

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 Genderkingen
Hauptstraße 2
86682 Genderkingen

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen

Datum

kd-nm-seb/ Az. 240363 09.10.2024

Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost
hier: Baugrunduntersuchung mit Gründungsberatung

Auftraggeber:

Gemeinde Genderkingen
Hauptstraße 2
86682 Genderkingen

Planung:

Eibl Ingenieur GmbH
Ziegesheimer Straße 43
86609 Donauwörth

Ingenieurgeologische
Untersuchung und
Beratung:

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

INHALTSVERZEICHNIS

Textteil	Seite
1. Planunterlagen	5
2. Lage und Aufgabenstellung	5
3. Untergrund	6
3.1 Baugrundgeologische Situation	6
3.2 Stratigrafie	8
3.3 Wasserverhältnisse	8
3.3.1 Wasserzutritte	8
3.3.2 Hochwässer	10
3.4 Sickerversuch	10
3.5 Laborversuche	12
3.5.1 Natürlicher Wassergehalt	12
3.5.2 Zustandsgrenzen	12
3.5.3 Kornverteilung	13
3.6 Geotechnische Kategorie	13
3.7 Homogenbereiche	14
3.8 Frostempfindlichkeit	15
3.9 Bodenkennwerte	16
4. Orientierende chemische Untersuchungen	17
4.1 LAGA Boden	18
4.2 Verfüll-Leitfaden	19
4.3 DepV	19
5. Erdbebenzone und seismische Lastannahmen	20
6. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen	21
6.1 Kanäle	21
6.1.1 Gründung des Rohrauflegers	21
6.1.2 Sicherung der Kanalgräben	22
6.1.3 Kanalgrabenverfüllung	23

6.2	Straßenbau.....	24
6.3	Gebäude	25
6.3.1	Allgemeine Gründungsmöglichkeiten.....	25
6.3.2	Baugrubensicherung und Wasserhaltung	27
6.3.3	Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile.....	28
6.3.4	Arbeitsraumverfüllung.....	29
6.4	Bodenverbesserung.....	29
7.	Abnahme und Haftung.....	31

Anlagenteil

- Anlage 1.1: Geologische Karte M. 1 : 10.000
- Anlage 1.2: Lageplan mit Lage der Bohrungen (B 1 bis B 10)
und der schweren Rammsondierungen (DPH 1 – DPH 10)
sowie der Sickerversuche (SV 1 – SV 6) M. 1 : 1.000
- Anlage 2.1: Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 1, B 2 und der schweren
Rammsondierungen DPH 1, DPH 2 sowie der Sickerversuche
SV 1, SV 5 und SV5a M. 1 : 50
- Anlage 2.2: Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 3, B 4 und der schweren
Rammsondierungen DPH 3, DPH 4 sowie des Sickerversuches
SV 2 M. 1 : 50
- Anlage 2.3: Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 5, B 6 und der schweren
Rammsondierungen DPH 5, DPH 6 sowie des Sickerversuches
SV 3 M. 1 : 50
- Anlage 2.4: Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 8, B 9 und der schweren
Rammsondierungen DPH 8, DPH 9 sowie des Sickerversuches
SV 4 M. 1 : 50
- Anlage 2.5: Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 7, B 10 und der
schweren Rammsondierungen DPH 7, DPH 10 sowie
des Sickerversuches SV 4 M. 1 : 50
- Anlage 3.1: Auswertung des Sickerversuches SV 3
- Anlage 3.2: Auswertung des Sickerversuches SV 4
- Anlage 3.3: Auswertung des Sickerversuches SV 5
- Anlage 3.4: Auswertung des Sickerversuches SV 6
- Anlage 4: Zustandsgrenzen P 5/5
- Anlage 5: Kornverteilungskurve P 3/1
- Anlage 6.1: Analysenergebnisse nach LAGA M20 (1997)
- Anlage 6.2: Analysenergebnisse nach Verfüll-Leitfaden
- Anlage 6.3: Analysenergebnisse nach DepV

1. Planunterlagen

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

- Lageplan zur Baugrunduntersuchung M. 1 : 500 vom 06.06.2024
- Übersichtsplan M. 1 : 25.000 vom 06.06.2024
- Leistungsbeschreibung

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

2. Lage und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Genderkingen plant das Baugebiet „Genderkingen Nordost“ zu erschließen. Das Bauvorhaben liegt auf den Flurstücken 1742/8, 1743, 1744 und 1747 in Genderkingen.

Das Gelände ist nach den Ansatzhöhen der Bohrungen zwischen 399,46 mNN und 398,65 mNN nahezu eben.

Nach Auskunft von Frau Seidel, EIBL Ingenieur GmbH, ist die Verlegetiefe des Kanals bei ca. 3,50 m unter GOK vorgesehen. Die Belastungsklasse der Erschließungsstraße liegt nach RSTO bei BK 0,3.

Das BFI wurde von der Gemeinde Genderkingen beauftragt, eine Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung für die o.g. Baumaßnahme durchzuführen.

3. Untergrund

3.1 Baugrundgeologische Situation

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden zwischen 19. und 21.08.2024 auftragsgemäß insgesamt 10 Bohrungen (B 1 bis B 10) sowie 10 schweren Rammsondierungen (DPH 1 – DPH 10) bis in Tiefen zwischen 3,50 m und 7,00 m unter Gelände abgeteuft. Ergänzend wurden auftragsgemäß vier Bohrungen SV 3 - SV 6 zur Durchführung von Sickerversuchen bis Tiefen zwischen 1,00 m und 2,00 m unter GOK angelegt. Die Tiefe und Lage der Bohrungen sowie der Sickerversuche wurden bauseits vorgegeben.

Da mit den Bohrungen der Anschnitt von Grundwasser zu erwarten war, wurde am 11.07.2024 eine wasserrechtliche Erlaubnis beim Landratsamt beantragt. Die wasserrechtliche Erlaubnis wurde vom Landratsamt mit Entscheidung vom 11.07.2024 unter Auflagen erteilt.

Die Ansatzhöhen der Bohrungen wurden auf einen Kanaldeckel, dessen Deckelhöhe mit 399,67 mNN angegeben ist, eingemessen.

Die Lage der Bohrungen sowie des Kanaldeckels kann dem Lageplan (Anlage 1.2) entnommen werden. Anhand der Aufschlüsse ergibt sich folgendes Bild des Untergrundes (s. auch Anlagen 2):

In den Bohrungen, bis auf B 1 und B 3, wurde zunächst ein 0,10 m bzw. 0,40 m starker Mutterboden erkundet.

Unter dem Mutterboden wurden lokal Auffüllungen aus stark sandigen Tonen mit Ziegelbruch durchdrungen. Die Auffüllungsbasis wurde im Bereich der Bohrungen B 8 und SV 4 zwischen 0,80 m und 0,90 m unter GOK angetroffen.

Unter den Auffüllungen bzw. dem Mutterboden stehen meist weiche und weiche bis steife, lokal steife bis halbfeste Tone und Schluffe sowie stark schluffige Sande an.

Den Tonen und Schluffen sind lokal Torflagen zwischengelagert.

Die Tone, Schluffe und Sande sind ab Tiefen zwischen 1,10 m und 6,20 m unter GOK bis zu den Endtiefen der Bohrungen von sandigen und tonigen Kiesen unterlagert.

Die Tiefen, in denen OK der Kiese angetroffen wurden, sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: OK Kiese

Bohrung	Ansatzhöhe [mNN]	OK Kiese	
		[m u. GOK]	[mNN]
B 1	399,05	5,30	393,75
B 2	399,10	1,30	397,8
B 3	398,65	1,50	397,15
B 4	399,15	1,10	398,05
B 5	399,08	5,40	393,68
B 6	399,33	6,20	393,13
B 7	399,31	3,50	395,81
B 8	398,78	1,60	397,18
B 9	399,34	5,70	393,64
B 10	399,46	4,10	395,36
SV 1	398,82	1,60	397,22
SV 2	399,17	1,60	397,57
SV 3	399,00	-	
SV 4	398,78	1,60	397,18
SV 5	399,10	1,20	397,90
SV 6	399,46	-	-

- kein Kies bis zur Endtiefe angetroffen

In den schweren Rammsondierungen wurden in den Schluffen und Tonen sowie stark schluffigen Sanden Schlagzahlen n_{10} (Anzahl Schläge pro 10 cm Eindringtiefe) zwischen 1 und 4, lokal bis 5 ermittelt. Die Kiese weisen durchgehend Schlagzahlen von über 5, lokal über 15 auf.

3.2 Stratigrafie

Stratigrafisch handelt es sich bei den in den Bohrungen angetroffenen Tonen, Schluffen, Sanden und Kiesen um quartäre Auenablagerungen des Lech.

3.3 Wasserverhältnisse

3.3.1 Wasserzutritte

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

Tabelle 2: Wasserstände nach Abschluss der Bohrarbeiten

Bohrung	Ansatzhöhe [mNN]	Wasserstand nach Abschluss der Bohrarbeiten (19-21.08.2024)	
		[m u. GOK]	[mNN]
B 1	399,05	1,80	397,25
B 2	399,10	1,10	398,00
B 3	398,65	0,80	397,85
B 4	399,15	1,10	398,05
B 5	399,08	1,10	397,98
B 6	399,33	1,40	397,93
B 7	399,31	1,30	398,01
B 8	398,78	1,30	397,48
B 9	399,34	1,40	397,94
B 10	399,46	1,40	398,06
SV 1	398,82	0,90	397,92
SV 2	399,17	1,40	397,77
SV 3	399,00	-	
SV 4	398,78	0,80	397,98
SV 5	399,10	1,20	397,90
SV 6	399,46	-	

- kein Wasser bis zur Endtiefe angetroffen

Bei dem Wasser handelt es sich um Grundwasser innerhalb der quartären Talablagerungen des Lech. Erfahrungsgemäß muss daher in Abhängigkeit von den jahreszeitlich wechselnden Niederschlagsmengen und der Höhe des Wasserspiegels des Lech lokal und temporär mit Schicht- und Sickerwasserzutritten gerechnet werden. Bei Hochwasserständen ist auch mit einem zeitverzögerten Anstieg des Grundwassers zu rechnen.

Wasserstandsmessungen im offenen Bohrloch zeigen lediglich die Wasserstände an, die sich im Zeitraum zwischen dem Abteufen und dem Verschließen der Bohrlöcher eingestellt haben.

In Abhängigkeit von der Porosität und der Klüftigkeit und somit der Durchlässigkeit der aufgeschlossenen Bodenschichten, können die Wasserstände jedoch im Bohrloch zeitverzögert ansteigen, so dass die Wasserstandsmessungen nicht zwangsläufig den Ruhewasserspiegel repräsentieren. Genaue Messungen des Ruhewasserspiegels und langfristige Beobachtungen der Grundwasserganglinie sind daher nur in Grundwassermessstellen, die in den grundwasserführenden Schichten verfiltert sind, möglich.

3.3.2 Hochwässer

Das Bauvorhaben liegt im Überschwemmungsgebiet des Lech. Bei Hochwasserständen muss demnach auch mit höheren Grundwasserständen gerechnet werden.

Nach den Angaben des Informationsdienstes für Überschwemmungsgefährdete Gebiete liegt das Bauvorhaben bei HQ₁₀₀-Ereignissen in der Überschwemmungsfläche. Für HQ₁₀₀ und HQ_{Extrem} liegen keine Höhenangaben vor.

3.4 Sickerversuch

Um die Versickerungsfähigkeit von Niederschlagswasser im Untergrund beurteilen zu können wurde in vier Bohrungen SV 3 – SV 6 je ein Sickerversuch durchgeführt. Zwei weitere Sickerversuche (SV 1 – SV 2) waren geplant, diese konnten nicht durchgeführt werden, da Grundwasser im Bohrloch angetroffen wurde.

Dazu wurde die Absenkung des Wasserspiegels in regelmäßigen Abständen gemessen.

Anhand der Geometrie des Bohrlochs (F), des hydraulischen Gefälles (i) und der Absenkung (W_A-W_B) wurde der Durchlässigkeitsbeiwert nach einer Ableitung aus dem Gesetz von Darcy bestimmt. Danach errechnet sich der k_f-Wert wie folgt:

$$k_f = \frac{F \cdot (W_A - W_E)}{i \cdot \Delta t \cdot \left(F + \left(U \cdot \left(W_E + \frac{(W_A - W_E)}{2} \right) \right) \right)}$$

Der für den Zeitraum ab Wassersättigung des Bodens ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert ist in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3: Ergebnis Sickerversuch

Sickeversuch	Absenkung [m]	Zeit [s]	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
SV 3	0,62	7200	$7,34 \times 10^{-7}$
SV 4	0,136	3600	$1,77 \times 10^{-7}$
SV 5	0,406	10.800	$1,48 \times 10^{-7}$
SV 6	0,656	4500	$1,71 \times 10^{-7}$

Das Arbeitsblatt DWA-A 138 enthält Korrekturfaktoren zur Festlegung des Bemessung- k_f -Wertes in Abhängigkeit von der gewählten Methodik zur k_f -Wertermittlung. Bei einem Geländeversuch ist die ermittelte k_f -Wert mit dem Korrekturfaktor 2 zu multiplizieren. Somit ergeben sich für die Feldversuche Bemessungswerte von $k_f=1,47 \times 10^{-6}$ m/s bis $2,96 \times 10^{-7}$ m/s.

