

Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH
Zum Brunnentobel 6 88299 Leutkirch

Stadt Friedrichshafen
Stadtplanungsamt
Charlottenstraße 12
88045 Friedrichshafen

Baugrund
Geologie
Hydrogeologie
Altlasten

Gründungsplanung
Grundbaustatik
Simulationsrechnungen

Baugrund-Dynamik

Grundwassermodellierungen

Pfahlintegritätskontrolle
Erschütterungsmessungen

Bodenmechanisches Labor

Bohrtechnik

Brunnenbau

Sachverständigengutachten

vorab per E-Mail: c.esser@friedrichshafen.de

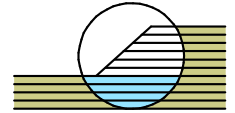
Bearbeiter	Telefon	AZ	Vorgang	Datum
Dr.-Ing. Peter Beutinger Dr.-Ing. G. Ulrich	07561 - 9863 - 13	1810132geo	229787	25.02.2019

Friedrichshafen – Jettenhauser Esch

Baugrunderkundung zum Bebauungsplanverfahren BP 219 „Jettenhauser Esch“

Geotechnischer Bericht

Inhalt	1	Veranlassung
	2	Baugrund
	2.1	Geomorphologie, Schichtenfolge
	2.2	Schichtbeschreibung
	2.3	Bodenkennwerte
	3	Grundwassersituation
	4	Versickerung
	5	Geothermische Nutzung
	6	Geotechnische Beurteilung des Bauvorhabens
	6.1	Tragfähigkeitsbeurteilung
	6.2	Gründung
	6.3	Abdichtungsmaßnahmen
	6.4	Erdarbeiten, Baugrubensicherung, Wasserhaltung
	6.5	Kanalarbeiten, Verkehrsflächen
	7	Planungs- und baubegleitende Hinweise



Anlagen	1.1	Übersichtslageplan
	1.2	Lageplan Baugrundaufschlüsse
	1.3	GK Koordinaten Baugrundaufschlüsse
	2.1-4	Baugrundprofile
	3.1-22	Bodenmechanische Laborversuche: Wassergehalt, Konsistenz, Kornverteilung, Wichte, Schrumpfgrenze, Porenanteil, Organgehalt
	4.1	Bemessung Einzelfundamente
	4.2	Bemessung Streifenfundamente
	5.1-14	Fotodokumentation Bohrkerne

Unterlagen

- [1] Siedlungswerk GmbH, Stuttgart: Städtebaulicher Entwurf – Jettenhauser Esch, 1:200 / 1:500, per E-Mail 25.10.2018
- [2] Top. und Geol. Karte Baden-Württemberg, Blatt 8322 Friedrichshafen
- [3] Bohrkerne und Bodenproben der Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH, Leutkirch
- [4] Dr.-Ing G. Ulrich, Leutkirch: Ingenieurgeologisches Gutachten – Neubau Evangelisches Gemeindezentrum Friedrichshafen-Jettenhausen; AZ 900212, vom 22.03.1990
- [5] Dr.-Ing G. Ulrich, Leutkirch: B31 „Riedleparktunnel“ Geotechnisches Gutachten; AZ 960423 vom 23.05.1996

1 Veranlassung

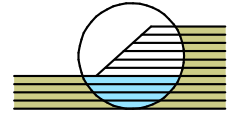
Mit Schreiben vom 21.12.2018 beauftragte das Stadtplanungsamt der Stadt Friedrichshafen die Dr.-Ing. G. Ulrich Geotechnik GmbH mit der Baugrunderkundung und der Erstellung des Geotechnischen Gutachtens zum Bebauungsplanverfahren „Jettenhauser Esch“ in Friedrichshafen.

In der Zeit vom 21.01.2019 bis zum 07.02.2019 wurden insgesamt

10 DPH1–10 Rammsondierungen DIN 4094

15 BK1-15 Rammkernbohrungen DIN 4021

an den im Lageplan, Anlage 1.2, gekennzeichneten Stellen ausgeführt. Vereinbarungsgemäß wurde die bis zu etwa 5 m hohe Zwischendeponie der laufenden Erdbaustelle B31 nicht in das Erkundungskonzept, u. a. auch mit Hinweis auf die Kampfmittel-Sondierung, einbezogen.



Die Firma *geomer*, 86152 Augsburg, nahm am 21.01.2019 die Freimessung der Bohransatzpunkte auf Kampfmittel aus dem 2. Weltkrieg vor.

2 Baugrund

2.1 Geomorphologie, Schichtenfolge

Das rd. 220 x 170 m² messende Baugelände schließt sich südwestlich an das Jettenhauser Wohngebiet an. Im Süden wird es durch die K 7740 und den aktuell im Bau befindlichen Tunnelschnitt der B31 begrenzt. Das Gelände wird derzeit u.a. als Parkplatz der ZF benutzt. Die Erddeponie der B31 Baustelle nimmt ungefähr die westliche Hälfte der Fläche ein. Der Rest ist Brachgelände. Die Deponie wird im Zuge der Baumaßnahme B31 zu einem späteren Zeitpunkt abgetragen.

Geomorphologisch liegt die Fläche auf der würmeiszeitlichen Grundmoräne, die mit einer Neigung von etwa 2° nach Süden abfällt und im weiteren Verlauf unter die Seesedimente des Bodenseebeckens abtaucht. Die Grundmoräne besteht aus Geschiebemergel, das sind bindige, durch Eisdruck vorbelastete Böden mit eingestreuten Grobkomponenten (Kiese, Findlinge). Entlang der südlichen Grenze verläuft der Mühlbach, der das Waggerhauser Tälchen zum Bodensee entwässert.

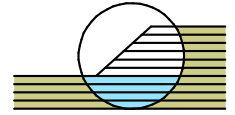
Das geologische Profil ist einfach aufgebaut, nämlich aus dem Geschiebemergel der Grundmoräne. Aus der Farbtönung läßt er sich in eine obere, braun gefärbte Schicht und eine untere graue Schicht aufteilen. Die Braunfärbung deutet auf Verwitterungsvorgänge, die Graufärbung auf ein aquatisches Ablagerungsmilieu hin. Die Schichtgrenze läßt sich ungefähr zwischen 4 m und 5 m unter Gelände ziehen.

Das Schichtenprofil stellt sich relativ einfach dar:

- : Auffüllungen anthropogen
- : Verwitterungslehm holozän
- : Geschiebemergel würm

Der Geschiebemergel setzt sich über die Erkundungstiefen von 10 m hinaus noch zur Tiefe hin fort und wird vom Felssockel der tertiären Süßwassermolasse unterlagert.

Eine Besonderheit des Geschiebemergels stellt sich mit den Moränesanden in der Bohrung BK1 dar. Hier wird der kompakte, dichte Geschiebemergel ab 8,1 m Tiefe von wasserführenden Feinsanden ersetzt. Dieser Schichtwechsel erscheint in keiner anderen Bohrung und kann entweder als Singularität oder als Beginn eines außerhalb des Erkundungsrasters liegenden Schichtwechsels aufgefaßt werden.



2.2 Schichtbeschreibung

Der hangende, braune und der liegende, graue Geschiebemergel lassen sich nicht nur in der Farbgebung, sondern auch im Wassergehalt unterscheiden. Während die obere Lage Wassergehalte bis zu 20 % erreicht, sinkt er in der unteren Lage auf 10 % – 15 %. Daraus geht eine unterschiedlich hohe Eisvorbelastung hervor. Offensichtlich war die Eisbelastung des unteren Geschiebemergels höher als die des oberen, was mit der Eisdynamik bzw. oszillierenden Eisvorstößen und –rückzügen erklärt werden kann.

Die Eishöhen im Raum Friedrichshafen werden während der letzten Würm-Eiszeit mit etwa 1000 m Höhe eingeschätzt. Daraus läßt sich eine Kohäsion in der Größenordnung

$$\begin{array}{ll} \text{von} & c' = 0,008 \times 10 \times 1000 = 80 \text{ kN/m}^2 \\ \text{bis} & c' = 0,020 \times 10 \times 1000 = 200 \text{ kN/m}^2 \end{array}$$

ableiten.

Im Porenanteil und in der Sättigungszahl läßt sich ebenfalls ein Unterschied feststellen: Infolge der geringeren Vorbelastung und möglicherweise auch tieferen Verwitterung liegt der Porenanteil des oberen Geschiebemergels bei etwa 30 %, der des unteren Mergels bei 23 %.

Entsprechend ändert sich die Wichte von 21,4 kN/m³ auf rd. 23 kN/m³.

Die granulometrische Analyse, also die Kornverteilung nach Größe, folgt in allen untersuchten Proben etwa der folgenden Form:

Ton	20 - 25 %
Schluff	40 - 50 %
Sand	20 - 30 %
Kies	10 - 20 %

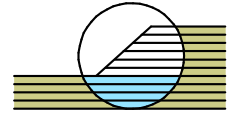
Die Kornfraktionen sind gut abgestuft, so daß nicht nur wegen der bindigen Anteile, sondern auch wegen der Dichte ein undurchlässiges Gefüge entsteht.

Die Ausnahme bildet wieder die Singularität in der Bohrung BK1 in der nordwestlichen Ecke des Grundstücks, wo die Moränensande aus gleichförmigen Sanden und Schluffen, die im Grundwasser als bautechnisch schwierige Fließsande gelten, auftreten.

Aus der Kornverteilung läßt sich der Reibungswinkel Φ' wie folgt einschätzen.

Tabelle 1: Reibungswinkel φ

Bohrung		Bk2	BK5	BK7	BK10	BK13	BK4	BK3	BK11	BK1	BK1	Mittel
Tiefe m	m	2	2	3	4	4	5	5	6	10	13	
Reibungswinkel	φ°	29,3	31,3	32,3	32,8	32,1	34	29,1	32,6	35,7	39,6	32,88



Ausgehend von knapp 30° in 2 m Tiefe nimmt der Reibungswinkel mit der Tiefe bis auf etwa 40° zu.

Zur Einschätzung des Verformungsmoduls W_s , d. h. der Steifezahl für die Wieder- und Entlastung wird die geologische Vorbelastung durch Eisdruck herangezogen wie folgt.

Tabelle 2: Steifezahl W_s

	Eisauflast	Geol Vorbel.	ve	we	W_s	Faktor	W_s
	m	kN/m ²	-	-	MN/m ²		MN/m ²
GM braun	200	2000	40	0,8	44	1,5	29
			110	0,6	66	1,5	44
GM grau	500	5000	40	0,8	91	1,5	61
			110	0,6	115	1,5	77

Die Konsistenzen des oberen, bautechnisch relevanten Geschiebemergels sind wie folgt.

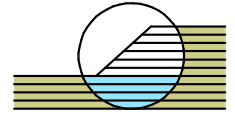
Tabelle 3: Konsistenzen

		Schrumpfgrenze	Ausrollgrenze	Wassergehalt	Fließgrenze	Plastizität	Konsistenz	Konsistenz
Bohrung	Tiefe	ws	wp	wn	wf	Ip	lc	
	m	%	%	%	%	%	--	
BK4	2		14,2	15,8	28,2	14	0,89	steif
BK3	2	18,3	14,4	13,5	29	14,6	1,06	halbfest
BK6	3	14,8	15,6	17,8	29,3	13,7	0,84	steif
BK15	3	18	14,4	11,4	24,5	10,1	1,3	halbfest-fest
BK13	3		15,6	13,7	30,9	15,3	1,12	halbfest-fest
BK13	4	19,2	13,8	14	26,3	11,5	0,98	steif-halbfest
BK12	4	17	11,9	14,4	21,8	9,9	0,75	steif-weich
BK11	4		14,1	12,8	24,7	10,6	1,13	halbfest
BK5	5	15,7	13	12,3	22,7	9,7	1,07	halbfest
BK15	5	17,3	13,5	13,2	23,3	9,8	1,03	halbfest
BK14	5	18,9	12,3	12,5	23,3	11	0,98	steif-halbfest
Mittel		17,4	13,9	13,8	25,8	11,8	1,0	halbfest
BK6	8	15,7						

Die geringe Plastizität von im Mittel $I_p = 11,8$ weist den Geschiebemergel als einen leicht plastischen Boden aus. Damit verbunden sind Witterungs- und Frostempfindlichkeit. Bautechnisch äußert sich dies in einem raschen Festigkeitsverlust infolge Wasserzufuhr, z. B. durch Regen.

Der natürliche Wassergehalt w_n liegt in der Regel unter der Schrumpfgrenze w_s , so daß die Bodenklasse 6 nach der DIN 18300, Fassung September 2012, erreicht wird. Diese alte Fassung ist ab 2015 durch die Einführung der Homogenbereiche ersetzt worden.

Die aufgezeigte bodenmechanische Charakteristik des Geschiebemergels ist weiter durch die Schlagzahlprofile der Rammsondierungen zu ergänzen. In allen Untersuchungspunkten beginnt eine relevante Schlagzahlerhöhung erst ab ungefähr 2 m Tiefe. Eine Ausnahme stellen natürlich die Parkplatzflächen mit ihrem Tragschicht-Unterbau dar.



Die 2 m starke Entfestigungszone ist mit dem Einfluß der Verwitterung zu begründen. Mit dem Salzsäuretest konnte dagegen keine relevante Entkalkung festgestellt werden.

2.3 Bodenkennwerte

Aus der vorbeschriebenen bodenmechanischen Charakteristik werden die folgenden Rechenwerte zur erdstatischen Beschreibung der Böden abgeleitet.

