BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE

Dipl.-Ing. G. Zeiser, Dipl.-Ing. (FH) K. Deis

BFI ZEISER GmbH & Co. KG · Mühlgraben 34 · 73479 Ellwangen

Zweckverband Wasserversorgung Nordostwürttemberg (NOW) Blaufelder Straße 23 74564 Crailsheim

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen gz-se-sb/ Az. 220104

14.04.2022



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

KSK Ostalb

BIC: OASPDE6AXXX

IBAN: DE10 6145 0050 1000 4602 30

Dankoltsweiler, Photovoltaik am Pumpwerk

hier: Kurzbericht Baugrunduntersuchung

Auftraggeber: Zweckverband Wasserversorgung

Nordostwürttemberg (NOW)

Blaufelder Straße 23 74564 Crailsheim

Ingenieurgeologische Büro für Ingenieurgeologie

Untersuchung und Beratung: BFI Zeiser GmbH & Co. KG

Mühlgraben 34 73479 Ellwangen

INHALTSVERZEICHNIS

Text	Seite Seite Seite						
1.	Planur	iterlagen	3				
2.	Lage u	nd Aufgabenstellung	3				
3.	Unterg	rund	3				
3.1	Geologi	sche Situation	3				
3.2	Stratigr	afie	4				
3.3	Wasser	verhältnisse	5				
3.4	Laborve	ersuche	6				
3.4.	1 natürlic	her Wassergehalt	6				
3.4.	2 Zustand	lsgrenzen	6				
3.4.	3 Kornvei	teilung	7				
3.5	Geotech	nische Kategorie	8				
3.6	Homoge	enbereiche	9				
3.7	Frostem	pfindlichkeit	10				
3.8	Bodenk	ennwerte	11				
4.	Zusam	menfassung	12				
Anla	genteil						
Anlag	ge 1.1:	Geologische Karte	M 1 : 10.000				
Anlag	ge 1.2:	Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 - B 3	o. M.				
Anlag	ge 2:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 1 - B 3	M. 1:33				
Anlag	ge 3.1:	Zustandsgrenzen P 3/1					
Anlag	ge 3.2:	Kornverteilung P 1/1					

1. Planunterlagen

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

- Lageplan M. 1: 1.000 vom 04.10.2021

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

2. Lage und Aufgabenstellung

Der Zweckverband Wasserversorgung Nordostwürttemberg (NOW) beabsichtigt den Bau einer Photovoltaik-Anlage am Pumpwerk in Dankoltsweiler.

Das Bauvorhaben liegt auf den Flurstücken Nr. 5219, 5259 und 5260/1. Die für die Bebauung vorgesehene Fläche fällt nach den Ansatzhöhen der Bohrungen von 477,88 mNN auf 467,48 mNN nach Nordwesten ein.

Die Gründung soll über verzinkte Rammrohre erfolgen. Diese sind jedoch nur zulässig, wenn diese nicht ins Grundwasser einbinden.

Das BFI wurde vom Zweckverband Wasserversorgung Nordostwürttemberg (NOW) mit der Baugrunduntersuchung und Darstellung der Wasserverhältnisse beauftragt. Eine Gründungsberatung soll auftragsgemäß nicht erfolgen.

3. Untergrund

3.1 Geologische Situation

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 06.04.2022 auftragsgemäß drei Bohrungen (B 1 – B 3) bis in eine Tiefe von jeweils 4,00 m unter Gelände abgeteuft.

Da mit den Bohrungen der Anschnitt von Grundwasser zu erwarten war, wurde am 25.02.2022 eine wasserrechtliche Erlaubnis beim Landratsamt beantragt. Die wasserrechtliche Erlaubnis wurde vom Landratsamt mit Entscheidung vom 21.03.2022 unter Auflagen erteilt.

Die Lage der Bohrungen kann dem Lageplan in Anlage 1.2 entnommen werden.

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

Bei den Bohrungen B 1 und B 2 wurde zunächst ein 0,20 m starker Mutterboden durchteuft. Bei B 3 stehen schluffige, sandige Tonen in halbfester Konsistenz an.

Unter dem Mutterboden bzw. dem Ton wurden schluffige Sande durchteuft. Diesen können lokal mit zunehmender Tiefer bereits Sandsteinbröckchen eingelagert sein.