Nach dem DWA Arbeitsblatt A 138, Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser, vom April 2005, liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich etwa zwischen k_f -Werten von $1,0 \times 10^{-3}$ bis $1,0 \times 10^{-6}$ m/s. Bei geringeren k_f -Werten stauen Sickeranlagen zu lange ein, so dass anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Zone auftreten können, die Rückhalte- und Umwandlungsvermögen ungünstig beeinflussen können.

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

Wir weisen darauf hin, dass der nach o. g. Merkblatt geforderte Mindestabstand zum Grundwasser von $\geq 2,00$ m im vorliegenden Fall nicht gegeben ist. Somit würde direkt ins Grundwasser versickert, was nicht zulässig ist.

3.5 Laborversuche

3.5.1 Natürlicher Wassergehalt

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 57 gestörte Proben entnommen, von denen 3 auf ihren natürlichen Wassergehalt untersucht wurden. Dabei wurden die in Tabelle 4 aufgeführten Werte ermittelt.

Tabelle 4: natürliche Wassergehalte

Probe	Bohrung	Tiefe [m]	Bodenart (Konsistenz)	natürlicher Wassergehalt [Gew.-%]
SV 3/1	SV 3	0,75	U, s* (st-hb)	24,23
P 5/2	B 5	0,65	U, s* (st)	24,23
P 6/1	B 6	0,50	U, s* (st-hf)	13,80

3.5.2 Zustandsgrenzen

Zur Ermittlung der Wasserempfindlichkeit wurden an der Probe P 5/5 nach DIN 18122 die Fließ- und Ausrollgrenzen bestimmt und daraus die Plastizitätszahlen errechnet. Im Einzelnen können die Versuchsergebnisse der Anlage 4 sowie der Tabelle 5 entnommen werden.

Tabelle 5: Zustandsgrenzen

Probe	Aufschluss	Wassergehalt w _N [%]	Fließgrenze w _L [%]	Ausrollgrenze w _P [%]	Plastizitätszahl I _P [%]	Konsistenzzahl I _C	Gruppensymbol
5/5	B 5	24,9	26,9	23,8	3,1	0,645	UL

Für die Zustandsform des Schluffes ergab sich eine Konsistenzzahl I_C von 0,645. Damit ist die Konsistenz der untersuchten Probe als „weich“ zu bezeichnen.

3.5.3 Kornverteilung

Die Schluffe wurden an der Probe P 3/1 auf ihre Kornverteilung nach DIN 18 123 untersucht. Die Gewichtsprozent der einzelnen Kornfraktionen sind der Tabelle 6 zu entnehmen. Die Kornverteilungskurve mit weiteren Angaben ist in der Anlage 5 dargestellt.

Tabelle 6: Ergebnisse der Siebanalyse

Probe P	Entnahmetiefe [m]	Korngröße (Gew.-%)			Gruppensymbol nach DIN 18196	Bodenart nach DIN 4022
		< 0,063 mm	> 0,063 bis < 2,0 mm	> 2,0 bis < 60,0 mm		
3/1	0,45	74,6	24,5	0,9	UL UM	U, s, t'

Nach dem Ergebnis der Kornverteilung ergibt sich für die Probe P 3/1 ein sandiger schwach toniger Schluff.

3.6 Geotechnische Kategorie

Die bautechnischen Maßnahmen sind nach DIN 1054 in die Geotechnischen Kategorien GK 1, GK 2 oder GK 3 einzustufen. Maßgebend für die Einstufung ist dabei jenes Merkmal, das die höchste Geotechnische Kategorie ergibt.

Für Baugrund und Grundwasser ergibt sich für die Erschließung dabei folgende Einstufung:

Baugrund GK 2 (weiche Schichten mit großer Mächtigkeit/Lokal Torf)
Grundwasser: GK 2 (Wasserzutritte in Einschnitten möglich)

Hieraus ergibt sich für die baugrund- und hydrogeologische Situation eine Einstufung in die **Geotechnische Kategorie 2**. Aufgrund der Tiefe der Gräben > 2,00 m und < 5,00 m ist jedoch die Einstufung in die **Geotechnische Kategorie 2** erforderlich.

3.7 Homogenbereiche

Die in den Bohrungen angetroffenen Bodenarten wurden zu Homogenbereichen zusammengefasst. Die Homogenbereiche (1 – 4) sind den in Anlage 2 dargestellten Bodenprofilen zu entnehmen. Sie sind am rechten Rand der Profile, hinter der Schichtbeschreibung dargestellt. Die Einteilung erfolgte auf Grundlage der Bodenansprache und der Laborversuche, wobei die Schichten entsprechend ihrer Eigenschaften zu Homogenbereichen zusammengefasst wurden.

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

Entsprechend der **DIN 18300 – Erdarbeiten** wurden die lokal angetroffenen Auffüllungen unter dem **Homogenbereich 2** zugeordnet. Die Tone, Schluffe und Sande sowie die Torfe werden unter dem **Homogenbereich 3** zusammengefasst. Die Kiese wurden unter dem **Homogenbereich 4** erfasst.

Die innerhalb der festgelegten Homogenbereiche zu erwartende Bandbreite der Eigenschaften wird auf Grundlage von Erfahrungswerten und den durchgeführten Laborversuchen angegeben und kann der Tabelle 7 entnommen werden. 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 7 zusammengefasst.

Tabelle 7: Homogenbereiche (bindige, nicht bindige oder organische Böden)

Homogenbereich	2	3	4
Bezeichnung	Auffüllungen	Tone, Schluffe, Sande, Torfe	Kiese
Bodengruppe nach DIN 18196	TA, TL, TM	TA, TL, TM, UA, UM, UL, SU, SU*, ST, ST*, HN, HZ	GU, GT, GU*, GT*, GW, GE, GI
Bodengruppe nach DIN 18915	4, 6, 8	1, 4, 6, 8	2, 4, 6
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	gering < 5 %	gering < 5 %	gering < 5 %
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern	-	-	-
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	10 % – 40 %	4 % – 100 % (13,80 % - 24,23 %) ¹⁾	10 % – 40 %
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)	-
undrÄnirte 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 (bindige Bereiche)	-
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 stark V _{GI} < 2 % -> 20%	nicht vorhanden V _{GI} < 2 %
Lagerungsdichte nach DIN 18126, DIN EN ISO 14688-2	-	locker - mitteldicht, I _D 15 – 65 % (rollige Bereiche)	mitteldicht - dicht, I _D 35 – 85 %
Dichte nach DIN 18125-2	1,50 g/cm ³ - 1,85 g/cm ³	1,30 g/cm ³ – 2,00 g/cm ³	1,70 g/cm ³ – 2,30 g/cm ³
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

3.8 Frostempfindlichkeit

Nach ZTVE-StB 17 erfolgt die Klassifikation der Frostempfindlichkeit von Bodengruppen in drei Frostempfindlichkeitsklassen:

- F 1 nicht frostempfindlich
- F 2 gering- bis mittelfrostempfindlich
- F 3 sehr frostempfindlich

Nach dieser Einteilung sind die aufgefüllten und anstehenden Tone und Schluffe der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen.

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

3.9 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Hinterfüllung/Bodenaustausch/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

Auffüllungen

Ton, stark sandig weich - steif	cal γ	=	19	kN/m ³
	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal φ'	=	25	°(Ersatzreibungswinkel)

Anstehend:

Ton, Schluff, sandig	cal γ	=	19	kN/m ³
	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal φ'	=	25	°
steif, steif-halbfest weich, weich-steif	cal c'	=	7	kN/m ²
	cal c'	=	3	kN/m ²
Torf weich	cal γ	=	13	kN/m ³
	cal γ'	=	3	kN/m ³
	cal φ'	=	15	°
	cal c'	=	2	kN/m ²

Sand, stark schluffig	cal γ	=	20	kN/m ³
	cal γ'	=	11	kN/m ³
	cal φ'	=	27	°
	cal c'	=	1	kN/m ²
Kies, sandig, local tonig	cal γ	=	20	kN/m ³
	cal γ'	=	12	kN/m ³
	cal φ'	=	32	°
	cal c'	=	3	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

Die in den Bohrungen angetroffenen Tone, Schluffe und Sande, ohne Torflagen, wurden an der Mischprobe MP 1 (aus P 1/1, P 1/2, P 1/3, P 1/5, P 2/1, P 2/2, P 3/1, P 3/2, P 4/1, P 4/2, P 5/2, P 5/3, P 5/5, P 6/1, P 6/2, P 6/3, P 7/2, P 7/3, P 8/1, P 9/1, P 9/2 und P 10/1) auftragsgemäß wie folgt analysiert:

- Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln der LAGA M 20 (06.11.1997)
- "Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen" (Verfüll-Leitfaden) vom 23.12.2019
- Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27. April 2009

Die Analysenergebnisse sind für eine Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen oder in technischen Bauwerken in Anlage 6.1 den Zuordnungswerten der LAGA M 20 gegenübergestellt.

In Anlage 6.2 sind die Ergebnisse den Zuordnungswerten des Verfüll-Leitfadens für eine Ablagerung in nach Verfüll-Leitfaden genehmigten Erddeponien (Steinbrüche, Gruben) gegenübergestellt.

In Anlage 6.3 sind die Analysenergebnisse mit den Zuordnungswerten nach DepV dargestellt.

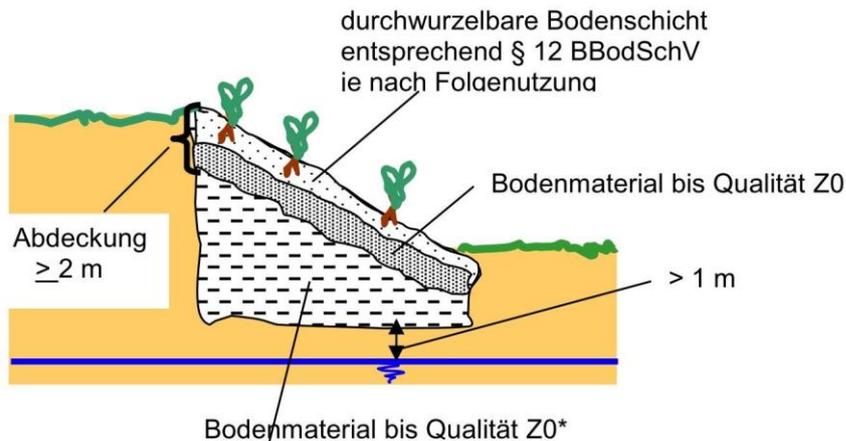
Die vorgenommenen Einstufungen basieren auf Mischproben aus punktuellen Bohrungen, die aufgrund inhomogener Verteilung nicht zwangsläufig repräsentativ für das spätere Aushubmaterial sein müssen. Sie dienen lediglich als Vorab-Information z. B. für Ausschreibungen. Beim Aushub anfallendes Material kann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

Eine endgültige abfalltechnische Einstufung kann daher nur auf Grundlage einer repräsentativen Beprobung anhand von Haufwerksbeprobungen während des Aushubs nach LAGA PN 98 und für Bayern ergänzend, nach dem LfU-Merkblatt "Boden- und Bauschutthaufwerke", oder gleichwertige in situ-Beprobungen vor dem Aushub durch Bohrungen oder Schürfe erfolgen.

4.1 LAGA Boden

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 Verfüll-Leitfaden

Die Bewertung nach dem Verfüll-Leitfaden gemäß Anlage 6.2 ergibt eine Einstufung in Z 0. Damit kann das Material in Gruben der Standortkategorien "Nass" sowie "Trocken A – C" eingebaut werden.

4.3 DepV

Sofern das Bodenmaterial auf einer nach Deponieverordnung zugelassenen Deponie abgelagert werden soll, kann dies auf einer Deponie der Deponieklasse **DK II** erfolgen.

5. Erdbebenzone und seismische Lastannahmen

Entsprechend der DIN EN 1998-1/NA:2021-07 werden für den Standort der Baumaßnahme folgende spektralen Plateaubeschleunigungen angegeben:

$$S_{ap,R} (475 \text{ a}) = 0,613 \text{ m/s}^2$$

$$S_{ap,R} (975 \text{ a}) = 1,087 \text{ m/s}^2$$

$$S_{ap,R} (2475 \text{ a}) = 2,098 \text{ m/s}^2$$

Nach der derzeit noch gültigen DIN EN 1998-1/NA (Fassung 2011-01) liegt das Bauvorhaben nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen **in der Erdbebenzone 0** und gehört zur **Unterklasse T**.

