

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 Oberrot
Rottalstraße 44
74420 Oberrot

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen

Datum

kd-se-ll/ Az. 121555

13.01.2022

Oberrot, BG Fichtäcker, 3. BA

hier: Baugrunduntersuchung mit Gründungsberatung

Auftraggeber:

Gemeinde Oberrot
Rottalstraße 44
74420 Oberrot

Planung:

LK&P Ingenieure GbR
Uhlandstraße 39
73557 Mutlangen

Ingenieurgeologische
Untersuchung und
Beratung:

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

INHALTSVERZEICHNIS

Textteil	Seite
1. Unterlagen.....	4
2. Lage und Aufgabenstellung	4
3. Untergrund	5
3.1 Baugrundgeologische Situation	5
3.2 Stratigrafie	6
3.3 Wasserverhältnisse	6
3.4 Laborversuche	7
3.4.1 Natürliche Wassergehalte	7
3.4.2 Kornverteilung	7
3.5 Geotechnische Kategorie.....	8
3.6 Homogenbereiche	8
3.7 Frostempfindlichkeit.....	10
3.8 Bodenkennwerte	11
4. Orientierende chemische Untersuchungen	12
4.1 Untersuchung nach VwV Boden und DepV.....	12
4.2 Sulfatanalyse	13
5. Erdbebenzone und seismische Lastannahmen	14
6. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen	14
6.1 Kanäle	14
6.1.1 Gründung des Rohraufagers.....	14
6.1.2 Sicherung der Kanalgräben.....	15
6.1.3 Kanalgrabenverfüllung	16
6.2 Straßenbau.....	17
6.2.1 Planum.....	17
6.2.2 Tragschicht	18
6.3 Gebäude	19
6.3.1 Allgemeine Gründungsmöglichkeiten.....	19
6.3.2 Baugrubensicherung und Wasserhaltung	20

6.3.3	Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile	21
6.3.4	Arbeitsraumverfüllung.....	21
6.4	Bodenverbesserung	22
7.	Abnahme und Haftung.....	24

Anlagenteil

Anlage 1.1:	Geologische Karte	M. 1 : 10.000
Anlage 1.2:	Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 bis B 2	M. 1 : 750
Anlage 2:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 1 – B 2	M. 1 : 33
Anlage 3:	Kornverteilung P 1/2	
Anlage 4.1:	Analyseergebnisse nach VwV Boden	
Anlage 4.2:	Analyseergebnisse nach DepV	

1. Unterlagen

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

- | | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------|
| – Übersichtslageplan | M. 1 : 10.000 | vom 07.07.2021 |
| – Lageplan | M. 1 : 500 | vom 03.05.2021 |
| – Gutachten BFI 2. BA (Az 117413) | | vom 17.10.2017 |

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

2. Lage und Aufgabenstellung

Der Gemeinde Oberrot beabsichtigt die Erschließung des Baugebietes „Fichtäcker“ im 3. Bauabschnitt. Das Baugebiet liegt im Nordosten von Oberrot und schließt unmittelbar an den bereits erschlossenen Teil des Wohnbaugebietes an.

Das Gelände fällt nach den Höhenlinien im Lageplan von ca. 398 mNN auf 379 mNN nach Westen ein und wurde vormals landwirtschaftlich genutzt.

Nach Auskunft von Herrn Halwax, LK&P Ingenieure, liegt die Belastungsklasse der Erschließungsstraßen nach RStO bei Bk 0,3.

Die Verlegetiefe der Kanäle ist zwischen 4,50 m und 5,50 m unter GOK geplant.

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

3. Untergrund

3.1 Baugrundgeologische Situation

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 15.12.2021 auftragsgemäß zwei Bohrungen (B 1 – B 2) bis in Tiefen von jeweils 5,50 m unter Gelände abgeteuft.

Die Ansatzhöhen der Bohrungen wurden auf einen Kanaldeckel eingemessen, dessen Deckelhöhe mit 378,67 mNN angegeben ist.

Die Anzahl und Lage der Bohrungen wurde von den LK&P Ingenieuren angegeben. 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):

Die Stärke des Mutterbodens wurde zwischen ca. 0,10 m und 0,20 m ermittelt.

Unter dem Mutterboden stehen weiche und steife sandige, schluffige Tone und tonige Sande an.

Die Tone und Sande werden ab einer Tiefe zwischen 1,40 m und 1,50 m unter GOK von einem sehr mürben und mürben Mergel- und Tonstein mit Kalksteinbänkchen unterlagert.

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 örtlich schwanken.

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

Tabelle 1: OK Mergel-/ Tonstein, min. sehr mürb

Bohrung	Ansatzpunkt mNN	OK Mergel-/ Tonstein, min. sehr mürb	
		m u. GOK	mNN
B 1	382,93	1,40	381,53
B 2	383,67	1,50	382,17

3.2 Stratigrafie

Stratigrafisch handelt es sich bei den an der Basis der Bohrungen angetroffenen Mergel- und Tonsteinen um Schichtglieder der Grabfeld-Formation (Gipskeuper). Die darüber lagernden Tone und Sande sind deren quartäre Verwitterungsdeckschicht.

