

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

Stadtverwaltung Gaildorf
Schlossstraße 20
74405 Gaildorf

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen

Datum

kd-se-seb/ Az. 121917 27.04.2022

Gaildorf, Erschließung BG Häuserbach III

hier: Baugrunduntersuchung mit Gründungsberatung

Auftraggeber: Stadtverwaltung Gaildorf
Schlossstraße 20
74405 Gaildorf

Planung: LK&P Ingenieure GbR
Uhlandstr. 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 Baugrundgeologische Situation	4
3.2 Stratigrafie	6
3.3 Wasserverhältnisse	6
3.4 Laborversuche.....	6
3.5 Geotechnische Kategorie.....	7
3.6 Homogenbereiche	7
3.7 Frostempfindlichkeit	9
3.8 Bodenkennwerte.....	9
4. Orientierende chemische Untersuchungen	10
4.1 Untersuchung nach VwV Boden.....	10
4.2 Untersuchung auf geogene Belastung.....	11
4.3 Sulfatanalyse.....	11
4.4 Betonaggressivität des Grundwassers.....	13
5. Erdbebenzone.....	13
6. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen	13
6.1 Kanäle	13
6.1.1 Gründung des Rohraufagers.....	13
6.1.2 Sicherung der Kanalgräben.....	14
6.1.3 Kanalgrabenverfüllung.....	15
6.2 Straßenbau.....	16
6.2.1 Planum	16
6.2.2 Tragschicht.....	17
6.3 Gebäude	18
6.3.1 Allgemeine Gründungsmöglichkeiten	18
6.3.2 Baugrubensicherung und Wasserhaltung	20

6.3.3 Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile.....	20
6.3.4 Arbeitsraumverfüllung	21
6.4 Regenrückhaltebecken	21
6.5 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 - B 9	M. 1 : 1.500
Anlage 2: Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 1, B 3, B 6, B 8 und B 9	M. 1 : 150
Anlage 2: Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 1, B 2, B 4, B 5 und B 7	M. 1 : 150
Anlage 3.1: Analyseergebnis nach VwV Boden	
Anlage 3.2: Analyseergebnis auf Schwermetalle	
Anlage 3.3: Analyseergebnis nach DIN 4030	

1. Planunterlagen

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

- Lageplan M. 1 : 500 vom 27.10.2021

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

2. Lage und Aufgabenstellung

Die Stadtverwaltung Gaildorf beabsichtigt die Erweiterung des Baugebietes „Häuserbach III“ in Gaildorf. Das Bauvorhaben liegt im Süden von Gaildorf.

Das Gelände fällt nach den Ansatzhöhen der Bohrungen von 366,64 mNN auf 341,07 mNN nach Osten ein und wurde vormals landwirtschaftlich genutzt.

Angaben zur geplanten Belastungsklasse der Erschließungsstraßen sowie zur Verlegetiefe der Kanäle liegen derzeit noch nicht vor.

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

3. Untergrund

3.1 Baugrundgeologische Situation

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 03.03.2022 auftragsgemäß neun Bohrungen (B 1 – B 9) bis in Tiefen von 5,00 m unter Gelände abgeteuft.

Da mit den Bohrungen der Anschnitt von Grundwasser zu erwarten war, wurde am 10.01.2022 eine wasserrechtliche Erlaubnis beim Landratsamt beantragt.

Die wasserrechtliche Erlaubnis wurde vom Landratsamt mit Entscheidung vom 12.01.2022 unter Auflagen erteilt.

Die Ansatzhöhen der Bohrungen wurden auf nahegelegene Kanaldeckel eingemessen

Die Lage der Bohrungen kann dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden.

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

Die Stärke des Mutterbodens wurde mit ca. 0,10 m bzw. 0,20 m ermittelt.

Unter dem Mutterboden stehen steife und steife bis halbfeste schluffige Tone an.

Die Tone werden ab einer Tiefe zwischen 0,50 m und 3,40 m unter GOK von einem sehr mürben und mäßig mürben Mergelstein unterlagert.

Zusammenfassend wurde OK der Mergelsteine in den Bohrungen in folgenden Tiefen angetroffen (s. Tabelle 1):

Tabelle 1: OK Mergelstein

Bohrung B	Ansatzpunkt mNN	OK Mergelstein	
		m unter GOK	mNN
B 1	366,64	1,90	364,74
B 2	361,47	1,80	359,67
B 3	354,46	0,50	353,96
B 4	355,30	1,80	353,50
B 5	359,97	1,80	358,17
B 6	360,16	1,80	358,36
B 7	352,99	2,60	350,39
B 8	354,29	2,40	351,89
B 9	341,07	2,80*	338,27

* von bindigen Schichten unterlagert

3.2 Stratigrafie

Stratigrafisch handelt es sich bei den an der Basis der Bohrungen angetroffenen Mergelsteinen um die Grabfeld-Formation (Gipskeuper). Die darüber lagernden Tone sind deren quartäre Verwitterungsdeckschicht.

3.3 Wasserverhältnisse

In der Bohrung B 7 wurden während der Arbeiten Wasserzutritte in 1,20 m unter GOK festgestellt.

Bis Abschluss der Bohrarbeiten waren die restlichen Bohrungen trocken. In Abhängigkeit von jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss jedoch lokal und temporär mit Schicht- und Sickerwasserzutritten gerechnet werden.