Die Sande werden ab einer Tiefe zwischen 1,50 m und 1,80 m unter GOK von einem mürben und mäßig mürben Sand-/ Tonstein unterlagert.

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

Tabelle 1: OK Sand-/ Tonstein

Bohrung	Ansatzhöhe	OK Sand-/ Tonstein				
	[mNN]	[m u. GOK]	[mNN]			
B 1	477,88	1,80	476,08			
В 2	B 2 476,48		474,78			
В 3	B 3 476,82		475,32			

3.2 Stratigrafie

Stratigrafisch handelt es sich bei den an der Basis der Bohrungen angetroffenen Sand-/ Tonsteinen um Schichtglieder der Löwenstein-Formation (Stubensandstein).

Bei den darüber anstehenden Tonen und Sanden handelt es sich um deren quartäre Verwitterungsprodukte.

3.3 Wasserverhältnisse

In der Bohrung B 2 wurden während der Arbeiten Wasserzutritte festgestellt. Die restlichen Bohrungen waren bis Abschluss der Bohrarbeiten trocken. Die gemessenen Wasserstände sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Wasserstände nach Abschluss der Bohrarbeiten

		Wasserstand nach Abschluss					
Bohrung	Ansatzhöhe	der Bohrarbeiten am					
		06.04.2022					
В	[mNN]	[m u. GOK]	[mNN]				
B 1	477,88	-	-				
B 2	476,48	0,60	475,88				
В 3	476,82	-	-				

⁻ kein Wasser bis zur Endtiefe angetroffen

Bei dem Wasser handelt es sich um Schichtwasser. Beim Einschnitt in das Gelände muss daher in Abhängigkeit von jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen lokal und temporär mit Schicht- und Sickerwasserzutritten gerechnet werden.

Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel konnte bis zur Endtiefe der Bohrungen bei 4,00 m unter GOK nicht festgestellt werden. Der Grundwasserspiegel ist demnach bei Tiefen > 4,00 m zu erwarten.

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.

3.4 Laborversuche

3.4.1 natürlicher Wassergehalt

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 7 gestörte Proben entnommen, von denen 4auf ihren natürlichen Wassergehalt untersucht wurden. Dabei wurden die in Tabelle 2 aufgeführten Werte ermittelt.

<u>Tabelle 2:</u> Natürliche Wassergehalte

Probe P	Bohrung B	Tiefe (m unter GOK)	Bodenart (Konsistenz)	natürlicher Wassergehalt (Gew%)
1/1	1	0,80	S,u	16,83
2/1	2	0,80	S	14,09
3/1	3	0,45	T,u,s (hf)	15,08
3/2	3	1,25	T,u,s' (hf-f)	12,83

3.4.2 Zustandsgrenzen

Zur Ermittlung der Wasserempfindlichkeit wurden an der Probe P 3/1 nach DIN 18122 die Fließ- und Ausrollgrenzen bestimmt und daraus die Plastizitätszahlen errechnet. Im Einzelnen können die Versuchsergebnisse der Anlage 3.1 sowie der Tabelle 3 entnommen werden.

<u>Tabelle 3:</u> Zustandsgrenzen

Probe	P 3/1
Bohrung	В 3
Entnahmetiefe [m]	0,45
Wassergehalt w _N [%]	15,1
Fließgrenze W _L [%]	28,4
Ausrollgrenze W _P [%]	16,4
Plastizitätszahl I _P [%]	12,0
Konsistenzzahl I_{C}	1,108
Gruppensymbol	TL
Konsistenz	hf

Für die Zustandsform des Tons ergab sich eine Konsistenzzahl I_C von 1,108. Damit ist die Konsistenz der untersuchten Probe als "halbfest" zu bezeichnen.

3.4.3 Kornverteilung

Die Sande wurden an der Probe P 1/1 auf ihre Kornverteilung nach DIN 18 123 untersucht. Die Gewichtsprozente der einzelnen Kornfraktionen sind der Tabelle 4 zu entnehmen. Die Kornverteilungskurve mit weiteren Angaben ist in der Anlage 3.2 dargestellt.