Die Erdbebenzone 0 umfasst Gebiete, denen gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau ein Intensitätsintervall von 6,0 bis $< 6,5$ zugeordnet ist. Ein zugehöriger Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g ist in der Erdbebenzone 0 nicht zu berücksichtigen.

6. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen

6.1 Kanäle

6.1.1 Gründung des Rohraufagers

Nach Auskunft von Frau Seidel, EIBL Ingenieur GmbH, ist die Verlegetiefe des Kanals bei ca. 3,50 m unter GOK vorgesehen. Nach den Ergebnissen der Bohrungen B 1, B 6 und B 9 liegt das Rohrauflager in den weichen bis steifen Tonen und Schluffen sowie stark schluffigen Sanden.

Das Rohrauflager kann im Bereich der mindestens steifen Tone und Schluffe sowie mindestens mitteldichtgelagerten Sande ohne besondere Zusatzmaßnahmen gegründet werden. In weichen Bereichen ist in der Ausschreibung unter dem Rohrauflager ein Bodenaustausch in einer Stärke von 0,20 m - 0,30 m mit Baustoffgemisch 0/56 mm, vorzusehen. Als Austausch-Material eignet sich ein bindigkeitsarmes, gut abgestuftes und verdichtungsfähiges Material, z.B. Baustoffgemisch 0/56 mm.

Die Kanalgräben werden in das Grundwasser einschneiden (s. Kapitel 3.3.1) einschneiden. Die Intensität der Wasserzutritte wird von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen abhängig sein. Es ist daher eine Drainage 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 Drainagestrang 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 Drainage 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 die 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 z. B. mit Verbauelementen entsprechend der DIN 4124 zu sichern. Wir empfehlen weiterhin, in der Ausschreibung eine lokale Sicherung mittels Spundbohlen zu berücksichtigen. Insbesondere die Sande sowie Schluffe und Tone sind bei Wasserzutritten nicht standsicher. Der Verbau muss daher im Absenkverfahren eingebracht werden.

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 09 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

6.1.3 Kanalgrabenverfüllung

Die beim Aushub anfallenden Tone und Schluffe sowie die im Grundwasser nass anfallenden tonigen Sande können zum Verfüllen des Kanalgrabens ohne bodenverbessernde Maßnahmen nicht verwendet werden. Das Material muss dabei im Vorfeld auf Sulfat und seine Eignung untersucht und für den Einbau freigegeben werden. Bei zu hohen Sulfatgehalten ist eine Bodenverbesserung aufgrund von Quellhebungen nicht möglich.

Im Bereich des Bauvorhabens ist jedoch nicht mit erhöhten Sulfatgehalten zu rechnen. Die erforderlichen Bindemittelmengen sind in Abhängigkeit von den aktuellen Wassergehalten unmittelbar vor der Verbesserung festzulegen. Vorab kann nach den Ergebnissen der Laborversuche von den in Kapitel 6.4 angegebenen Bindemittelmengen ausgegangen werden. Von einer Verbesserung mit Bindemittel raten wir ab, da in den weichen Schichten mit einem hohen Bindemittelbedarf zu rechnen ist.

Innerhalb der wasserführenden Schichten sind die Gräben z. B. mit dränfähigem Baustoffgemisch 11/22 mm zu verfüllen. Diese Schicht muss jedoch erneut mit bindigem, gering durchlässigem Boden ($k_f \leq 10^{-8}$ m/s) überschüttet und nach oben abgedichtet werden. Das heißt auch, dass eine durchgehende Verfüllung der Gräben bis Planum mit Baustoffgemisch nicht zulässig ist. Andernfalls kann es temporär zu einem aufdrücken des gespannten Wassers über die Grabenverfüllung bis in die Tragschicht kommen.

Ferner ist in der Ausschreibung eine Wasserhaltung in der dränfähigen Schicht vorzusehen, um einen trockenen Einbau der darüber erforderlichen, dichten Schicht mit ausreichender Verdichtungsleistung und frei von Auftrieb ermöglichen zu können.

Maßgeblich für die Anordnung der Querriegel bzw. der mit dränierendem Baustoffgemisch verfüllten Bereiche ist die Fließrichtung des Grundwassers: Es sollen keine neuen Wasserwegsamkeiten geschaffen werden und bestehende beibehalten werden. Die Maßnahmen werden daher baubegleitend festzulegen sein.

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

In Bereichen von landwirtschaftlich genutzten Flächen kann es durch die Verdichtung zu Veränderungen des Untergrundes kommen. Dies kann sich nachteilig auf die Vegetation auswirken. Gemäß Bundesbodenschutzgesetz empfehlen wir daher, eine bodenkundliche Baubegleitung durchzuführen. Diese kann durch das BFI erfolgen.

6.2 Straßenbau

Nach Auskunft von Frau Seidel, EIBL Ingenieur GmbH, liegt die Belastungsklasse der Erschließungsstraße nach RStO bei BK 0,3.

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

Auf Niveau Planum stehen nach den Ergebnissen der Bohrungen Schluffe und stark schluffige Sande an. Die auf Planum geforderten Verformungsmoduln $E_{v2} \geq 45$ MPa werden insbesondere bei ungünstigen Witterungsverhältnissen 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 zu hohen Sulfatgehalten ist eine Bodenverbesserung aufgrund von Quellhebungen nicht möglich. Die erforderlichen Bindemittelmengen und die Bindemittelart müssen im Vorfeld durch eine Sulfat- und Eignungsuntersuchung ermittelt 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, vorgesehen werden. Dabei ist sicher zu stellen, dass sich kein Niederschlagswasser in der Schotterpackung aufstaut und dann den darunter liegenden Boden aufweicht. Auf UK Austauschkörper ist daher eine Drainage vorzusehen, auf die ein Gefälle auszubilden ist.

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

Im Übrigen sind bei Herstellung des Erdplanums, der Frostschutzschicht und der oberen Tragschicht die "Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau" (ZTVE-StB 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 unterkellerten Gebäude bei einer angenommenen Geschosshöhe von etwa 3,00 m in Abhängigkeit von der Lage des Bauvorhabens im Baugebiet lokal bereits in den Kiesen und lokal in den weichen Schluffen und Tonen mit Torflagen sowie stark schluffigen Sanden liegen.

Die Gründungssohlen nicht unterkellerten Gebäude werden bei frostsicherer Gründung, 1,00 m unter GOK z.T. in den Schluffen und z.T. in den Sanden liegen.

Die Tone, Schluffe und Sande sind aufgrund der überwiegend weichen und weichen bis steifen Konsistenzen und auch aufgrund der kleinräumig stark wechselnden Mächtigkeiten sowie des Vorhandenseins der Torflage, zur Lastabtragung nicht geeignet, da es zu starken Setzungen und Setzungsdifferenzen kommen würde. Die Schichten sind daher zu durchgründen. Tragfähiger Baugrund steht erst mit den Kiesen an (siehe Tabelle 1).

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

Bodenart	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	σ_{zul} [kN/m ²]
Kies, sandig	490	350
Kies, tonig	420	300

Voraussetzung ist die Einhaltung einer Mindestbreite von 0,40 m bei Streifen- und 0,80 m bei Einzelfundamenten. Die Einbindetiefe (OK Bodenplatte – UK Fundament) muss mindestens 0,60 m betragen. Auf eine frostfreie Gründung ($\geq 1,00$ m unter Gelände) ist zu achten.

O. g. Pressungen und Gründungsempfehlungen können nur vorab zur Orientierung dienen und müssen im Einzelfall in Abhängigkeit von der Lage des Bauvorhabens und vom Baugrund sowie den Gebäudelasten überprüft werden. Detaillierte Angaben zur Gründung können erst dann gemacht werden, wenn nähere Informationen zur geplanten Bebauung bzw. Lasten vorliegen. Wir empfehlen dringend, eine Gründungsberatung im Einzelfall vorzusehen.

6.3.2 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Unbelastete Baugrubenböschungen dürfen bei einer Grundwasserabsenkung oberhalb des Grundwassers bis zu einer Höhe von maximal 5,00 m frei geböscht werden. In den tonigen Sanden sowie in den sandigen Schluffen und Tonen und Auffüllungen können die Böschungen mit einer maximalen Neigung von $\beta \leq 45^\circ$ hergestellt werden. Es ist zu beachten, dass die Schluffe und Tone sowie Sande bei Wasserzutritten rasch nachbrechen und dann nicht mehr standsicher sind.

Die Böschungsschulter muss auf einer Breite von mindestens 2,00 m frei von Lasten sein.

Um Erosionsschäden zu vermeiden und um die Böschungswände vor Witterungseinflüssen bzw. dem Zutritt von Oberflächenwasser zu schützen, sind die Böschungen gegen überfließendes Niederschlagswasser sowie gegen Austrocknung zu sichern und mit Kunststofffolie abzuhängen. Die Kunststofffolie muss so angebracht werden, dass kein Niederschlagswasser unter die Folie gelangen und die Folie nicht vom Wind weggeklappt werden kann.

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

Nach den gemessenen Grundwasserständen werden die Baugruben je nach Einschnittstiefe der Gebäude bereits im Grundwasser liegen. Eine offene Wasserhaltung über einen oder mehrere Pumpenschächte nur bedingt möglich, da die Tone, Schluffe und Sande nur bedingt standsicher sind. Sofern die Baugruben in das Grundwasser einschneiden, ist z.B. eine vorauseilende Wasserhaltung vorzusehen.

Böschungen sind z.B. über Dränbetonkeile zu sichern. Dies ist im Einzelfall zu planen.

6.3.3 Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile

Grundwasser wurde bei den Bohrungen in einer Tiefe von 0,80 m bzw. 1,80 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. Wir empfehlen, den Bemessungswasserstand auf GOK festzulegen. Genaueres kann nur anhand Grundwassermessstellen festgelegt werden, die mindestens 1 hydrogeologisches Jahr beobachtet werden.

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 bis über GOK ansteigenden Hochwassers oder bei Pumpenausfall 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.

6.3.4 Arbeitsraumverfüllung

Die in den Bohrungen angetroffenen Sande und mindestens steifen Tone und Schluffe 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 Bodenverbesserung

Wird in sulfathaltigen Böden verbessert, muss mit gravierenden Bauwerksschäden infolge von Quellhebung gerechnet werden. Im Bereich des Bauvorhabens ist jedoch nicht mit erhöhten Sulfatgehalten zu rechnen.

Ausgehend von den Laborversuchsergebnissen kann in der Ausschreibung von den in Tabelle 9 angegebenen Bindemittelmengen auf 100 Gew.-% des trockenen Bodens ausgegangen werden. Ausgehend von einer geschätzten Trockendichte der Tone, Schluffe und Sandevon im Mittel $1,75 \text{ t/m}^3$ ergeben sich folgende Bindemittelmengen:

Tabelle 9: 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

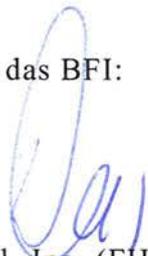
Haftungsvoraussetzungen sind:

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

Für die Einzelbauvorhaben ist die Hinzuziehung des BFI zur Begutachtung 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