Tabelle 4: Bodenmechanische Klassifizierungen

	Wichte γ/γ' (kN/m ³)	Reibungs- winkel (dräniert) ϕ' (°)	Kohäsion (dräniert) c' (kN/m ²)	undrännierte Scherfestig- keit c_u kN/m ²	Durchlässigkeit k_f (m/s)	Steifemodul E_s (MN/m ²)	
						Erstbe- lastung	Wieder- belastung
Auffüllungen	20/10	30 – 32,5	0		$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-5}$	30 - 40	--
Verwitterungslehm	19/9	20 – 22,5	2,5		$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$	4 – 6	8 – 12
oberer Geschiebemergel braun	21,5/11,5	27,5	20 – 25	100 - 200	$2,32 \times 10^{-9}$	--	29 – 44
unterer Geschiebemergel grau	23/13	30	40	>200	$2,3 \times 10^{-9}$	--	61 – 77
Moränensand	22/12	27,5	0	d.def.	$9,21 \times 10^{-6}$	--	60
Arbeitsraumverfü- lung aus Kiessand 98 % Proctordichte	22/12	35	0		--	70	--

Tabelle 5: Klassifizierungen

	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300 (2012) Erdarbeiten	Bodenklasse DIN 18301 Bohrarbeiten	Bodenklasse DIN 18319 Rohrvortrieb	Frostempfindlichkeit ZTVE
Auffüllungen (Parkplatzunterbau)	GW, GU	3	BN1, BN2	LNW3	F1
Verwitterungslehm	UL, UM	4	BB2	LBM2	F3
oberer Geschiebemergel braun	UL	4	BB3, S1, S3	LBM2, P1, S1, S3	F3
unterer Geschiebemergel grau	UL, UM	4, 6	BB3, BB4, S1, S3	LBM3, S1, S1, S3	F3
Moränensand	SE	4	BN1	LNE3	F3

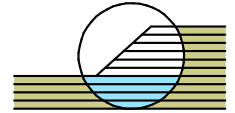


Tabelle 6: Homogenbereiche

		Homogenbereiche HB					
		Dim.	DIN EN ISO	Erdarbeiten	Erdarbeiten	DIN 18300	DIN 18300
				Bohrarbeiten	Bohrarbeiten	DIN 18301	DIN 18301
				Rammarbeiten	Rammarbeiten	DIN 18304	DIN 18304
Geotechnische Kategorie			4020	A	GM-1	GM-2	MS
Boden	ortsübl. Bezeichnung		---	Auffüllungen	oberer Geschiebemergel	unterer Geschiebemergel	Moränesand
	Bodengruppen		18196	GW	Ul, UM	UL,UM	SE
	Korngrößenverteilung		18123		3512, 2521, 0662, 2521, 2521, 2611	2521, 2421	0640, 0190
	Massenanteil Steine	%	14688	0 - 20	0-20	0 - 20	0 - 5
	Massenanteil Blöcke	%	14688	0	5	10	0
	Massenanteil große Blöcke	%	14688	0	5	5	0
	Dichte	kN/m ³	18125-2	20	21,5	23	22
	Wassergehalt	%	17892-1	5	15 - 20	10 - 15	10
	Plastizität Ip	%	18122-1	0	10 - 15	10	0
	Konsistenz Ic	---	18122-1	n.def.	0,8 - 1,1	1,0	0
	Lagerungsdichte D	---	18126	0,75	0,75	1	0,75
	organ. Anteil	%	18128	0	2 - 3	0	0
	undrännierte Scherfestigkeit	kN/m ²	4094-4	n.def.	100 - 200	>200	n.def.
	Kohäsion c'	kN/m ²	18137	0	20 - 40	100 - 200	0
Fels	Bezeichnung	---				Geschiebemergel	
	Abrasivität	---				hoch	
	einaxiale Druckfestigkeit	MN/m ²	18141-1			< 20	
	Verwitterungsgrad n. Chandler					0	
	Gesteinskörperform					homogen	

Nach Einstufung gemäß DIN 4149:2005-04 – Bauten in deutschen Erdbebengebieten - liegt das Gebiet in der Erdbebenzone 2. Es ist mit der Untergrundklasse T und der Baugrundklasse C zu rechnen.

3 Grundwassersituation

Das gesamte Baufeld liegt auf dem undurchlässigen Geschiebemergel der würmeiszeitlichen Grundmoräne und führt kein Grundwasser.

Die Bohrungen blieben – mit Ausnahme der BK1 in der nordwestlichen Ecke – allesamt trocken.

In der Bohrung BK1 tritt Grundwasser in den Moränesanden auf. Die Sande stellen einen Aquifer am Rande des Baufelds dar, der sich wegen seiner Schichtdicke von mehr als 7 m weiter nach Nordwesten ausdehnen dürfte. Es ist davon auszugehen, daß er auch noch in das Baufeld hineinreicht, maximal etwa 70 m bis zu den trocken gebliebenen Nachbarbohrungen BK2 und BK3.

Die Durchlässigkeiten der anstehenden Böden sind wie folgt:

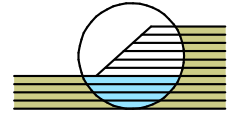


Tabelle 7: Durchlässigkeitsbeiwert k_f des Geschiebemergels

Bohrung		BK5	BK7	BK10	BK13	BK3	BK11	Mittel
Tiefe m	m	2	3	4	4	5	6	
Durchlässigkeit	m/s	1,20E-09	3,80E-09	2,60E-09	2,20E-09	1,80E-09	2,30E-09	2,32E-09

Die Durchlässigkeit der Moränesande weicht dagegen deutlich vom Geschiebemergel ab.

Tabelle 8: Durchlässigkeitsbeiwert k_f der Moränesande

Bohrung		BK1	BK1	Mittel
Tiefe m	m	10	13	
Durchlässigkeit	m/s	4,20E-07	1,80E-05	9,21E-06

Das Grundwasser in den Moränesanden wurde erst in 12,9 m Tiefe angebohrt und stieg dann auf 9,53 m unter Gelände bzw. 419,15 m NHN an. Es ist also gespannt.

Die Grundwasserprobe aus den Moränesanden bzw. der Bohrung BK1 ist als nicht betonangreifend ($< XA1$) analysiert worden.

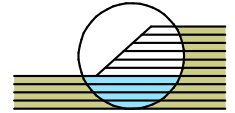
Tabelle 9: Betonaggressivität Grundwasser nach DIN 4030

Parameter	Dimensi- on	Grenzwert zur Beurteilung nach DIN 4030			BK1
		XA1 (schwach angreifend)	XA2 (mäßig angreifend)	XA3 (stark angreifend)	
pH-Wert	-	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	4,5 - 4,0	7,4
Sulfat	mg/l	200 -600	600 -3000	3000 - 6000	28
Ammonium (NH_4^+)	mg/l	15 -30	30 - 60	60 -100	< 0,06
Magnesium (Mg^{2+})	mg/l	300 - 1000	1000 - 3000	über 3000	31
CO_2 (kalklösend)	mg/l	15 -40	40 - 100	über 100	< 5,0

4 Versickerung

Die Durchlässigkeit des Geschiebemergels liegt 3 Zehnerpotenzen unter der Durchlässigkeit, bei der eine Versickerung von Oberflächenwasser technisch noch sinnvoll erscheint ($k_f < 1E-6$ m/s).

Auf dem Grundstück kann daher keine Versickerung von Oberflächenwasser stattfinden.



5 Geothermische Nutzung

Mangels Aquifer scheidet die thermische Nutzung von Grundwasser aus.

Es bleibt die Nutzung der Erdwärme mit der oberflächennahen Geothermie. Der Standort wird nach dem baden-württ. Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden als effizient beurteilt. Hinweise auf bohrtechnische Schwierigkeiten sind in der Abfrage nicht erschienen. Der Standort liegt außerhalb von Wasserschutzgebieten.

6 Geotechnische Beurteilung des Bauvorhabens

Die Planunterlagen von der Baumaßnahme beschränken sich derzeit auf einen Lageplan, auf dem die Anordnung mehrere Gebäudekomplexe dargestellt ist. Es ist eine Wohnbebauung geplant, sicherlich werden die Gebäude unterkellert und mit einer Tiefgarage unterbaut.

6.1 Tragfähigkeitsbeurteilung

Der glazial vorbelastete, im bodenmechanischen Sinn überkonsolidierte Geschiebemergel stellt einen gut tragfähigen und standfesten Baugrund dar.

Das Grundwasser beschränkt sich auf die nordwestliche Ecke der Grundstücksfläche, wo die Moränesande ab rd. 8 m druckwasserführend sind. Dieser lokale Aquifer steht unter einer 8 m dichtenden, kompakten Geschiebemergelkappe und wird mit den üblichen Kellertiefen nicht erreicht. Ein hydraulischer Aufbruch der Baugrubensohle ist daher nicht zu erwarten.

6.2 Gründung

Es wird die Flachgründung auf Einzel- und Streifenfundamente vorgeschlagen.

Die frostsichere Einbindetiefe ist in der vorliegenden Frosteinwirkungszone I mit

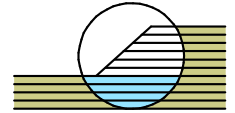
$$t = 0,90 \text{ m anzusetzen.}$$

Zur Bemessung der Fundamente sind die Anlagen 4.1 und 4.2 zu verwenden.

Die erreichbaren Fundamentpressungen sind von der Setzung abhängig. Für die geplante Wohnbebauung wird empfohlen, die rechnerische Fundamentsetzung auf

$$s = 1,0 \text{ cm}$$

zu beschränken, um das Maß der rissförderlichen Differenzsetzungen einzuschränken.



In Anlage 4.1 wurde die aufnehmbare Sohlpressung für Einzelfundamente in Abhängigkeit der Fundamentbreite ($a = b$) anhand einer Setzungs- und Grundbruchberechnung ermittelt.

Beispielhaft ergibt sich der charakteristische (zulässige) Sohldruck wie folgt:

Einzelfundament	$a=b$	= 2,0 m
Begrenzung der Setzung auf	s	= 1,0 cm
Charakteristische Sohlpressung	$\sigma_{E,k}$	= 280 kN/m ² (= zul σ)
Bemessungswert der Sohlpressung	$\sigma_{R,d}$	= 380 kN/m ²

Die ermittelte Sohlpressung gilt für mittige, d. h. um die Ausmitten reduzierte Fundamentfläche.

Analog gilt die Anlage 4.2 zur Bemessung von Streifenfundamenten.

Die Bodenplatte darf auch flach gegründet werden. Es wird jedoch empfohlen, unter der Platte einen Bodenersatz aus Kiessand mit $d = 0,60$ m Schichtstärke einzubringen. Der Kiessand (max 3 % Schluff, mindestens 20 % Sand, Größtkorn 100 mm) ist auf 100 % der einfachen Proctordichte (entsprechend $E_{v2} = 100$ MN/m² und $E_{v2}/E_{v1} < 2,3$) zu verdichten.

Für die Bemessung der Bodenplatte ist für den ersten Lauf der iterativen Berechnung der Bettungsmodul in der Größenordnung von

$$k_s = 30 - 40 \text{ MN/m}^3$$

anzusetzen.

6.3 Abdichtungsmaßnahmen

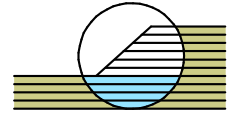
In den verfüllten Arbeitsräumen können eingesickerte Niederschläge nicht in den undurchlässigen Geschiebemergel absickern, sondern stauen sich auf. Es kann also der Lastfall 6 nach DIN 18196-6 „außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser“ entstehen.

Als Bemessungswasserspiegel ist dann jeweils die lokale Geländehöhe anzusetzen.

Für diesen Lastfall ist die wasserundurchlässige Weiße Wanne aus rissesicherem Stahlbeton vorzusehen.

In den hier vorliegenden Geschiebemergelböden liegt die Durchlässigkeit vielfach unter $k_f \leq 1E-4$ m/s, so daß nach DIN 18195-1:2011-12 mit dem Einbau einer Dränage der Lastfall DIN 18195-4 erreicht werden kann.

Die Dränage benötigt eine Vorflut und muß nach den Richtlinien der DIN 4095, also regenerationsfähig, ausgebildet werden.



6.4 Erdarbeiten, Baugrubensicherung, Wasserhaltung

Die Erdarbeiten finden mit Ausnahme der Auffüllungen aus dem Parkplatzbau annähernd vollständig in einem Homogenbereich, dem oberen Geschiebemergel statt. Nach Version 2012 der DIN 18300 gehört dieser in die Bodenklasse 4. Bei tieferen Aushüben kann jedoch auch der untere Geschiebemergel erreicht werden, der felsähnliche Festigkeit besitzt und nach der alten Fassung der DIN 18300 in die Bodenklasse 6 (leichter Fels) zu stellen ist.

Das Erdplanum ist witterungs- und frostempfindlich, so daß für den Baustellenbetrieb entweder ein Arbeitsplanum mit 30 cm Kiessand und/oder eine Verfestigung des Planums mit Kalkzement (3 – 4 %) anzuraten ist. Es wird empfohlen die Baustraße zu asphaltieren.

Die anstehenden Geschiebemergelböden können unter der Neigung 1:1 frei geböscht werden. Die Böschungen sind vor Niederschlagserosion mit Plastikplanen, bei tieferen Einschnitten mit einer konstruktiv bewehrten Spritzbetonschale zu sichern.