3.3 Wasserverhältnisse

In keiner der Bohrungen wurden während der Bohrarbeiten Wasserzutritte verzeichnet. In Abhängigkeit von jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss jedoch lokal und temporär mit Schicht- und Sickerwasserzutritten in den Deckschichten sowie an den Festgesteinen 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 Laborversuche

3.4.1 Natürliche Wassergehalte

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 8 gestörte Proben entnommen, von denen 4 auf ihren natürlichen Wassergehalt untersucht wurden. Dabei wurden die in Tabelle 2 aufgeführten Werte ermittelt.

Tabelle 2: natürliche Wassergehalte

Probe P	Bohrung B	Tiefe [m]	Bodenart (Konsistenz)	natürlicher Wassergehalt [Gew.-%]
1/1	1	0,25	T,u',s (st)	20,79
1/2	1	0,90	S,u*,t'	18,44
2/1	2	0,40	T,s,u' (w-st)	21,05
2/2	2	1,00	T,s,u' (w)	24,48

3.4.2 Kornverteilung

Die Sande wurden an der Probe P 1/2 auf ihre Kornverteilung nach DIN 18 123 untersucht. Die Gewichtsprozent der einzelnen Kornfraktionen sind der Tabelle 3 zu entnehmen. Die Kornverteilungskurve mit weiteren Angaben ist in der Anlage 3 dargestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse der Siebanalyse

Probe P	Entnahme- tiefe [m]	Korngröße (Gew.-%)			Gruppen- symbol nach DIN 18196	Bodenart nach DIN 4022
		< 0,063 mm	> 0,063 bis < 2,0 mm	> 2,0 bis < 60,0 mm		
1/2	0,90	38,1	59,7	2,2	SU*	S,u*,t'

Aus der dargestellten Kornverteilungskurve ergibt sich nach der Formel von Kaubisch folgender Durchlässigkeitsbeiwert:

$$k_f = 10^{0,0005 P^2 - 0,12 P - 3,59}$$

Tabelle 4: Durchlässigkeitsbeiwert aus der Kornverteilungskurve

Probe	Bohrung	Entnahme- tiefe [m u. GOK]	Bodenart	Durchlässigkeitsbeiwert kf [m/s] nach Kaubisch
1/2	B 1	0,90	S,u*,t'	3,6 x 10 ⁻⁸

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 2 (weiche Schichten)
 Grundwasser: GK 1

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.

3.6 Homogenbereiche

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

Die Einteilung erfolgte auf Grundlage der Bodenansprache und der Laborversuche, wobei die Schichten entsprechend ihrer Eigenschaften zu Homogenbereichen zusammengefasst wurden.

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

Entsprechend der **DIN 18300 – Erdarbeiten** wurden die anstehenden Tone und Sande dem **Homogenbereich 2** zugeordnet. Die darunter anstehenden Mergel- und Tonsteine werden unter dem **Homogenbereich 3** erfasst.

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

Wir weisen darauf hin, dass die Übergänge zwischen den Verwitterungsdecken und den unterlagernden Festgesteinen (Homogenbereiche 2 und 3) in Abhängigkeit vom Aufwitterungsgrad oft fließend sind und daher nicht scharf abgegrenzt werden können. Daher kann auch die Höhenlage der Festgesteine örtlich schwanken.

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
Bezeichnung	Tone und Sande	Tonstein, Mergelstein, Kalkstein
Bodengruppe nach DIN 18196	TA, TL, TM, SI, SW, SE, SU, SU*, ST, ST*	-
Bodengruppe nach DIN 18915	2, 4, 6, 8	-
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	gering < 5 %	-

Homogenbereich	2	3
Bezeichnung	Tone und Sande	Tonstein, Mergelstein, Kalkstein
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern	siehe Anlage 3	-
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	4 % – 40 % (18,44% - 24,48 %) ¹⁾	-
Konsistenz nach DIN 18122 und DIN EN ISO 14688-1	weich – halbfest I _c 0,5 – > 1,0 I _p 4% - > 20 % (bindige Bereiche) (siehe Anlagen 3)	-
undrÄnirierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137 und DIN EN ISO 14688-2	25 kN/m ² - 600 kN/m ² (bindige Bereiche)	-
KohÄsion nach DIN 18137-1, 2, 3	0 – 15 kN/m ²	-
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 % (rollige Bereiche)	-
Dichte nach DIN 18125-2	1,55 g/cm ³ – 2,00 g/cm ³	2,30 g/cm ³ – 2,85 g/cm ³
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	-	Tonstein, Mergelstein, Kalkstein
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 – mÄÄig verwittert
VerÄnderlichkeit DIN EN ISO 14689-1	-	verÄnderlich
Homogenbereiche fÄr Bohrungen zur geotechnischen Erkundung und Untersuchung nach DIN 18301	bindige, nicht bindige oder organische BÄden	Fels oder Stufen des verwitterten Fels