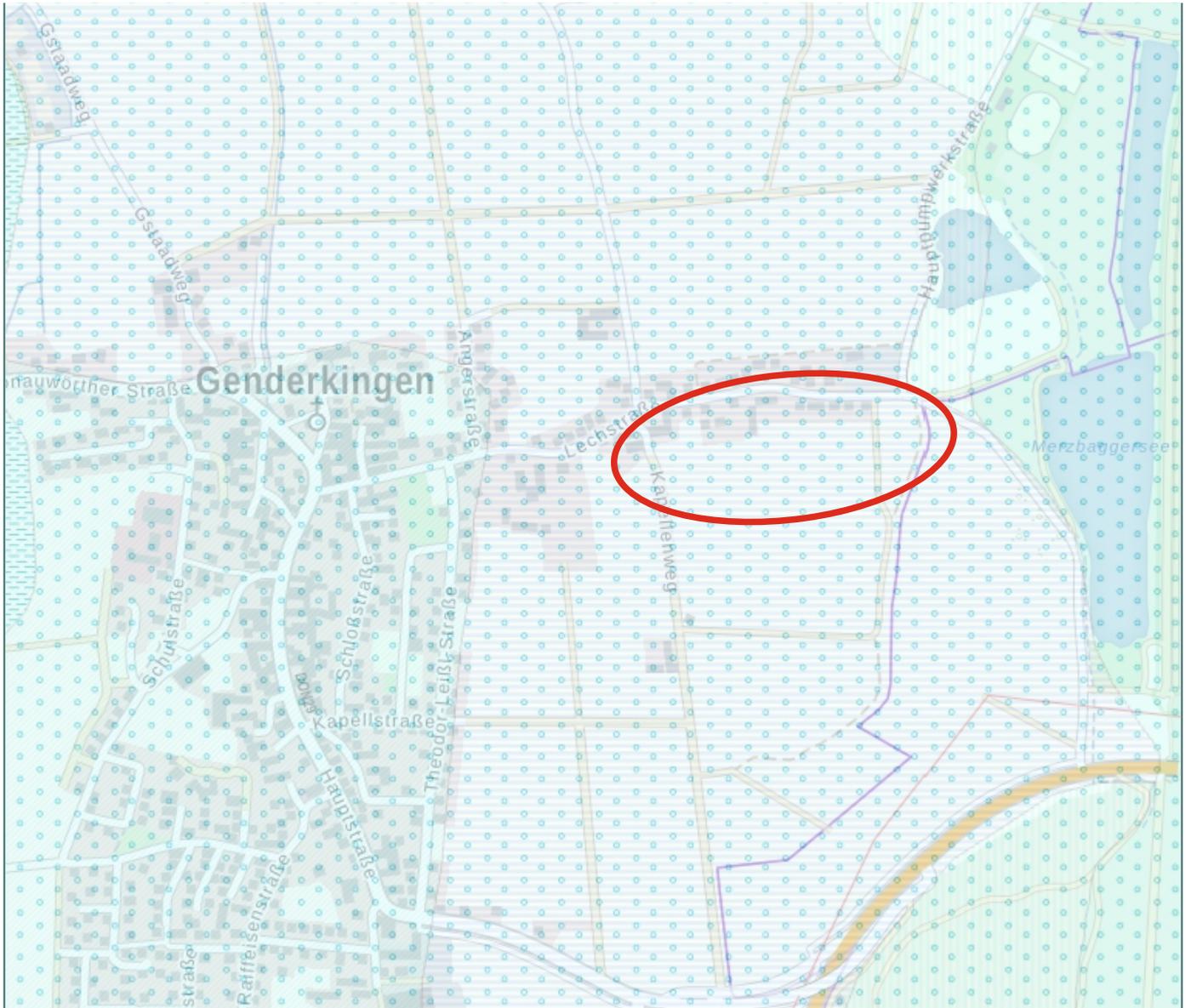
Sachbearbeiter:



M. Sc. N. Messaadi

gez. Borota

Dipl.-Geol. S. Borota



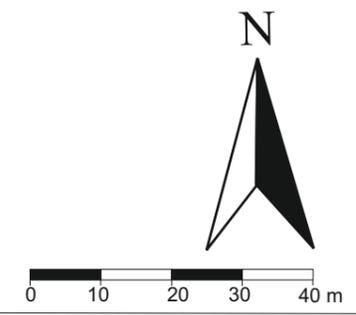
 Ältere Auenablagerung, Kies (Jüngere Postglazialterrasse 1°1)

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 240363
		Anlage: 1.1
Projekt: Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost		
Geologische Karte		Maßstab: 1 : 10.000
Auftraggeber: Gemeinde Genderkingen Hauptstraße 2, 86682 Genderkingen		
Datum: 08.10.2024	Bearbeiter: nm	Ausgeführt: nm



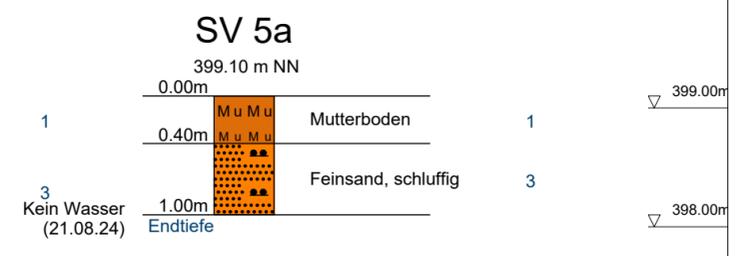
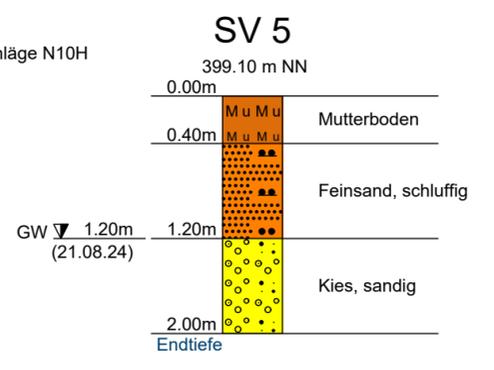
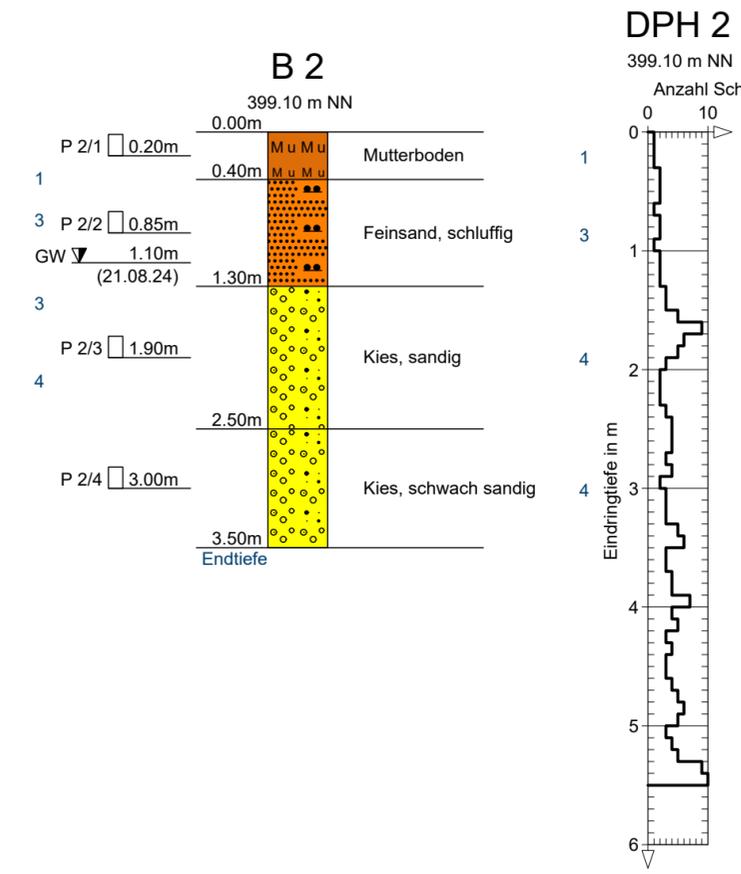
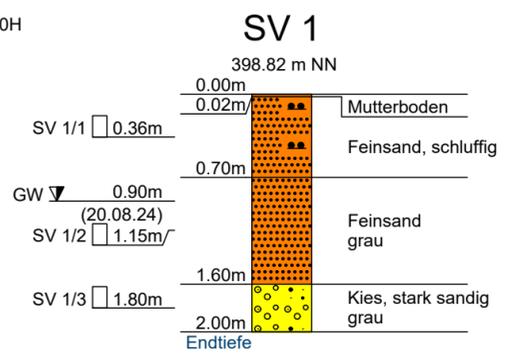
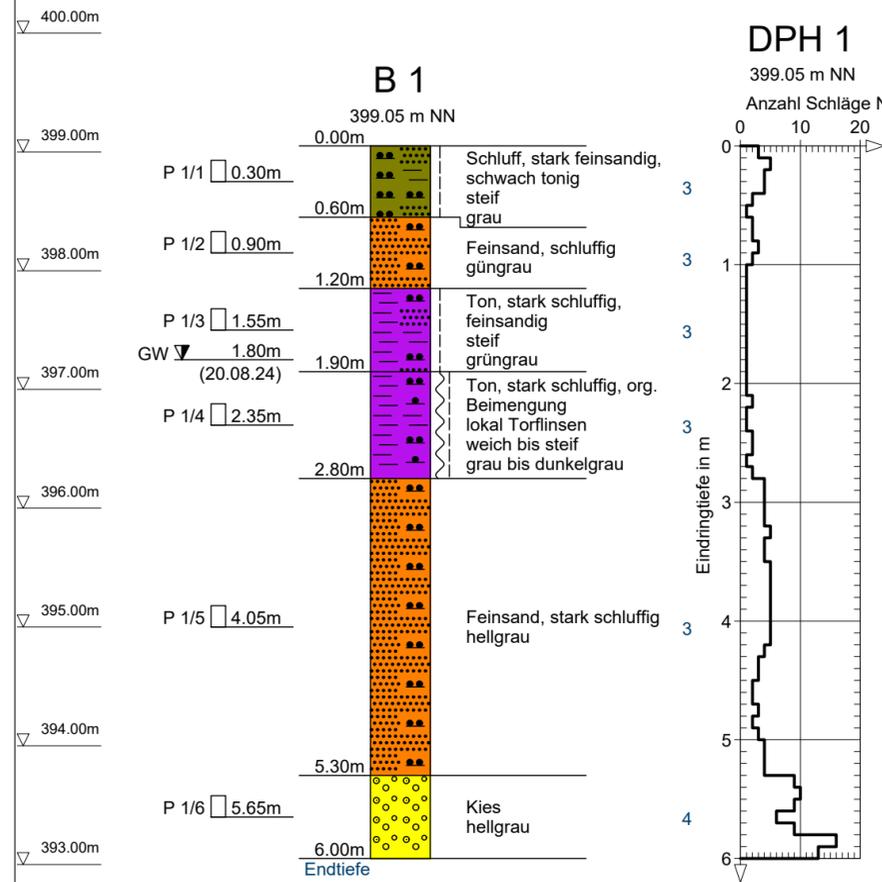
Legende:

- ⊙ Bohrung
- ⊙ Sickerversuch
- ⊙ Höhenfestpunkt für Nivellement
- + Rammsondierung

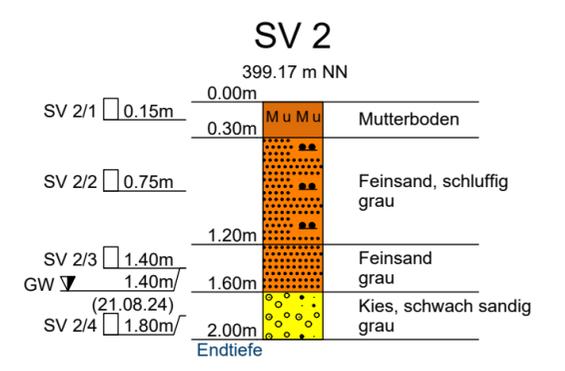
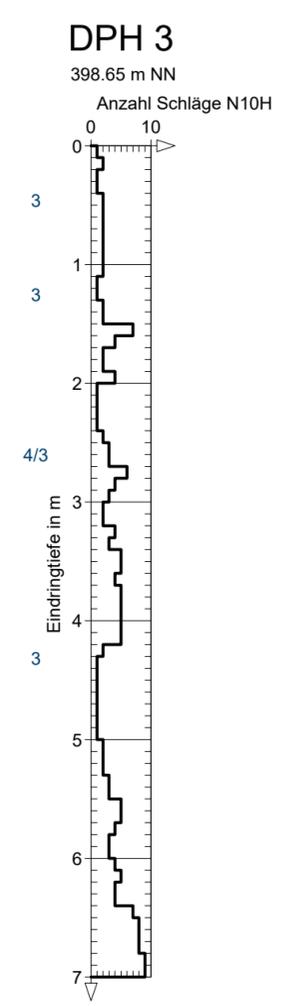
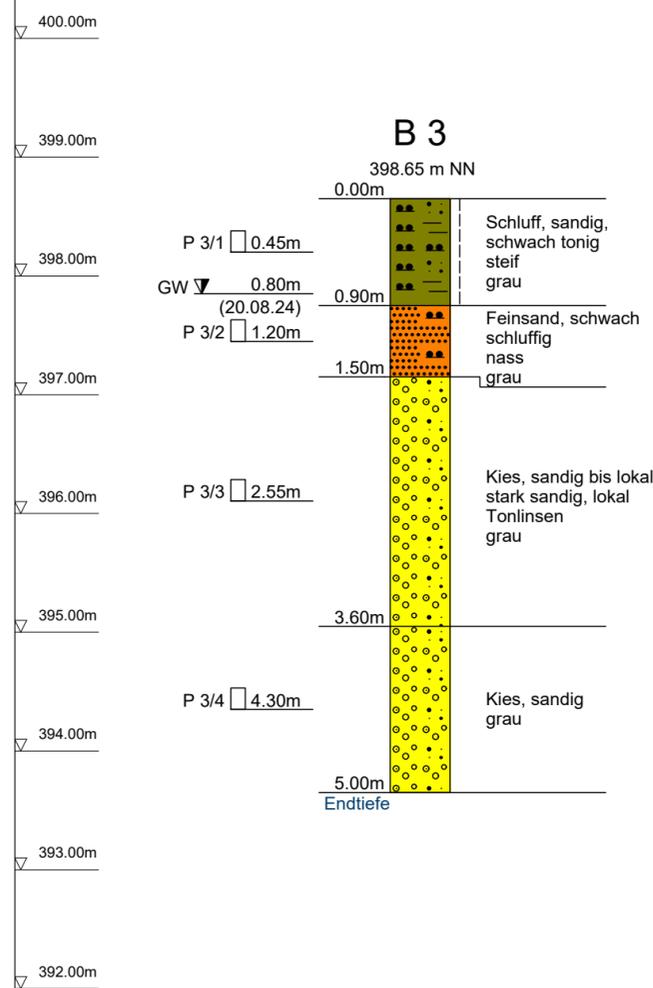


BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 240363 Anlage: 1.2
	Projekt: Ganderkingen, Erschließung BG Ganderkingen Nordost	
Lageplan mit Lage der Bohrungen		Maßstab: 1 : 1000
Auftraggeber: Gemeinde Ganderkingen, Hauptstraße 2, 86682 Ganderkingen		
Datum: 15.07.2024	Bearbeiter: je	Ausgeführt: je

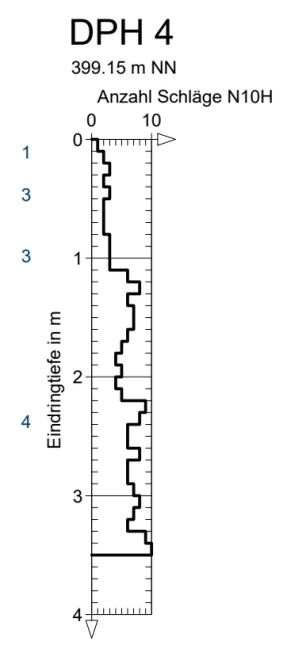
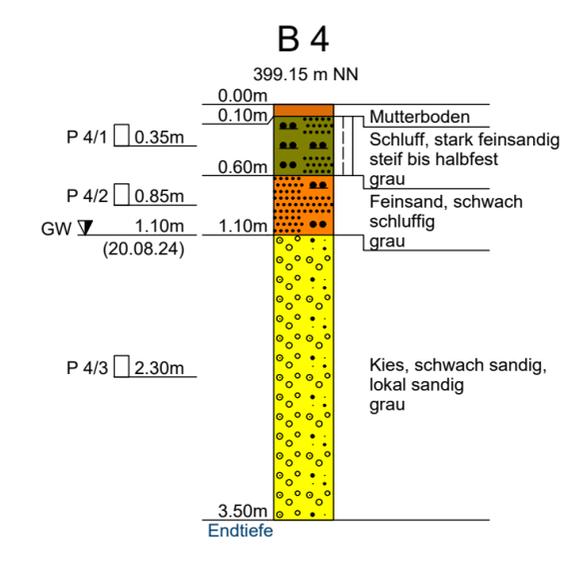
die Parzellengröße beinhaltet die private Grünfläche (PG)



BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Az:	240363
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:	19.-21.08.2024
Internet: www.bfi-zeiser.de	aufgenommen:	seb/zo
Projekt: Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost		

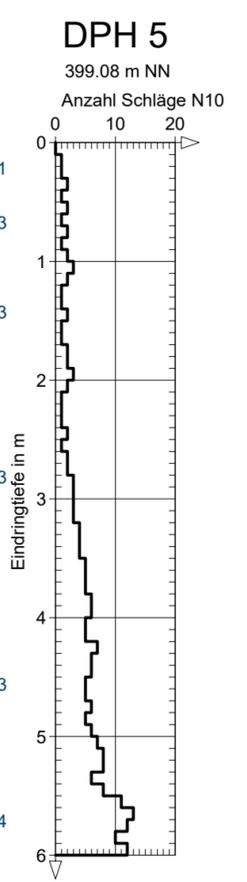
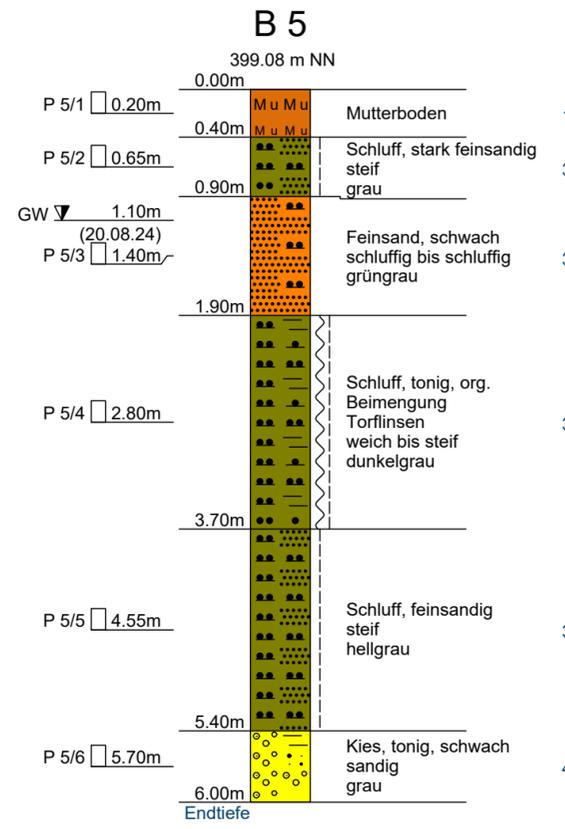
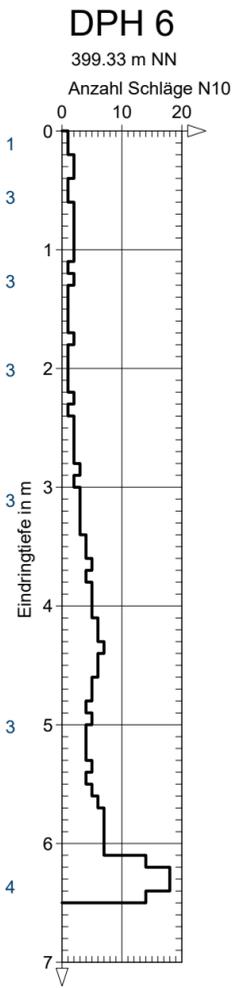
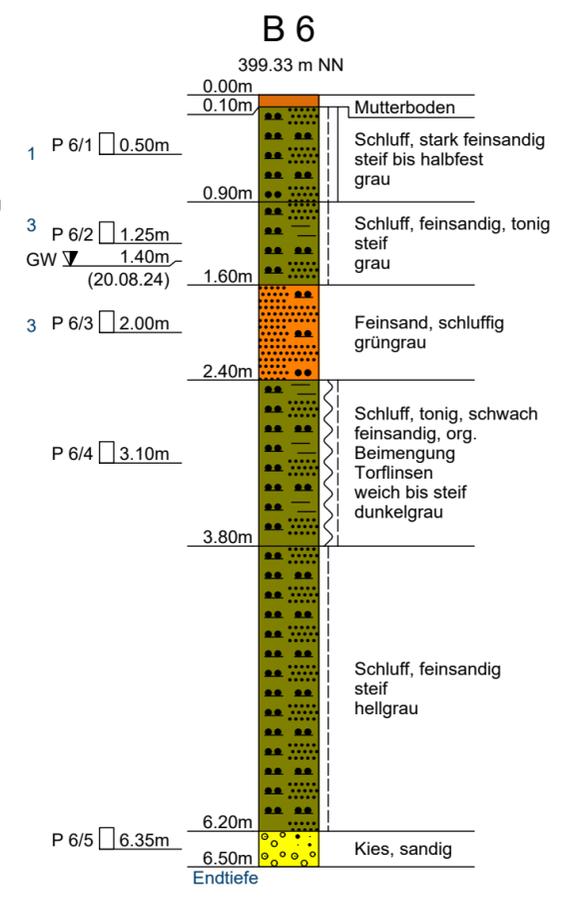
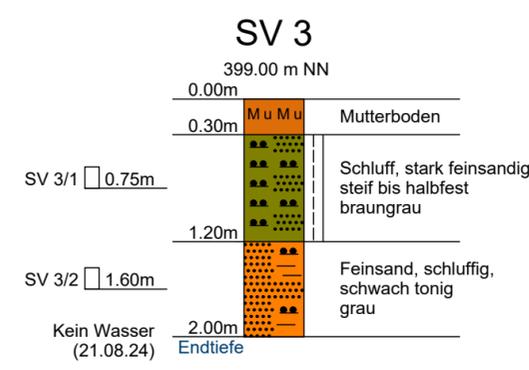


1
3
3
4



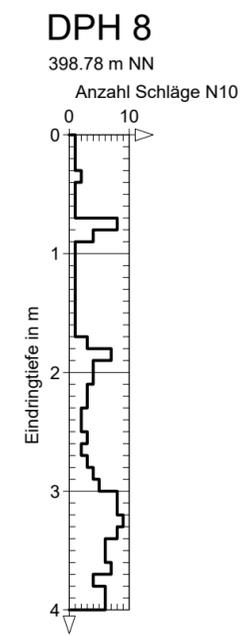
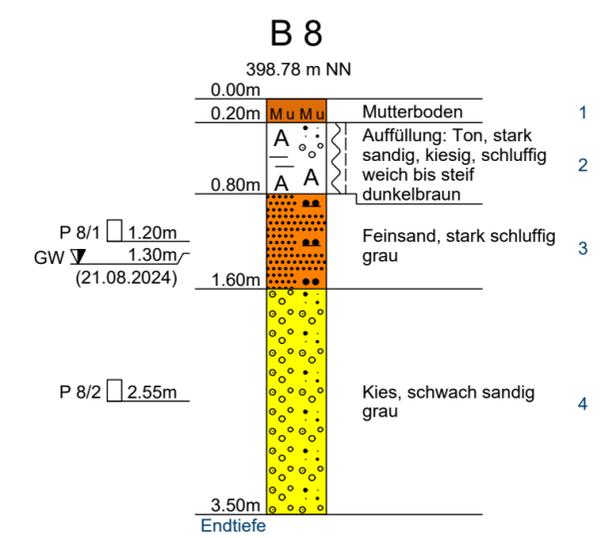
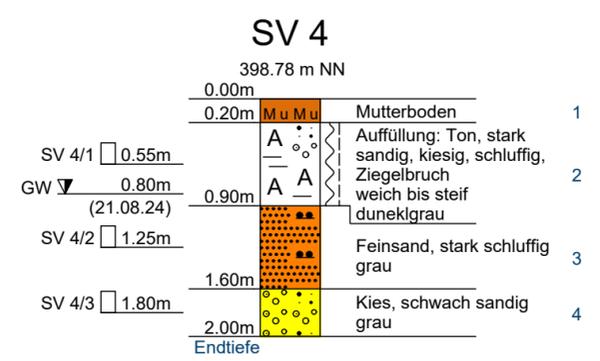
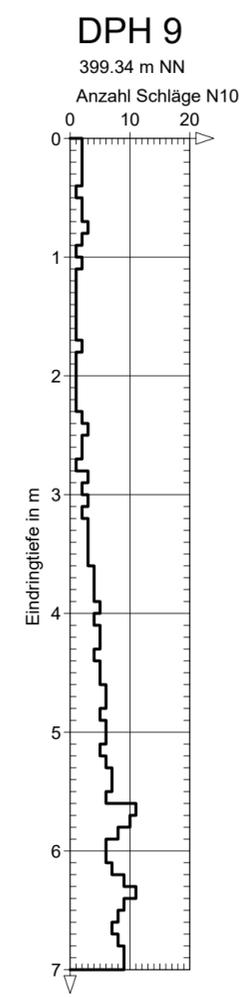
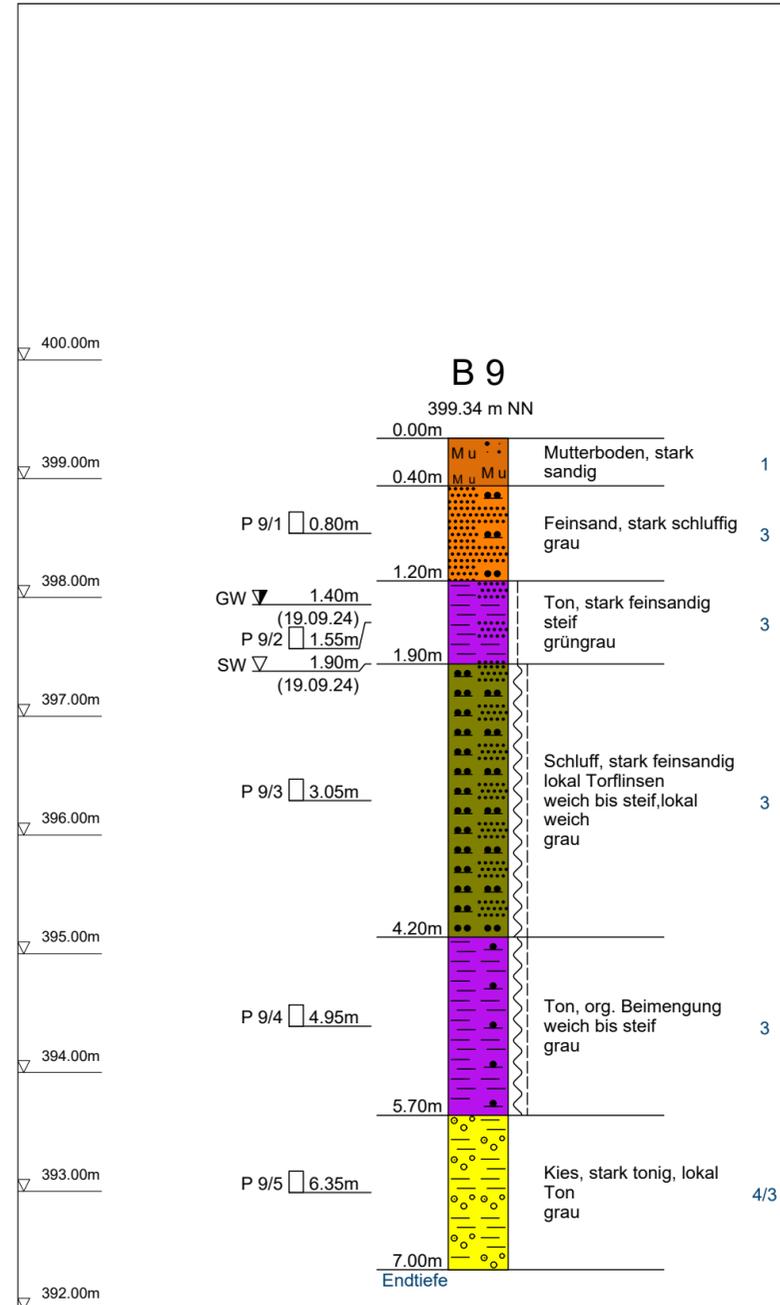
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29 bfi@bfi-zeiser.de Internet: www.bfi-zeiser.de	Az:	240363
	Anlage:	2.2
	Schnitt:	
	Maßstab:	1:50
	Datum:	19.-21.08.2024,
	aufgenommen:	seb/zo
Projekt: Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost		

