen Fangedamm umzuleiten sein.

Für die Wasserhaltung ist ferner eine 0,15 m starke Dränschicht, z. B. mit Baustoffgemisch 16/32 mm auf einem Vlies der Klasse 2 vorzusehen, die auf UK Sauberkeitsschicht bzw. UK eines ggf. erforderlichen Bodenaustauschs anzuordnen ist.

### **6.3 Hinterfüllungen**

Die Hinterfüllung von Brückenwiderlagern ist mit einem Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 100 \%$  herzustellen. Dazu sind diese mit Baustoffgemisch 0/45 mm nach ZTV-SoB zu verfüllen.

Alternativ kann ein bindigkeitsarmes, gut abgestuftes und verdichtungsfähiges Material, z. B. Vorsiebschotter 0/56 mm verwendet werden.

Die Verdichtung ist lagenweise  $< 0,40$  m durchzuführen und mit Plattendruckversuchen zu prüfen.

## 7. Abnahme und Haftung

Haftungsvoraussetzungen sind:

- die Zusendung der Ausführungspläne
- die Abnahme der Gründungssohlen
- der rechnerische Nachweis für die Baugruben
- die Überwachung des Einbaus bzw. der Verdichtung überbauter Hinterfüllungen

Für das BFI:



Dipl.-Ing. G. Zeiser

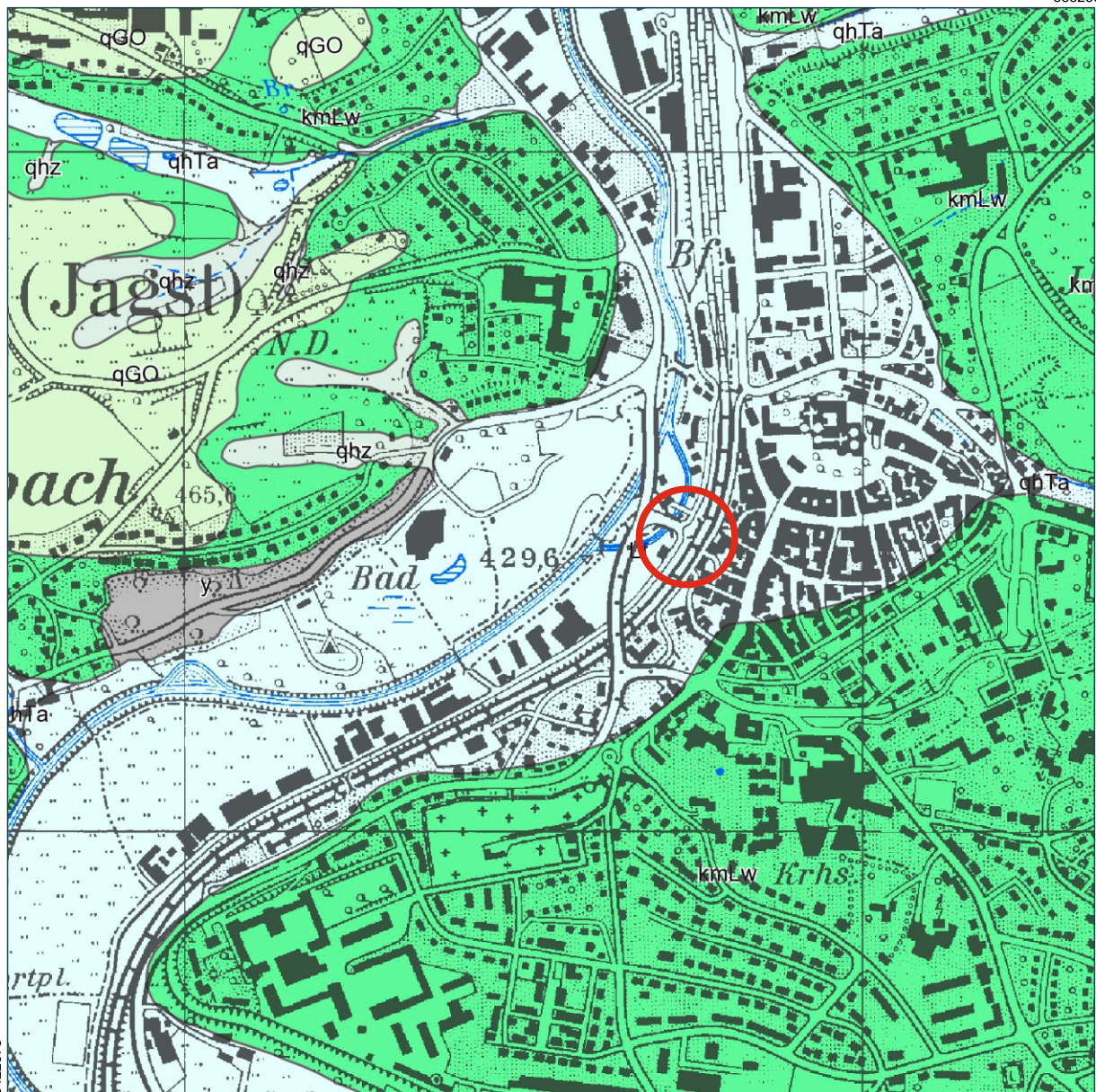
Sachbearbeiter:



B.Eng. S. Reeb

gez. Borota


Dipl.-Geol. S. Borota



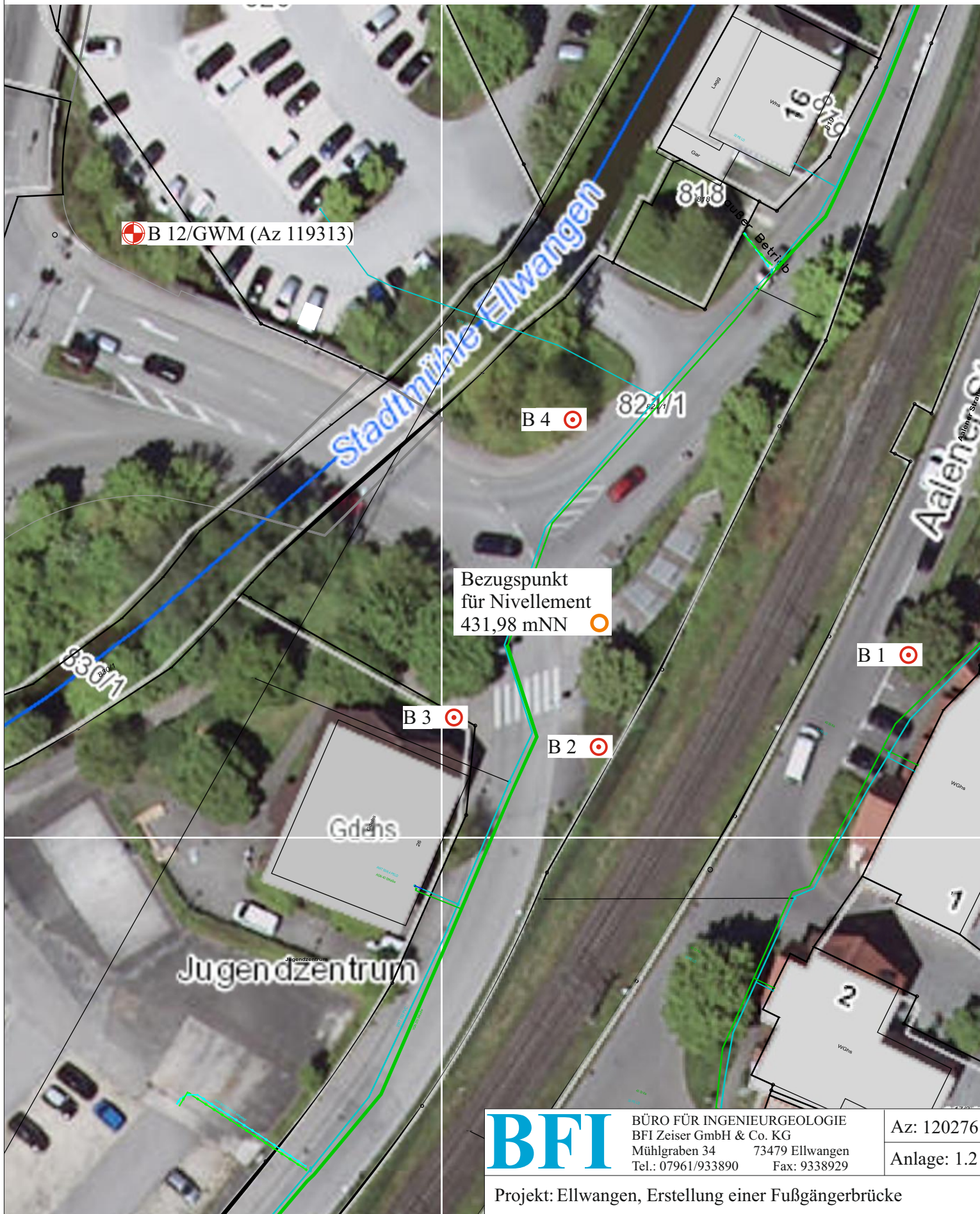
GK50: Geologische Einheiten (Flächen)