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 AuffÄllungen sowie die anstehenden Tone 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:

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

Anstehend:

Ton, schluffig, sandig steif, steif-halbfest	cal γ	=	19	kN/m ³
	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal φ'	=	23	°
	cal c'	=	5	kN/m ²

Ton, sandig, schluffig weich, weich-steif	cal γ	=	19	kN/m ³
	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal φ'	=	23	°
	cal c'	=	3	kN/m ²

Sand, schluffig, tonig	cal γ	=	20	kN/m ³
	cal γ'	=	11	kN/m ³
	cal φ'	=	27	°
	cal c'	=	3	kN/m ²

Mergel-/ Tonstein sehr mürb, mürb	cal γ	=	22	kN/m ³
	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

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

4. Orientierende chemische Untersuchungen

4.1 Untersuchung nach VwV Boden und DepV

Aus den anstehenden Tonen und Sanden sowie den Mergelsteinen wurde eine Mischprobe MP 1 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. Für den Fall einer Entsorgung auf nach Deponieverordnung zugelassenen Deponien wurde zusätzlich nach Deponieverordnung (DepV) analysiert.

Die Analyseergebnisse sowie die Zusammensetzung der Mischprobe sind in Anlage 4.1 den Zuordnungswerten nach VwV Boden und in Anlage 4.2 den Zuordnungswerten nach DepV 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.

Bei einer **Entsorgung** auf Deponien entspricht das Material gemäß der Analyse der Deponieklasse DK 0.

4.2 Sulfatanalyse

Das Bauvorhaben liegt stratigraphisch in den Schichten des Gipskeupers. Hier sind lokal erhöhte Sulfatgehalte zu erwarten. Bei sulfathaltigen Untergrundverhältnissen kann es durch das Einarbeiten von Bindemitteln zu Quellprozessen kommen, die zu Aufwölbungen und Schäden an Bauwerken und Fahrbahnen führen können. Daher wurden die Proben P 1/1, P 2/1 und P 2/3 auf Sulfat untersucht.

Tabelle 6: Sulfatanalyse

Probe-Nr.	P 1/1	P 2/1	P 2/3	Grenzwert
Bodenart	Ton	Ton	Mst	nach ZTV E-StB 17 vorgegebener Grenzwert
Entnahmetiefe [m]	0,25	0,40	2,00	0,3 % der Trockenmasse
Sulfatgehalt [mg/kg]	220	310	500	< 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.

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

Wegen der Lage im Gipskeuper empfehlen wir jedoch dringend, bei einer geplanten Bodenverbesserung im Vorfeld der Ausführung weitere verdachtspezifische Proben untersuchen zu lassen.

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 **keiner Erdbebenzone**.

6. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen

6.1 Kanäle

6.1.1 Gründung des Rohraufagers

Die Verlegetiefe der Kanäle ist zwischen 4,50 m und 5,50 m unter GOK geplant. Nach den Ergebnissen der Bohrungen werden die Gründungssohlen bereits in den Mergel- und Tonsteinen liegen.

Im Bereich der Festgesteine kann das Rohrauflager ohne zusätzliche Maßnahmen aufgebracht werden. Für den Fall, dass sich der Fels nicht maßhaltig lösen lässt oder die Mergelsteine durch Wasserzutritte aufweichen ist in der Ausschreibung unter dem Rohrauflager ein Bodenaustausch bzw. eine Ausgleichsschicht in einer Stärke von 0,20 m mit Baustoffgemisch 0/56 mm, vorzusehen.

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

6.1.2 Sicherung der Kanalgräben

Wir schlagen vor, die Leitungsgräben bis OK Fels z. B. mit Verbauelementen entsprechend der DIN 4124 zu sichern. Wir weisen darauf hin, dass die Sande beim Ausheben des Kanalgrabens sehr instabile Baugrubenwände bilden können. In den Festgesteinen kann senkrecht geböscht werden. Lose Steine und Blockwerk sind aus der Böschung zu entfernen oder zu sichern.

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 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 lagenweise ($\leq 0,30$ m) zu verfüllen und zu verdichten. Die beim Aushub anfallenden Tone und tonigen Sande sind ohne bodenverbessernde Maßnahmen nicht geeignet. Bei einer Verbesserung weisen wir auf die in Kapitel 4.2 beschriebenen Risiken eines Sulfattreibens hin. Das Material muss dabei im Vorfeld seine Eignung untersucht und für den Einbau freigegeben werden. Vorab kann jedoch von den in Kapitel 6.4 angegebenen Bindemittelmengen ausgegangen werden.

Alternativ können die Kanalgräben auch mit gut verdichtungsfähigem, bindigkeitsarmem Material, z. B. Baustoffgemisch 0/56 mm mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100$ % verfüllt 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.