400.00m
399.00m
398.00m
397.00m
396.00m
395.00m
394.00m
393.00m
392.00m

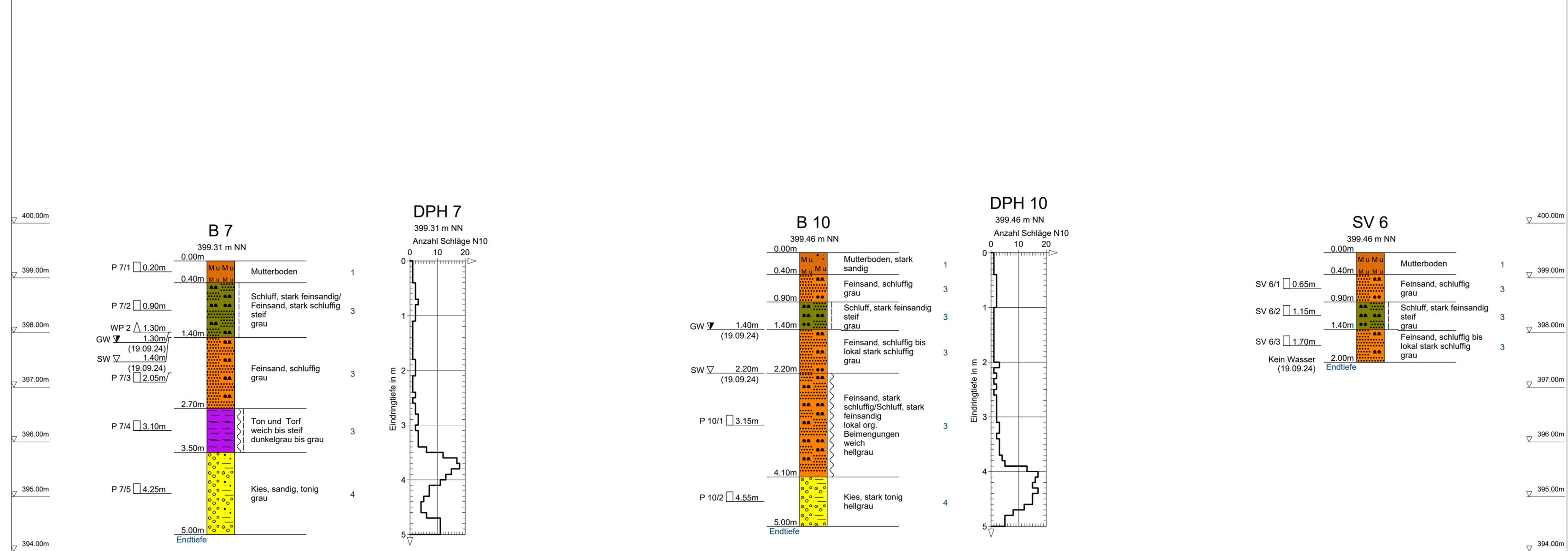


400.00m
399.00m
398.00m
397.00m
396.00m
395.00m
394.00m
393.00m
392.00m

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Az: 240363
BFI Zeiser GmbH & Co. KG	Anlage: 2.3
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Schnitt:
Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29	Maßstab: 1:50
bfi@bfi-zeiser.de	Datum: 20.-21.08.2024
Internet: www.bfi-zeiser.de	aufgenommen: seb/zo
Projekt: Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost	



BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Az:	240363
BFI Zeiser GmbH & Co. KG	Anlage:	2.4
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Schnitt:	
Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29	Maßstab:	1:50
bfi@bfi-zeiser.de	Datum:	19.-21.08.2024
Internet: www.bfi-zeiser.de	aufgenommen:	seb/zo
Projekt: Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost		



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:	240363
	Anlage:	2.5
	Schnitt:	
	Maßstab:	1:50
	Datum:	19.-21.08.2024
	aufgenommen:	seb/zo
Projekt: Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost		

Sickerversuch im Bohrloch

Az : 240363

Bohrung: SV 3

Abmessungen des Bohrlochs:

Tiefe: 2,00

Durchmesser: 0,15

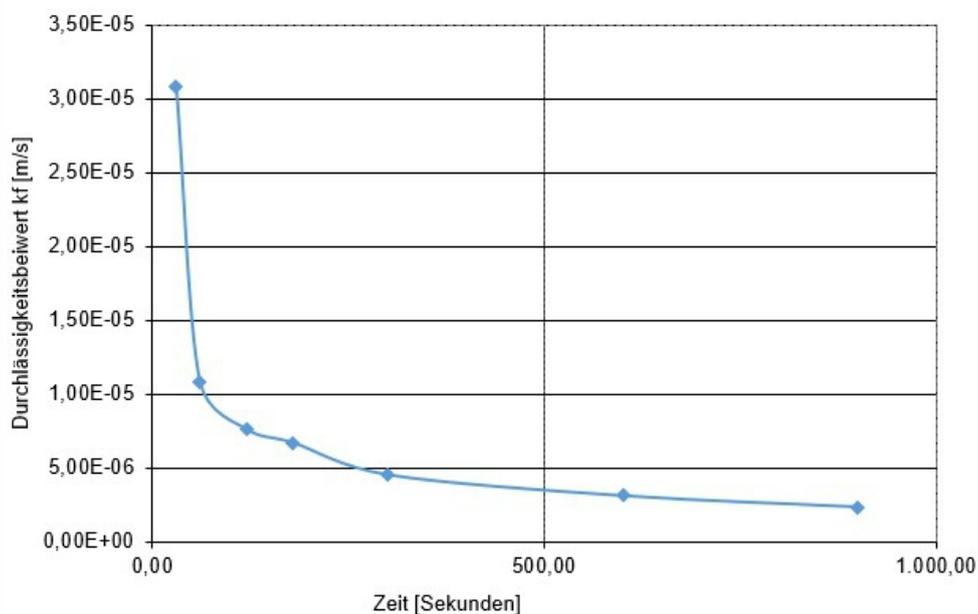
Umfang U (m): 0,48

Wassersäule (m): 2,000

Fläche A (m²): 0,018

Einzelmessungen:

Zeit (min.)	Zeit (s)	Δt (s)	Wasserstand über Sohle (m):	Δh	Wasserstand (m u. GOK)	kf-Wert (m/s)
0	0	0	2,000	0,000	0	0
0,50	30,00	30,00	1,947	0,053	0,053	3,08E-05
1,00	60,00	30,00	1,928	0,019	0,072	1,08E-05
2,00	120,00	60,00	1,901	0,027	0,099	7,61E-06
3,00	180,00	60,00	1,877	0,024	0,123	6,68E-06
5,00	300,00	120,00	1,844	0,033	0,156	4,52E-06
10,00	600,00	300,00	1,786	0,058	0,214	3,10E-06
15,00	900,00	300,00	1,741	0,045	0,259	2,34E-06
20,00	1.200,00	300,00	1,703	0,038	0,297	1,93E-06
30,00	1.800,00	600,00	1,643	0,060	0,357	1,48E-06
45,00	2.700,00	900,00	1,580	0,063	0,420	1,00E-06
60,00	3.600,00	900,00	1,539	0,041	0,461	6,30E-07
120,00	7.200,00	3.600,00	1,380	0,159	0,620	5,73E-07
kf-Mittelwert:						7,34E-07



bestimmter k_f -Wert [m/s]	Korrekturfaktor nach DWA-A 138, Anh.B.4	Bemessungs- k_f -Wert [m/s]
7,34E-07	2	1,47E-06



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

Az: 240363
 Anlage: 3.1

Projekt: Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost

Auswertung Sickerversuch - SV 3

Auftraggeber: Gemeinde Genderkingen
 Hauptstraße 2, 86682 Genderkingen

Datum: 08.10.2024

Bearbeiter: nm

Ausgeführt: seb

$$k_f = \frac{F \cdot (W_A - W_E)}{i \cdot \Delta t \cdot \left(F + \left(U \cdot \left(W_E + \frac{(W_A - W_E)}{2} \right) \right) \right)}$$

Sickerversuch im Bohrloch

Az : 240363

Bohrung: SV 4

Abmessungen des Bohrlochs:

Tiefe: 1,00

Durchmesser: 0,15

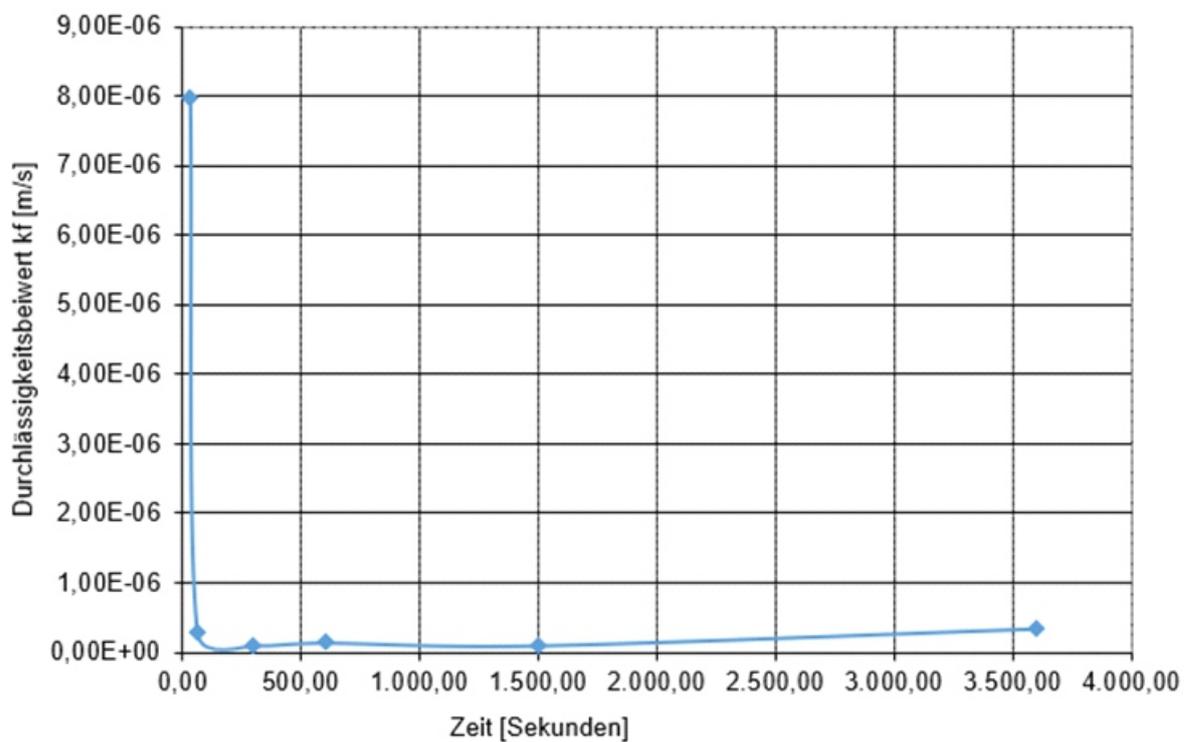
Umfang U (m): 0,48

Wassersäule (m): 1,000

Fläche A (m²): 0,018

Einzelmessungen:

Zeit (min.)	Zeit (s)	Δt (s)	Wasserstand über Sohle (m):	Δh	Wasserstand (m u. GOK)	k _f -Wert (m/s)
0	0	0	1,000	0,000	0	0
0,50	30,00	30,00	0,973	0,027	0,027	7,99E-06
1,00	60,00	30,00	0,972	0,001	0,028	2,92E-07
5,00	300,00	240,00	0,969	0,003	0,031	1,09E-07
10,00	600,00	300,00	0,964	0,005	0,036	1,45E-07
25,00	1.500,00	900,00	0,953	0,011	0,047	1,05E-07
60,00	3.600,00	2.100,00	0,864	0,089	0,136	3,47E-07
k_f-Mittelwert:						1,77E-07



bestimmter k _f -Wert [m/s]	Korrekturfaktor nach DWA-A 138, Anh.B.4	Bemessungs-k _f -Wert [m/s]
1,77E-07	2	3,54E-07

$$k_f = \frac{F \cdot (W_A - W_E)}{i \cdot \Delta t \cdot \left(F + \left(U \cdot \left(W_E + \frac{(W_A - W_E)}{2} \right) \right) \right)}$$



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

Az: 240363

Anlage: 3.2

Projekt: Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost

Auswertung Sickerversuch - SV 4

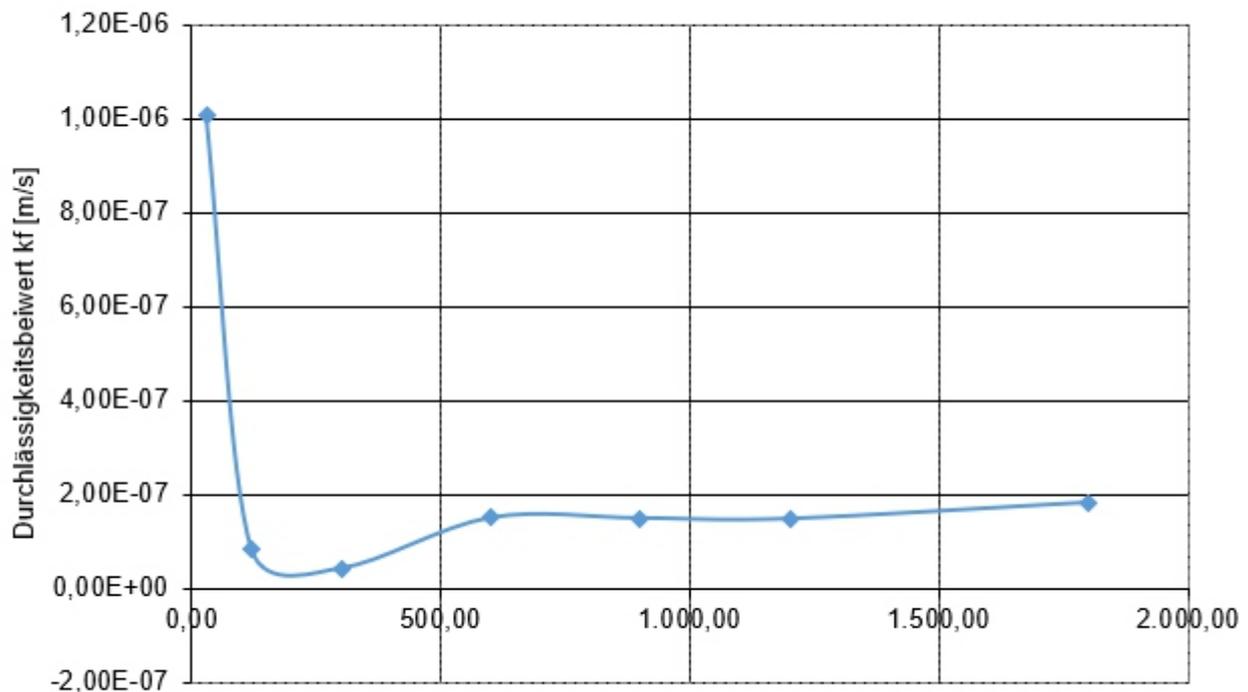
Auftraggeber: Gemeinde Genderkingen
 Hauptstraße 2, 86682 Genderkingen

Datum: 08.10.2024

Bearbeiter: nm

Ausgeführt: seb

Sickerversuch im Bohrloch		Az : 240363				
Bohrung: SV 5a						
Abmessungen des Bohrlochs:		Tiefe:		1,00		
Durchmesser: 0,15		Umfang U (m):		0,48		
Wassersäule (m): 0,835		Fläche A (m²):		0,018		
Einzelmessungen:						
Zeit (min.)	Zeit (s)	Δt (s)	Wasserstand über Sohle (m):	Δh	Wasserstand (m u. GOK)	kf-Wert (m/s)
0	0	0	0,835	0,000	0	0
0,50	30,00	30,00	0,831	0,169	0,169	1,01E-06
2,00	120,00	90,00	0,830	0,001	0,170	8,36E-08
5,00	300,00	180,00	0,829	0,001	0,171	4,17E-08
10,00	600,00	300,00	0,823	0,006	0,177	1,50E-07
15,00	900,00	300,00	0,817	0,006	0,183	1,49E-07
20,00	1.200,00	300,00	0,811	0,006	0,189	1,48E-07
30,00	1.800,00	600,00	0,796	0,015	0,204	1,82E-07
45,00	2.700,00	900,00	0,775	0,021	0,225	1,66E-07
60,00	3.600,00	900,00	0,754	0,021	0,246	1,62E-07
90,00	5.400,00	1.800,00	0,711	0,043	0,289	1,59E-07
120,00	7.200,00	1.800,00	0,668	0,043	0,332	1,51E-07
180,00	10.800,00	3.600,00	0,594	0,074	0,406	1,19E-07
kf-Mittelwert:						1,48E-07



bestimmter k_f -Wert [m/s]	Korrekturfaktor nach DWA-A 138, Anh.B.4	Bemessungs- k_f -Wert [m/s]	BFI BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 240363
				Anlage: 3.3
1,48E-07	2	2,96E-07	Projekt: Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost	
$k_f = \frac{F \cdot (W_A - W_E)}{i \cdot \Delta t \cdot \left(F + \left(U \cdot \left(W_E + \frac{(W_A - W_E)}{2} \right) \right) \right)}$			Auswertung Sickerversuch - SV 5a	
			Auftraggeber: Gemeinde Genderkingen Hauptstraße 2, 86682 Genderkingen	
Datum: 08.10.2024		Bearbeiter: nm	Ausgeführt: seb	

Sickerversuch im Bohrloch

Az : 240363

Bohrung: SV 6

Abmessungen des Bohrlochs:

Tiefe: 2,00

Durchmesser: 0,15

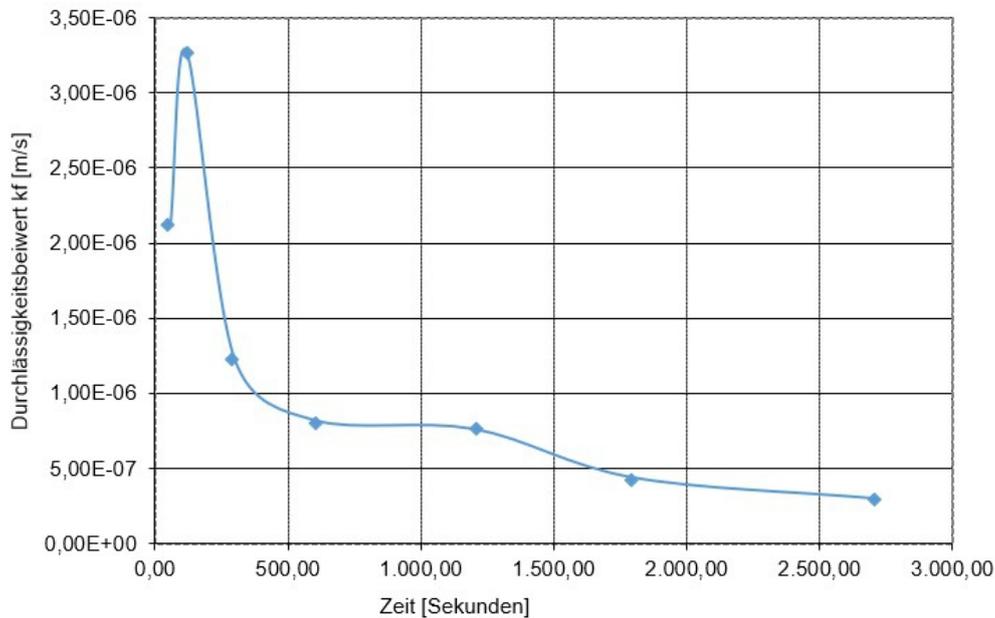
Umfang U (m): 0,48

Wassersäule (m): 1,600

Fläche A (m²): 0,018

Einzelmessungen:

Zeit (min.)	Zeit (s)	Δt (s)	Wasserstand über Sohle	Δh	Wasserstand d (m u.)	kf-Wert (m/s)
0	0	0	1,600	0,000	0	0
1,00	60,00	60,00	1,591	0,409	0,409	2,12E-06
2,00	120,00	60,00	1,577	0,014	0,423	3,28E-06
5,00	300,00	180,00	1,561	0,016	0,439	1,24E-06
10,00	600,00	300,00	1,543	0,018	0,457	8,26E-07
20,00	1.200,00	600,00	1,509	0,034	0,491	7,68E-07
30,00	1.800,00	600,00	1,489	0,020	0,511	4,44E-07
45,00	2.700,00	900,00	1,468	0,021	0,532	3,06E-07
60,00	3.600,00	900,00	1,449	0,019	0,551	2,74E-07
90,00	5.400,00	1.800,00	1,412	0,037	0,588	2,61E-07
135,00	8.100,00	2.700,00	1,376	0,036	0,624	1,65E-07
210,00	12.600,00	4.500,00	1,344	0,032	0,656	8,61E-08
kf-Mittelwert:						1,71E-07



bestimmter k_f -Wert [m/s]	Korrekturfaktor nach DWA-A 138, Anh.B.4	Bemessungs- k_f -Wert [m/s]
1,71E-07	2	3,42E-07



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

Az: 240363
 Anlage: 3.4

Projekt: Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost

Auswertung Sickerversuch - SV 6

Auftraggeber: Gemeinde Genderkingen
 Hauptstraße 2, 86682 Genderkingen

Datum: 08.10.2024

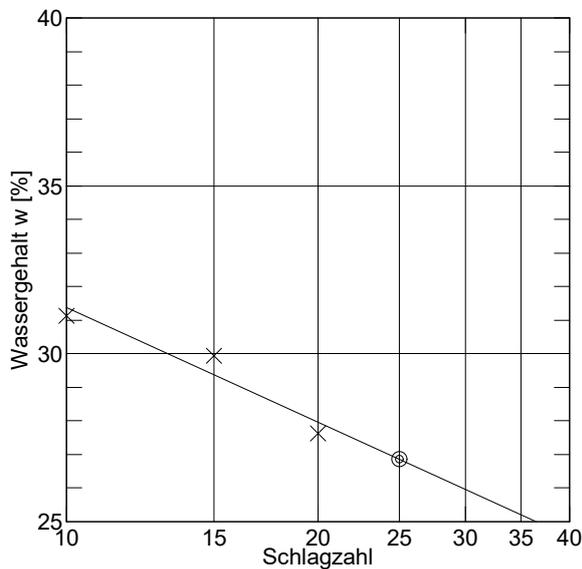
Bearbeiter: nm

Ausgeführt: seb

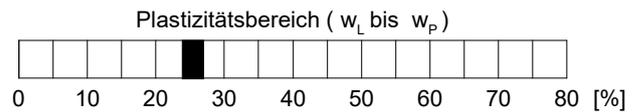
$$k_f = \frac{F \cdot (W_A - W_E)}{i \cdot \Delta t \cdot \left(F + \left(U \cdot \left(W_E + \frac{(W_A - W_E)}{2} \right) \right) \right)}$$