Für den senkrechten Baugrubenverbau empfiehlt sich die vorgebohrte Trägerbohlwand. Der Geschiebemergel ist sehr schwer rammbaar und bedarf Auflockerungs- und Austauschbohrungen. Vom Einsatz der Spundwandtechnik wird daher abgeraten.

Verankerungen können in nahezu beliebiger Tiefe im homogenen Geschiebemergel abgesetzt werden. Die Grenzlaster der Mantelreibung im Geschiebemergel ist in der Größenordnung von 300 bis 400 kN/m² anzusetzen. Diese Werte sind mit einer Eignungsprüfung zu verifizieren.

6.5 Kanalarbeiten, Verkehrsflächen

Zur Gründung der Sparten, Ver- und Entsorgungsleitungen sind keine besonderen Gründungsmaßnahmen erforderlich. Die Leitungen liegen im gut tragfähigen Geschiebemergel.

Die Verkehrsflächen benötigen einen frostsicheren Regelaufbau nach den Richtlinien der RStO 12. Das Erdplanum wird in den hangenden Verwitterungslehmen den Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nicht ganz erreichen, so daß eine Bodenverbesserung mit 20 cm FSK oder die vorgenannte Bodenverfestigung auszuführen ist.



7 Planungs- und baubegleitende Hinweise

In der Planungsphase ist – nach dem Abtrag der Erddeponie – diese Fläche mit ergänzenden Bohrungen noch zu untersuchen.

Der Fokus ist dabei auf die räumliche Verbreitung der druckwasserführenden Moränesande in der nordwestlichen Ecke des Grundstücks zu richten.

Die Baugrubensicherung bedarf einer statisch-konstruktiven Bearbeitung.

Während der Ausführungsphasen sind die Gründungssohlen zu kontrollieren.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ulrich'.

Dr.-Ing. G. Ulrich
Geotechnik GmbH

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

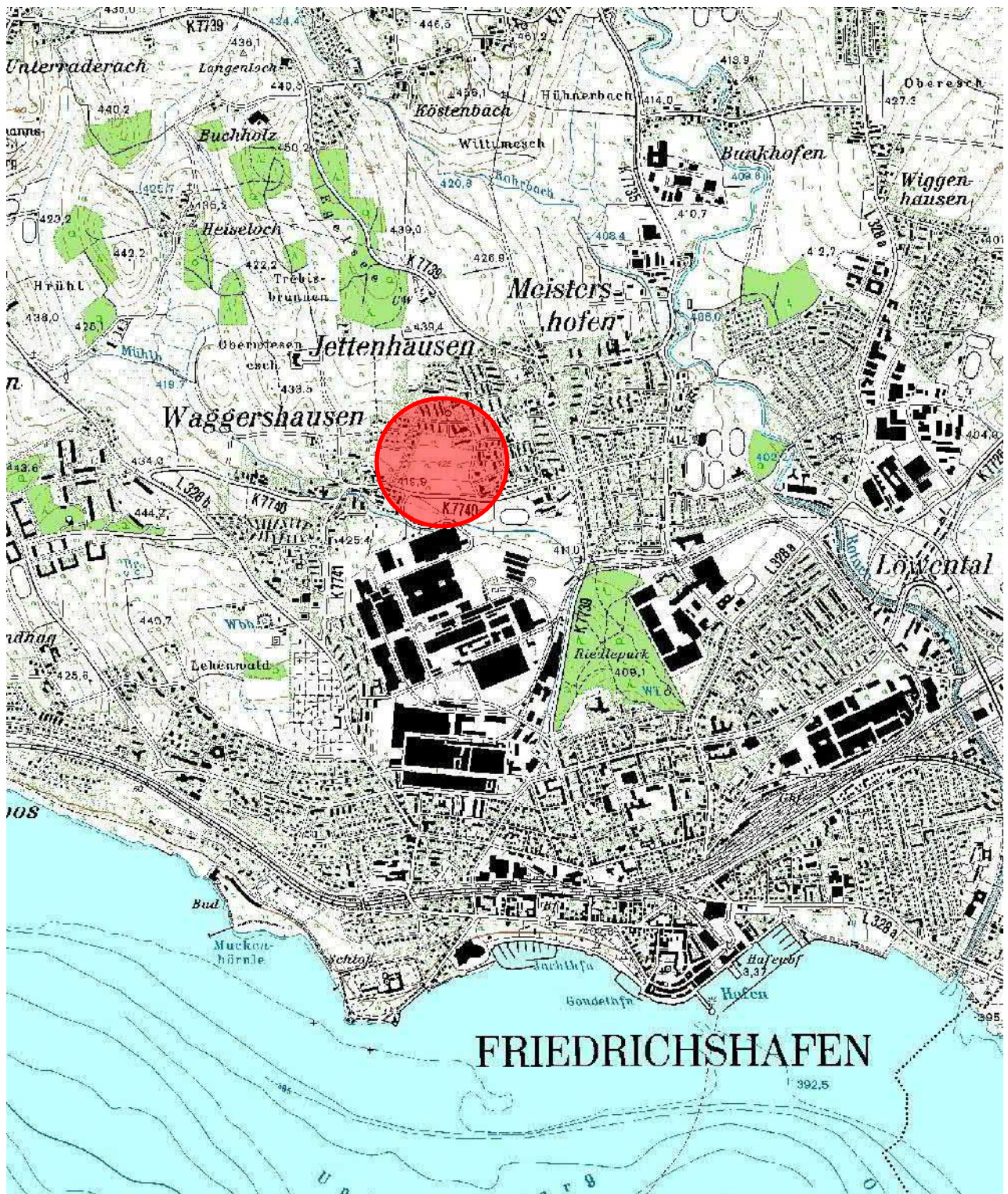
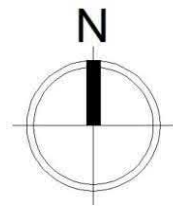
Jettenhauser Esch
Friedrichshafen
Übersichtslageplan M1:25000

AZ
1810132GEO

Gezeichnet
CK

Anlage Nr.
1.1

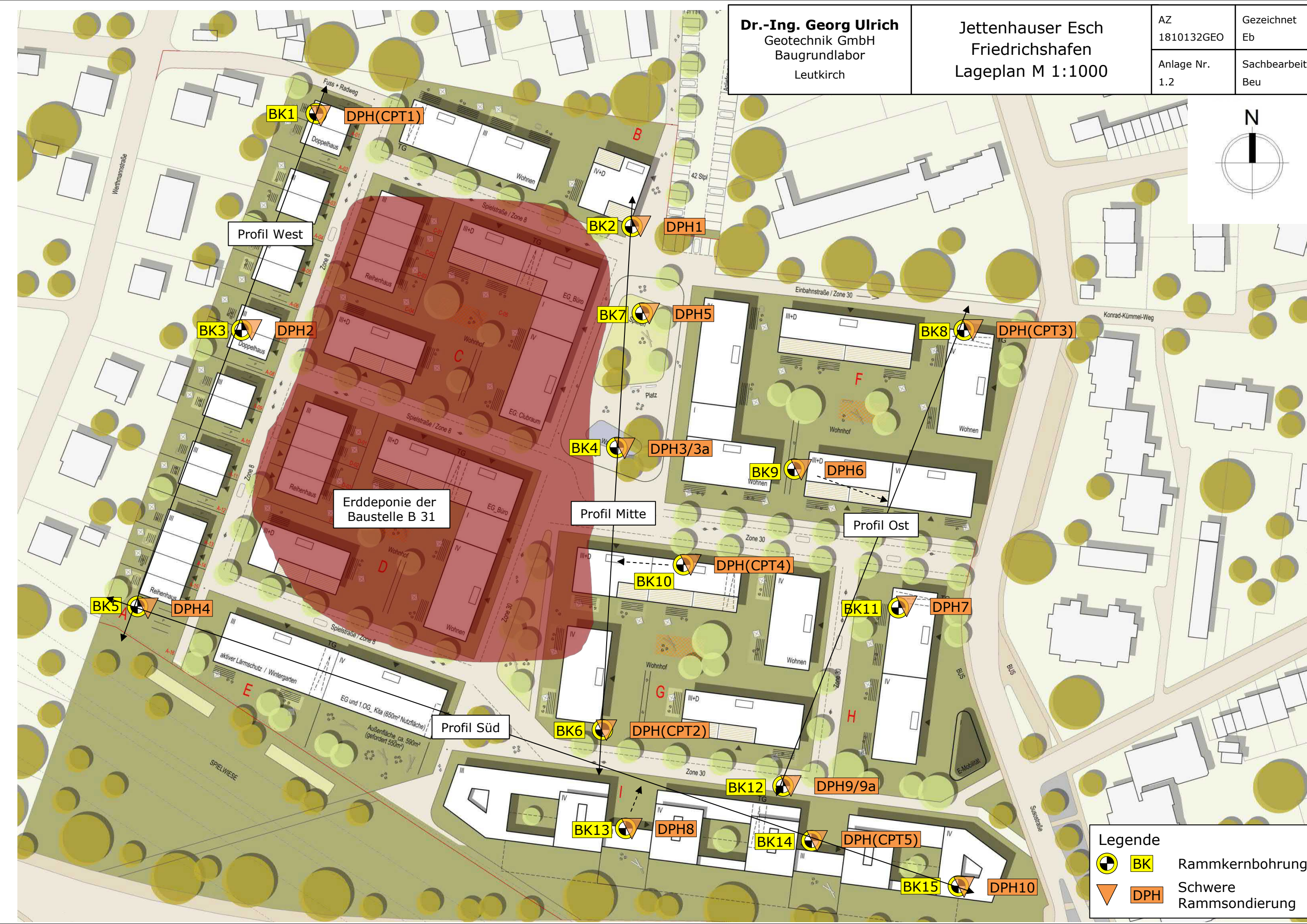
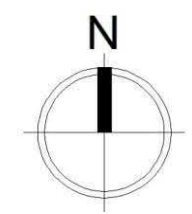
Sachbearbeiter
LU



Dr.-Ing. Georg Ulrich
 Geotechnik GmbH
 Baugrundlabor
 Leutkirch

Jettenhauser Esch
 Friedrichshafen
 Lageplan M 1:1000

AZ 1810132GEO	Gezeichnet Eb
Anlage Nr. 1.2	Sachbearbeiter Beu



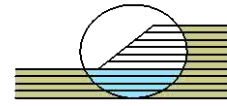
Legende

	BK	Rammkernbohrung
	DPH	Schwere Rammsondierung

GPS-Messungen

Jettenhauser Esch

Friedrichshafen

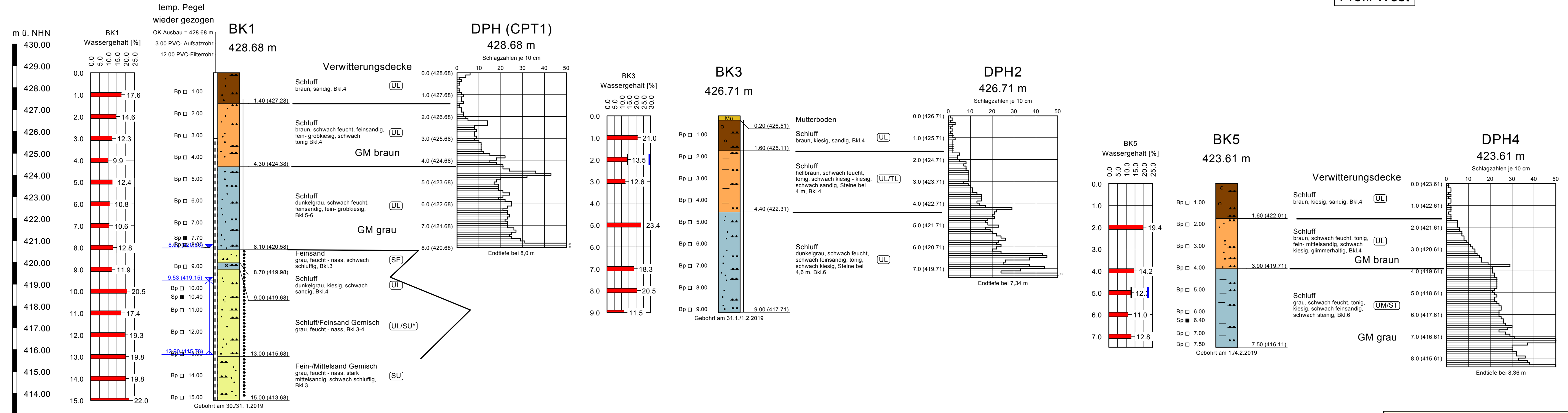


AZ 1810132GEO

Anlage 1.3

	Rechtswert	Hochwert	m ü. NHN
BK1-DPH(CPT1)	3535135,13	5281362,70	428,68
BK2-DPH1	3535228,80	5281331,59	427,50
BK3-DPH2	3535116,31	5281300,93	426,71
BK4-DPH3/3a	3535224,56	5281267,14	426,00
BK5-DPH4	3535087,41	5281220,49	423,61
BK6-DPH(CPT2)	3535219,00	5281185,81	422,68
BK7-DPH5	3535230,93	5281305,48	427,06
BK8-DPH(CPT3)	3535325,23	5281301,32	426,16
BK9-DPH6	3535275,64	5281260,01	425,62
BK10-DPH(CPT4)	3535244,75	5281232,72	424,43
BK11-DPH7	3535305,89	5281221,60	423,83
BK12-DPH9/9a	3535273,48	5281170,62	422,04
BK13-DPH8	3535227,78	5281157,51	421,47
BK14-DPH(CPT5)	3535280,12	5281154,27	421,36
BK15-DPH10	3535323,50	5281141,01	420,57