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

Um eine ständige Entwässerung durch die dränierende Wirkung längs der Kanalgrabenverfüllungen zu verhindern, empfehlen wir, in der Ausschreibung Querriegel aus Beton oder Ton vorzusehen. Werden die Gräben mit

Mineralstoffgemisch verfüllt, so sind die Riegel bei Bedarf bis ca. 0,50 – 1,00 m unter UK Tragschicht bzw. OK Planum bis Sohle Kanalgraben einzubauen. Bei einer Verfüllung mit bindigem Boden können die Riegel auf die Leitungszone beschränkt bleiben. Die Querriegel sind dann im Bereich der Schächte, z.B. an den Kreuzungspunkten, sowie bei Bedarf auch innerhalb der Wasser führenden Bereiche anzuordnen. Der genaue Abstand sowie der Lage der Querriegel sind im Zuge der Baumaßnahme in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten festzulegen. Wir empfehlen, in der Ausschreibung vorab von ca. 2 Riegeln auszugehen.

6.2 Straßenbau

Nach Auskunft von Herrn Halwax, LK&P Ingenieure, liegt die Belastungsklasse der Erschließungsstraßen nach RStO bei Bk 0,3.

6.2.1 Planum

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 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 vorwiegend weiche und steife Tone und tonige Sande an.

Die auf Planum geforderten Verformungsmoduln $E_{v2} \geq 45$ MPa werden insbesondere bei ungünstigen Witterungsverhältnissen auf den Tonen und tonigen Sanden 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 weisen wir auf die in Kapitel 4.2 beschriebenen Risiken eines Sulfattreibens hin. Das Material muss dabei im Vorfeld seine Eignung untersucht und für den Einbau freigegeben werden. Vorab kann jedoch von den in Kapitel 6.4 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 darunterliegenden Boden aufweicht. Auf UK Austauschkörper ist daher eine Dränage 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 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 0,3 nicht unter 0,35 m 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 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 bereits in den Festgesteinen liegen.

Die Gründungssohlen nicht unterkellerter Gebäude werden bei frostsicherer Gründung, 1,00 m unter GOK in den weichen Tonen und 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 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 min. steif	210	150
Sand	280	200
Mergel-/ Tonstein min. sehr mürb	630	450

Voraussetzung für den Ansatz der o.g. Sohlwiderstände ist die Einhaltung einer Mindestbreite von 0,40 m bei Streifen- und 0,80 m bei Einzelfundamenten. Die Einbindetiefe muss mindestens 0,60 m (OK Bodenplatte – UK Fundament) 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

Böschungen können gemäß DIN 4124 bis $\leq 5,00$ m oberhalb des Grundwassers im Bereich der mindestens steifen Tone mit einer Böschungsneigung von $\beta \leq 60^\circ$ hergestellt werden. In weichen Tonen sowie in den Sanden ist die Böschungsneigung auf $\beta \leq 45^\circ$ abzuflachen. Im Bereich der Festgesteine kann mit $\beta \leq 80^\circ$ geböscht 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.

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 und auftriebssichere Ausführung vorzusehen.

6.3.4 Arbeitsraumverfüllung

Die in den Bohrungen angetroffenen mindestens steifen Tone und Sande sowie die Festgesteine bis Steinkorngröße (< 200 mm) können zum Verfüllen der Arbeitsräume verwendet werden, wenn Setzungen an der Geländeoberfläche toleriert werden (z. B. in Grünflächen). Steinblöcke müssen entweder separiert oder zerkleinert werden, um sie zum Verfüllen der Arbeitsräume verwenden zu können. Es ist darauf zu achten, dass das Material gut kornabgestuft ist und hohlraumfrei verdichtet werden kann.

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 Bodenverbesserung

Ausgehend von den Laborversuchsergebnissen kann in der Ausschreibung von den in Tabelle 8 angegebenen Bindemittelmengen auf 100 Gew.-% des trockenen Bodens ausgegangen werden. Ausgehend von einer geschätzten Trockendichte der sandigen Tone und tonigen Sande von im Mittel $1,65 \text{ t/m}^3$ 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	33 – 50	10 – 15	13 - 20
Planum	2,5 – 4,0	41 – 66	12 - 20	17 - 26

Eine exakte Angabe über erforderliche Zugabemengen an Bindemittel und die Art des Bindemittels kann erst nach Durchführung einer Eignungsprüfung erfolgen. Im Zuge der Eignungsprüfung ist auch der Sulfatgehalt des Bodens im Feststoff zu bestimmen.

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

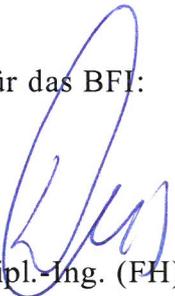
Haftungsvoraussetzungen sind:

- die Zusendung der Ausführungspläne
- die Abnahme der Kanalgrabensohlen
- die Durchführung von Verdichtungskontrollen der Kanalgrabenverfüllung
- die Abnahme von Planum und Tragschichten durch Plattendruckversuche
- die 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.

Weiterhin empfehlen wir baubegleitend Erschütterungsmessungen und Beweissicherungen durchzuführen.

