

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 Wört
Hauptstraße 104
73477 Wört

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen

Datum

kd-nm-sb/ Az. 220753

15.06.2023

Wört, Erschließung BPL Misch-/Sondergebiet Auchtfeld III

hier: Baugrunduntersuchung mit Gründungsberatung

Auftraggeber:

Gemeinde Wört
Hauptstraße 104
73477 Wört

Planung:

LKP Ingenieure GbR
Infrastruktur- und Stadtplanung
Uhlandstraße 39
73557 Mutlangen

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.....	4
3.1 Geologische Situation.....	4
3.2 Stratigrafie	6
3.3 Wasserverhältnisse	6
3.4 Laborversuche.....	8
3.4.1 Natürlicher Wassergehalt	8
3.4.2 Zustandsgrenzen.....	8
3.5 Geotechnische Kategorie.....	9
3.6 Homogenbereiche	10
3.7 Frostempfindlichkeit	12
3.8 Bodenkennwerte.....	12
4. Chemische Untersuchung:	14
4.1 Untersuchung nach LAGA Boden	14
4.2 geogene Belastung.....	15
4.3 Betonaggressivität des Grundwassers.....	15
4.4 Sulfatanalyse.....	15
4.5 teerhaltige Stoffe - Asphalt	16
5. Erdbebenzone	16
6. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen	17
6.1 Kanäle	17
6.1.1 Gründung des Rohrauflegers.....	17
6.1.2 Sicherung der Kanalgräben.....	18
6.1.3 Kanalgrabenverfüllung.....	19
6.2 Straßenbau.....	20
6.2.1 Planum	20
6.2.2 Tragschicht.....	21

6.3	Kreisverkehr	21
6.4	Gebäude	22
6.4.1	Allgemeine Gründungsmöglichkeiten	22
6.4.2	Baugrubensicherung und Wasserhaltung	24
6.4.3	Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile.....	24
6.4.4	Arbeitsraumverfüllung	25
6.5	Bodenverbesserung.....	26
7.	Abnahme und Haftung	28

Anlagenteil

Anlage 1.1:	Geologische Karte	M. 1 : 10.000
Anlage 1.2:	Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 bis B 8	M. 1 : 2500
Anlage 2.1:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 1, B 5, B 7 und B 8	M. 1 : 50
Anlage 2.2:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 2-B 4 und B 8	M. 1 : 50
Anlage 3:	Zustandsgrenzen P 3/2	
Anlage 4.1:	Analysenergebnissen nach LAGA	
Anlage 4.2:	Analysenergebnissen nach DIN 4030, Grundwasser	
Anlage 4.3:	Analysenergebnissen auf teerhaltige Stoffe – Asphalt	

1. Planunterlagen

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

- Strukturkonzept Variante 1, LKP M. 1 : 1000 vom 27.05.2021

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

2. Lage und Aufgabenstellung

Die LKP Ingenieure GbR plant für die Gemeinde Wört die Erschließung des Misch- / Sondergebietes „Auchtfeld III“ in Wört. Das Bauvorhaben befindet sich im südlichen Bereich des Gemeindegebietes, westlich der Stödtleiner Straße.

Die Verlegetiefe der Kanäle ist nach den aktuellen Planunterlagen bei ca. 3,00 m bis 5,50 m unter GOK vorgesehen. Nach RStO liegen die Belastungsklasse der Straßen im Wohngebiet bei Bk 0,3 im Mischgebiet bei Bk 1,0 und im Kreisverkehr bei Bk 1,8.

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

3. Untergrund

3.1 Geologische Situation

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 09.05.2023 auftragsgemäß acht Bohrungen (B 1 – B 8) bis in Tiefen zwischen 4,00 m und 5,50 m unter Gelände abgeteuft. Die Lage der Bohrungen wurde bauseits festgelegt.

Da mit den Bohrungen der Anschnitt von Grundwasser zu erwarten war, wurde am 16.11.2022 eine wasserrechtliche Erlaubnis beim Landratsamt beantragt. Die wasserrechtliche Erlaubnis wurde vom Landratsamt mit Entscheidung vom 29.11.2022 unter Auflagen erteilt.

Die Ansatzhöhen der Bohrungen wurden auf einen Kanaldeckel eingemessen, dessen Deckelhöhe mit 455,15 mNN angegeben wurde.

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 den Bohrungen wurde zunächst ein 0,20 m bis 0,40 m starker Mutterboden erkundet. Bei B 1 (Kreisverkehr) wurde zunächst eine 0,15 m starke Asphaltsschicht auf einer 0,75 m starken Schottersschicht durchbohrt.

Im Bereich der Bohrung B 5 wurde bis 0,80 m unter GOK eine Auffüllung aus Ton erkundet.

Unter dem Mutterboden bzw. der Auffüllung und dem Schotter wurde eine Wechselfolge aus steifen bis halbfesten und lokal weichen bis steifen Tonen und Schluffen sowie Sanden aufgeschlossen. Den Sanden sind lokal Sandsteinbänke eingelagert.

Diese werden ab Tiefen zwischen 2,80 m und 4,80 m unter GOK bis zu den Endtiefen der Bohrungen von sehr mürbem bis mäßig mürbem Ton- und Sandstein unterlagert. Den Festgesteinen sind lokal bindige bzw. zu Tonen entfestigte Bereiche eingelagert.

Wir weisen darauf hin, dass die Übergänge zwischen den Verwitterungsdecken und den unterlagernden Festgesteinen in Abhängigkeit vom Aufwitterungsgrad oft fließend sind und daher nicht scharf abgegrenzt werden können. Daher kann auch die Höhenlage der Festgesteine lokal schwanken.

Die Tiefen, in denen OK der mind. sehr mürben Festgesteine angetroffen wurden, sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: OK Festgestein (mind. sehr mürb)

Bohrung	Ansatzhöhe [mNN]	OK Festgestein	
		[m u. GOK]	[mNN]
B 1	460,27	3,00	457,27
B 2	455,80	4,00	451,80
B 3	460,53	4,80	455,73
B 4	458,17	2,80*	455,37*
B 5	463,87	4,00	459,87
B 6	458,26	4,50*	453,76*
B 7	464,85	-	-
B 8	465,10	4,50*	460,60*

- kein Fels bis zur Endtiefe angetroffen

* von bindigen Schichten bzw. entfestigten Bereichen unterlagert

3.2 Stratigrafie

Stratigrafisch handelt es sich bei den an der Basis der Bohrungen angetroffenen Ton- und Sandsteinen um Schichtglieder der Löwenstein- bzw. Hassberg-Formation. Bei den darüber anstehenden Tonen, Schluffen und Sanden handelt es sich um dessen quartäre Verwitterungsprodukte sowie Umlagerungsprodukte.

3.3 Wasserverhältnisse

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.

Tabelle 2: Wasserstände nach Abschluss der Bohrarbeiten

Bohrung	Ansatzhöhe [mNN]	Wasserstand nach Abschluss der Bohrarbeiten am 09.05.2023	
		[m u. GOK]	[mNN]
B 1	460,27	2,00	458,27
B 2	455,80	3,00	452,80
B 3	460,53	3,50	457,03
B 4	458,17	2,50	455,67
B 5	463,87	1,00	462,87
B 6	458,26	1,50	456,76
B 7	464,85	4,00	460,85
B 8	465,10	4,50	460,60

Bei dem Wasser handelt es sich um quartäres/schichtgebundenes Grund- bzw. Hangwasser. Beim Einschneiden in das Gelände muss in Abhängigkeit von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen lokal und temporär auch mit höheren Grundwasserständen sowie Schicht- und Sickerwasserzutritten gerechnet werden. Am Tag der Bohrarbeit und zuvor hatte es langanhaltend geregnet.

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.

Wir empfehlen zur Verifizierung der Grundwasserstände in den Bohrungen 3 Grundwassermessstellen zur Beobachtung der GW-Stände über ein hydrologisches Jahr herzustellen.

3.4 Laborversuche

3.4.1 Natürlicher Wassergehalt

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 24 gestörte Proben entnommen, von denen 5 auf ihren natürlichen Wassergehalt untersucht wurden. Dabei wurden die in Tabelle 3 aufgeführten Werte ermittelt.

Tabelle 3: natürliche Wassergehalte

Probe P	Bohrung B	Tiefe [m]	Bodenart (Konsistenz)	natürlicher Wassergehalt [Gew.-%]
1/3	1	1,45	T, u (hf)	17,12
2/2	2	1,25	T, u, s (st)	24,79
3/2	3	0,65	T, u, s* (w-st)	28,29
4/1	4	1,05	T, u, s (hf)	20,14
7/1	7	1,20	U, s* (hf)	16,33

3.4.2 Zustandsgrenzen

Zur Ermittlung der Wasserempfindlichkeit wurden an der Probe P 3/2 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 3/2
Bohrung	3
Entnahmetiefe [m]	0,65
Wassergehalt w_N [%]	28,2
Fließgrenze w_L [%]	48,2
Ausrollgrenze w_P [%]	21,3
Plastizitätszahl I_P [%]	26,9
Konsistenzzahl I_C	0,743
Gruppensymbol	TM
Konsistenz	weich

Für die Zustandsform des Tones ergab sich eine Konsistenzzahl I_C von 0,743. 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:

Baugrund GK 1

Grundwasser: GK 2 (Wasserzutritte in Einschnitten möglich)

Hieraus ergibt sich aus baugrundgeologischer Situation eine Einstufung in die Geotechnische Kategorie 1. Aufgrund der Tiefe der Gräben > 5,00 m ist jedoch die Einstufung in die **Geotechnische Kategorie 3** erforderlich.