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

3.4 Laborversuche

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 32 gestörte Proben entnommen, von denen 6 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.-%]
2/2	2	1,00	T,u (st-hf)	17,30
4/1	4	0,55	T,u' (st)	23,43
6/2	6	1,30	T,u,g (st)	20,27
7/2	7	2,00	T,g* (w-st)	37,05
8/2	8	1,90	T,u,g (st-hf)	21,17
9/1	9	1,20	T (st-hf)	23,38

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

3.6 Homogenbereiche

Die in den Bohrungen angetroffenen Bodenarten wurden zu Homogenbereichen zusammengefasst. Die Homogenbereiche (1 – 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 unter dem **Homogenbereich 2** zusammengefasst. Die darunter anstehenden Mergelsteine 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 3 entnommen werden. 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 lokal schwanken.

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

Tabelle 3: Homogenbereiche

Homogenbereich	2	3
Bezeichnung	Tone	Mergelstein
Bodengruppe nach DIN 18196	TA, TL, TM	-
Bodengruppe nach DIN 18915	4, 6, 8	-
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	gering < 5 %	-
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern	-	-
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	10 % – 50 % (17,30 % - 37,05 %) ¹⁾	-
Konsistenz nach DIN 18122 und DIN EN ISO 14688-1	weich – halbfest Ic 0,5 – > 1,0 Ip 4% - > 20 %	-
undrained Scherfestigkeit nach DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137 und DIN EN ISO 14688-2	25 kN/m ² - 600 kN/m ²	-
Kohäsion nach DIN 18137-1, 2, 3	0 – 15 kN/m ²	-

Homogenbereich	2	3
Bezeichnung	Tone	Mergelstein
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	-	-
Dichte nach DIN 18125-2	1,50 g/cm ³ - 1,85 g/cm ³	2,30 g/cm ³ – 2,85 g/cm ³
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	-	Mergelstein
Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1	-	bis 120 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
Homogenbereiche für Bohrungen zur geotechnischen Erkundung und Untersuchung nach DIN 18301	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 Tone der **Frostempfindlichkeitsklasse 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

Anstehend:

Ton, schluffig, kiesig steif, steif-halbfest	cal γ	=	19	kN/m ³
	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal φ'	=	25	°
	cal c'	=	5	kN/m ²

Mergelstein sehr mürb, mäßig 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

Aus den anstehenden Tonen 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.

Die Analyseergebnisse sowie die Zusammensetzung der Mischprobe sind in Anlage 3.1 mit den Zuordnungswerten nach VwV Boden dargestellt.

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

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

4.2 Untersuchung auf geogene Belastung

Die Mergelsteine wurden auftragsgemäß an einer Mischprobe MP 2 auf Schwermetalle im Feststoff sowie im Eluat untersucht. Die Ergebnisse sind in Anlage 4 den Zuordnungswerten nach VwV Boden und BBodSchV gegenübergestellt.

Die Analyseergebnisse sowie die Zusammensetzung der Mischprobe sind in Anlage 3.2 mit den Zuordnungswerten nach VwV Boden und BBodSchV gegenübergestellt.

Danach werden für die Probe **MP 2** die Z 0-Zuordnungswerte der VwV Boden sowie die Vorsorgewerte der BBodSchV eingehalten. Das Material kann daher frei verwertet oder auf eine Erddeponie abgefahren werden.

4.3 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 4/2 und P 8/1 auf Sulfat untersucht.

Tabelle 4: Sulfatanalyse

Probe-Nr.	P 1/1	P 4/2	P 8/1	Grenzwert
Bodenart	Ton	Ton	Ton	nach ZTV E-StB 17
Entnahmetiefe [m]	0,80	1,35	0,80	vorgegebener Grenzwert 0,3 % der Trockenmasse
Sulfatgehalt [mg/kg]	310	460	120	< 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.

4.4 Betonaggressivität des Grundwassers

Aus der Bohrung B 7 wurde eine Wasserprobe (WP 1) entnommen und auf betonangreifende Bestandteile untersucht.

Nach den vorliegenden Analysenergebnissen ist **das Wasser nach DIN 4030** aufgrund des Gehaltes an Sulfat von 470 mg/l als **schwach angreifend** einzustufen (s. Anlage 3.3). Nach DIN EN 206-1/ DIN 1045-2 erfolgt die Einstufung des Angriffsgrades somit in die **Expositionsklasse XA 1**.

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

Angaben zur Verlegetiefe der Kanäle liegen derzeit noch nicht vor.

Das Rohrauflager kann in den mindestens steifen Tonen sowie den Mergelsteinen ohne besondere Zusatzmaßnahmen gegründet werden. Für den Fall, dass die Tone oder Mergelsteine durch Niederschlags- bzw. Schichtwasser aufweichen, ist in der Ausschreibung unter dem Rohrauflager ein Bodenaustausch in einer Stärke von ca. 0,30 m mit Baustoffgemisch 0/56 mm, vorzusehen.

In Bereichen, in denen die Festgesteine auf Höhe des Rohraufagers abtauchen, sind diese auf einer Länge von 1,50 m abzutrepfen, um Spannungsspitzen zwischen dem Fels und den bindigen Böden zu vermeiden.

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 Rohraufleger 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. Im Fels 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
- 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.

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 der Kanalgräben anfallenden, mindestens steifen Tone können zum Verfüllen der Kanalgräben 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 tonigen Sande sind ohne bodenverbessernde Maßnahmen nicht geeignet.