Profil West



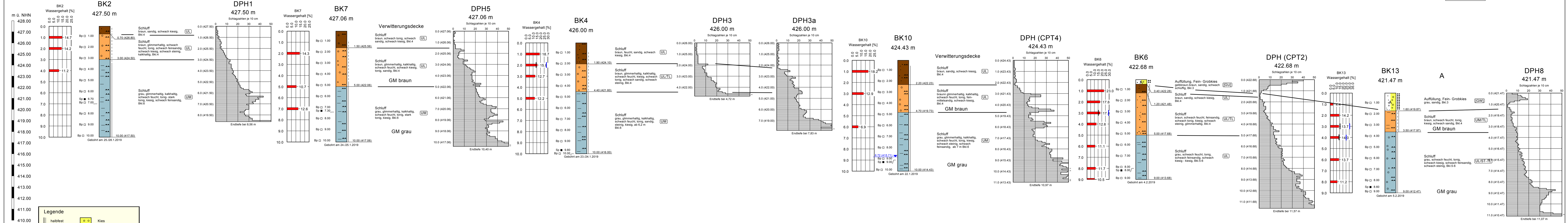
Legende

	halbfest	Mu	Mutterboden
	steif		Verwitterungsdecke
	mitteldicht		Moränesand
	Ausrollgrenze		Geschiebemergel grau
	Fließgrenze		Geschiebemergel braun

Legende

- GW angebohrt
- GW Bohrende

Profil Mitte



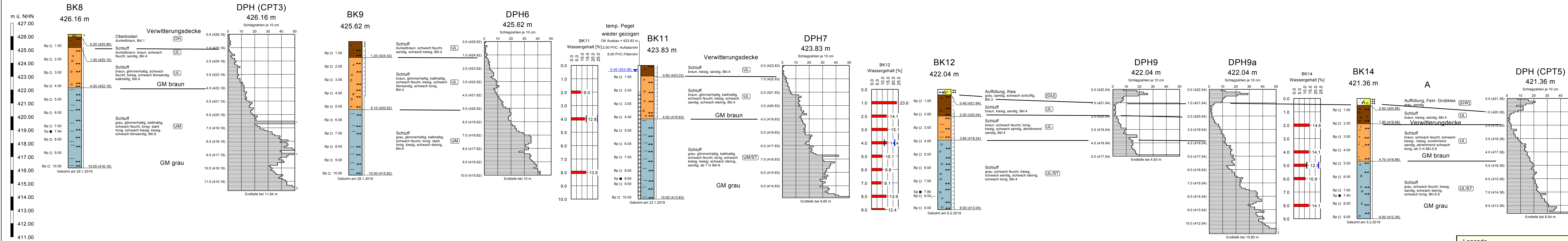
Legende

halbfest		Kies
steif - halbfest		Auffüllung
steif		Verwitterungsdecke
dicht		Geschiebemergel grau
Ausrollgrenze		Geschiebemergel braun
Fließgrenze		

Legende

- GW angebohrt
- GW Bohrende

Profil Ost



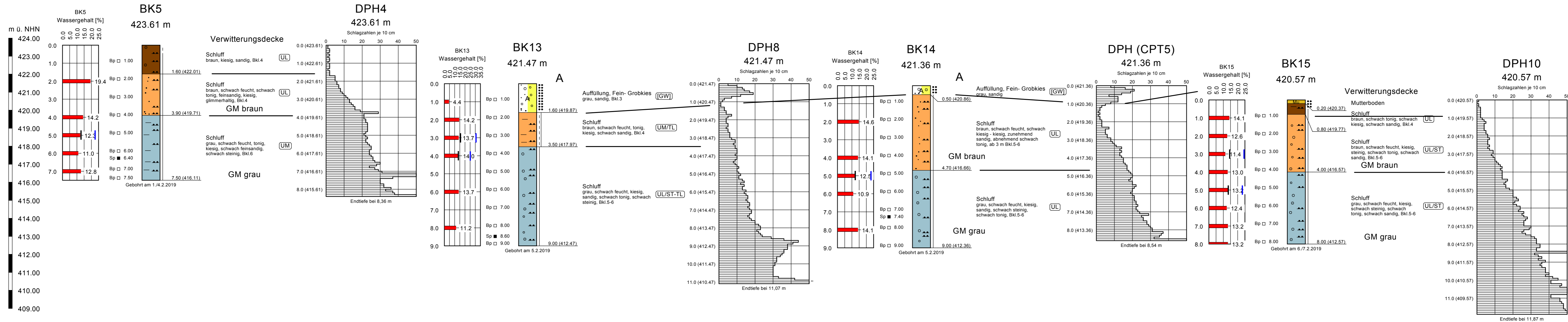
Legende

	halbfest	○ ○	Kies
	steif - halbfest	Mu	Mutterboden
	steif	A	Auffüllung
	locker	■	Verwitterungsdecke
	dicht	■	Geschiebemergel grau
	Ausrollgrenze	■	Geschiebemergel braun
	Fließgrenze		

Legende

GW angebohrt
GW Bohrende

Profil Süd



Legende
 GW angebohrt
 GW Bohrende

Legende			
halbfest	Kies	Verwitterungsdecke	
steif - halbfest	Mutterboden	Geschiebemergel grau	
steif	Auffüllung	Geschiebemergel braun	
dicht			
	Ausrollgrenze	Fließgrenze	

Laboratoriumsbefund Nr.:

AZ 1810132GEO

Bestimmung des Wassergehaltes DIN 18 121

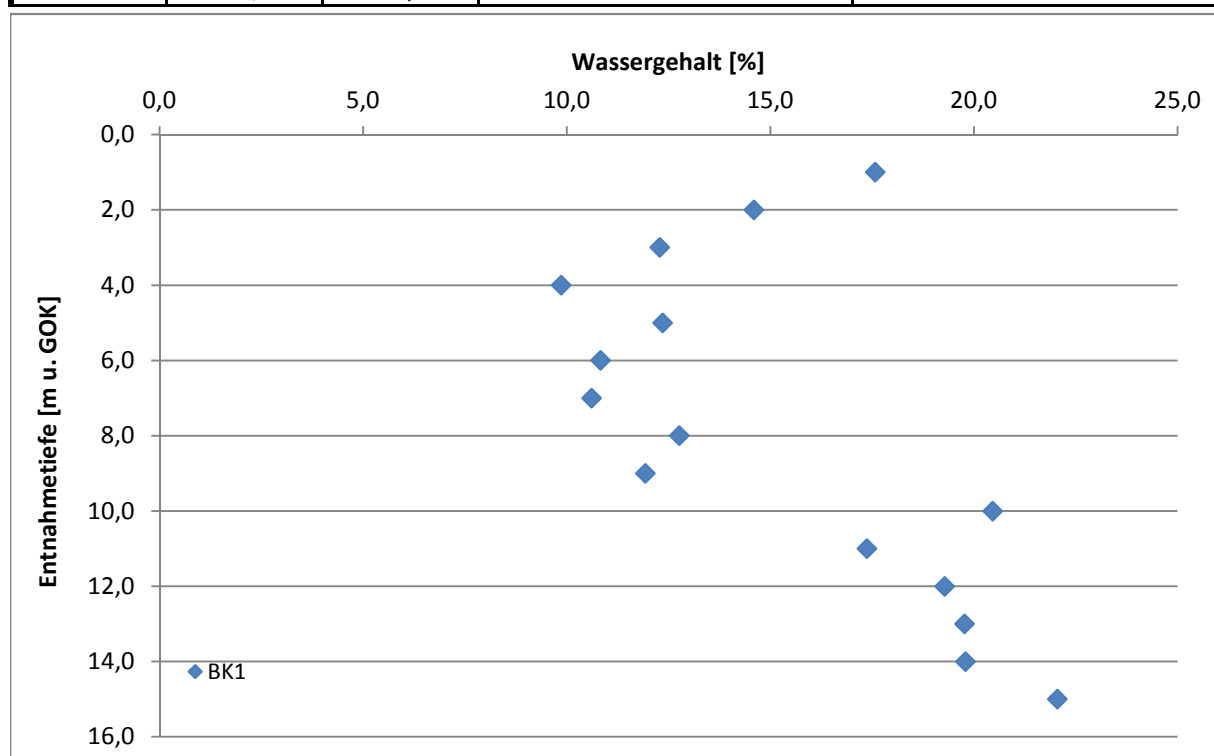
Projekt: Friedrichshafen, Jettenhausen

Entnahmedatum: 24.1.-7.2.2019

Sachbearbeiter: Beu

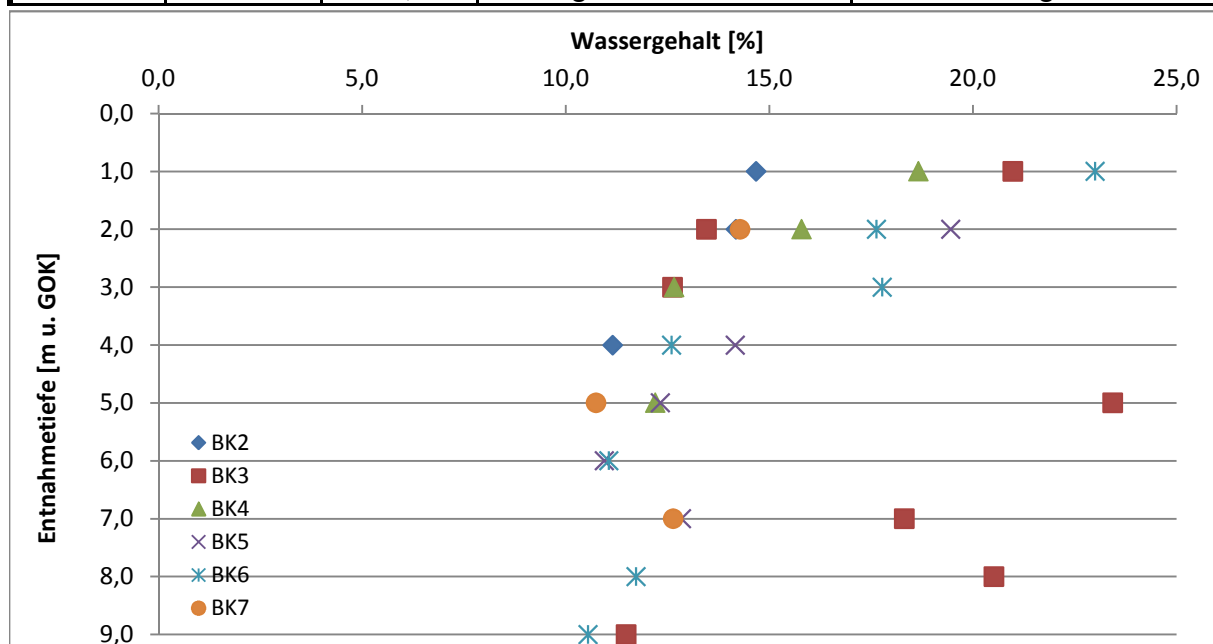
Bearbeitungsdatum: 31.01.2019

Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m]	Wassergehalt [%]	Bodenart	geologische Zuordnung
BK1	1,0	17,6	U,s	Verwitterungsdecke
BK1	2,0	14,6	U,fs,fg-gg,t-	Geschiebemergel (GM) braun
BK1	3,0	12,3	U,fs,fg-gg,t-	GM braun
BK1	4,0	9,9	U,fs,fg-gg,t-	GM braun
BK1	5,0	12,4	U,fs,fg-gg	GM grau
BK1	6,0	10,8	U,fs,fg-gg	GM grau
BK1	7,0	10,6	U,fs,fg-gg	GM grau
BK1	8,0	12,8	U,fs,fg-gg	GM grau
BK1	9,0	11,9	U,g,s-	GM grau
BK1	10,0	20,5	fS,u-u-	Moränesand
BK1	11,0	17,4	fS,u-u-	Moränesand
BK1	12,0	19,3	fS,u-u-	Moränesand
BK1	13,0	19,8	fS,u-u-	Moränesand
BK1	14,0	19,8	mS	Moränesand
BK1	15,0	22,0	mS	Moränesand