GeoLa Geologie: Geologische Einheiten (Flächen)

- Anthropogen verändertes Gelände (y)
- Holozäne Abschwemmassen (qhZ)
- Holozänes Auensediment (qhTa)
- Auenlehm (Lf)
- Goldshöfe-Sand (qGO)
- Trossingen-Formation (Knollenmergel) (kmTr)
- Löwenstein-Formation (Stubensandsteine) (kmLw)

	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 120276
	Projekt: Ellwangen, Erstellung einer Fußgängerbrücke	
Geologische Karte		Maßstab: 1 : 10.000
Auftraggeber: Stadt Ellwangen, Tiefbauamt Ellwangen Bahnhofstraße 28, 73479 Ellwangen		
Datum: 08.06.2020	Bearbeiter: sr	Ausgeführt: sr





#### Legende:

- ⊙ Bohrung
- Bezugspunkt für Nivellement

# BFI

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

Az: 120276

Anlage: 1.2

Projekt: Ellwangen, Erstellung einer Fußgängerbrücke

Lageplan mit Lage der Bohrungen

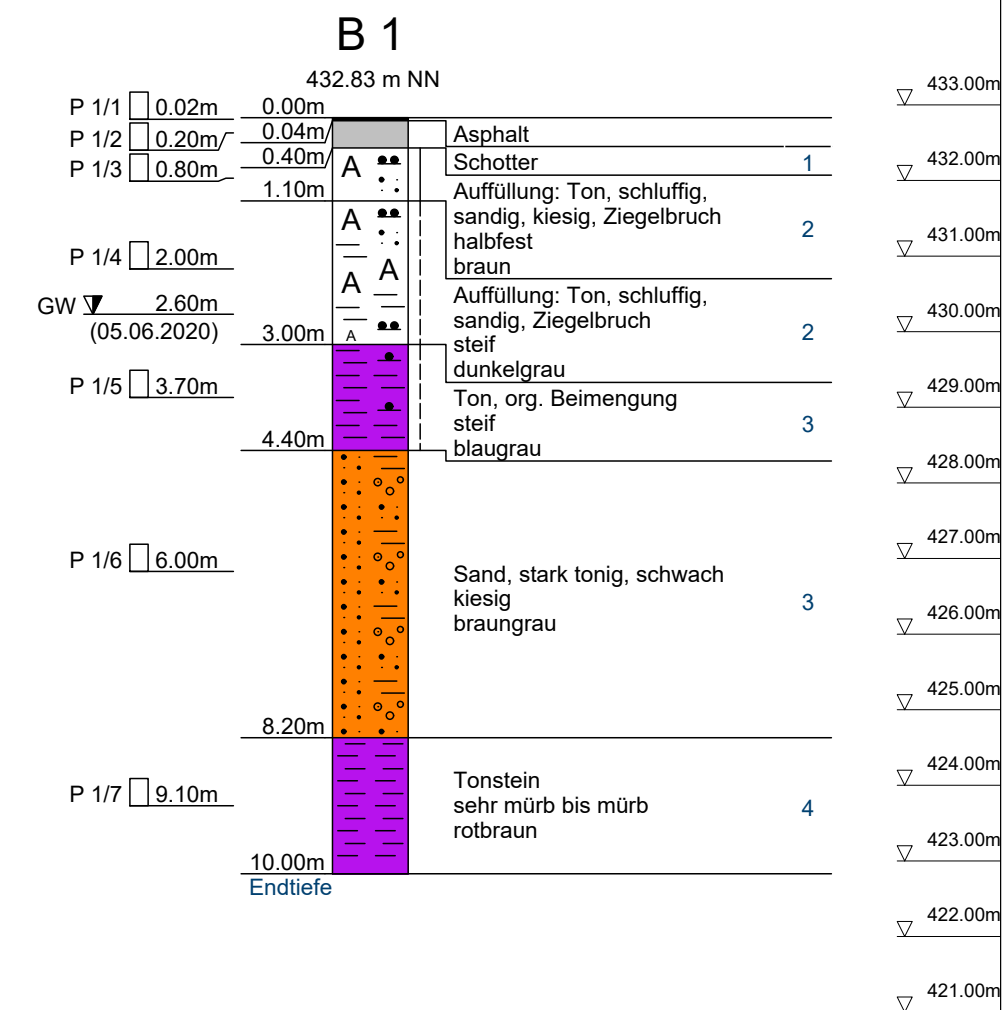
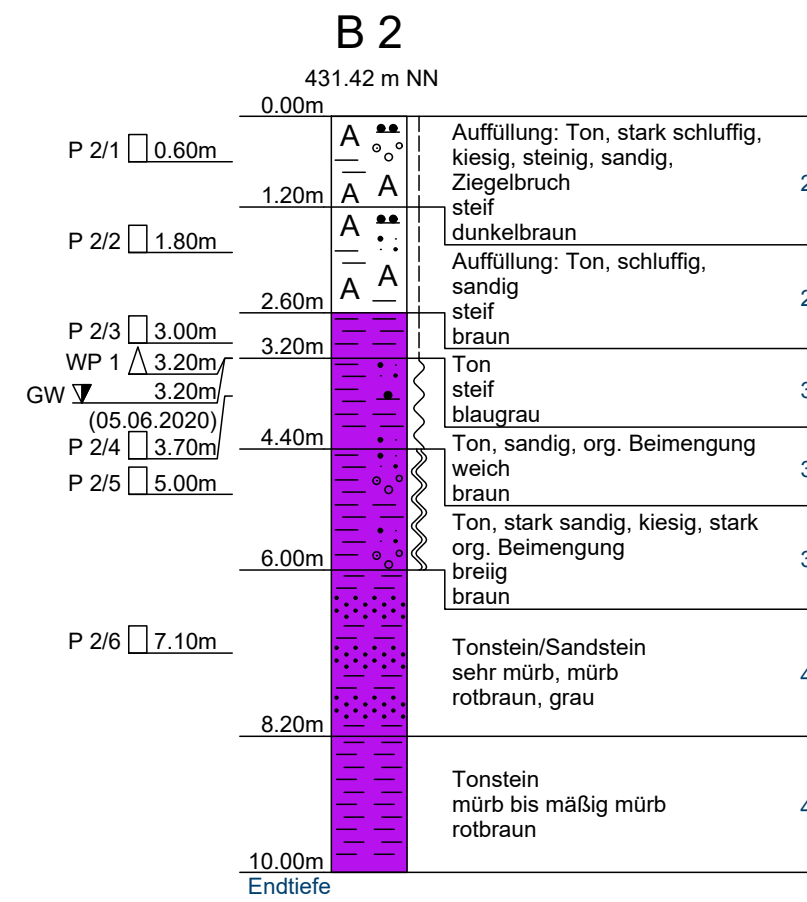
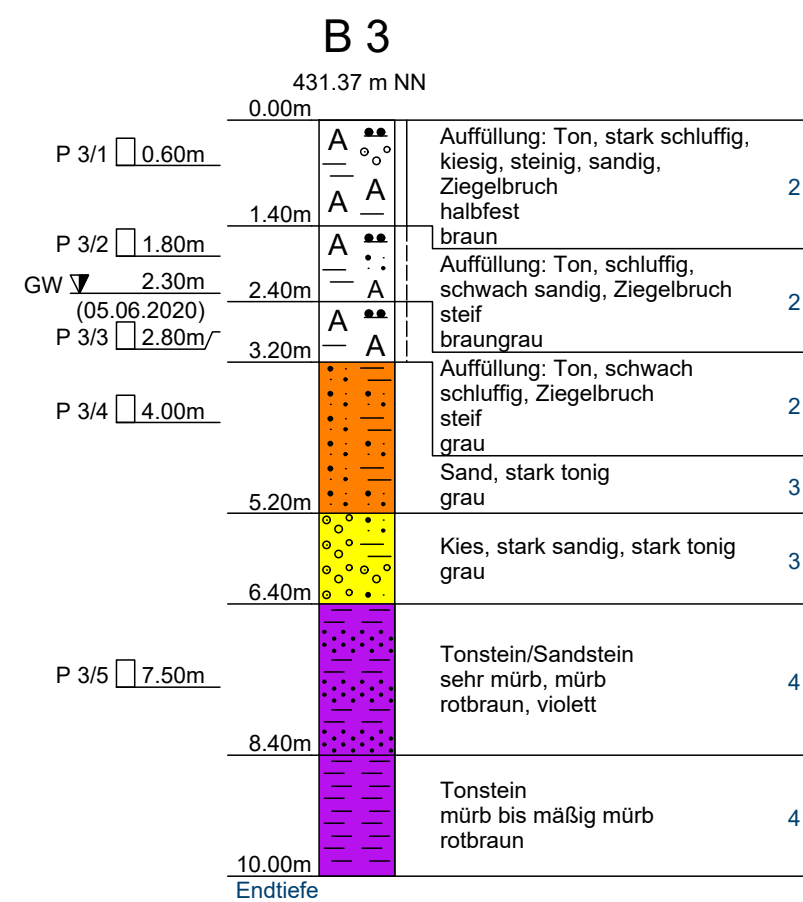
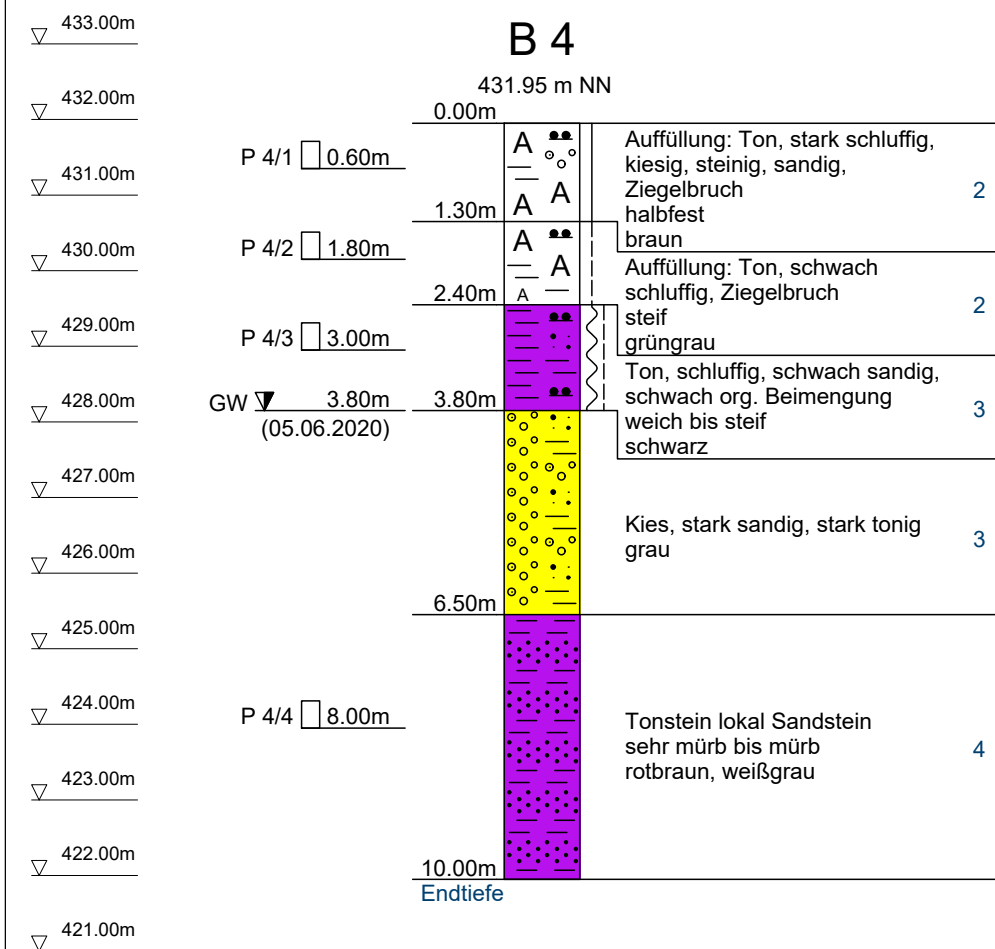
Maßstab:  
1 : 500