Für das BFI:

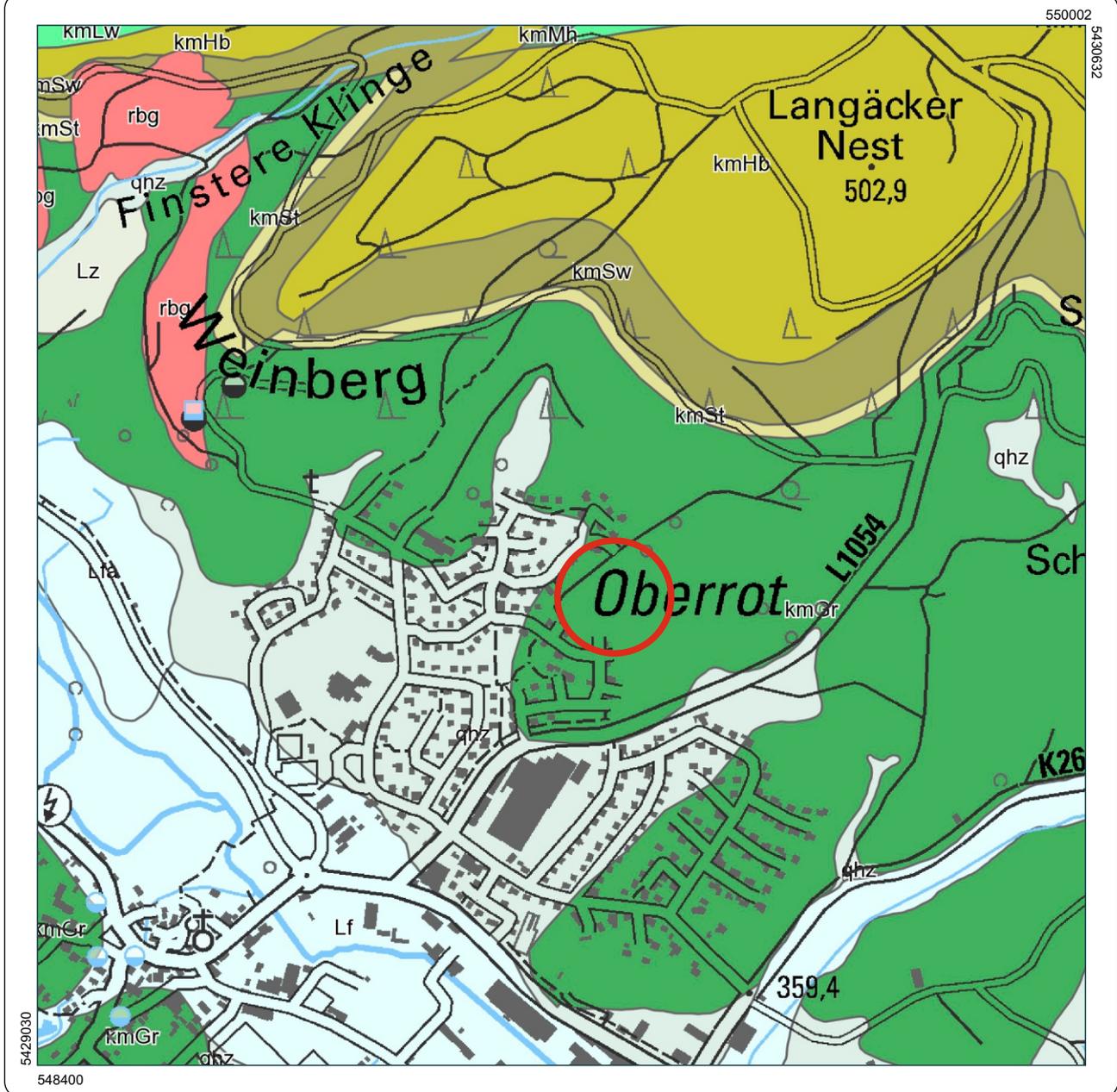

Dipl.-Ing. (FH) K. Deis

Sachbearbeiter:


B.Eng. S. Eiberger



M. Sc. Geol. L. Lielauss



GK50: Geologische Einheiten (Flächen)

GeoLa Geologie: Geologische Einheiten (Flächen)

- Rutschungsbildung (rbg)
- Holozäne Abschwemmassen (qhz)
- Schwemmlehm (Lz)
- Auenlehm (Lf)
- Älterer Auenlehm (Lfa)
- Löwenstein-Formation (Stubensandsteine) (kmLw)
- Mainhardt-Formation (Obere Bunte Mergel) (kmMh)
- Hassberge-Formation (Kieselsandstein) (kmHb)
- Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel) (kmSw)
- Stuttgart-Formation (Schilfsandsteine, Dunkle Mergel) (kmSt)
- Grabfeld-Formation (Gipskeuper) (kmGr)