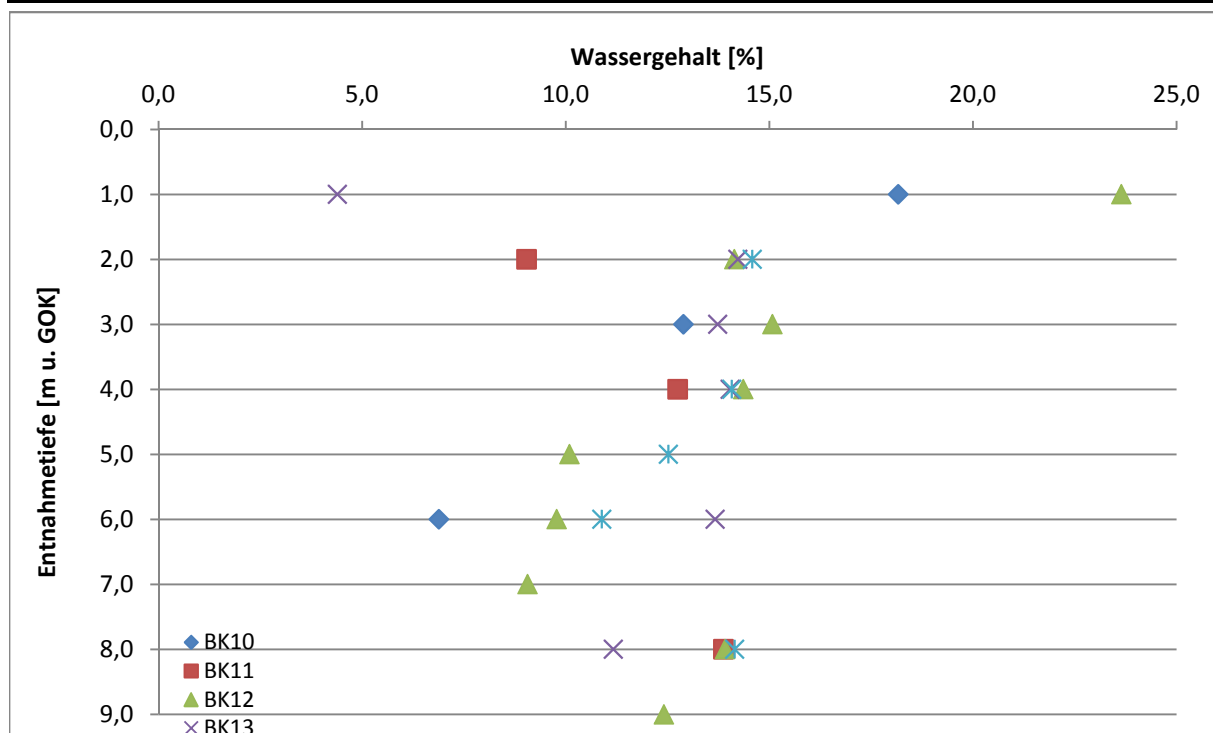


BK2	1,0	14,7	U,fs,g,x	GM braun
BK2	2,0	14,2	U,fs,g,x	GM braun
BK2	4,0	11,2	U,t-t+,g,fs-	GM grau
BK3	1,0	21,0	U,t,fg-gg,s-	GM braun
BK3	2,0	13,5	U,t,fg-gg,s-	GM braun
BK3	3,0	12,6	U,t,fg-gg,s-	GM braun
BK3	5,0	23,4	U,fs,t-,g-,x	GM grau
BK3	7,0	18,3	U,fs,t-,g-,x	GM grau
BK3	8,0	20,5	U,fs,t-,g-,x	GM grau
BK3	9,0	11,5	U,fs,t-,g-,x	GM grau
BK4	1,0	18,7	U,g,t-,s-,x-	GM braun
BK4	2,0	15,8	U,g,t-,s-,x-	GM braun
BK4	3,0	12,7	U,g,t-,s-,x-	GM braun
BK4	5,0	12,2	U,t,x,g-g-	GM grau
BK5	2,0	19,4	U,t-,fs,g	GM braun
BK5	4,0	14,2	U,t,g,fs-,x-	GM grau
BK5	5,0	12,3	U,t,g,fs-,x-	GM grau
BK5	6,0	11,0	U,t,g,fs-,x-	GM grau
BK5	7,0	12,8	U,t,g,fs-,x-	GM grau
BK6	1,0	23,0	U,s,g-	Verwitterungsdecke
BK6	2,0	17,6	U,fs,t-,g,x-	GM braun
BK6	3,0	17,8	U,fs,t-,g,x-	GM braun
BK6	4,0	12,6	U,fs,t-,g,x-	GM braun
BK6	8,0	11,7	U,t,fs-,g-g-	GM grau
BK6	6,0	11,1	U,t,fs-,g-g-	GM grau
BK6	9,0	10,5	U,t,fs-,g-g-	GM grau
BK7	2,0	14,3	U,g,t-,s-	GM braun
BK7	5,0	10,7	U,g,t-,s-	GM braun
BK7	7,0	12,6	U,t-t+,g	GM grau



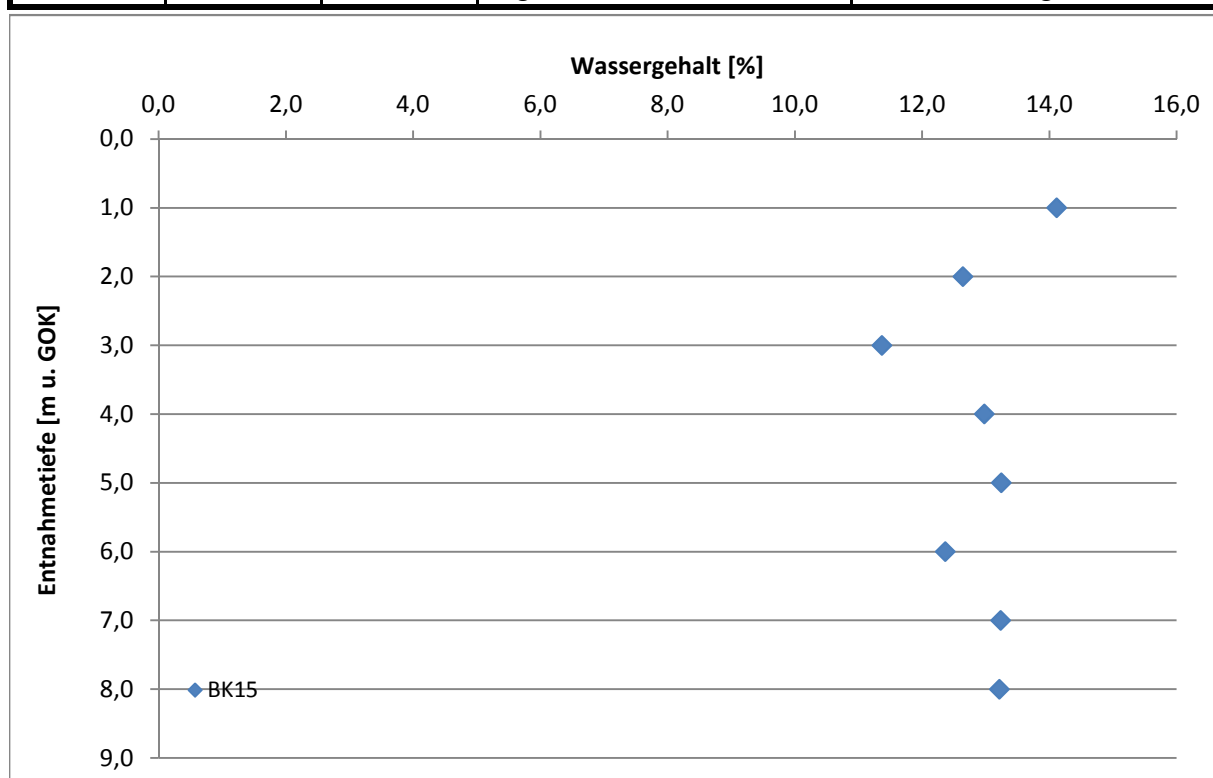


BK10	1,0	18,2	U,g,t,-fs	GM braun
BK10	3,0	12,9	U,g,t,-fs	GM braun
BK10	6,0	6,9	U,t,g,x,-fs-	GM grau
BK11	2,0	9,0	U,g,s,-x-	GM braun
BK11	4,0	12,8	U,g,s,-x-	GM braun
BK11	8,0	13,9	U,t,g-g-,x-,s-	GM grau
BK12	1,0	23,6	U,t,g,s-	GM braun
BK12	2,0	14,1	U,t,g,s-	GM braun
BK12	3,0	15,1	U,t,g,s-	GM braun
BK12	4,0	14,4	U,g,s,-x-,t-	GM grau
BK12	5,0	10,1	U,g,s,-x-,t-	GM grau
BK12	6,0	9,8	U,g,s,-x-,t-	GM grau
BK12	7,0	9,1	U,g,s,-x-,t-	GM grau
BK12	8,0	13,9	U,g,s,-x-,t-	GM grau
BK12	9,0	12,4	U,g,s,-x-,t-	GM grau
BK13	1,0	4,4	A,fG-gG,s	Auffüllung
BK13	2,0	14,2	U,t,g,s-	GM braun
BK13	3,0	13,7	U,t,g,s-	GM braun
BK13	4,0	14,0	U,g,s,t,-x-	GM grau
BK13	6,0	13,7	U,g,s,t,-x-	GM grau
BK13	8,0	11,2	U,g,s,t,-x-	GM grau
BK14	2,0	14,6	U,g-g-,s,t-	GM braun
BK14	4,0	14,1	U,g-g-,s,t-	GM braun
BK14	5,0	12,5	U,g,s,-x-,t-	GM grau
BK14	6,0	10,9	U,g,s,-x-,t-	GM grau
BK14	8,0	14,1	U,g,s,-x-,t-	GM grau





BK15	1,0	14,1	U,g,x,t-,s-	GM braun
BK15	2,0	12,6	U,g,x,t-,s-	GM braun
BK15	3,0	11,4	U,g,x,t-,s-	GM braun
BK15	4,0	13,0	U,g,x,t-,s-	GM braun
BK15	5,0	13,2	U,g,x,t-,s-	GM grau
BK15	6,0	12,4	U,g,x,t-,s-	GM grau
BK15	7,0	13,2	U,g,x,t-,s-	GM grau
BK15	8,0	13,2	U,g,x,t-,s-	GM grau



Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH

Baustoff- und Bodenprüfstelle

Zum Brunnentobel 6

88299 Leutkirch

Bearbeiter: Kü/Eb

Datum: 31.01.2019

Körnungslinie DIN 18 123

Friedrichshafen

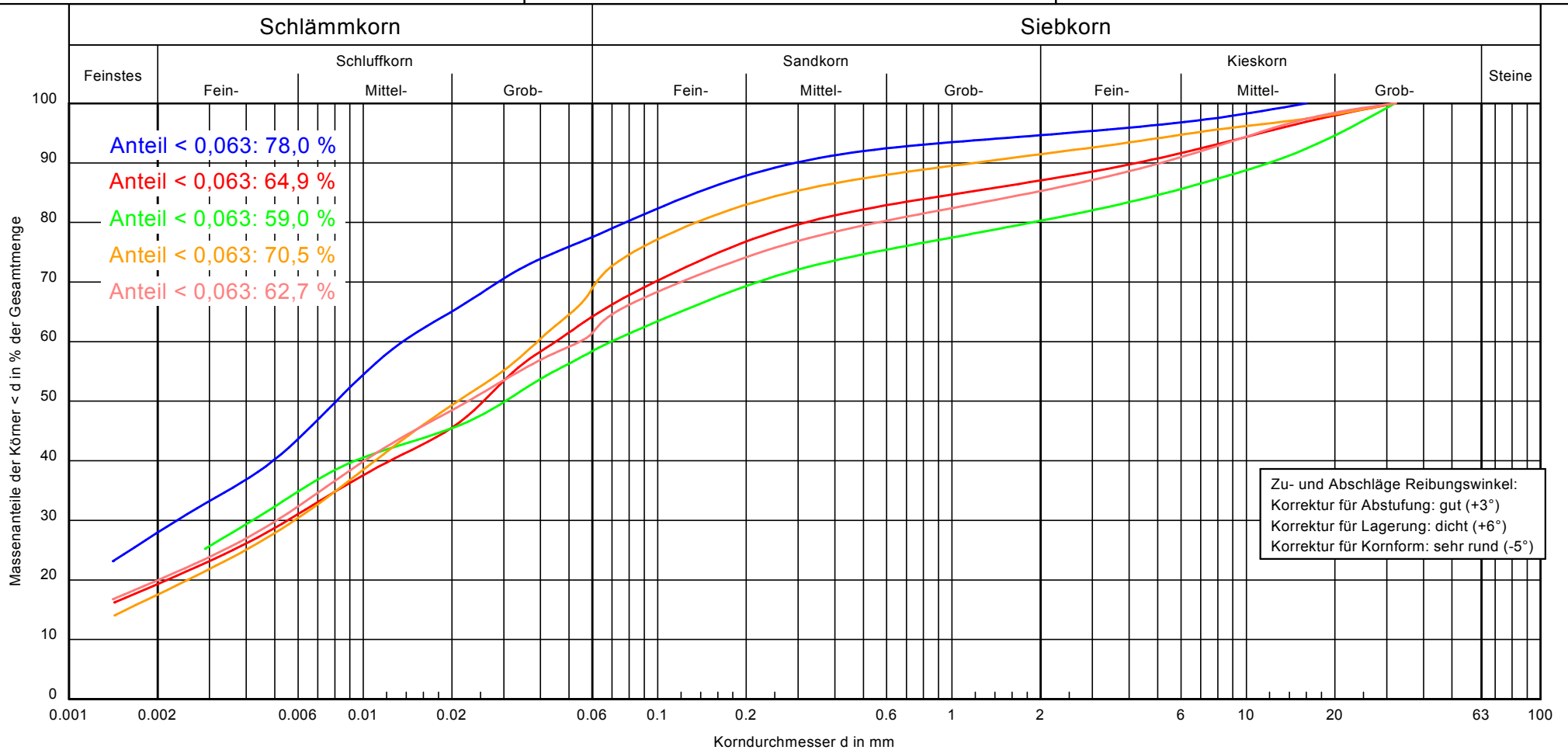
Jettenhausen

Prüfungsnummer: 1810132-KVS01-

Probe entnommen am:

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb-, Schlämmanalyse



Labornummer	KGV01	KGV02	KGV03	KGV04	KGV05
Entnahmestelle	BK2	BK10	BK4	BK7	BK11
Tiefe	2 m	4 m	5 m	3 m	6 m
Bodenart	U, t, g', fs'	U, t, fs', ms', mg'	U, fs', ms', fg', mg', gg'	U, t, g', fs', ms'	U, t, fs', ms', fg', mg'
U/Cc	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
k-Wert / Mallet/Paquant	-	$2.6 \cdot 10^{-9}$	-	$3.8 \cdot 10^{-9}$	$2.3 \cdot 10^{-9}$
Bodengruppe					
Reibungswinkel	29.3	32.8	34.0	32.3	32.6
Kornkennzahl	3521	2521	0622	2521	2421

Bemerkungen:
 Geschiebemergel (braun)
 Geschiebemergel (braun)
 Geschiebemergel (grau)
 Geschiebemergel (braun)
 Geschiebemergel (grau)

AZ:
 1810132GEO
 Anlage:
 3.2

Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH

Baustoff- und Bodenprüfstelle

Zum Brunnentobel 6

88299 Leutkirch

Bearbeiter: Kü/Eb

Datum: 31.01.2019

Körnungslinie DIN 18 123

Friedrichshafen

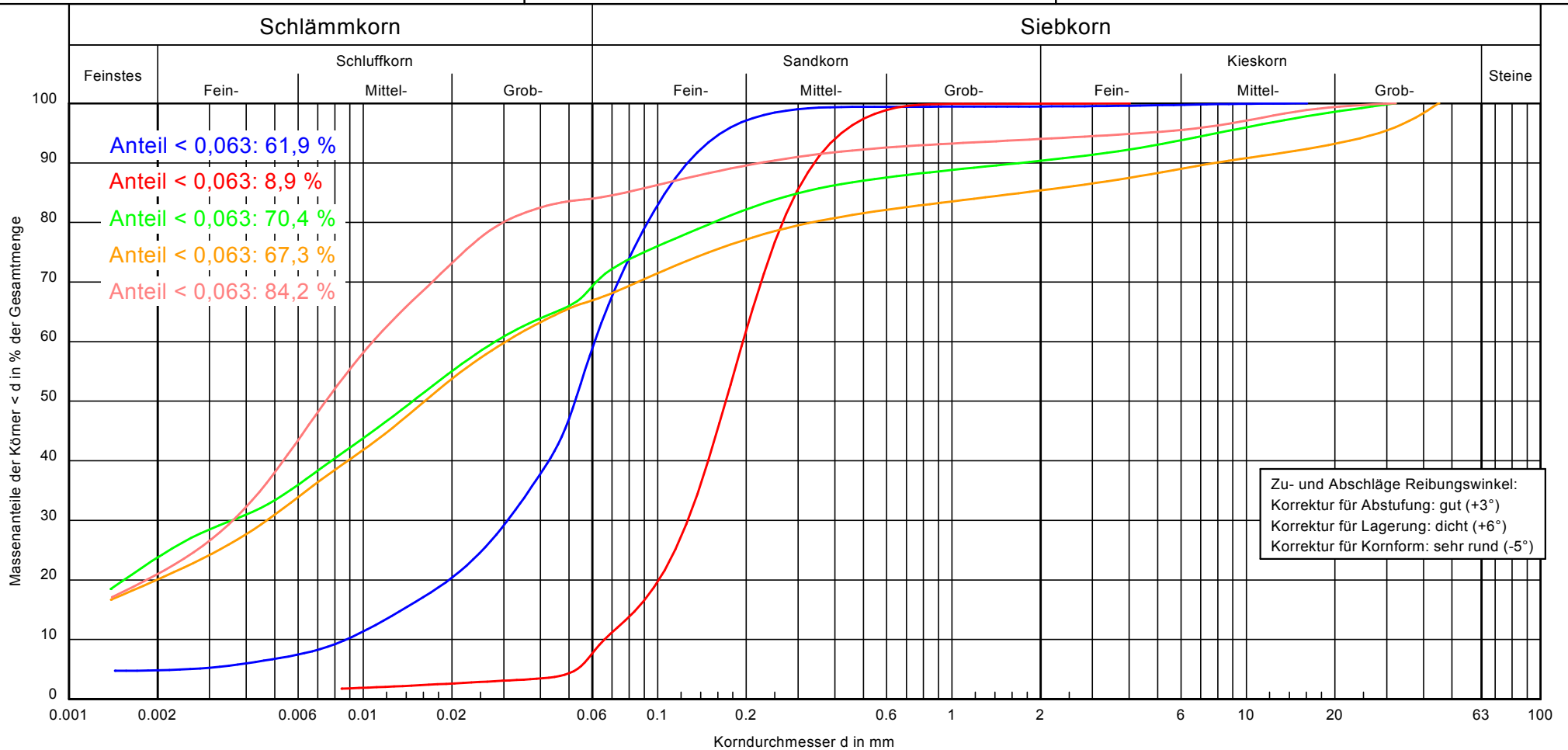
Jettenhausen

Prüfungsnummer: 1810132-KVS06-

Probe entnommen am:

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb-, Schlämmanalyse



Labornummer	KGV01	KGV02	KGV03	KGV04	KGV05
Entnahmestelle	BK1	BK1	BK5	BK13	BK3
Tiefe	10 m	13-13,5 m	2 m	4 m	5 m
Bodenart	U, fs	fs, ms, u'	U, t, q', fs', ms'	U, t, fs', qq'	U, t, q', fs'
U/Cc	7,0/1,8	3,0/1,2	-/-	-/-	-/-
k-Wert / Mallet/Paquant	$4,2 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$2,2 \cdot 10^{-9}$	$1,8 \cdot 10^{-9}$
Bodengruppe		SU			
Reibungswinkel	35,7	39,6	31,3	32,1	29,1
Kornkennzahl	0640	0190	2521	2521	2611

Bemerkungen:
 Moränesand
 Moränesand
 Geschiebemergel (braun)
 Geschiebemergel (grau)
 Geschiebemergel (grau)

AZ:
 1810132GEO
 Anlage:
 3.3

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Friedrichshafen
 Jettenhausen

Bearbeiter: Kü

Datum: 30.01.2019

Prüfungsnummer: 1810132-Wfa02

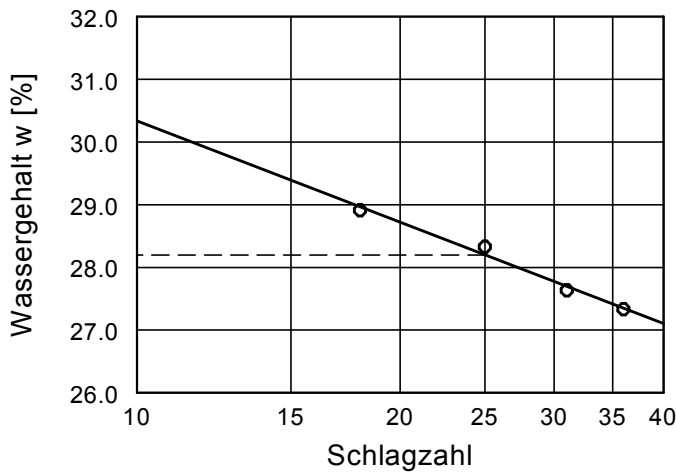
Entnahmestelle: BK4

Tiefe: 2 m

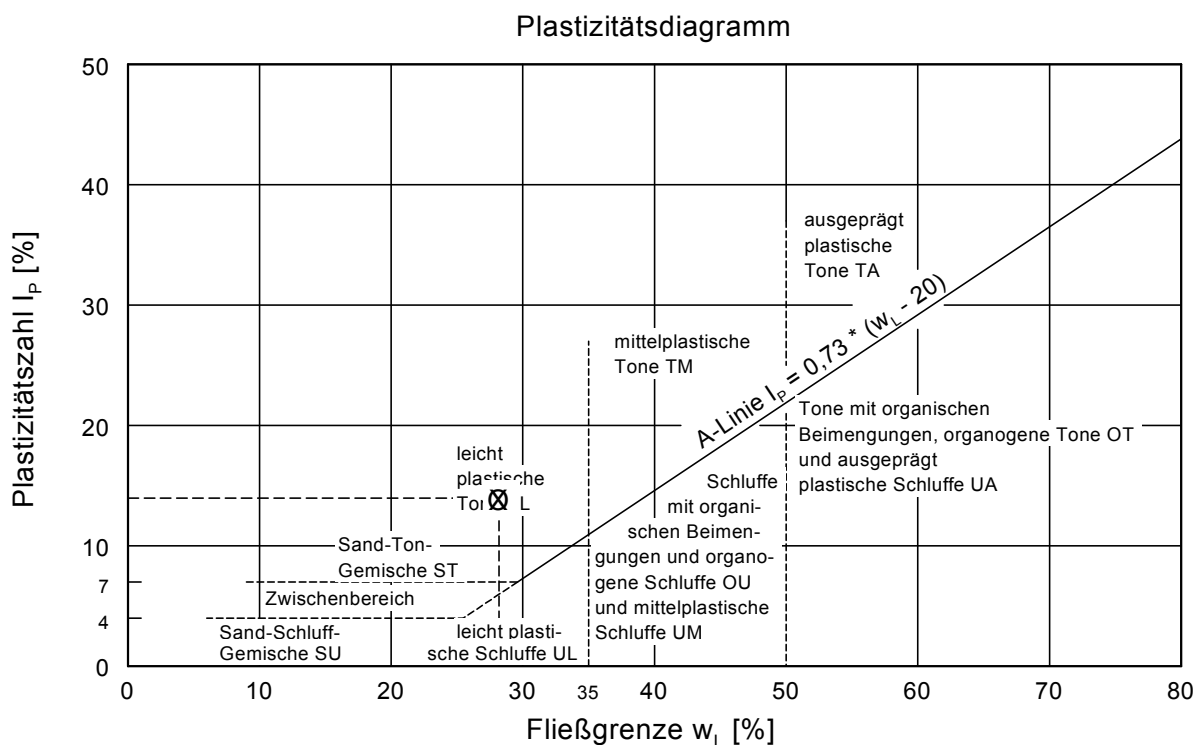
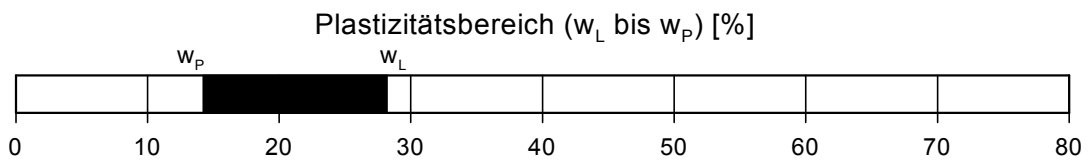
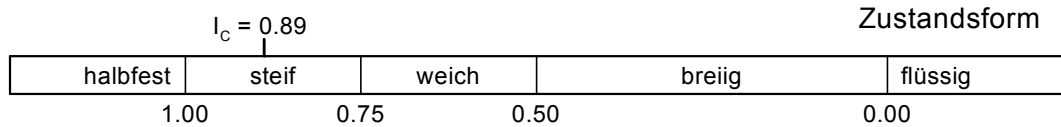
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U,g,t,s-,x- GM braun

Probe entnommen am: 23.01.2019



Wassergehalt w =	15.8 %
Fließgrenze w_L =	28.2 %
Ausrollgrenze w_P =	14.2 %
Plastizitätszahl I_P =	14.0 %
Konsistenzzahl I_C =	0.89



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Friedrichshafen
 Jettenhausen