Probe P	Entnahme- tiefe [m]	Kor < 0,063 mm	ngröße (Gew. > 0,063 bis < 2,0 mm	-%) > 2,0 bis < 60,0 mm	Gruppen- symbol nach DIN 18196	Bodenart nach DIN 4022
D 1/1	0.80	14.6	84.0	1.4	S 11	CII

<u>Tabelle 4:</u> Ergebnisse der Siebanalyse

Nach dem Ergebnis der Kornverteilung ergibt sich für die Probe P 1/1 ein schluffiger Sand.

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

$$k_{\rm f} = 10^{0,0005 \ P^2 - 0,12 \ P - 3,59}$$

<u>Tabelle 5:</u> Durchlässigkeitsbeiwert aus der Kornverteilungskurve

Probe	Bohrung	Entnahme- tiefe [m u. GOK]	Bodenart	Durchlässigkeitsbeiwert kf [m/s] nach Kaubisch
P 1/1	B 1	0,80	S,u	5,8 x 10 ⁻⁶

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 und Sande dem **Homogenbereich 2** zugeordnet. Die darunter anstehenden Ton- und Sandsteine 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 6 entnommen werden. Aufgrund der inhomogenen und engräumig wechselnden Zusammensetzung wurden auch wechsellagernde rollige und bindige Böden zusammengefasst, sodass in der Tabelle innerhalb eines Homogenbereiches Eigenschaften beider Bodenarten wie bspw. Konsistenz <u>und</u> Lagerungsdichte aufgeführt sind. Wo Erfahrungswerte durch Laborversuche belegt sind, wurden diese Werte mit einer ¹⁾ gekennzeichnet.

Für Bohrarbeiten zur geotechnischen Erkundung wurden die Bodenarten nach **DIN 18301 - Bohrarbeiten** in der letzten Zeile der Tabelle 6 zusammengefasst.

<u>Tabelle 6:</u> Homogenbereiche

Homogenbereich	2	3			
Bezeichnung	Tone und Sande	Tonstein, Sandstein			
Bodengruppe nach DIN 18196	TA, TL, TM, SI, SW, SE, SU, SU*, ST, ST*	-			
Bodengruppe nach DIN 18915	2, 4, 6, 8	-			
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	gering < 5 %	-			
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern	siehe Anlage 3.2	-			
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	4 % – 40 % (12,83 % - 16,83 %) ¹⁾	-			
Konsistenz nach DIN 18122 und DIN EN ISO 14688-1	weich – halbfest Ic 0,5 – > 1,0 Ip 4% - > 20 % (bindige Bereiche)	-			
undränierte Scherfestigkeit nach DIN 4094–4, DIN 18136, DIN 18137 und DIN EN ISO 14688-2	25 kN/m² - 600 kN/m² (bindige Bereiche)	-			
Kohäsion nach DIN 18137-1, 2, 3	$0 - 15 \text{ kN/m}^2$	-			
organischer Anteil nach DIN 18128 und DIN EN ISO 14688-2	$\begin{array}{c} \text{nicht vorhanden} \\ V_{\text{Gl}} < 2 \ \% \end{array}$	-			
Lagerungsdichte nach DIN 18126, DIN EN ISO 14688-2	mitteldicht - dicht, I _D 35 – 85 % (rollige Bereiche)	-			
Abrasivität nach Cerchar	0 – 0,5 [-]	-			
Dichte nach DIN 18125-2	1,55 g/cm ³ – 2,00 g/cm ³	2,30 g/cm ³ – 2,85 g/cm ³			
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	-	Tonstein, Sandstein			
Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1	-	bis 160 MN/m²			
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			
Abrasivität nach Cerchar	-	0,3 – 2,0 [-]			
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	1

F 2 gering- bis mittelfrostempfindlich

F 3 sehr frostempfindlich

Nach dieser Einteilung sind die Auffüllungen sowie die anstehenden Tone der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zuzuordnen.

Die Sande sind Abhängigkeit ihrer Bindigkeitsanteile in den \mathbf{F} 2 \mathbf{F} Frostempfindlichkeitsklassen und 3 zuzuordnen. Nach der Kornverteilungskurve der Probe P 1/1 ist diese in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 einzuordnen.