Bei einer Verbesserung sind die in Kapitel 4.3 beschriebenen Risiken eines Sulfattreibens zu beachten. Die erforderlichen Bindemittelmengen und die Bindemittelart müssen im Vorfeld durch eine Eignungsuntersuchung ermittelt werden. Vorab kann in der Ausschreibung von den in Kapitel 6.5 angegebenen überschlägigen Bindemittelmengen ausgegangen werden.

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

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

Um beim Anschneiden von Wasserwegsamkeiten eine ständige Entwässerung durch die dränierende Wirkung längs der Kanalgrabenverfüllung bzw. der Leitungszone zu verhindern, sind in der Ausschreibung Querriegel aus Beton oder Ton vorzusehen, die bei Bedarf im Bereich der Leitungszone anzuordnen sind. Die Querriegel sind dann im Bereich der Schächte, sowie bei Bedarf auch innerhalb der wasserführenden Bereiche anzuordnen, wobei die Maßnahmen in Übereinstimmung mit den Vorgaben der Rohrstatik auszuführen sind. Der genaue Abstand sowie die Lage der Querriegel sind im Zuge der Baumaßnahme in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten und den Wasserzutritten festzulegen. Vorab schlagen wir vor, von 4 Riegeln auszugehen.

Maßgeblich für die Anordnung der Riegel bzw. der mit dränierendem Baustoffgemisch verfüllten Bereiche ist die Fließrichtung des Grundwassers. Es sollen keine neuen Wasserwegsamkeiten geschaffen werden und bestehende beibehalten werden.

6.2 Straßenbau

Angaben zur geplanten Belastungsklasse der Erschließungsstraßen liegen derzeit noch nicht vor.

6.2.1 Planum

Nach RStO bzw. ZTVE-StB 17 ist auf dem Planum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ nachzuweisen. Der Verdichtungsgrad des Planums muss bei gemischt- und feinkörnigen Böden bis 0,50 m Tiefe $D_{Pr} \geq 97 \%$ und bei grobkörnigen Böden $D_{Pr} \geq 100 \%$ betragen.

Nach ZTVE (Tabelle 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.

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

Die auf Planum geforderten Verformungsmoduln $E_{v2} \geq 45$ MPa werden insbesondere bei ungünstigen Witterungsverhältnissen auf den Tonen 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 sind die in Kapitel 4.3 beschriebenen Risiken eines Sulfattreibens zu beachten. Die erforderlichen Bindemittelmengen und die Bindemittelart müssen im Vorfeld durch eine Eignungsuntersuchung ermittelt werden. Vorab kann in der Ausschreibung von den in Kapitel 6.5 angegebenen überschlägigen 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, 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

Ausgehend von einer Zuordnung der durch LKW befahrenen Verkehrsflächen zu einer der Belastungsklassen 1,0 – 100 nach RStO (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen) wird auf der ungebundenen Tragschicht nach RStO, bzw. ZTV-SoB ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 150$ MPa bei einem Verdichtungsverhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ nachzuweisen sein.

Bei ausschließlich durch PKW genutzten, der Belastungsklasse 0,3 zugeordneten Flächen ist auf OK der ungebundenen Tragschicht ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$ bei einem Verdichtungsverhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ nachzuweisen.

Wir empfehlen, die Gesamtstärke von Frostschutz- und Tragschicht bei den Belastungsklassen 1,0 bis 100 nicht unter 0,45 m und bei der Belastungsklasse 0,3 nicht unter 0,35 m zu wählen, 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 in Abhängigkeit von der Lage des Bauvorhabens im Baugebiet lokal bereits in den Mergelsteinen und lokal in den steifen und steifen bis halbfesten Tonen liegen.

Die Gründungssohlen nicht unterkellerter Gebäude werden bei frostsicherer Gründung, 1,00 m unter GOK lokal bereits in den Mergelsteinen und lokal in den steifen und steifen bis halbfesten Tonen liegen.

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

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

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

Bodenart	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	σ_{zul} [kN/m ²]
Ton, schluffig min. steif	210	150
Sandstein/ Mergelstein min sehr mürb	560	400

Voraussetzung ist die Einhaltung einer Mindestbreite von 0,40 m bei Streifen- und 0,80 m bei Einzelfundamenten. Die Einbindetiefe (OK Bodenplatte – UK Fundament) muss mindestens 0,60 m betragen.

Auf eine 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.

6.3.2 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Unbelastete 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. Im Bereich der min. mürben Mergelsteine 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 nur bei der Bohrung B 7 angetroffen. Die restlichen Bohrungen waren bis Abschluss der Arbeiten trocken. 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.

Werden Dränagen nicht genehmigt oder ist keine rückstaufreie Vorflut verfügbar, ist eine wasserdichte und auftriebssichere Ausführung vorzusehen.

6.3.4 Arbeitsraumverfüllung

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

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

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

6.4 Regenrückhaltebecken

Die Bohrung B 7 wurde auftragsgemäß im Bereich des geplanten RRB, im Osten des Erschließungsgebietes angelegt. Konkrete Planunterlagen liegen derzeit noch nicht vor.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen stehen ab ca. 2,60 m unter GOK Mergelsteine an. Darüber wurden Tone erkundet.

Wir empfehlen, die Böschungen im Einschnittsbereich mit $\leq 1:2$ vorzusehen. Diese Neigungen sind erfahrungsgemäß ohne zusätzliche Maßnahmen und rechnerische Nachweise standsicher. Bei Bedarf kann die Böschung über einen Standsicherheitsnachweis berechnet werden. Es besteht jedoch die Gefahr von Auswaschungen des erosionsanfälligen Bodens, wenn die Böschungen nicht begrünt werden.