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

Az: 121555

Anlage: 1.1

Projekt: Oberrot, BG Fichtäcker, 3. BA

Geologische Karte

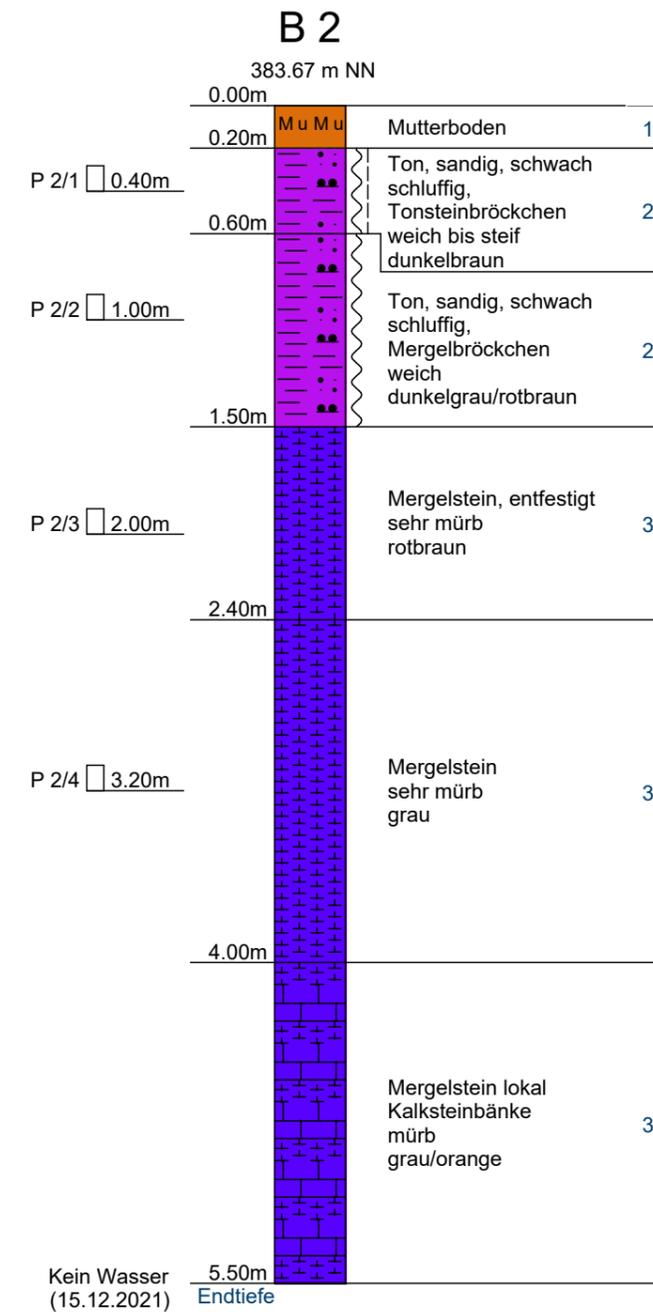
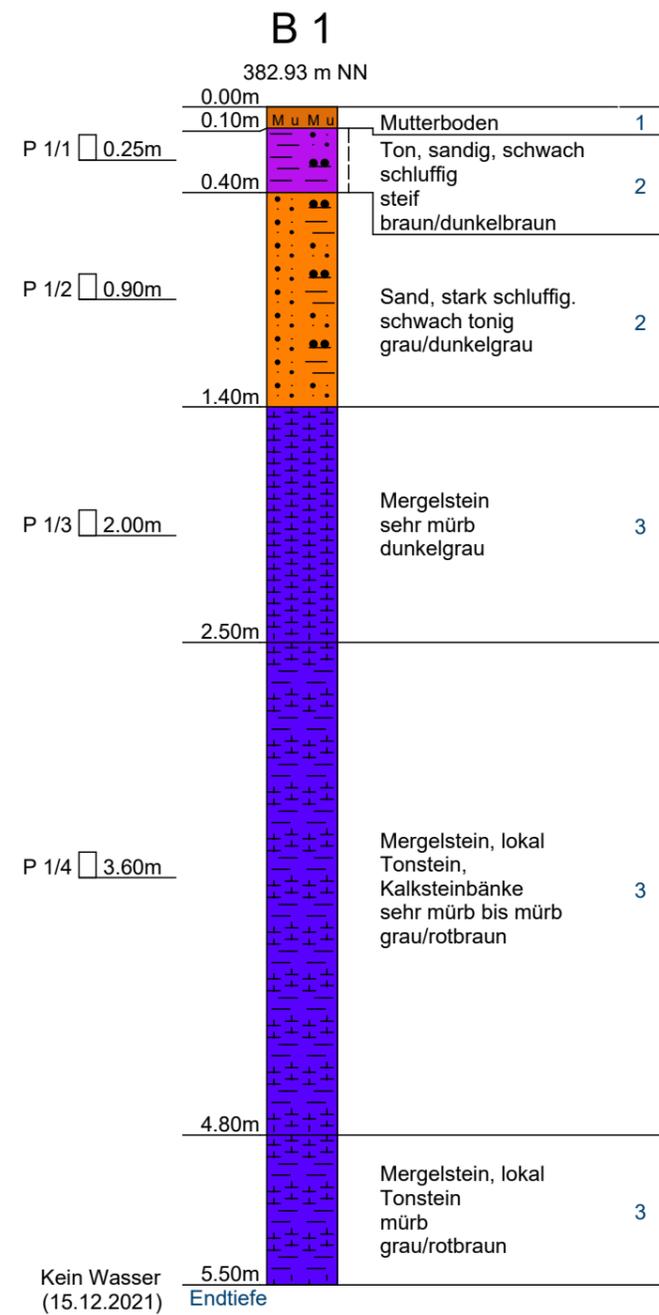
Maßstab:
1 : 10.000