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.

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

Entsprechend der **DIN 18300 – Erdarbeiten** wurden die lokal angetroffenen Schotter dem **Homogenbereich 2** und die Auffüllungen dem **Homogenbereich 3** zugeordnet. Die anstehenden Tone, Schluffe und Sande wurden unter dem **Homogenbereich 4** zusammengefasst. Die darunter anstehenden Ton- und Sandsteine sowie die Steine werden unter dem **Homogenbereich 5** erfasst.

Wir weisen darauf hin, dass die Übergänge zwischen den Verwitterungsdecken und den unterlagernden Festgesteinen (Homogenbereiche 4 und 5) in Abhängigkeit vom Aufwitterungsgrad oft fließend sind und daher nicht scharf abgegrenzt werden können. Daher kann auch die Höhenlage der Festgesteine lokal schwanken.

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 ¹⁾ 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	2	3	4	5
Bezeichnung	Schotter	Auffüllung	Tone, Schluffe, Sande	Tonstein – Sandstein, Steine
Bodengruppe nach DIN 18196	GI, GW, GE, GU, GU*, GT, GT*	TA, TM, TL	TA, TL, TM, UA, UL, UM, SU, ST, SU*, ST*	X
Bodengruppe nach DIN 18915	2, 4	4-6-8	2, 4, 6, 8	-
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	-	gering < 5 %	gering < 5 %	-
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern	-		-	-
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	4 % – 15 %	4 % – 40 %	4 % – 40 % (16,33-28,29%) ¹⁾	-
Konsistenz nach DIN 18122 und DIN EN ISO 14688-1	-	weich - steif Ic 0,5 – 1,0 Ip 4% - 20 %	weich – halbfest 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 ² - 200 kN/m ²	25 kN/m ² - 600 kN/m ²	-
Kohäsion nach DIN 18137-1, 2, 3	-	0 – 15 kN/m ²	0 – 15 kN/m ²	-
organischer Anteil nach DIN 18128 und DIN EN ISO 14688-2	-	nicht vorhanden V _{GI} < 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/cm ³ - 2,50 g/cm ³	1,55 g/cm ³ – 2,00 g/cm ³	1,55 g/cm ³ – 2,15 g/cm ³	2,00 g/cm ³ – 2,85g/cm ³
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1				Tonstein Sandstein
Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1				bis 140 MN/m ²
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 – stark veränderlich
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

¹⁾ 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 und Schluffe der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen.

Die Sande 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 γ	=	21	kN/m ³
	cal γ'	=	12	kN/m ³
	cal φ'	=	37	°
	cal c'	=	0	kN/m ²

Auffüllung:

Ton, schluffig, sandig, steif	cal γ	=	19	kN/m ³
	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal φ'	=	28	°(Ersatzreibungswinkel)

Anstehend:

Ton/ Schluff, sandig steif, steif-halbfest	cal γ	=	19	kN/m ³
	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal ϕ'	=	25	°
	cal c'	=	7	kN/m ²
Ton/ Schluff, sandig weich-steif	cal γ	=	19	kN/m ³
	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal ϕ'	=	25	°
	cal c'	=	3	kN/m ²
Sand, schluffig	cal γ	=	20	kN/m ³
	cal γ'	=	11	kN/m ³
	cal ϕ'	=	27	°
	cal c'	=	1	kN/m ²
Ton-/Sandstein sehr mürb, mürb	cal γ	=	21	kN/m ³
	cal γ'	=	12	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

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

4. Chemische Untersuchung:

4.1 Untersuchung nach LAGA Boden

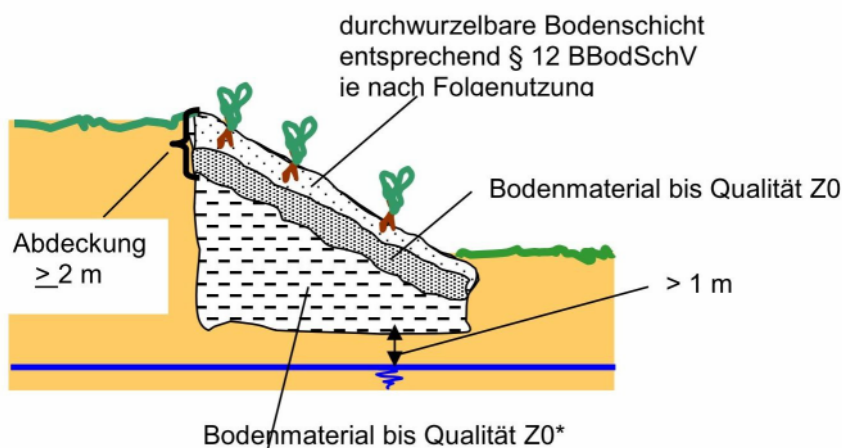
Die in den Bohrungen angetroffenen Tone und Schluffe wurden an einer Mischprobe MP 1 (aus P 1/3, P 2/2, P 3/2, P 4/1, P 5/2, P 6/1, P 7/1 und P 8/1) auftragsgemäß wie folgt analysiert:

- Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln der LAGA M 20 (06.11.1997)

Die Analysenergebnisse sind für eine Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen oder in technischen Bauwerken in Anlage 4.1 den Zuordnungswerten der LAGA M 20 gegenübergestellt.

Nach den Ergebnissen der Laboruntersuchung weist das Material der Mischprobe MP 1 keine erhöhten Gehalte auf. Alle Parameter unterschreiten die **Z 0**-Zuordnungswerte der LAGA Boden.

Abbildung 1: Einbaukonfiguration für Z 0 Material



Bodenmaterial der Einbaukonfiguration **Z 0** nach LAGA M 20 kann in bodenähnlichen Anwendungen und zur Verfüllung von Abgrabungen frei verwertet werden.

Bei einer Verwertung zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht oder beim Auf- und Einbringen in eine durchwurzelbare Bodenschicht wären gemäß § 12 BBodSchV die Vorsorgewerte nach Anhang 2 Nr. 4 der BBodSchV zu berücksichtigen. Diese müssten dann ggfs. zusätzlich untersucht werden.

4.2 geogene Belastung

Die Tone wurden auftragsgemäß an einer Mischprobe (MP 1 aus P 3/3, P 4/2, P 6/2 und P 7/2) auf Schwermetalle im Feststoff untersucht. Die Ergebnisse sind in Anlage 4.1 den Zuordnungswerten nach LAGA gegenübergestellt.

Danach werden für die Probe **MP 2** die Z 0-Zuordnungswerte der LAGA Boden eingehalten.

4.3 Betonaggressivität des Grundwassers

Aus der Bohrung B 2 wurde eine Wasserprobe (WP 1) entnommen und auf betonangreifende Bestandteile untersucht.

Die Analysenergebnisse sind in Anlage 4.2 dargestellt.

Nach den vorliegenden Analysenergebnissen ist **das Wasser nach DIN 4030** aufgrund des Gehaltes an kalkaggressiven Kohlendioxid von 29 mg/l als **schwach angreifend** einzustufen (s. Anlage 4.2). Nach DIN EN 206-1/ DIN 1045-2 erfolgt die Einstufung des Angriffsgrades somit in die **Expositionsklasse XA 1**.

4.4 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 Mischprobe **MP 1** auf Sulfat untersucht.

Tabelle 6: Sulfatanalyse

Probe-Nr.	MP 1	Grenzwert
Bodenart	Ton / Schluffe	nach ZTV E-StB 17
Entnahmetiefe [m]	verschiedene	vorgegebener Grenzwert 0,3 % der Trockenmasse
Sulfatgehalt [mg/kg]	97	< 3000

Die Sulfatgehalte der Proben liegen unter dem nach ZTV E-StB 17 vorgegebenen Grenzwert von 0,3 % der Trockenmasse (\cong 3000 mg/kg), welcher als unkritisch für bodenstabilisierende Maßnahmen erachtet wird. Nach dem Ergebnis der Sulfatanalyse ist eine Bodenverbesserung somit möglich.

4.5 teerhaltige Stoffe - Asphalt

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

Die Analysenergebnisse sind in Anlage 4.3 dargestellt.

Bei der untersuchten Probe waren PAK und Phenole 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.

5. Erdbebenzone

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

Nach aktuellen Planunterlagen, ist die Verlegetiefe der Kanäle zwischen 3,00 m 5,50 m unter GOK vorgesehen.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen werden die Gründungssohlen z.T. in den steifen bis halbfesten Tonen / Schluffen und z.T. in den Sanden und lokal in den Festgesteinen liegen.