3.8 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Anstehend:

Ton, sandig	cal y	=	19	kN/m^3
halbfest, fest	cal γ'	=	9	kN/m^3
	cal φ'	=	25	0
	cal c'	=	10	kN/m^2
Sand, schluffig	cal γ	=	20	kN/m³
	cal γ'	=	11	kN/m^3
	cal φ'	=	27	0
	cal c'	=	3	kN/m^2
Ton-/ Sandstein	cal γ	=	22	kN/m³
sehr mürb, mäßig mürb	•			kN/m³
sem mare, masig mare	cal φ'			
	cal c'	=	25	kN/m^2

Dabei sind:

cal γ = Feuchtwichte

cal γ' = Wichte unter Auftrieb

 $cal \phi' = Reibungswinkel$

cal c' = Kohäsion

4. Zusammenfassung

Bei den Bohrungen wurden oberflächennah Tone und Sande erkundet, die ab einer Tiefe von ca. 1,50 m unter GOK von Ton- und Sandsteinen unterlagert werden.

Wasserzutritte wurden nur bei der Bohrung B 2 festgestellt. Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel konnte bis zur Endtiefe der Bohrungen bei 4,00 m unter GOK am Tag der Bohrungen nicht festgestellt werden.

Gerne können zum Bericht noch eine Gründungsberatung und die statischen Berechnungen für die Rammrohre durch das BFI erfolgen. Hierzu sind vorab Lastangaben und ggf. ergänzende Erkundungen erforderlich.

Für das BFI:

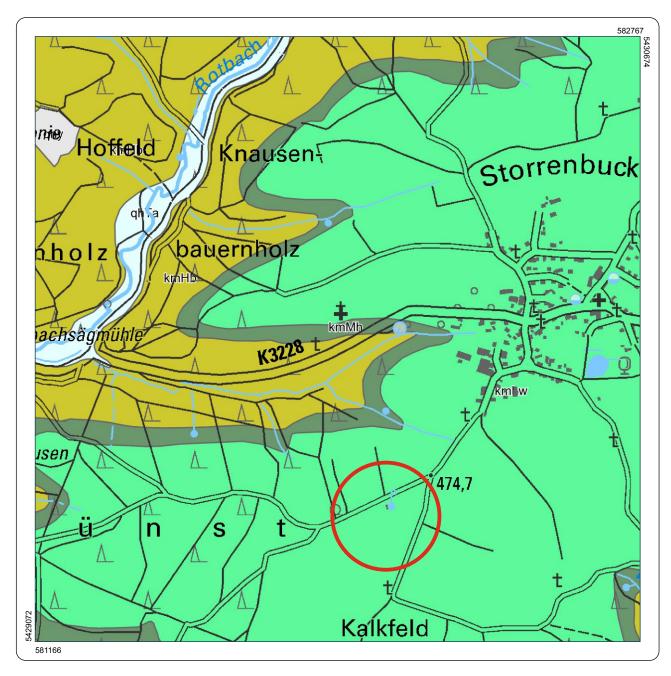
Dipl. Ing. (FH) K.Deis

Sachbearbeiter:

B.Eng. S. Eiberger

gez. Baumann

Dipl. Umweltwiss. S. Baumann



GK50: Geologische Einheiten (Flächen)

- Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung) (qhy)
- Holozänes Auensediment (qhTa)
- Auenlehm (Lf)
- Löwenstein-Formation (Stubensandsteine) (kmLw)
- Mainhardt-Formation (Obere Bunte Mergel) (kmMh)
- Hassberge-Formation (Kieselsandstein) (kmHb)
- Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel) (kmSw)

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

Projekt: Dankoltsweiler, Photovoltaik am Pumpwerk

Geologische Karte

Maßstab:
1:10.000

Auftraggeber: Zweckverband Wasserversorgung Nordostwürttemberg (NOW) Blaufelder Straße 23, 74564 Crailsheim