Auftraggeber: Gemeinde Oberrot
 Rottalstraße 44, 74420 Oberrot

Datum: 10.01.2022

Bearbeiter: se

Ausgeführt: se



BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29 bfi@bfi-zeiser.de Internet: www.bfi-zeiser.de	Az:	121555
	Anlage:	2
	Schnitt:	
	Maßstab:	1:33
	Datum:	13.01.2022
	aufgenommen:	15.12.2021, II
Projekt: Oberrot, Erschließung Fichtäcker III		

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE

Mühlgraben 34

73479 Ellwangen

Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29

Kornverteilung

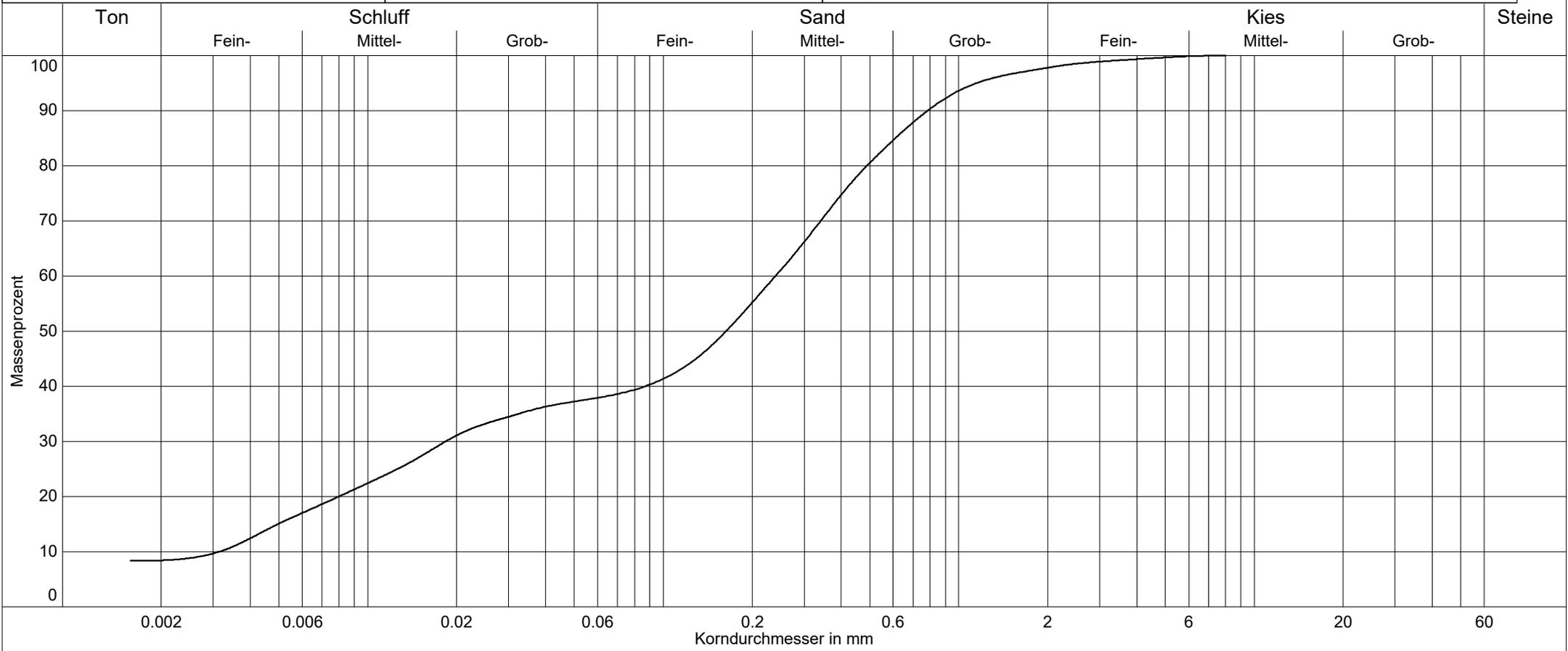
DIN 18 123-7

Projekt : Oberrot, Erschließung Fichtäcker

Projektnr.: 121555

Datum : 21.12.2021

Anlage : 3



Anteil < 0.063 mm 38.1 %

Frostempfindl.klasse F3

Kornfrakt. T/U/S/G/X 8.4/29.7/59.7/2.2 %

Siebung — P 1/2

Bodenart S_{u,t}

Bodengruppe S_U

kf nach Kaubisch 3.6E-08 m/s

angewendete Vergleichstabelle: BFI: VwV Boden (29.12.2017)