Im Bereich der mindestens steifen Tone /Schluffe sowie der Sande und Festgesteine kann das Rohrauflager ohne besondere Zusatzmaßnahmen gegründet werden. Für den Fall, dass die Tone bzw. die Tonsteine durch Niederschlags- bzw. Schichtwasser aufweichen oder sich der Fels nicht maßhaltig lösen lässt, ist in der Ausschreibung unter dem Rohrauflager ein Bodenaustausch bzw. eine Ausgleichsschicht in einer Stärke von 0,15 m - 0,30 m mit Baustoffgemisch 0/56 mm, vorzusehen.

Die Kanalgräben werden lokal in das Grundwasser einschneiden. Die Intensität der Wasserzutritte wird von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen abhängig sein. Es ist daher eine Dränage in der Aushubsohle mitzuziehen, um Wasser kontrolliert abführen zu können. Hierzu ist eine 0,15 m starke Schicht mit Baustoffgemisch 8/16 mm einzubauen und mit einem Vlies der Klasse 2 zu ummanteln. In der Dränschicht ist ein Dränagestrang mit Anschluss an einen Pumpensumpf mitzuziehen. Ferner ist unter dem Rohrauflager und oberhalb der Dränageschicht ein 0,20 m starker Bodenaustausch vorzusehen. Für den Austausch eignet sich ein bindigkeitsarmes, gut kornabgestuftes Material, z.B. Baustoffgemisch 0/56 mm der Bodengruppe GW.

Das Grundwasser darf nicht dauerhaft abgesenkt werden, da sonst Setzungen am Gelände und bestehenden Gebäude auftreten können. Die Dränage ist daher nach Abschluss der Arbeiten abschnittsweise zu plombieren. Beim Anschneiden von Wasserwegsamkeiten ist zudem darauf zu achten, dass keine ständige Entwässerung durch die dränierende Wirkung längs der Leitungszone erfolgt.

Umgekehrt ist sicher zu stellen, dass vorhandene Wasserwegsamkeiten nicht blockiert werden.

In der Ausschreibung sind daher Querriegel aus Beton oder Ton in der Leitungszone vorzusehen. Die Querriegel sind in Konformität mit den Vorgaben der Rohrstatik, z. B. im Bereich der Schächte, sowie bei Bedarf auch innerhalb der wasserführenden Bereiche anzuordnen. Der genaue Abstand sowie der Lage der Querriegel sind im Zuge der Baumaßnahme in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

6.1.2 Sicherung der Kanalgräben

Wir schlagen vor, den Kanalgraben im Bereich der Verwitterungsschichten z. B. mit Verbauelementen entsprechend der DIN 4124 zu sichern. Wir weisen darauf hin, dass die oberflächennahen 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
- TRVV 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.

6.1.3 Kanalgrabenverfüllung

Die beim Aushub des Kanalgrabens anfallenden, mindestens steifen Tone / Schluffe und Sande sowie die Festgesteine bis Steinkorngröße (< 200 mm) 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 Sande sind ohne bodenverbessernde Maßnahmen nicht geeignet. Die erforderlichen Bindemittelmengen und die Art des Bindemittels müssen durch entsprechende Sulfat- und Eignungsuntersuchungen und in Abhängigkeit von den aktuellen Wassergehalten festgelegt werden. Vorab kann jedoch von den in Kapitel 4.3 angegebenen Bindemittelmengen ausgegangen werden.

Die anfallenden Festgesteine bis Steinkorngröße (< 200 mm) können bei optimalen Witterungsbedingungen zum Verfüllen der Kanalgräben verwendet werden. Dies ist im Zuge des Aushubs zu entscheiden. Steinblöcke müssen entweder separiert oder zerkleinert werden, um sie verwenden zu können. Es ist darauf zu achten, dass das Material gut kornabgestuft ist und hohlraumfrei verdichtet werden kann. Wir schlagen jedoch vor, in der Ausschreibung einen Bodenaustausch bzw. eine Bodenverbesserung für die Kanalgrabenverfüllung vorzusehen.

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

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

6.2 Straßenbau

Nach RStO liegen die Belastungsklasse der Straßen im Bereich des Wohngebietes bei Bk 0,3 und im Bereich des Mischgebietes bei Bk 1,0.

6.2.1 Planum

Auf Niveau Planum stehen nach den Ergebnissen der Bohrungen vorwiegend steife Tone und Schluffe sowie tonige Auffüllungen an.

Nach RStO bzw. ZTVE-StB 17 ist auf dem Planum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45$ 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 10) 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 10 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 und Schluffen sowie die den Auffüllungen erfahrungsgemäß nicht erreichbar sein.

Wir schlagen deshalb vor, das Planum auf einer Stärke von 0,40 m mit Bindemittel zu verbessern. Die erforderlichen Bindemittelmengen und die Bindemittelart müssen im Vorfeld durch eine Sulfat- und Eignungsuntersuchung ermittelt werden. Vorab kann in der Ausschreibung von den in Kapitel 6.5 angegebenen überschlägigen 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 darunterliegenden Boden aufweicht. Auf UK Austauschkörper ist daher eine Drainage vorzusehen, auf die ein Gefälle auszubilden ist.

6.2.2 Tragschicht

Bei Straßen der Belastungsklasse Bk 0,3 ist auf der ungebundenen Tragschicht nach RStO (Tafel 1, Zeile 3) bzw. ZTV-SoB 09 ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$ ($E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$) nachzuweisen.

Bei Straßen der Belastungsklasse Bk 1,0/1,8 ist auf der ungebundenen Tragschicht nach RStO (Tafel 1, Zeile 3) bzw. ZTV-SoB 09 ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 150 \text{ MPa}$ ($E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$) nachzuweisen.

Wir empfehlen, die Gesamtstärke von Frostschutz- und Tragschicht bei den Straßen der Belastungsklasse Bk 0,3 nicht unter 0,35 m bzw. der Belastungsklasse Bk 1,0/1,8 nicht unter 0,45 m zu dimensionieren, um die auf OK Tragschicht geforderten Tragfähigkeiten zu erreichen.

Zur Herstellung eines frostsicheren Oberbaues sind darüber hinaus die erforderlichen Mindestdicken gemäß den Tabellen 6 und 7 der RStO zu berücksichtigen.

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 17) und die "Zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau" (ZtV-SoB-Stb 04) zu beachten.

6.3 Kreisverkehr

Nach den vorliegenden Planunterlagen wird die Kreisfahrbahn des Kreisverkehrs gemäß Belastungsklasse 1,8 nach RStO 12 bemessen.

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 Verhältnisswert 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.

Nach den Ergebnissen der Bohrung B 1 wurde die Gesamtstärke des Oberbaues im Bereich des Kreisverkehrs mit 0,75 m ermittelt. Unterhalb des Tragschichtschotters stehen Sande der Frostempfindlichkeitsklasse F 2 bzw. F 3 an.

Die Mindeststärken des frostsicheren Oberbaues sind nach den Tabellen 6 und 7 der RStO festzulegen. Bei Straßen der Belastungsklasse Bk 1,8 ist gemäß Tabelle 6 auf F 3-Böden eine Mindestdicke von 0,60 m erforderlich.

Der vorhandene Aufbau entspricht den Anforderungen der RStO. Die Frostsicherheit des Materials wurde nicht geprüft.

Auf der ungebundenen Tragschicht ist nach RStO, bzw. ZTV-SoB 09 bei Straßen der Belastungsklasse Bk 1,8 ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$ ($E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$) nachzuweisen.

Wir empfehlen die im Untergrund vorhandenen Tragschichtschotter als Bodenaustauschmaterial zu verwenden. Ergänzend sollte in der Ausschreibung ein 0,40 m starker Bodenaustausch mit Baustoffgemisch 0/56 mm vorgesehen werden.

6.4 Gebäude

6.4.1 Allgemeine Gründungsmöglichkeiten

Nach den Ergebnissen der Bohrungen werden die Gründungssohlen unterkellerter Gebäude bei einer angenommenen Geschosshöhe von etwa 3,00 m z.T. in den steifen bis halbfesten Tonen/Schluffen und z.T. in den Festgesteinen liegen.

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

Allgemein ist auf eine einheitliche Gründung zu achten. D. h. eine Gründung z. T. auf den Festgesteinen und z. T. auf den Tonen, Schluffen oder Sanden 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 Sohldrücken σ_{zul} nach DIN 1054:2005-01 ausgegangen werden:

Tabelle 7: 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
Festgestein mind. sehr mürb	560	400

Voraussetzung ist die Einhaltung einer Mindestbreite von 0,40 m bei Streifen- und 0,80 m bei Einzelfundamenten.

Unter der Bodenplatte ist eine 0,15 m starke, kapillARBrechende Dränschicht, z. B. mit Baustoffgemisch 11/22 mm, vorzusehen.