Grundwasser wurde bei der Bohrung bei 1,20 m unter GOK angetroffen. In Abhängigkeit von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss jedoch auch mit höheren Grundwasserständen gerechnet werden.

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

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

6.5 Bodenverbesserung

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

Tabelle 6: Bindemittelmengen

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

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. Bei sulfathaltigen Böden kann es durch das Einarbeiten von Bindemitteln zu Schäden infolge von Baugrundhebungen kommen.

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

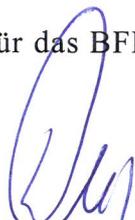
Haftungsvoraussetzungen sind:

- 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.

Wir empfehlen ferner, an den umliegenden Gebäuden eine Beweissicherung und ggf. Erschütterungsmessungen durchführen zu lassen.

Für das BFI:



Dipl.-Ing. (FH) K. Deis

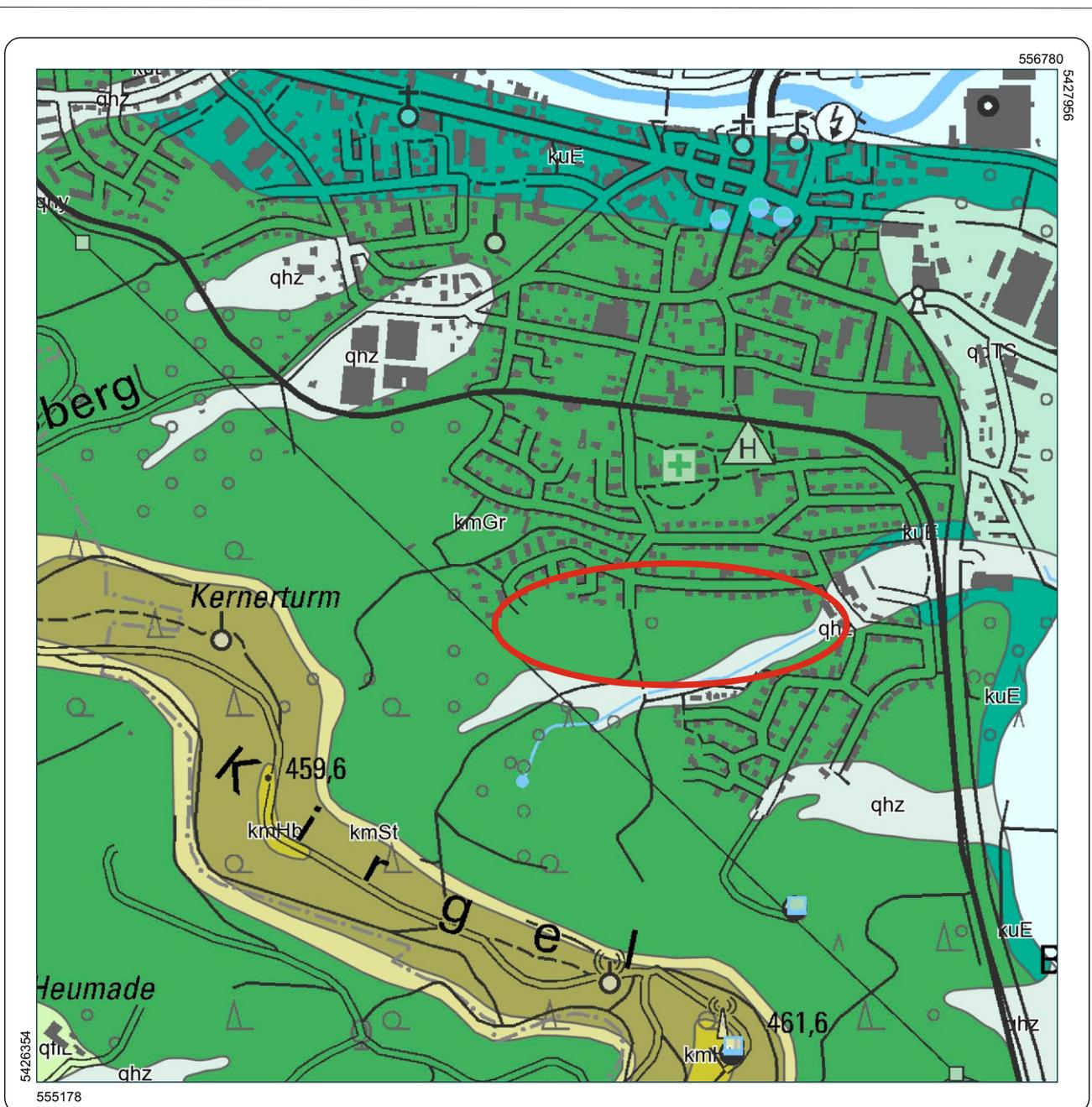
Sachbearbeiter:



B.Eng. S. Eiberger



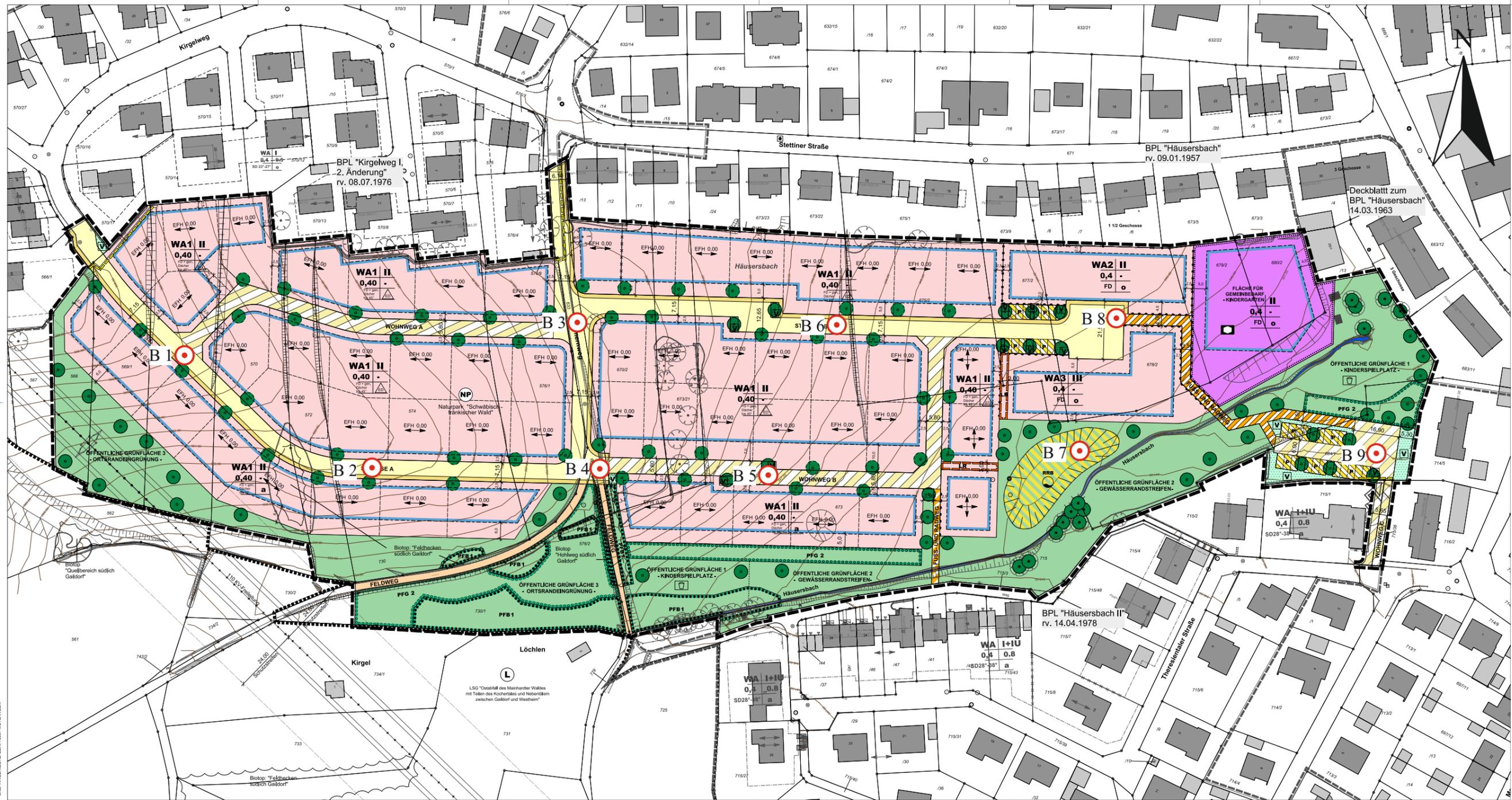
Dipl.-Geol. S. Borota



GK50: Geologische Einheiten (Flächen)

- Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung) (qhy)
- Lössführende Fließerde (qflL)
- Holozäne Abschwemmassen (qhz)
- Auenlehm (Lf)
- Terrassensedimente (Mittelgebirge) (qpTS)
- Löwenstein-Formation (Stubensandsteine) (kmLw)
- Hassberge-Formation (Kieselsandstein) (kmHb)
- Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel) (kmSw)
- Stuttgart-Formation (Schilfsandsteine, Dunkle Mergel) (kmSt)
- Grabfeld-Formation (Gipskeuper) (kmGr)
- Erfurt-Formation (Lettenkeuper) (kuE)