Datum: 13.04.2022 Bearbeiter: se Ausgeführt: se





<u>Legende</u>



BFI

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

Anlage: 1.2

Projekt: Dankoltsweiler, Photovoltaik am PumpwerkNordwet

Lageplan mit Lage der Bohrungen

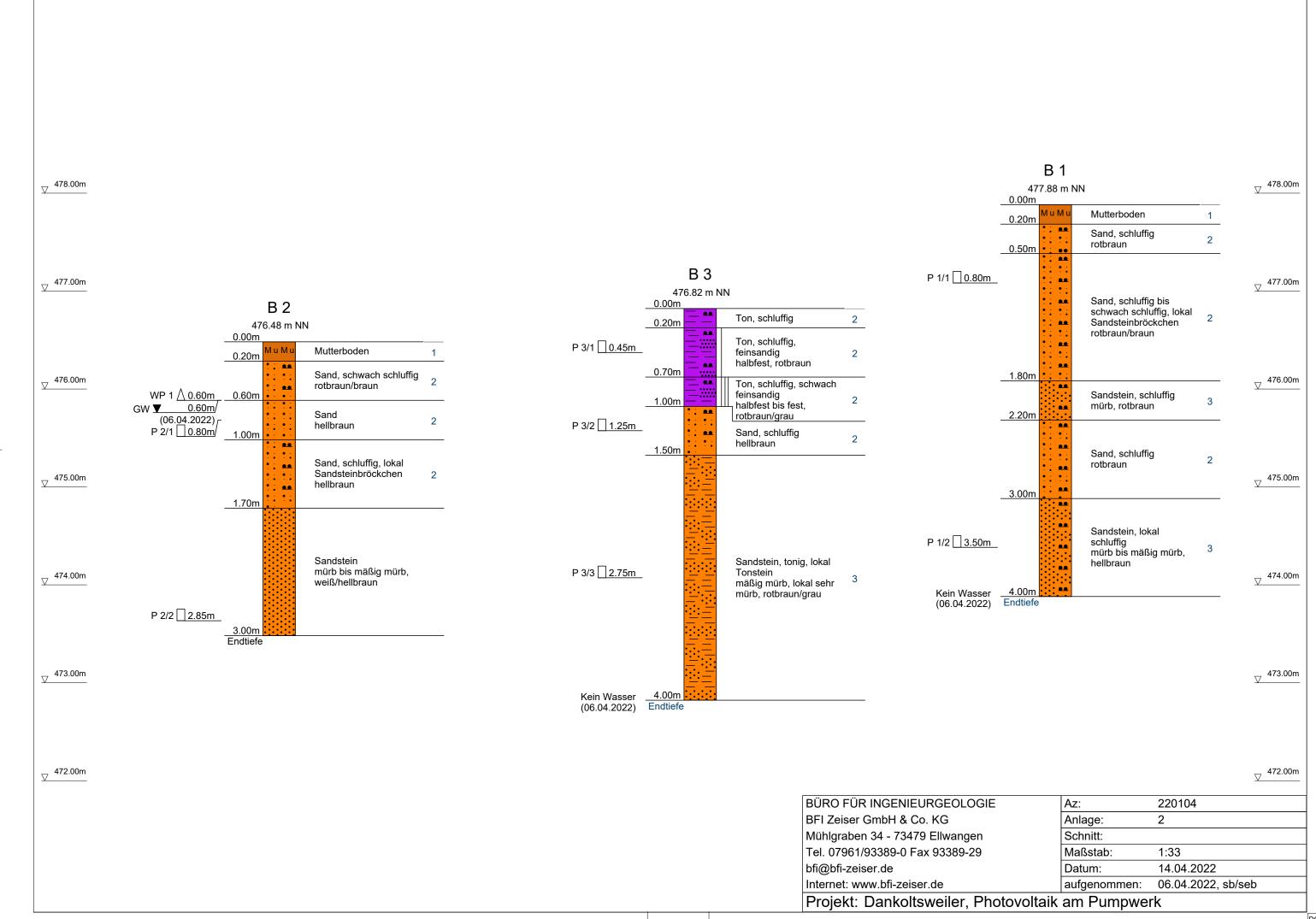
Maßstab: ohne

Auftraggeber: Zweckverband Wasserversorgung Nordostwürttemberg (NOW) Blaufelder Straße 23, 74564 Crailsheim