Bezeichnung	Einheit	MP 1	Z0 Lehm/ Schluff	Z0* IIIA	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer		021247094						
Anzuwendende Klasse(n):		Z0						
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	3,3	15	15	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	4	70	100	140	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,2	1	1	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	32	60	100	120	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	23	40	60	80	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg TS	27	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	44	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-Schüttelel								
pH-Wert		8,5	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	95	250	250	250	250	1500	2000
Anionen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4								
Chlorid (Cl)	mg/l	< 1,0	30	30	30	30	50	100
Sulfat (SO4)	mg/l	2,9	50	50	50	50	100	150
Cyanide, gesamt	µg/l	< 5	5	5	5	5	10	20
Elemente aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4								
Arsen (As)	µg/l	2		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-Schütteleluat								
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
		P 1/2
		P 1/3
	B 2	P 2/1
		P 2/2
		P 2/3
		P 2/4

 BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 121555
	Anlage: 4.1
Projekt: Oberrot, BG Fichtäcker, 3. BA	
Analyseergebnisse nach VwV Boden	
Auftraggeber: Gemeinde Oberrot Rottalstraße 44, 74420 Oberrot	
Datum: 10.01.2022	Bearbeiter: se Ausgeführt: se

angewendete Vergleichstabelle: BFI: DepV Dk0-III+Handlungshilfe BW						
Bezeichnung	Einheit	MP 1	DK 0	DK I	DK II	DK III
Probennummer		2127094				
Anzuwendende Klasse(n):		DK 0				
Phys.-chem. Kenngrößen aus der Originalsubstanz						
Trockenmasse	Ma.-%	84,2				
Org. Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz						
Glühverlust	Ma.-% TS	4,8	3	3	5	10
TOC	Ma.-% TS	0,4	1	1	3	6
Feststoffkriterien aus der Originalsubstanz						
Summe BTEX + Styrol + Cumol	mg/kg TS	(n. b.)	6	30	60	
Summe PCB (7)	mg/kg TS	(n. b.)	< 1	5	10	
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	< 40				
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 40	500	4000	8000	
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	mg/kg TS	(n. b.)	30	200	1000	
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz						
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	Ma.-% TS	< 0,02	0,1	0,4	0,8	4
Eluatkriterien nach DIN EN 12457-4						
pH-Wert		8,5	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4 - 13
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	< 1,0	50	50	80	100
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	mg/l	< 0,01	0,1	0,2	50	100
Arsen (As)	mg/l	0,002	0,05	0,2	0,2	2,5
Blei (Pb)	mg/l	< 0,001	0,05	0,2	1	5
Cadmium (Cd)	mg/l	< 0,0003	0,004	0,05	0,1	0,5
Kupfer (Cu)	mg/l	< 0,005	0,2	1	5	10
Nickel (Ni)	mg/l	< 0,001	0,04	0,2	1	4
Quecksilber (Hg)	mg/l	< 0,0002	0,001	0,005	0,02	0,2
Zink (Zn)	mg/l	< 0,01	0,4	2	5	20
Chlorid (Cl)	mg/l	< 1,0	80	1500	1500	2500
Sulfat (SO4)	mg/l	2,9	100	2000	2000	5000
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	mg/l	< 0,005	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	0,7	1	5	15	50
Barium (Ba)	mg/l	0,026	2	5	10	30
Chrom (Cr)	mg/l	< 0,001	0,05	0,3	1	7
Molybdän (Mo)	mg/l	< 0,001	0,05	0,3	1	3
Antimon (Sb)	mg/l	< 0,001	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen (Se)	mg/l	< 0,001	0,01	0,03	0,05	0,7
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	< 150	400	3000	6000	10000
LHKW aus der Originalsubstanz (gemäß Handlungshilfe Ba)						
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS	(n. b.)	2	10	25	

- n.b. : nicht berechenbar (Messwerte der Einzelsubstanzen sind < Bestimmungsgrenze)
- n.u. : nicht untersucht
- gemäß Fußnote Nr. 2 der DepV können Glühverlust und TOC gleichwertig angewandt werden. Es gilt somit der niedrigere Wert.
- Detaillierte Informationen zu den verwendeten Grenz-, Zuordnungs-, Parameter-, Maßnahme- oder Richtwerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen.

Zusammensetzung der Mischprobe:

Mischprobe	Bohrung	Probe
MP 1	B 1	P 1/1
		P 1/2
		P 1/3
	B 2	P 2/1
		P 2/2
		P 2/3
		P 2/4

	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 121555 Anlage: 4.2
	Projekt: Oberrot, BG Fichtäcker, 3. BA	
Analysenergebnisse nach DepV		
Auftraggeber: Gemeinde Oberrot Rottalstraße 44, 74420 Oberrot		
Datum: 10.01.2022	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se