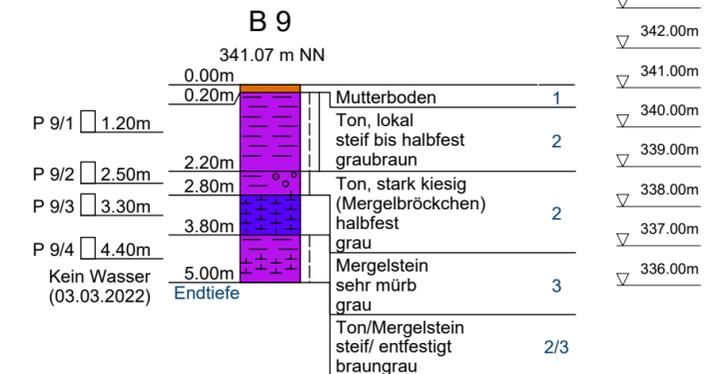
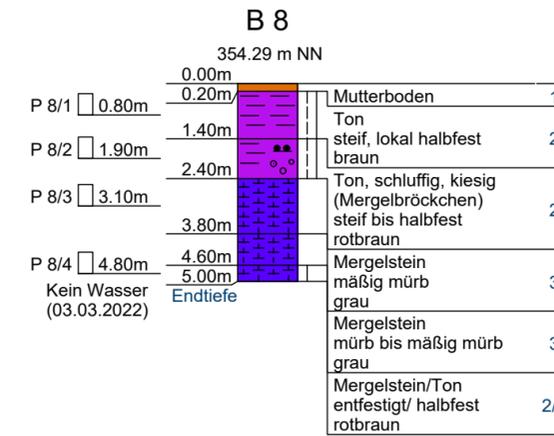
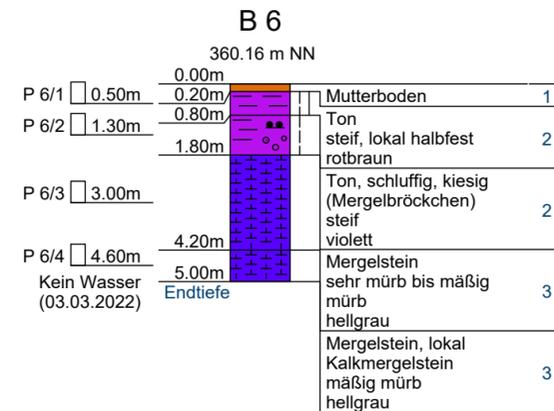
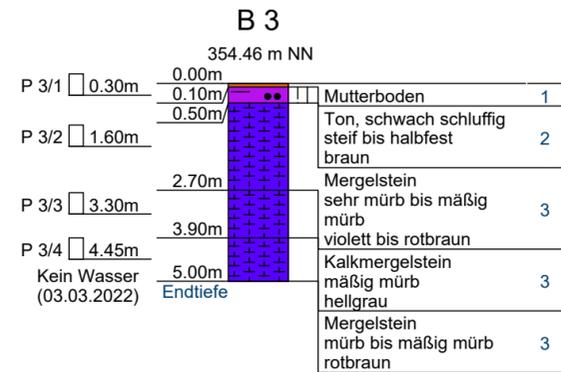
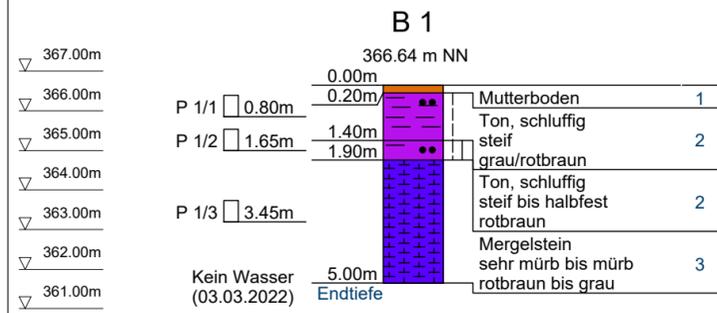
BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 121917
		Anlage: 1.1
Projekt: Gaildorf, Erschließung BG Häuserbach III		
Geologische Karte	Maßstab: 1 : 10.000	
Auftraggeber: Stadtverwaltung Gaildorf, Schlossstraße 20, 74405 Gaildorf		
Datum: 07.03.2022	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se