Auf eine frostsichere Gründung der außenliegenden Fundamente > 1,00 m unter GOK ist zu achten. Wir empfehlen jedoch, aufgrund der Gefahr der Austrocknung die Einbindetiefe mit min. 1,20 m zu wählen.

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.

6.4.2 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Unbelastete Baugrubenböschungen dürfen gemäß DIN 4124 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. In weichen Tonen/Schluffen sowie in den Auffüllungen und Sanden ist die Böschungsneigung mit $\beta \leq 45^\circ$ abzuflachen. Im Bereich der Festgesteine kann mit $\beta \leq 80^\circ$ geböschet 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.

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.

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

6.4.3 Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile

Grundwasser wurde bei den Bohrungen in einer Tiefe von 1,00 m bzw. 3,50 m unter GOK angetroffen. In Abhängigkeit von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss temporär auch mit höheren Grundwasserständen gerechnet werden. Zudem werden verfüllte Baugruben nach starken Niederschlägen allmählich mit Wasser gefüllt.

Unterkellerte Gebäude werden nach den Ergebnissen der Bohrungen im Grundwasser liegen. Die erdberührenden Wände sind daher entsprechend der DafStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Baukörper aus Beton“ in WU-Beton auszubilden. Da selbst bei Ausführung einer weißen Wanne keine 100 %ige Dichtigkeit gegeben ist, muss insbesondere bei höherwertiger Nutzung eine zusätzliche Abdichtung gemäß DIN 18195-6 erfolgen. Entsprechend ist das Gebäude bis GOK auftriebssicher auszuführen. Bei höheren Wasserständen das Gebäude zu fluten oder es wird ein entsprechender Hochwasserschutz vorgesehen. Für den Fall eines Pumpenausfalles vor Herstellen der Auftriebssicherheit, müssen die Baugrube und das Untergeschoss geflutet werden. Hierzu sind Flutungsöffnungen im UG vorzusehen, die nach Herstellen der Auftriebssicherheit wieder dicht verschlossen werden.

Die Bodenplatte nicht unterkellerten Gebäude liegt je nach Gründungsniveau noch oberhalb des Grundwassers. Zum Schutz der ins Erdreich einschneidenden Bauteile gegen Staunässe und Sickerwasser ist dann entlang der erdberührenden Außenwände gemäß DIN 4095 eine Dränage einzubauen. Als Dränrohr empfiehlt sich ein geschlitztes PVC-Rohr, $\varnothing \geq 100$ mm, über dem eine Dränschicht ausgebildet wird (Hinterfüllung mit sandigem Kies oder Anbringen von Dränplatten bzw. Sickersteinen). Zudem empfehlen wir, gegen das Erdreich ein Filtervlies (Klasse 1) einzulegen, um ein Einspülen von Feinteilen in die Dränage zu verhindern. Die Dränage ist durch den Einbau von Spülschächten so auszubilden, dass sie gespült werden kann.

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

6.4.4 Arbeitsraumverfüllung

Die in den Bohrungen angetroffenen mindestens steifen Tone und Schluffe sowie die Sande und die Festgesteine bis Steinkorngröße (< 200 mm) 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.

6.5 Bodenverbesserung

Wird in sulfathaltigen Böden verbessert, muss mit gravierenden Bauwerksschäden infolge von Quellhebung gerechnet werden. In den Schichten des Lettenkeupers ist jedoch nicht mit erhöhten Sulfatgehalten zu rechnen.

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 sandigen Tone / Schluffe und Sande von im Mittel $1,75 \text{ t/m}^3$ ergeben sich folgende Bindemittelmengen:

Tabelle 8: 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

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.

Bei der Verbesserung der Kanalgrabenverfüllung bis 0,50 m unter Planum eignet sich z.B. Weißfeinkalk oder Bodenbinder 500, bzw. ein gleichwertiges Mischbindemittel. Bei der Verbesserung des Planums 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 Prüfung der bestehenden Schottertragschicht durch Plattendruckversuche bzw. Rammsondierung
- die Durchführung einer Eignungsuntersuchung im Falle einer Bodenverbesserung

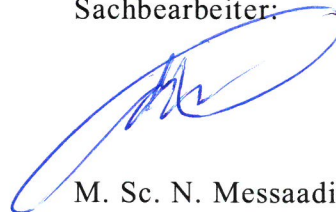
Für die Einzelbauvorhaben ist die Hinzuziehung des BFI zur Erkundung des Baugrundes und zur Gründungsberatung im Einzelfall Voraussetzung für die Haftung.

Für das BFI:



Dipl.-Ing. (FH) K. Deis

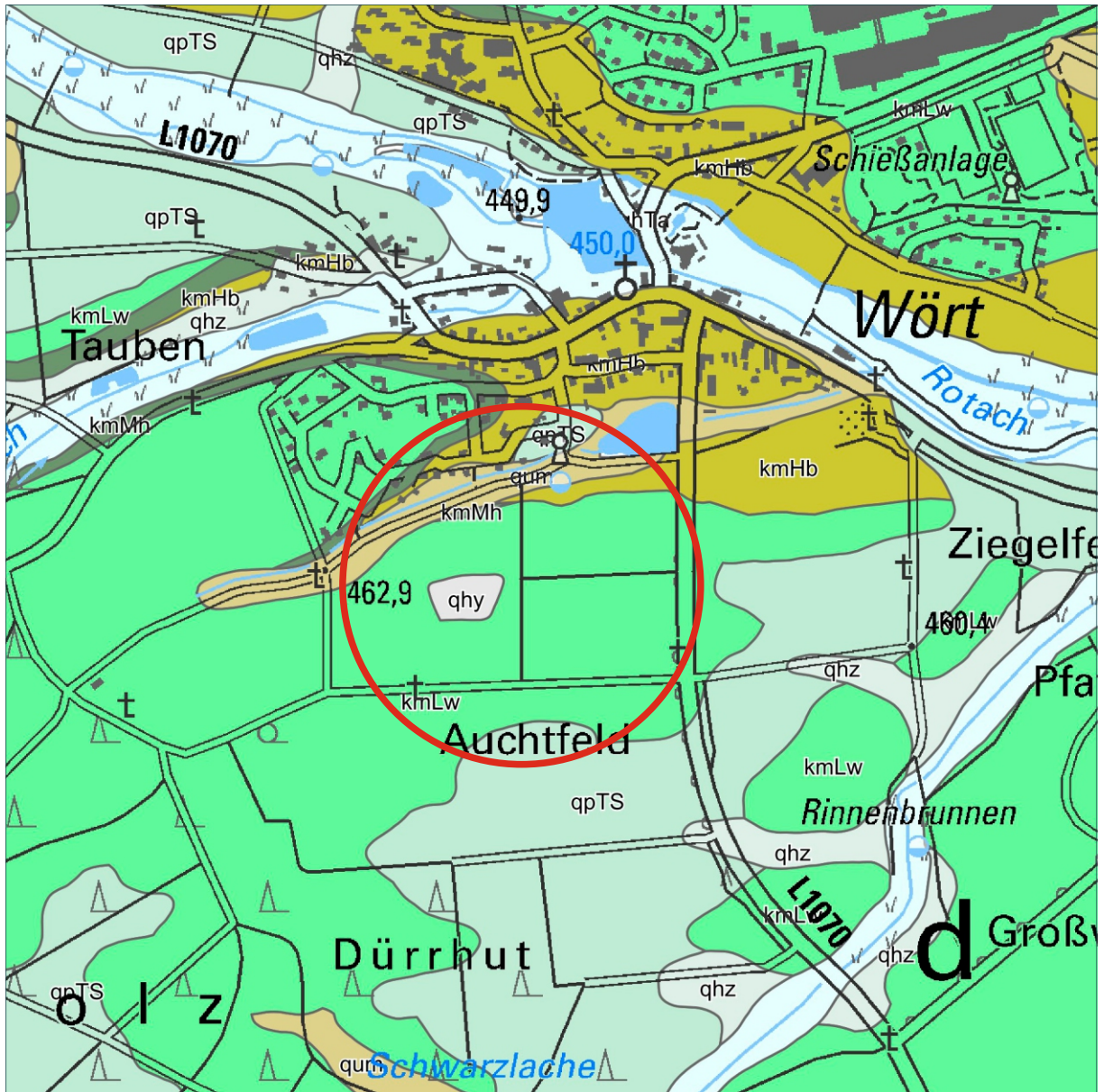
Sachbearbeiter:



M. Sc. N. Messaadi

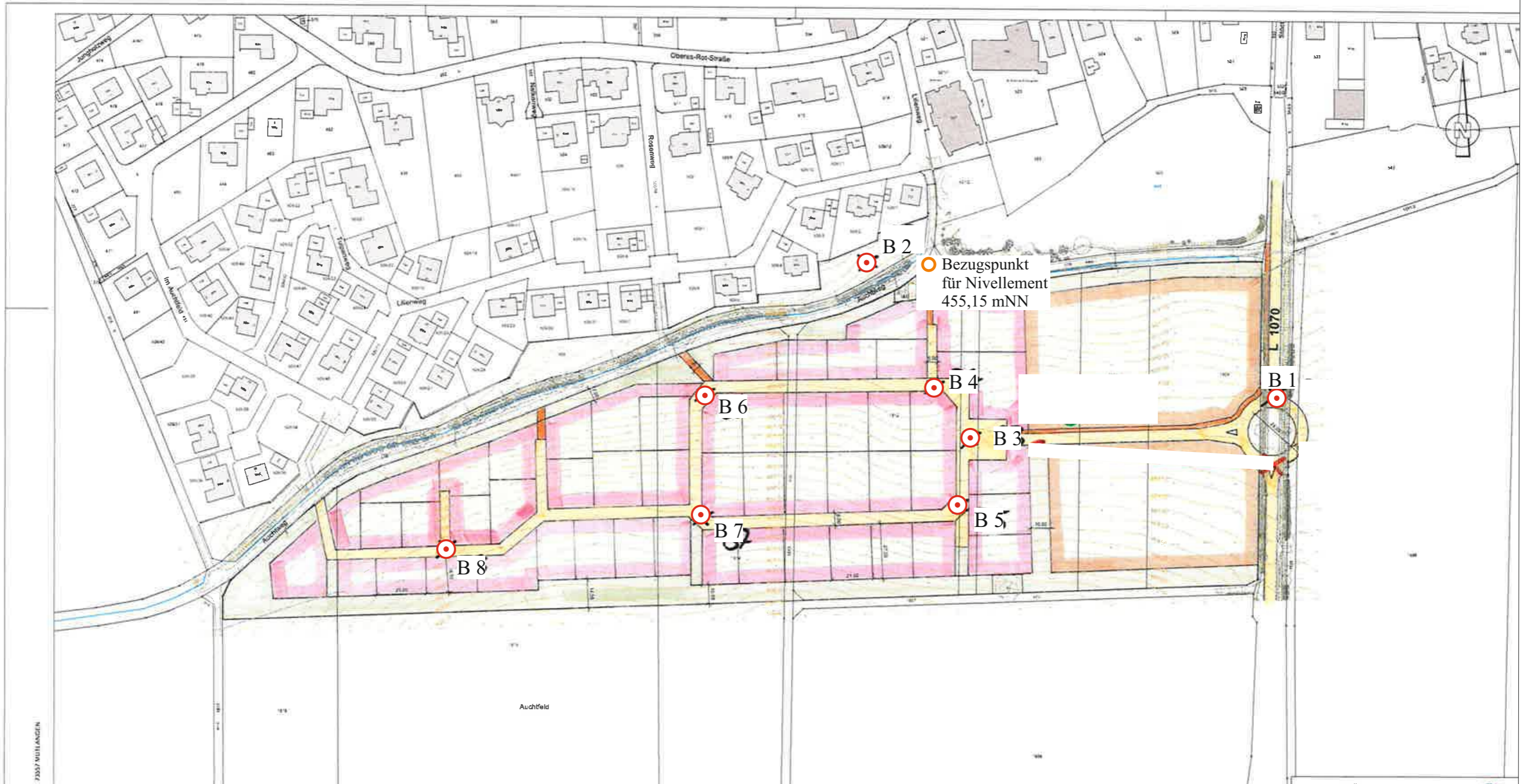
gez. Baumann

Dipl. Umweltwiss. S. Baumann



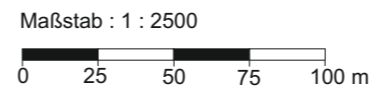
- Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung) (qhy)
- Verwitterungs-/Umlagerungsbildung (qum)
- Holozäne Abschwemmmassen (qhz)
- Holozänes Auensediment (qhTa)
- Auenlehm (Lf)
- Terrassensedimente (Mittelgebirge) (qpTS)
- Trossingen-Formation (Knollenmergel) (kmTr)
- Löwenstein-Formation (Stubensandsteine) (kmLw)
- Mainhardt-Formation (Obere Bunte Mergel) (kmMh)
- Hassberge-Formation (Kieselsandstein) (kmHb)

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 220753
		Anlage: 1.1
Projekt: Wört, Erschließung BPL Misch-/Sondergebiet Auchtfeld III		
Geologische Karte		Maßstab: 1 : 10.000
Auftraggeber: Gemeinde Wört Hauptstraße 104, 73499 Wört		
Datum: 30.05.2023	Bearbeiter: nm	Ausgeführt: nm