Bearbeiter: Kü

Datum: 15.02.2019

Prüfungsnummer: 1810132-Wfa10

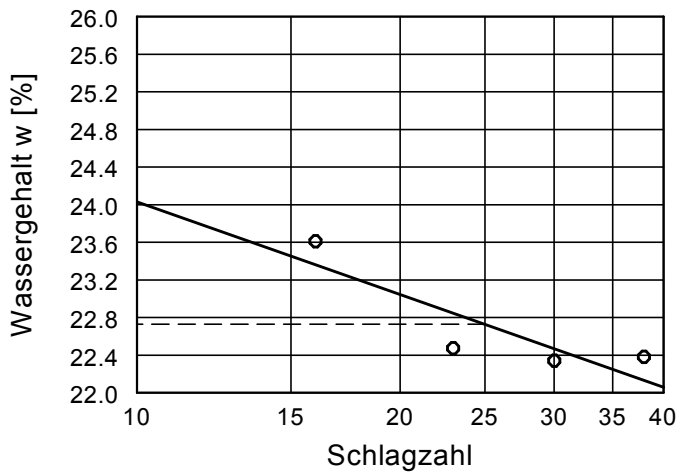
Entnahmestelle: BK5

Tiefe: 5 m

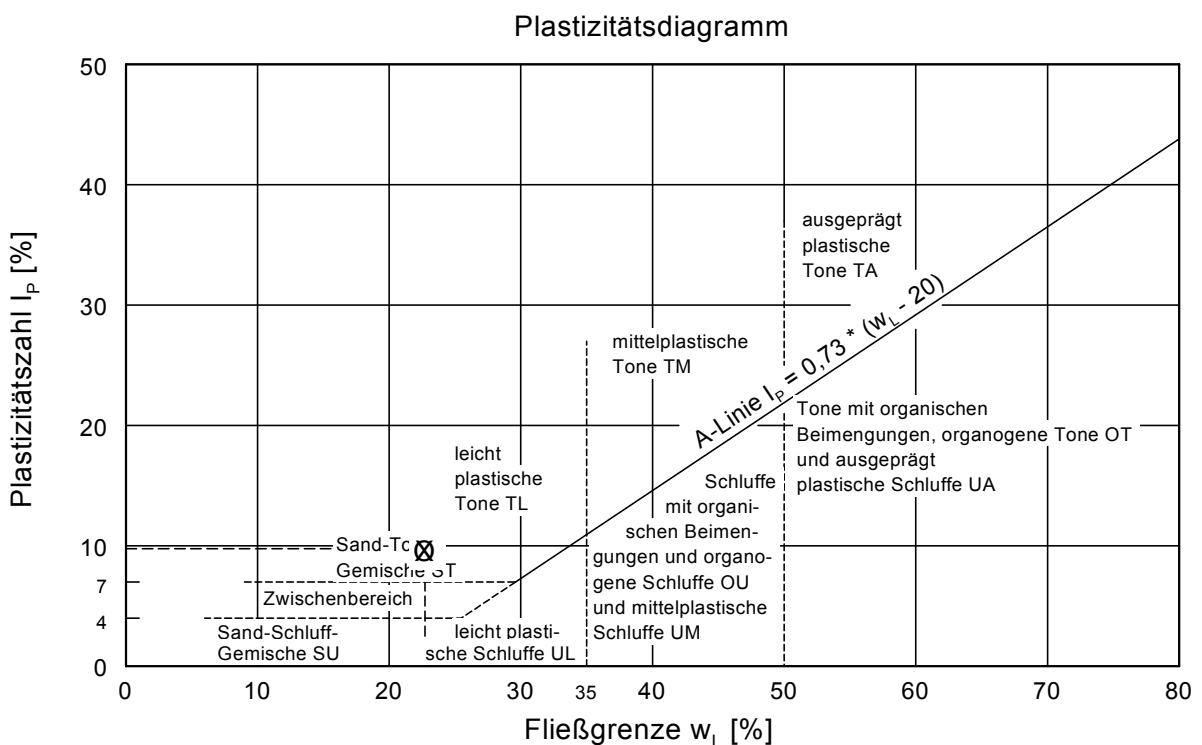
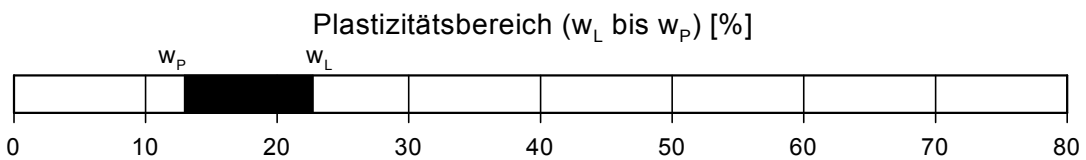
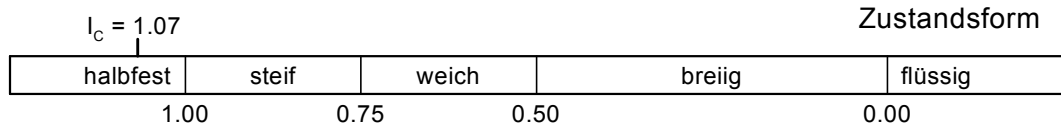
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U,t,g,fs-,x- GM grau

Probe entnommen am: 4.02.2019



Wassergehalt w =	12.3 %
Fließgrenze w_L =	22.7 %
Ausrollgrenze w_P =	13.0 %
Plastizitätszahl I_P =	9.7 %
Konsistenzzahl I_C =	1.07



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Friedrichshafen
 Jettenhausen

Bearbeiter: Kü

Datum: 15.02.2019

Prüfungsnummer: 1810132-Wfa09

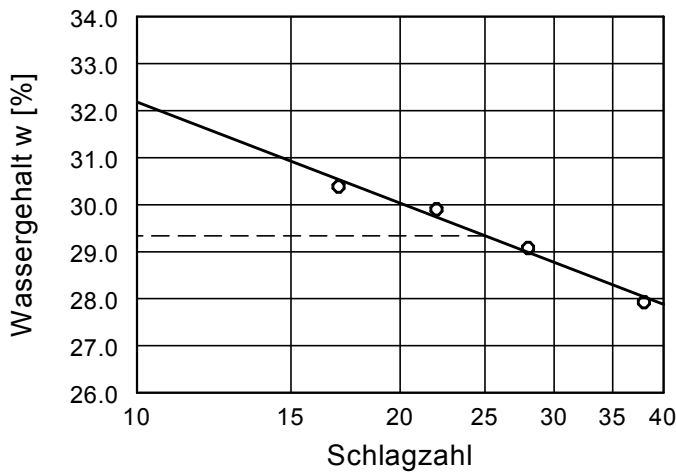
Entnahmestelle: BK6

Tiefe: 3 m

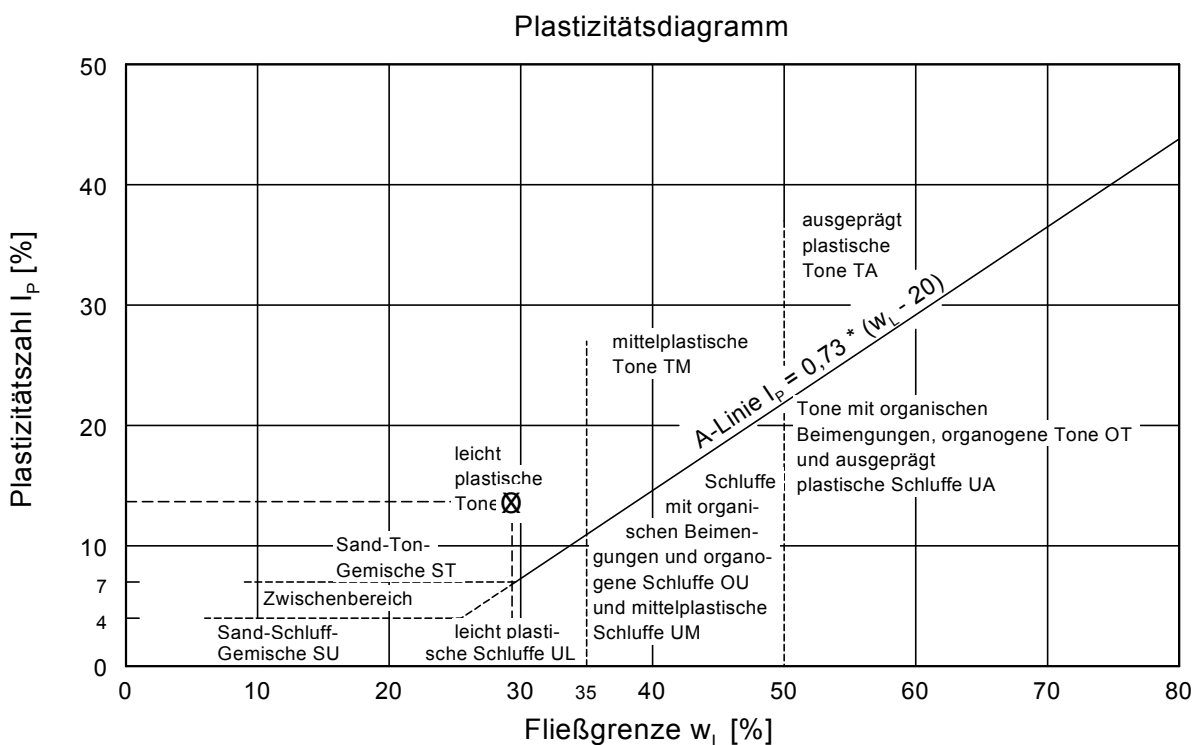
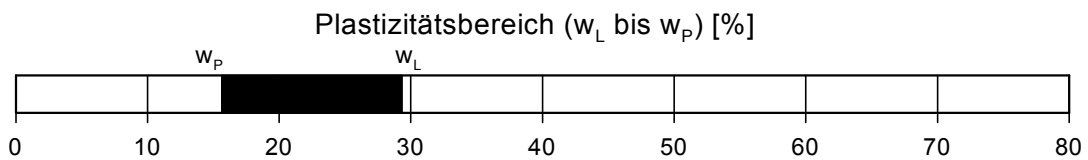
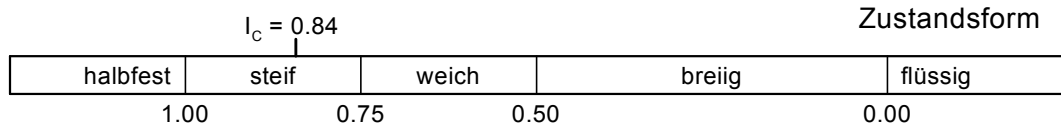
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U,fs,t-,g,x- GM braun

Probe entnommen am: 4.02.2019



Wassergehalt $w = 17.8 \%$
 Fließgrenze $w_L = 29.3 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 15.6 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 13.7$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.84$



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Friedrichshafen
 Jettenhausen

Bearbeiter: Kü

Datum: 30.01.2019

Prüfungsnummer: 1810132-Wfa01

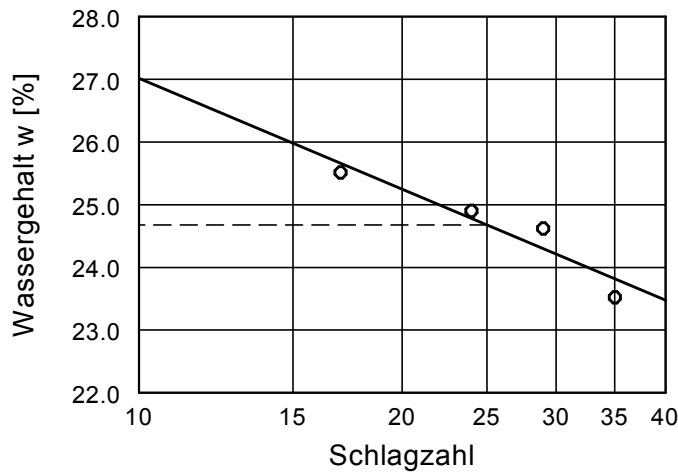
Entnahmestelle: BK11

Tiefe: 4 m

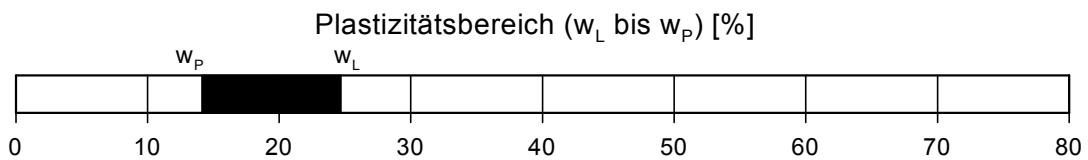
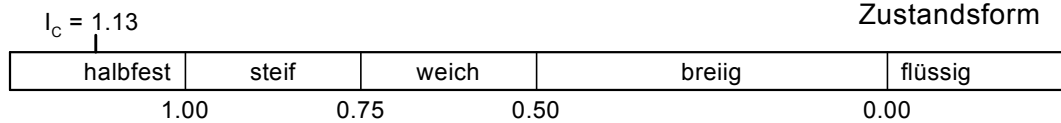
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U,s,t,g-g,-x- GM grau

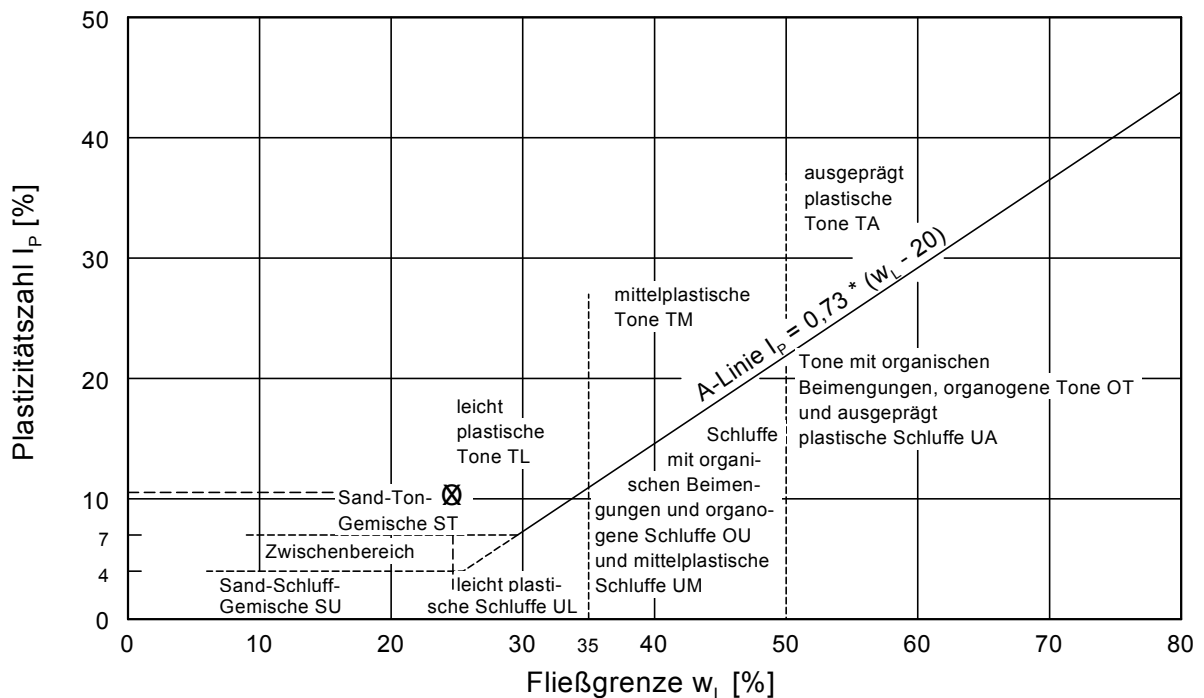
Probe entnommen am: 23.1.2019



Wassergehalt $w =$	12.8 %
Fließgrenze $w_L =$	24.7 %
Ausrollgrenze $w_P =$	14.1 %
Plastizitätszahl $I_P =$	10.6 %
Konsistenzzahl $I_C =$	1.13