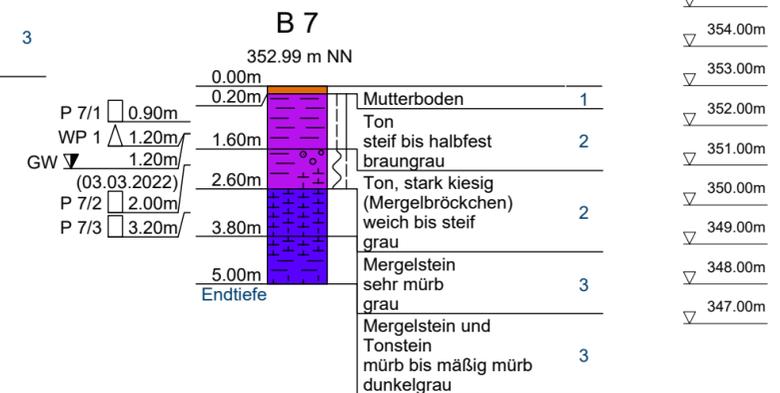
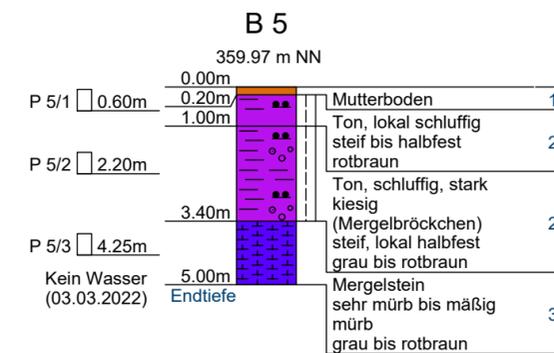
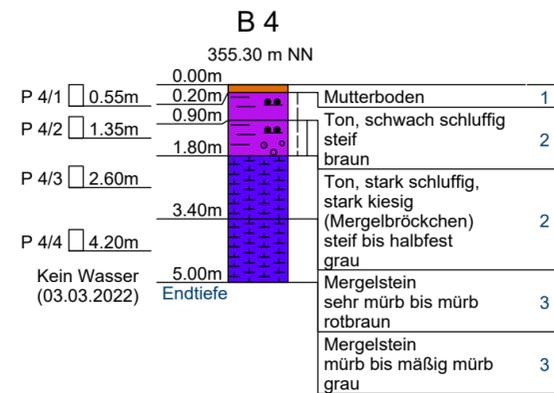
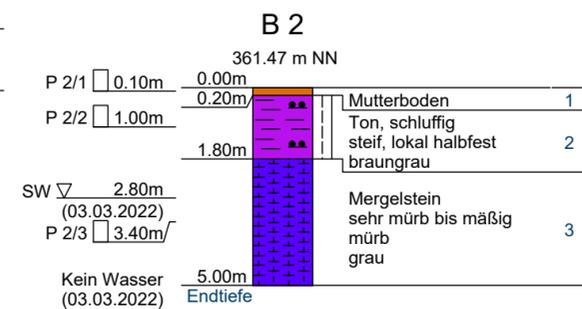
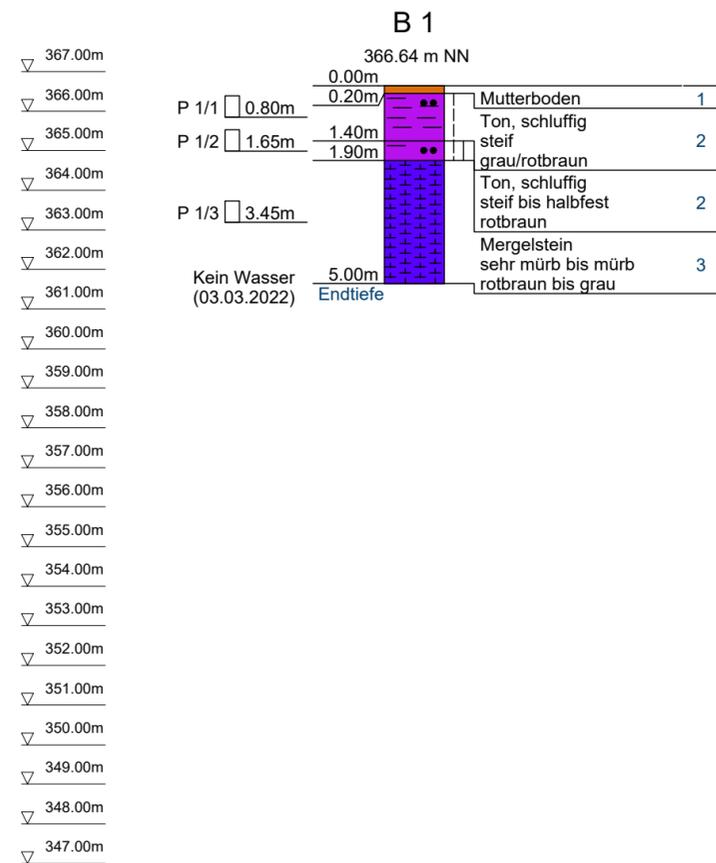
Legende

⊙ Bohrung

 BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 121917
	Anlage: 1.2
Projekt: Gaildorf, Erschließung BG Häuserbach III	
Lageplan mit Lage der Bohrungen	Maßstab: 1 : 1.500
Auftraggeber: Stadtverwaltung Gaildorf, Schlossstraße 20, 74405 Gaildorf	
Datum: 07.03.2022	Bearbeiter: se Ausgeführt: se



BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Az:	121917
BFI Zeiser GmbH & Co. KG	Anlage:	2.1
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Schnitt:	
Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29	Maßstab:	1:150
bfi@bfi-zeiser.de	Datum:	27.04.2022
Internet: www.bfi-zeiser.de	aufgenommen:	03.03.2022, seb
Projekt: Gaildorf, Erschließung BG Häusersbach III		



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:	121917
	Anlage:	2.2
	Schnitt:	
	Maßstab:	1:150
	Datum:	27.04.2022
	aufgenommen:	03.03.2022, seb
Projekt: Gaildorf, Erschließung BG Häusersbach III		

angewendete Vergleichstabelle: BFI: VwV Boden (29.12.2017)

Bezeichnung	Einheit	MP 1	Z0 Ton	Z0* IIIA	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer		722006211						
Anzuwendende Klasse(n):		Z0 Ton						
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	7,3	20	15	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	16	100	100	140	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,2	1,5	1	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	44	100	100	120	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	17	60	60	80	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg TS	39	70	70	100	150	150	500
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,07	1	1	1	1,5	1,5	5
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	1	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Zink (Zn)	mg/kg TS	59	200	200	300	450	450	1500
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz								
EOX	mg/kg TS	< 1,0	1	1	1	3	3	10
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	< 40			200	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 40	100	100	400	600	600	2000
BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz								
Summe BTEX	mg/kg TS	(n. b.)	1	1	1	1	1	1
LHKW aus der Originalsubstanz								
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS	(n. b.)	1	1	1	1	1	1
PAK aus der Originalsubstanz								
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	< 0,05	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	3	3	3	3	9	30
PCB aus der Originalsubstanz								
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttel								
pH-Wert		8,1	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	159	250	250	250	250	1500	2000
Anionen aus dem 10:1-Schüttelerguss nach DIN EN 12457-4								
Chlorid (Cl)	mg/l	< 1,0	30	30	30	30	50	100
Sulfat (SO4)	mg/l	12	50	50	50	50	100	150
Cyanide, gesamt	µg/l	< 5	5	5	5	5	10	20
Elemente aus dem 10:1-Schüttelerguss nach DIN EN 12457-4								
Arsen (As)	µg/l	1		14	14	14	20	60
Blei (Pb)	µg/l	< 1		40	40	40	80	200
Cadmium (Cd)	µg/l	< 0,3		1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (Cr)	µg/l	< 1		12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer (Cu)	µg/l	< 5		20	20	20	60	100
Nickel (Ni)	µg/l	< 1		15	15	15	20	70
Quecksilber (Hg)	µg/l	< 0,2		0,5	0,5	0,5	1	2
Zink (Zn)	µg/l	< 10		150	150	150	200	600
Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelerguss								
Phenolindex, wasserdampflich	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
	B 2	P 2/2
	B 3	P 3/1
	B 4	P 4/1
		P 4/2
	B 5	P 5/1
		P 5/2
	B 6	P 6/1
		P 6/2
	B 7	P 7/1
		P 7/2
	B 8	P 8/1
		P 8/2
	B 9	P 9/1
		P 9/2