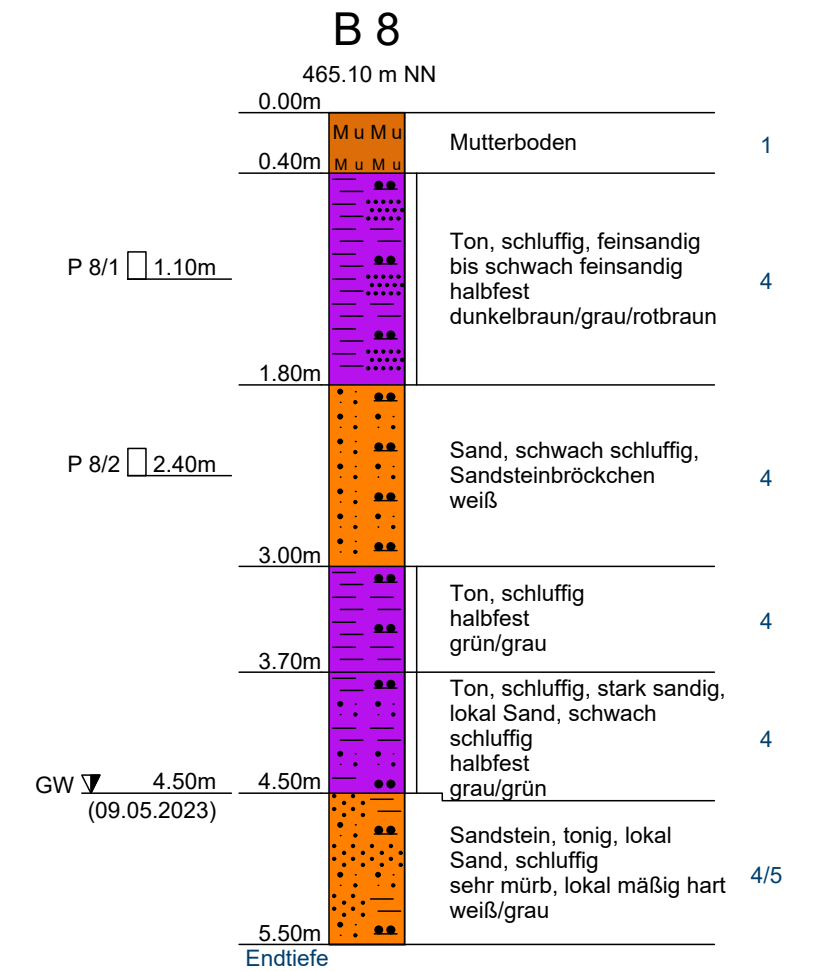
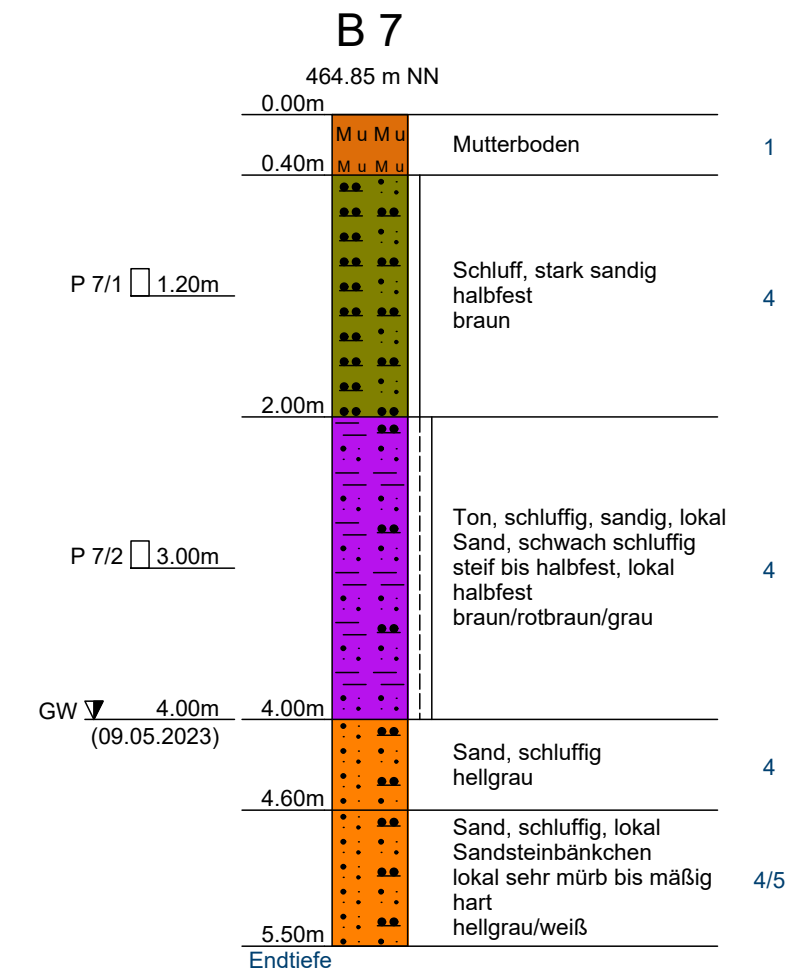
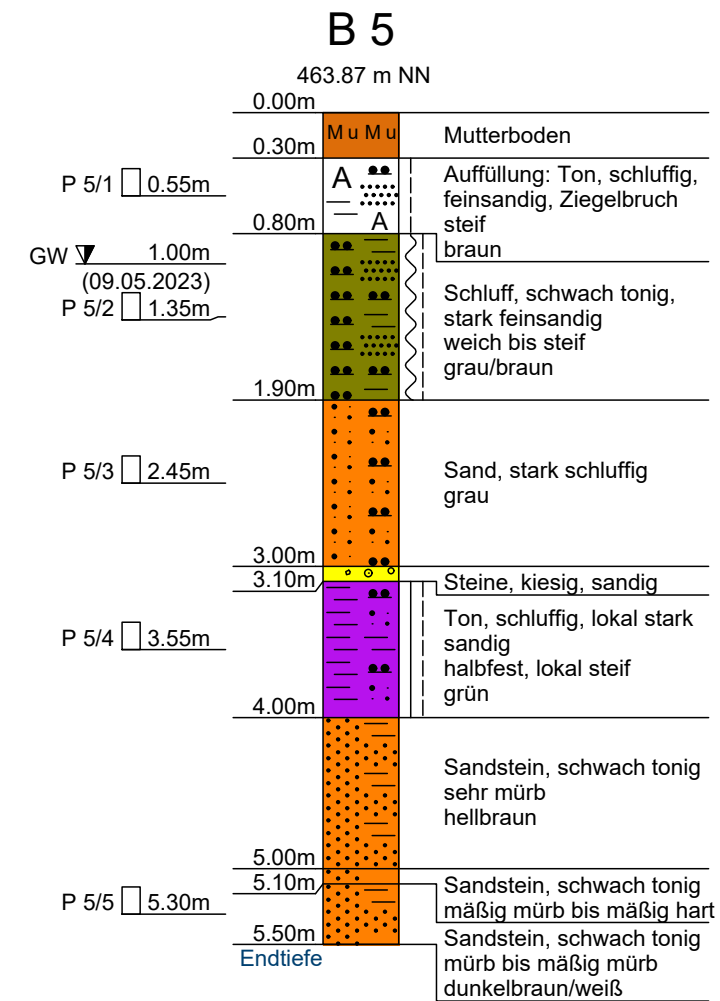
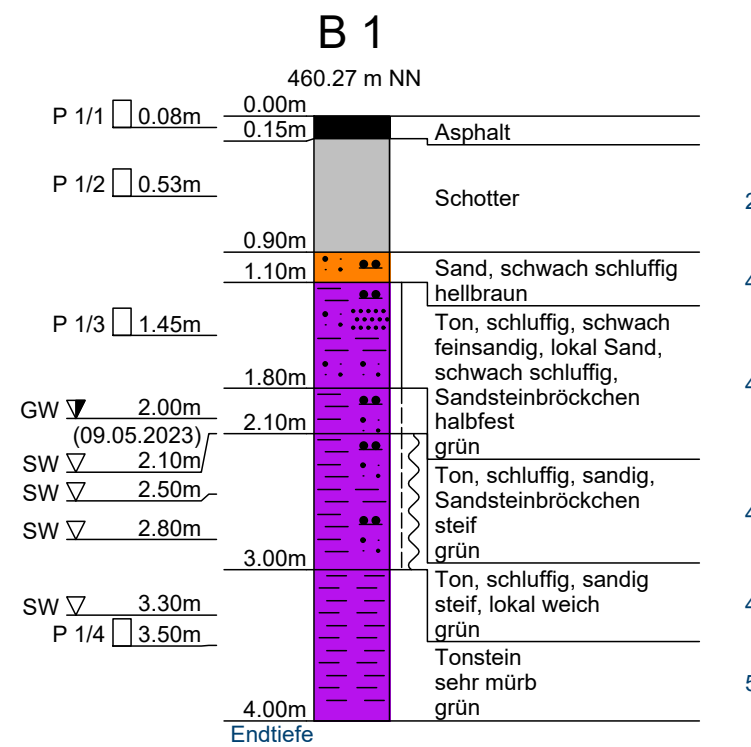
Legende