Auftraggeber: Stadt Ellwangen, Tiefbauamt Ellwangen  
Bahnhofstraße 28, 73479 Ellwangen

Datum: 08.06.2020

Bearbeiter: sr

Ausgeführt: sr



BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Az:	120276
BFI Zeiser GmbH & Co. KG	Anlage:	2
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Schnitt:	
Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29	Maßstab:	1:100
bfi@bfi-zeiser.de	Datum:	05.08.2020
Internet: www.bfi-zeiser.de	aufgenommen:	05.06.2020, seb
Projekt: Ellwangen, Erstellung einer Fußgängerbrücke		


	Fließgrenze					Ausrollgrenze				
Behälter-Nr.	40	229	91			53	52			
Zahl der Schläge	15	34	40							
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	133.70	145.90	143.40			111.60	112.10			
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	115.80	123.50	122.90			105.50	106.50			
Behälter $m_B$ [g]	96.40	93.10	93.50			94.10	96.00			
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	17.90	22.40	20.50			6.10	5.60			
Trockene Probe $m_t$ [g]	19.40	30.40	29.40			11.40	10.50	Mittel		
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	92.3	73.7	69.7			53.5	53.3	53.4		





angewendete Vergleichstabelle: BFI: Betonaggressivität Wasser (DIN 4030)						
Bezeichnung	Einheit	WP 1	nicht angreifend	schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
Probennummer		020116004				
Anzuwendende Klasse(n):		nicht angreifend				
Prüfungen auf Betonaggressivität von Wässern						
Färbung, qualitativ		farblos				
Trübung, qualitativ		ohne				
Geruch		ohne				
Geruch, angesäuert		ohne				
pH-Wert		7,0	> 6,5	> 5,5	> 4,5	> 4
Ammonium	mg/l	0,09	< 15	30	60	100
Ammonium	mg/l		15	30	60	100
Sulfat (SO4)	mg/l	120	< 200	600	3000	6000
Chlorid (Cl)	mg/l	58	< 500			
Sulfid, leicht freisetzbar	mg/l					
Magnesium (Mg)	mg/l	24	< 300	1000	3000	
Kalkaggressives Kohlendioxid	mg/l	< 5,0	< 15	40	100	
Gesamthärte	mmol/l	5,35				
Hydrogencarbonathärte	mg CaO/l	230				
Nichtcarbonathärte	mg CaO/l	70				
Permanganat-Verbrauch [KMnO4]	mg KMnO4/l	5,0				
Sulfid gelöst	mg/l					
Zusätzliche Messungen: Physikalisch-chemische Kenngrößen						
Temperatur pH-Wert	°C	22,9				
Zusätzliche Messungen: Anorganische Summenparameter						
Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	mmol/l	8,2				
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	°C	22,9				
Säurekapazität nach CaCO3-Zugabe	mmol/l	7,9				
Säurekapazität pH 8,2 (p-Wert)	mmol/l	< 0,1				
Temperatur Säurekapazität pH 8,2	°C	22,9				
Zusätzliche Messungen: Anorganische Summenparameter						
Gesamthärte	mg CaO/l	300				
Zusätzliche Messungen: Anionen						
Hydrogencarbonat (HCO3-)	mmol/l	8,2				
Sulfid, leicht freisetzbar	mg/l	< 0,04				
Zusätzliche Messungen: Kationen						
Ammonium-Stickstoff	mg/l	0,07				
Zusätzliche Messungen: Elemente aus der filtrierten Probe						
Calcium (Ca)	mg/l	174				

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

	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 120276
		Anlage: 4
Projekt: Ellwangen, Erstellung einer Fußgängerbrücke		
Analysenergebnisse nach DIN 4030		
Auftraggeber: Stadt Ellwangen, Tiefbauamt Ellwangen Bahnhofstraße 28, 73479 Ellwangen		
Datum: 18.06.2020	Bearbeiter: sr	Ausgeführt: sr