BFI	Projekt : Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nord
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Projektnr.: 240363
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Anlage : 4
Tel. 07961/565776-0 Fax 55603	Datum : 23.08.2024
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Probe Nr.: P 5/5
	Entnahmestelle: B 5
	Entnahmetiefe: 4,55
Ausgef. durch : rb	Bodenart: U, s

	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	35	23	30		90	39		
Behälter-Nr.	35	23	30		90	39		
Zahl der Schläge	20	15	10					
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	189.60	187.90	184.70		110.30	126.90		
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	169.40	166.20	163.40		107.00	120.90		
Behälter m_B [g]	96.30	93.70	95.00		93.00	96.00		
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	20.20	21.70	21.30		3.30	6.00		
Trockene Probe m_t [g]	73.10	72.50	68.40		14.00	24.90	Mittel	
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	27.6	29.9	31.1		23.6	24.1	23.8	



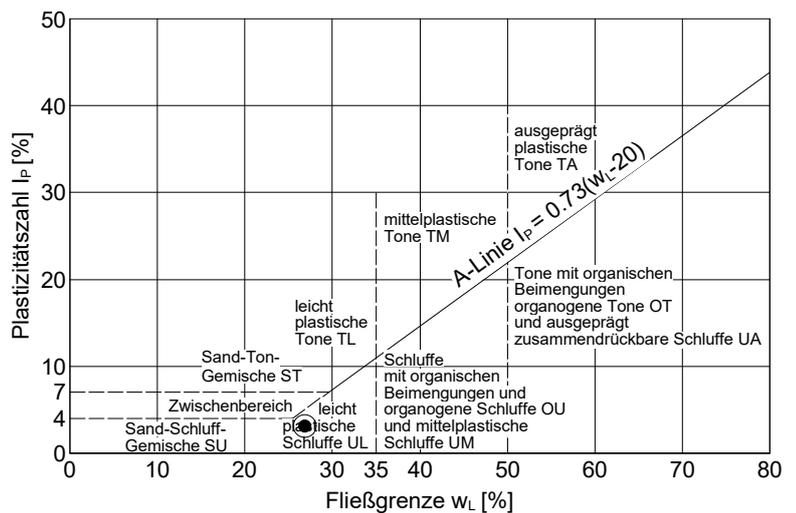
Wassergehalt $w_N = 24.9\%$
 Fließgrenze $w_L = 26.9\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 23.8\%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 3.1\%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_P} = 0.355$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_P} = 0.645$

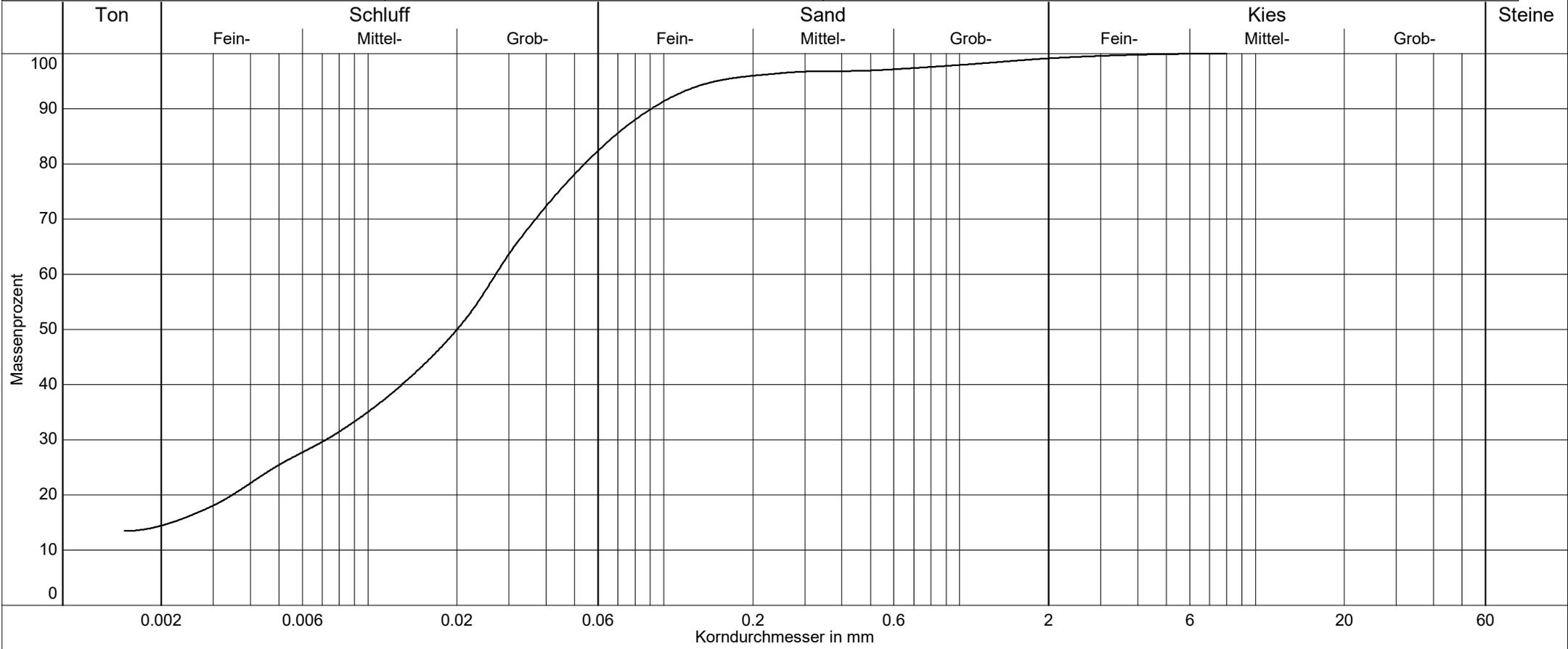


BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
 Mühlgraben 34
 73479 Ellwangen
 Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost
 Projektnr.: 240363
 Datum : 26.08.2024
 Anlage : 5



Siebung	—— P 3/1
Bodenart	U,fs
Bodengruppe	U
Anteil < 0.063 mm	74.6 %
Kornfrakt. T/U/S/G/X	14.4/60.2/24.5/0.9 %

Bezeichnung	Einheit	MP 1	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
Anzuwendende Klasse(n):		Z0				
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz						
Trockenmasse	Ma.-%	85,6				
pH in CaCl2		7,9	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
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657						
Arsen (As)	mg/kg TS	5,2	20	30	50	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	9	100	200	300	1000
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,2	0,6	1	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	15	50	100	200	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	14	40	100	200	600
Nickel (Ni)	mg/kg TS	22	40	100	200	600
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,07	0,3	1	3	10
Thallium (Tl)	mg/kg TS	< 0,2	0,5	1	3	10
Zink (Zn)	mg/kg TS	34	120	300	500	1500
Anionen aus der Originalsubstanz						
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 1,0	1	10	30	100
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4						
pH-Wert		8,8	6,5 - 9	6,5 - 9	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	86	500	500	1000	1500
Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4						
Chlorid (Cl)	mg/l	< 1,0	10	10	20	30
Sulfat (SO4)	mg/l	1,0	50	50	100	150
Cyanide, gesamt	µg/l	< 5	< 10	10	50	100
Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4						
Phenolindex, wasserdampflich	µg/l	< 10	< 10	10	50	100
Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat 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: 240363 Anlage: 6.1
	Projekt: Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost	
Analyseergebnisse nach LAGA M20 (1997)		
Auftraggeber: Gemeinde Genderkingen Hauptstraße 2, 86682 Genderkingen		
Datum: 08.10.2024	Bearbeiter: nm	Ausgeführt: nm

Bezeichnung	Einheit	MP 1	Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer		Z0 Lehm/ Schluff				
Anzuwendende Klasse(n):						
Probenvorbereitung Feststoffe						
Fraktion < 2 mm	%	44,4				
Fraktion > 2 mm	%	55,6				
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz						
Trockenmasse	Ma.-%	85,6				
Anionen aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)						
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 1,0	1	10	30	100
Elemente aus dem Königswasseraufschluss n. DIN EN 13657: 2003-01 (Fraktion <2mm)						
Arsen (As)	mg/kg TS	3,3	20	30	50	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	5	70	140	300	1000
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,2	1	2	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	11	60	120	200	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	10	40	80	200	600
Nickel (Ni)	mg/kg TS	14	50	100	200	600
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,07	0,5	1	3	10
Zink (Zn)	mg/kg TS	24	150	300	500	1500
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)						
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
PAK aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)						
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	n.n.	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	3	5	15	20
PCB aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)						
Summe 6 ndl-PCB exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	0,05	0,1	0,5	1
Summe PCB (7)	mg/kg TS	(n. b.)				
Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01						
pH-Wert		8,8	6,5 - 9	6,5 - 9	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	86	500	500	1000	1500
Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01						
Chlorid (Cl)	mg/l	< 1,0	250	250	250	250
Sulfat (SO4)	mg/l	1,0	250	250	250	250
Cyanide, gesamt	µg/l	< 5	10	10	50	100
Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01						
Arsen (As)	µg/l	< 1	10	10	40	60
Blei (Pb)	µg/l	< 1	20	25	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
Zink (Zn)	µg/l	< 10	100	100	300	600
Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01						
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	µg/l	< 10	10	10	50	100



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

Az: 240363

Anlage: 6.2

Projekt: Gerderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordost

Analyseergebnisse nach dem „Leitfaden zu den Eckpunkten – Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen“ (Verfüll-Leitfaden)

Auftraggeber: Gemeinde Genderkingen
Hauptstraße 2, 86682 Genderkingen

Datum: 08.10.2024

Bearbeiter: nm

Ausgeführt: nm

Bezeichnung	Einheit	MP 1	DK 0	DK I	DK II	DK III
Anzuwendende Klasse(n):		DK II				
Phys.-chem. Kenngrößen aus der Originalsubstanz						
Trockenmasse	Ma.-%	85,6				
Org. Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz						
Glühverlust	Ma.-% TS	3,2	3	3	5	10
TOC	Ma.-% TS	1,7	1	1	3	6
Feststoffkriterien aus der Originalsubstanz						
Summe BTEX + Styrol + Cumol	mg/kg TS	(n. b.)	6	30	60	
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	< 40				
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 40	500	4000	8000	
Eluatkriterien nach DIN EN 12457-4						
pH-Wert		8,8	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4 - 13
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	2,6	50	50	80	100
Phenolindex, wasserdampflich	mg/l	< 0,01	0,1	0,2	50	100
Arsen (As)	mg/l	< 0,001	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	1,0	100	2000	2000	5000
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	mg/l	< 0,005	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	0,4	1	5	15	50
Barium (Ba)	mg/l	0,006	2	5	10	30
Chrom (Cr)	mg/l	< 0,001	0,05	0,3	1	7
Molybdän (Mo)	mg/l	0,003	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

- n.b.: nicht berechenbar (Messwerte der Einzelsubstanzen sind < Bestimmungsgrenze)
- Detaillierte Informationen zu den verwendeten Zuordnungswerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen
- gemäß Fußnote Nr. 2 der DepV (Anhang 3, Tabelle 2) können Glühverlust und TOC gleichwertig angewandt werden.
Es gilt somit der niedrigere Wert.
- **Rote Schrift:** Gemäß dem FAQ Mineralische Abfälle und Beprobung (Internetseite LfU Bayern) soll beim Vergleich von Messwerten mit Beurteilungswerten keine höhere Genauigkeit angelegt werden als die, die das Untersuchungsverfahren erfüllen kann. Daher sind die entsprechenden Mess- und Rechengrößen mit einer Dezimalstelle mehr als der Zahlenwert zur Beurteilung zu ermitteln und das Endergebnis in der letzten Dezimalstelle nach Nr. 4.5.1 der DIN 1333 zu runden sowie in der gleichen Einheit und mit der gleichen Stellenzahl wie der Zahlenwert anzugeben. Das LfU wendet bei der Beurteilung von Abfallproben diese Rundungsregel an. So gilt z. B. der Zuordnungswert für TOC von 1 % bei einem Messwert von 1,4 % als eingehalten, bei einem Meßwert von 1,5 % jedoch als überschritten.

	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 240363
		Anlage: 6.3
Projekt: Genderkingen, Erschließung BG Genderkingen Nordosten		
Analyseergebnisse nach DepV		
Auftraggeber: Gemeinde Genderkingen Hauptstraße 2, 86682 Genderkingen		
Datum: 08.10.2024	Bearbeiter: nm	Ausgeführt: nm