- ⊙ Bohrung
- Höhenfestpunkt für Nivellement

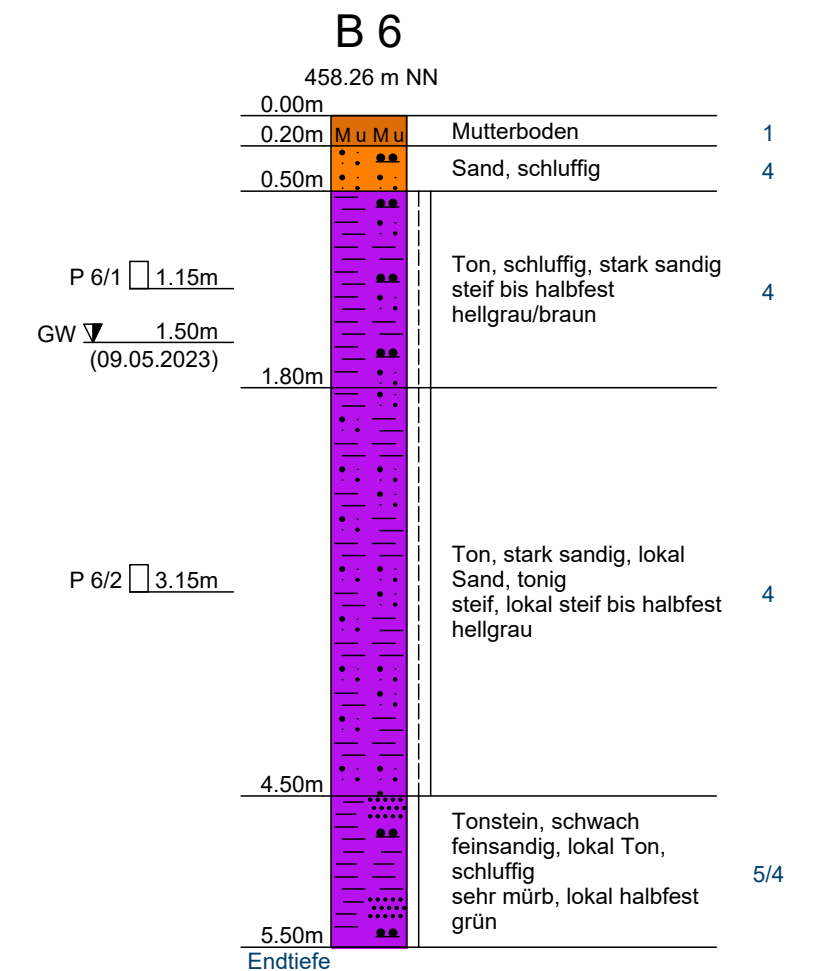
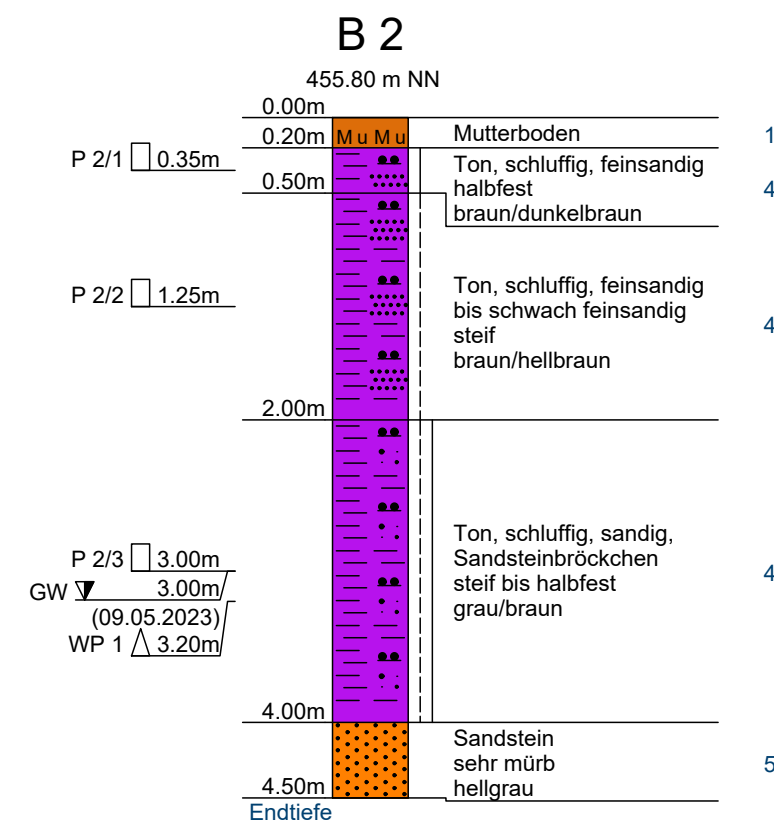
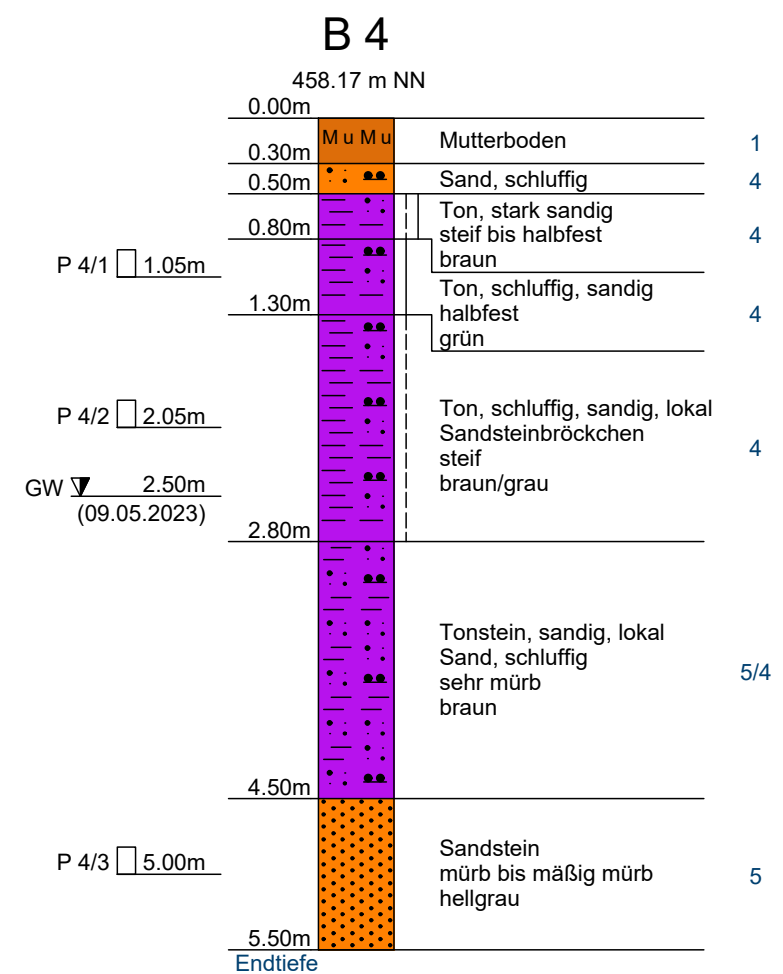
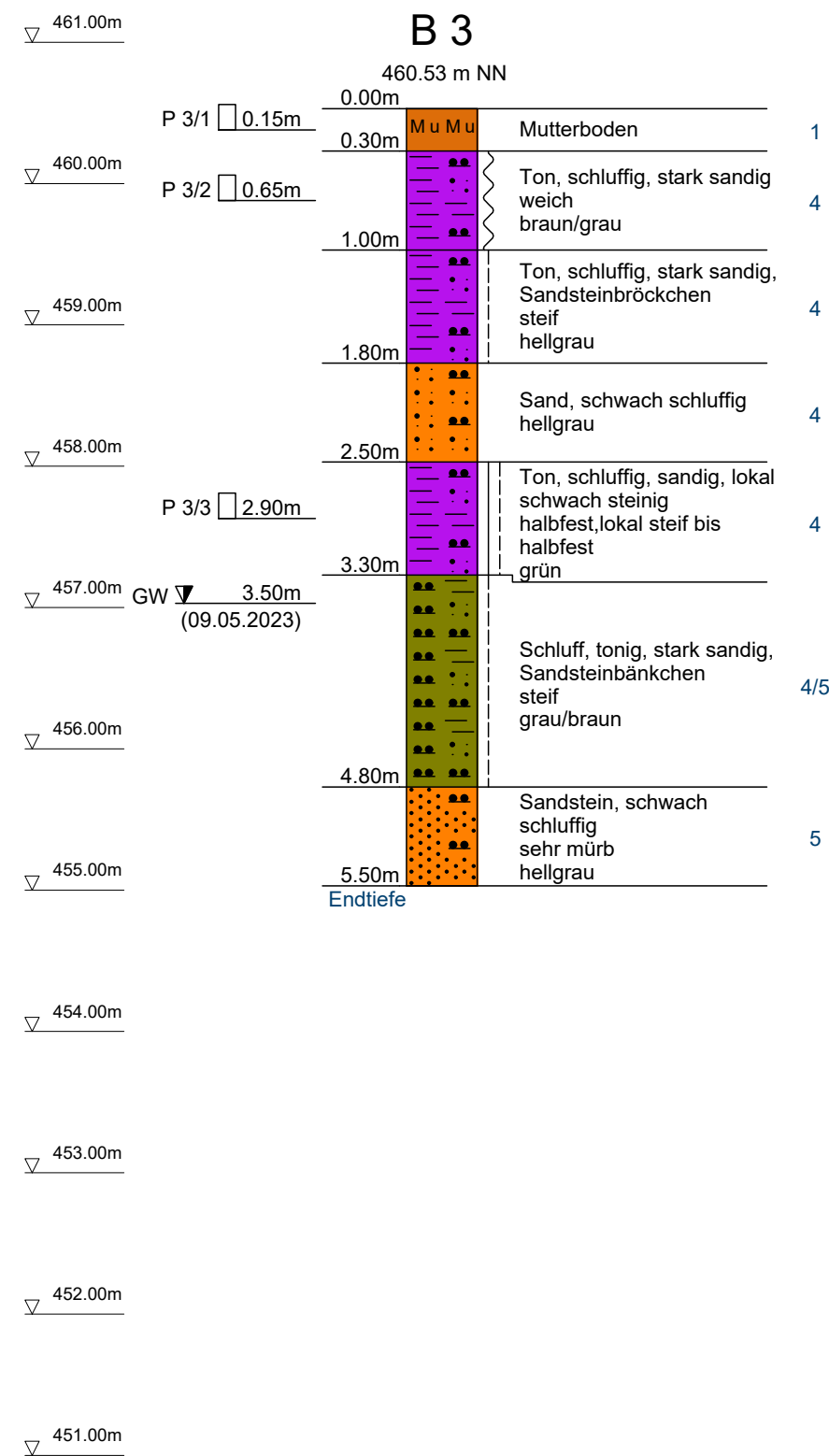


BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 220753 Anlage: 1.2
	Projekt: Wört, Erschließung BPL Misch-/Sondergebiet Auchtfeld III	
Lageplan mit Lage der geplanten Bohrungen		Maßstab: 1 : 2500
Auftraggeber: Gemeinde Wört, Hauptstr. 104, 73499 Wört		
Datum: 30.05.2023	Bearbeiter: nm	Ausgeführt: nm

▽ 466.00m
 ▽ 465.00m
 ▽ 464.00m
 ▽ 463.00m
 ▽ 462.00m
 ▽ 461.00m
 ▽ 460.00m
 ▽ 459.00m
 ▽ 458.00m
 ▽ 457.00m
 ▽ 456.00m



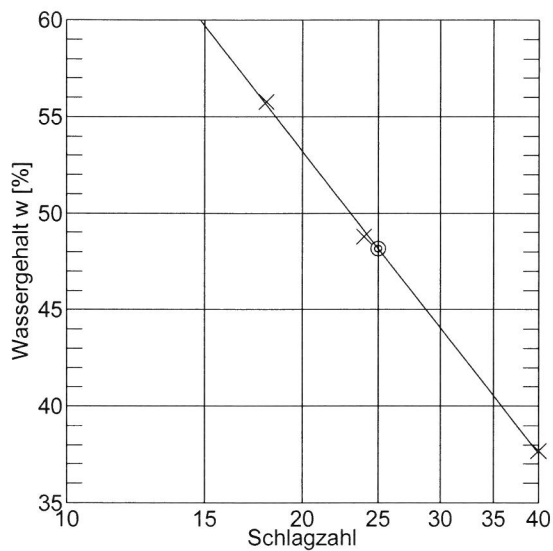
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Az:	220753
BFI Zeiser GmbH & Co. KG	Anlage:	2.1
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Schnitt:	
Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29	Maßstab:	1:50
bfi@bfi-zeiser.de	Datum:	15.06.2023
Internet: www.bfi-zeiser.de	aufgenommen:	09.05.2023, sb
Projekt: Wört, Erschl. BPL Misch/Sondergebiet Auctfeld III		