Datum: 13.04.2022

Bearbeiter: se

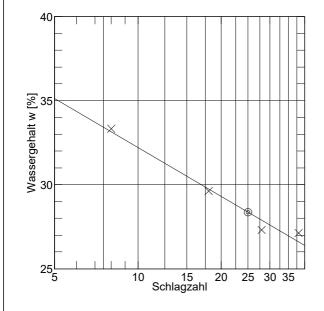
Ausgeführt: se

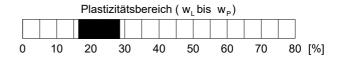


DC

BFI	Projekt : Dankoltsweiler, Photovoltaik am Pumpwerk
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Projektnr.: 220104
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Anlage : 3.1
Tel. 07961/565776-0 Fax 55603	Datum : 11.04.2022
Zuctondearonzon	Probe Nr.: P 3/1
Zustandsgrenzen	Entnahmestelle: B 3
DIN 18 122	Entnahmetiefe: 0,45 m
Ausgef. durch : je	Bodenart: T, u, fs

		Fließgrenze				Ausrollgrenze					
Behälter-Nr.		F	8	218	39		30	11			
Zahl der Schläge		8	18	28	38						
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B [g]$	137.00	113.50	117.50	121.00		105.20	103.90			
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B [g]$	133.40	108.70	112.20	115.60		103.70	102.40			
Behälter	m _B [g]	122.60	92.50	92.80	95.70		94.90	92.90			
Wasser	$m_f - m_t = m_w [g]$	3.60	4.80	5.30	5.40		1.50	1.50			
Trockene Probe	m _t [g]	10.80	16.20	19.40	19.90		8.80	9.50	Mittel		
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t}$ = w	[%]	33.3	29.6	27.3	27.1		17.0	15.8	16.4		



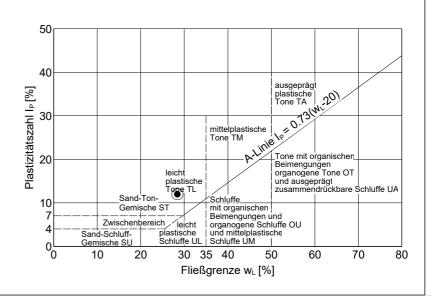


Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 12.0 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_P} = -0.108$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{W_L - W_N}{I_P} = 1.108$





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

Kornverteilung

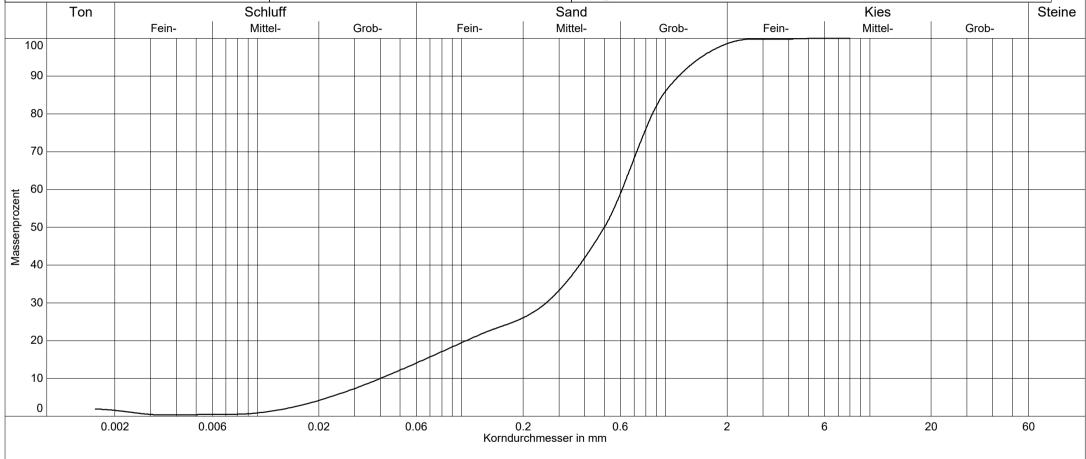
DIN 18 123-7

Projekt : Dankoltsweiler, PV am Pumpwerk

Projektnr.: 220104

Datum : 11.04.2022

Anlage : 3.2



Anteil < 0.063 mm	14.6 %
Frostempfindl.klasse	F2
Kornfrakt. T/U/S/G/X	1.6/13.0/84.0/1.4 %
Siebung	——— P 1/1
Bodenart	S,u
Bodengruppe	SU
kf nach Kaubisch	5.8E-06 m/s