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

Az: 121917

Anlage: 3.1

Projekt: Gaildorf, Erschließung BG Häuserbach III

Analyseergebnisse nach VwV Boden

Auftraggeber: Stadtverwaltung Gaildorf,
Schlossstraße 20, 74405 Gaildorf

Datum: 23.03.2022

Bearbeiter: se

Ausgeführt: se

angewendete Vergleichstabelle: BFI: VwV Boden (29.12.2017)

Bezeichnung	Einheit	MP 2	Z0 Ton	Z0* IIIA	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer		022038657						
Anzuwendende Klasse(n):		Z0 Ton						
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 1								
Arsen (As)	mg/kg TS	6,4	20	15	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	11	100	100	140	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,2	1,5	1	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	42	100	100	120	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	24	60	60	80	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg TS	37	70	70	100	150	150	500
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,07	1	1	1	1,5	1,5	5
Thallium (Tl)	mg/kg TS	< 0,2	1	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Zink (Zn)	mg/kg TS	46	200	200	300	450	450	1500
Elemente aus dem 10:1-Schüttelauflösung nach DIN EN 12457-4								
Arsen (As)	µg/l	< 1		14	14	14	20	60
Blei (Pb)	µg/l	< 1		40	40	40	80	200
Cadmium (Cd)	µg/l	< 0,3		1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (Cr)	µg/l	< 1		12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer (Cu)	µg/l	< 5		20	20	20	60	100
Nickel (Ni)	µg/l	< 1		15	15	15	20	70
Quecksilber (Hg)	µg/l	< 0,2		0,5	0,5	0,5	1	2
Zink (Zn)	µg/l	< 10		150	150	150	200	600

- 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

Probe-Nr.	MP 2	Vorsorgewerte nach BBodSchV		
Material	Mergelstein	Vorsorgewerte für Bodenart Ton bei Humusgehalt < 8 %	70 % der Vorsorgewerte für landwirtsch. Nutzung	
Feststoffparameter				
Arsen	mg/kg	6,4	-	-
Blei	mg/kg	11	100	70
Cadmium	mg/kg	< 0,2	1,5	1,05
Chrom	mg/kg	42	100	70
Kupfer	mg/kg	24	60	42
Nickel	mg/kg	37	70	49
Quecksilber	mg/kg	< 0,07	1	0,7
Zink	mg/kg	46	200	140

- Vorsorgewerte eingehalten
- Überschreitung 70 % der Vorsorgewerte
- Überschreitung der Vorsorgewerte

Zusammensetzung der Mischprobe:

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

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 121917
	Anlage: 3.2	
Projekt: Gaildorf, Erschließung BG Häuserbach III		
Analyseergebnisse auf Schwermetalle		
Auftraggeber: Stadtverwaltung Gaildorf, Schlossstraße 20, 74405 Gaildorf		
Datum: 23.03.2022	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se

angewendete Vergleichstabelle: BFI: Betonaggressivität DIN 4030

Bezeichnung	Einheit	WP 1	nicht angreifend	schwach angreifend (XA 1)	mäßig angreifend (XA 2)	stark angreifend (XA 3)
Probennummer		022038619				
Anzuwendende Klasse(n):		schwach angreifend (XA 1)				
Prüfungen auf Betonaggressivität von Wässern						
Färbung qualit.		farblos				
Trübung, qualitativ		ohne				
Geruch (qualitativ)		ohne				
Geruch, angesäuert (qualitativ)		ohne				
pH-Wert		7,2	> 6,5	> 5,5	> 4,5	> 4
Ammonium	mg/l	0,59	< 15	30	60	100
Sulfat (SO ₄)	mg/l	470	< 200	600	3000	6000
Chlorid (Cl)	mg/l	2,8	< 500			
Magnesium (Mg)	mg/l	71,0	< 300	1000	3000	
Kalkaggressives Kohlendioxid	mg/l	< 5,0	< 15	40	100	
Gesamthärte	mmol/l	8,26				
Hydrogencarbonathärte	mg Ca O/l	190				
Nichtcarbonathärte	mg Ca O/l	270				
Permanganat-Verbrauch [KMnO ₄]	mg KMnO ₄ /l	13				
Sulfid, leicht freisetzbar	mg/l	< 0,04				

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

	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 121917 Anlage: 3.3
	Projekt: Gaildorf, Erschließung BG Häuserbach III	
Analyseergebnisse nach DIN 4030		
Auftraggeber: Stadtverwaltung Gaildorf, Schlossstraße 20, 74405 Gaildorf		
Datum: 23.03.2022	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se