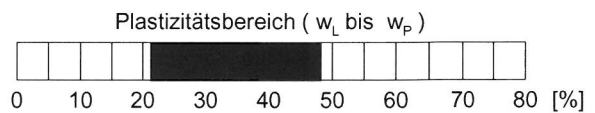
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Az:	220753
BFI Zeiser GmbH & Co. KG	Anlage:	2.2
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Schnitt:	
Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29	Maßstab:	1:50
bfi@bfi-zeiser.de	Datum:	15.06.2023
Internet: www.bfi-zeiser.de	aufgenommen:	09.05.2023, sb
Projekt: Wört, Erschl. BPL Misch/Sondergebiet Auctfeld III		

BFI	Projekt : Wört, Erschließung BPL Misch-/Sondergebiet Aucht
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Projektnr.: 220753
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Anlage : 3
Tel. 07961/565776-0 Fax 55603	Datum : 12.06.2023
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Probe Nr.: P 3/2
	Entnahmestelle: B 3
	Entnahmetiefe: 0,65
Ausgef. durch : js	Bodenart: T,u,s*

	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	90	310	201		35	07		
Behälter-Nr.	90	310	201		35	07		
Zahl der Schläge	40	24	18					
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	122.10	130.20	124.30		105.60	100.10		
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	114.00	118.00	113.20		102.90	99.40		
Behälter m_B [g]	92.50	93.00	93.30		94.60	92.40		
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	8.10	12.20	11.10		2.70	0.70		
Trockene Probe m_t [g]	21.50	25.00	19.90		8.30	7.00	Mittel	
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	37.7	48.8	55.8		32.5	10.0	21.3	



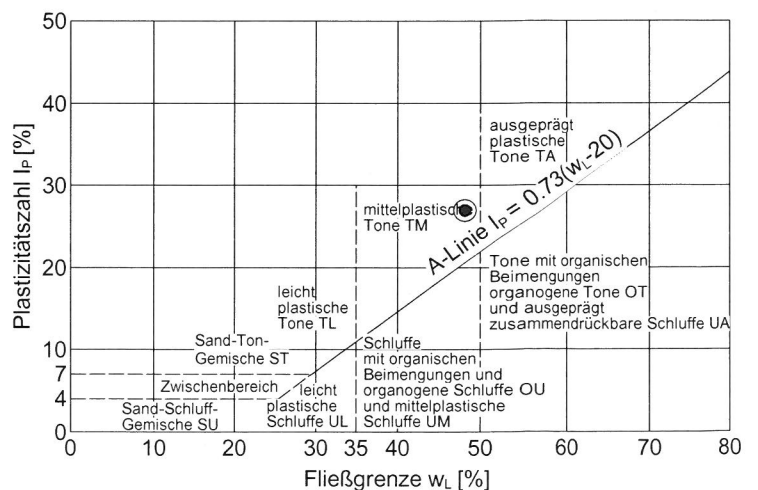
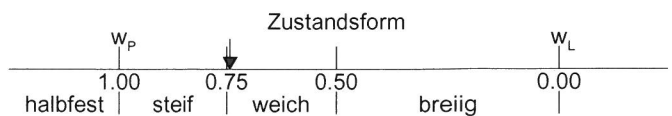
Wassergehalt $w_N = 28.2\%$
 Fließgrenze $w_L = 48.2\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 21.3\%$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 26.9\%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.257$

Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.743$



Bezeichnung	Einheit	MP 1	MP 2	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer		023045790	023045791				
Anzuwendende Klasse(n):		Z0	Z0				
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz							
Trockenmasse	Ma.-%	86,2	83,7				
pH in CaCl2		7,5		5,5 - 8	5,5 - 8	5 - 9	
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz							
EOX	mg/kg TS	< 1,0		1	3	10	15
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	< 40					
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 40		100	300	500	1000
BTEX aus der Originalsubstanz							
Summe BTEX	mg/kg TS	(n. b.)		< 1	1	3	5
LHKW aus der Originalsubstanz							
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS	(n. b.)		< 1	1	3	5
PAK aus der Originalsubstanz							
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	< 0,05			< 0,5	< 1	
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)		1	5	15	20
PCB aus der Originalsubstanz							
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)		0,02	0,1	0,5	1
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657							
Arsen (As)	mg/kg TS	2,4	0,9	20	30	50	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	10	3	100	200	300	1000
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	0,6	1	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	10	12	50	100	200	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	2	1	40	100	200	600
Nickel (Ni)	mg/kg TS	8	7	40	100	200	600
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07	0,3	1	3	10
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2		0,5	1	3	10
Zink (Zn)	mg/kg TS	33	45	120	300	500	1500
Anionen aus der Originalsubstanz							
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 0,5		1	10	30	100
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4							
pH-Wert		8,0		6,5 - 9	6,5 - 9	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	57		500	500	1000	1500
Anionen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4							
Chlorid (Cl)	mg/l	< 1,0		10	10	20	30
Sulfat (SO4)	mg/l	1,2		50	50	100	150
Cyanide, gesamt	µg/l	< 5		< 10	10	50	100
Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4							
Phenolindex, wasserdampflich	µg/l	< 10		< 10	10	50	100
Elemente aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4							
Arsen (As)	µg/l	< 1		10	10	40	60
Blei (Pb)	µg/l	< 1		20	40	100	200
Cadmium (Cd)	µg/l	< 0,3		2	2	5	10
Chrom (Cr)	µg/l	1		15	30	75	150
Kupfer (Cu)	µg/l	< 5		50	50	150	300
Nickel (Ni)	µg/l	< 1		40	50	150	200
Quecksilber (Hg)	µg/l	< 0,2		0,2	0,2	1	2
Thallium (Tl)	µg/l	< 0,2		< 1	1	3	5
Zink (Zn)	µg/l	< 10		100	100	300	600

- niedrigere pH-Werte stellen kein Ausschlusskriterium dar. Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.
- n.b.: nicht berechenbar (Messwerte der Einzelsubstanzen sind < Bestimmungsgrenze).
- Detaillierte Informationen zu den Zuordnungswerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen



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

Az: 220753

Anlage: 4.1

Projekt: Bwört, Ersch. BPL Misch-/Sondergebiet Auchtfeld III

Analyseergebnisse nach LAGA M20 (1997)

Auftraggeber: Gemeinde Wört
 Hauptstraße 104, 73499 Wört

Datum: 14.06.2023

Bearbeiter: nm

Ausgeführt: nm

Bezeichnung	Einheit	WP 1				
Probennummer		schwach angreifend (XA 1)	nicht angreifend	schwach angreifend (XA 1)	mäßig angreifend (XA 2)	stark angreifend (XA 3)
Anzuwendende Klasse(n):						
Prüfungen auf Betonaggressivität von Wässern						
Färbung qualit.		ohne				
Trübung, qualitativ		ohne				
Geruch (qualitativ)		ohne				
pH-Wert		6,7	> 6,5	> 5,5	> 4,5	> 4
Ammonium	mg/l	< 0,06	< 15	30	60	100
Sulfat (SO ₄)	mg/l	25	< 200	600	3000	6000
Chlorid (Cl)	mg/l	4,8	< 500			
Magnesium (Mg)	mg/l	18,3	< 300	1000	3000	
Kalkaggressives Kohlendioxid	mg/l	29	< 15	40	100	
Gesamthärte	mmol/l	1,74				
Hydrogencarbonathärte	mg CaO/l	72				
Nichtcarbonathärte	mg CaO/l	25				
Permanganat-Verbrauch [KMnO ₄]	mg KMnO ₄ /l	4,7				
Sulfid, leicht freisetzbar	mg/l	< 0,04				

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

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 220753
		Anlage: 4.2
Projekt: Wört, Erschl. BPL Misch-/Sondergebiet Auchtfeld III		
Analysenergebnisse nach DIN 4030		
Auftraggeber: Gemeinde Wört Hauptstraße 104, 73499 Wört		
Datum: 114.06.2023	Bearbeiter: nm	Ausgeführt: nm

Parameter	Aufschluss	B 1	Verwertungs- klasse nach RuVA ¹⁾			Zuordnungswerte nach DepV ²⁾ bzw. Handlungshilfe ³⁾		
	Probe	P 1/1						
	Material	Asphalt						
	Stärke [m]	0,15	A	B	C	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	< 0,5	-	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)anthr.	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	< 0,5	-	-	-	-	-	-
Summe PAK 16	mg/kg	n.b.	A < 25 B, C > 25			30 ^{2,3)}	200 ^{2,4)}	1000 ^{2,5)}
Phenolindex	mg/l	< 0,01	A,B <0,1 C >0,1			0,1	0,2	50
Verwertungsklasse n. RuVA	A							
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) Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen, UM Baden-Württemberg, Mai 2012
- 3) Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27.04.2009, Stand 17.10.2011
- 4) 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.
- 5) 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.

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 220753
		Anlage: 4.3
Projekt: Wört, Erschl. BPL Misch-/Sonfergebiet Auchtfeld III		
Analyseergebnisse auf teerhaltige Stoffe		
Auftraggeber: Gemeinde Wört Hauptstraße 104, 73499 Wört		
Datum: 14.06.2023	Bearbeiter: nm	Ausgeführt: nm