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Friedrichshafen
 Jettenhausen

Bearbeiter: Kü

Datum: 30.01.2019

Prüfungsnummer: 1810132-Wfa08

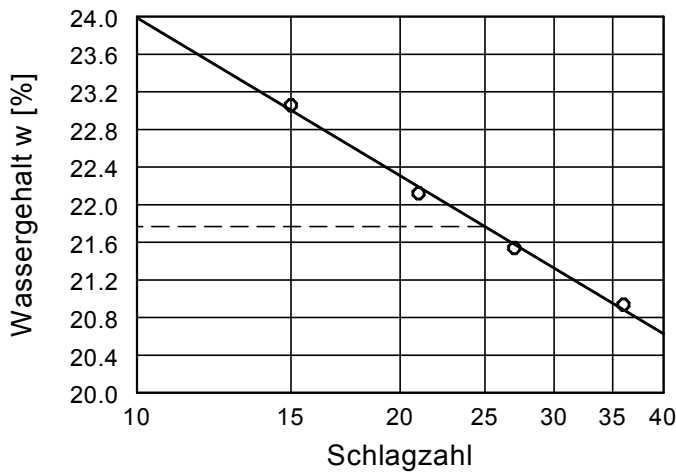
Entnahmestelle: BK12

Tiefe: 4 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U,g,s-,x-,t- GM grau

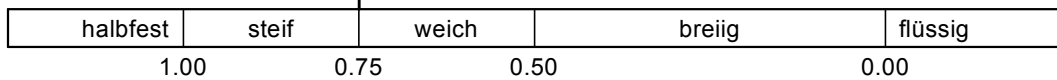
Probe entnommen am: 6.02.2019



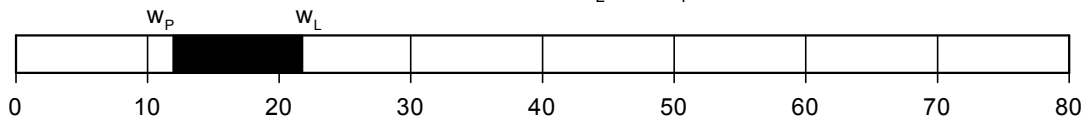
Wassergehalt $w =$	14.4 %
Fließgrenze $w_L =$	21.8 %
Ausrollgrenze $w_P =$	11.9 %
Plastizitätszahl $I_P =$	9.9 %
Konsistenzzahl $I_C =$	0.75

Zustandsform

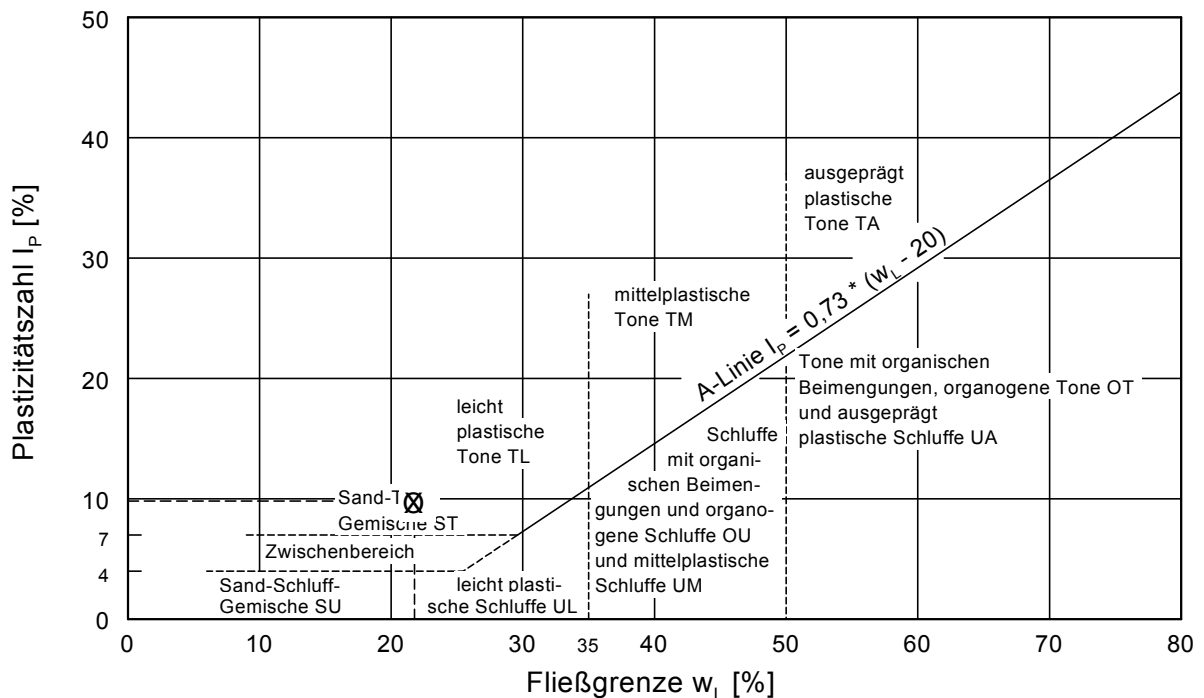
$I_C = 0.75$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Friedrichshafen

Jettenhausen

Bearbeiter: Kü

Datum: 30.01.2019

Prüfungsnummer: 1810132-Wfa04

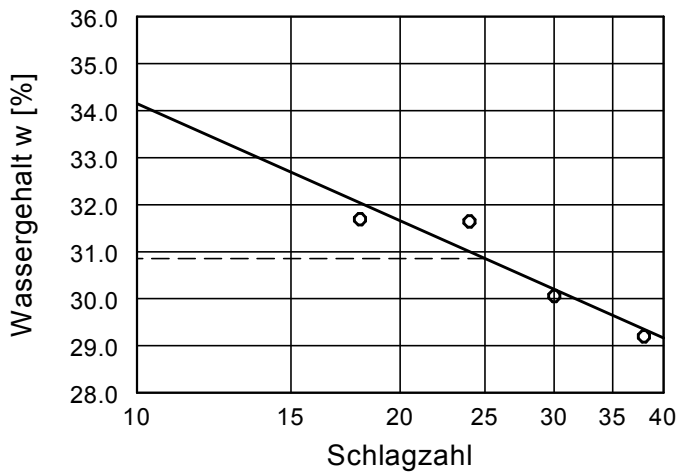
Entnahmestelle: BK13

Tiefe: 3 m

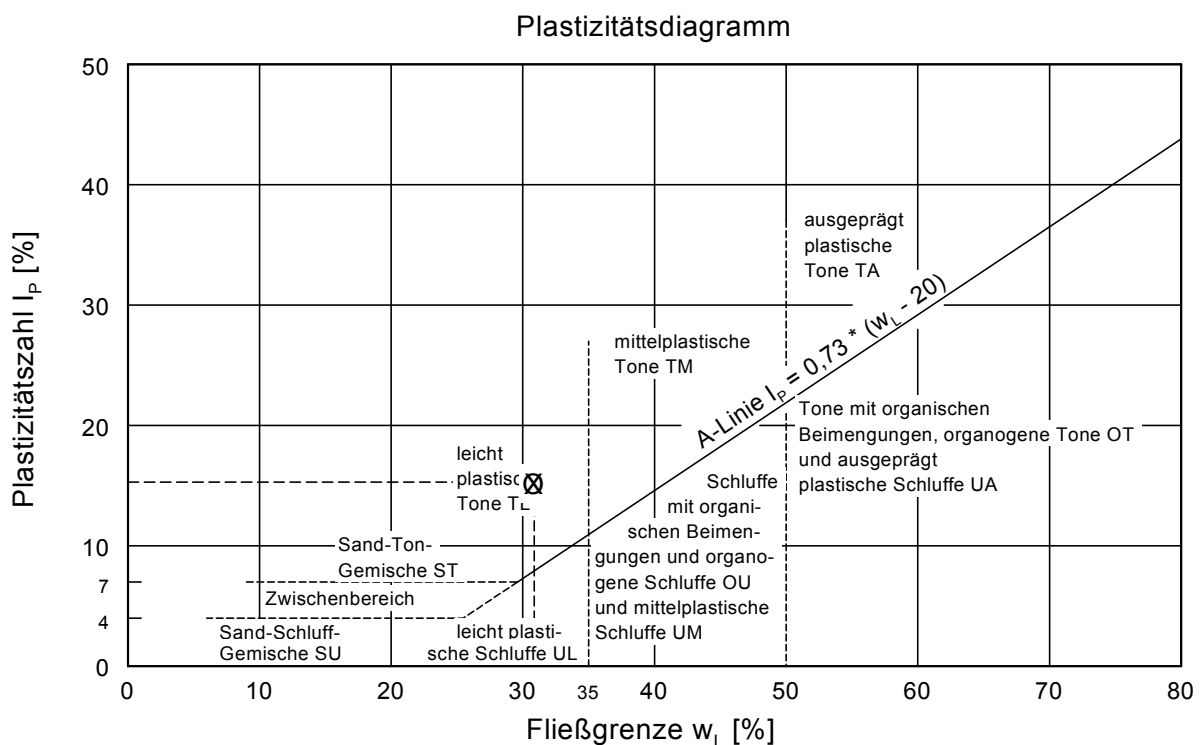
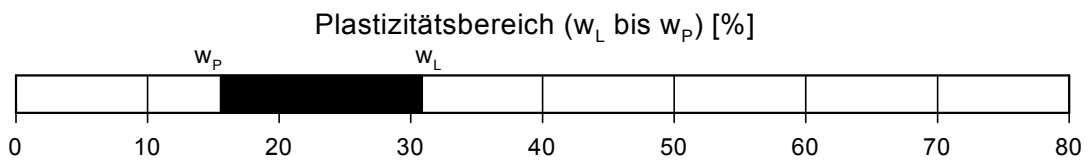
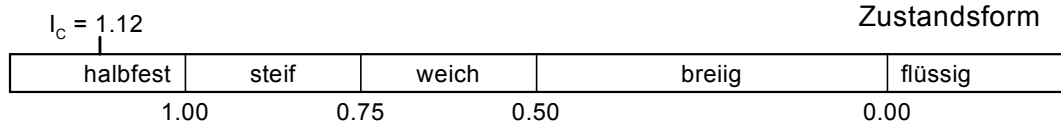
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U,t,g,s- GM braun

Probe entnommen am: 5.2.2019



Wassergehalt w =	13.7 %
Fließgrenze w_L =	30.9 %
Ausrollgrenze w_P =	15.6 %
Plastizitätszahl I_P =	15.3 %
Konsistenzzahl I_C =	1.12



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Friedrichshafen

Jettenhausen

Bearbeiter: Kü

Datum: 30.01.2019

Prüfungsnummer: 1810132-Wfa05

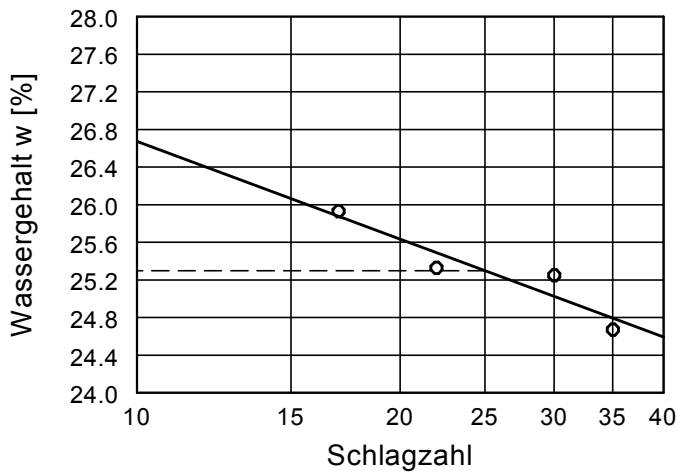
Entnahmestelle: BK13

Tiefe: 4 m

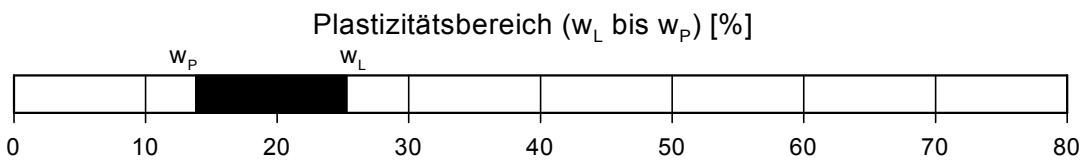
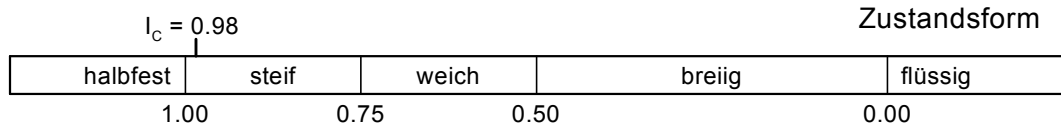
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U,g,s,t-,x- GM grau

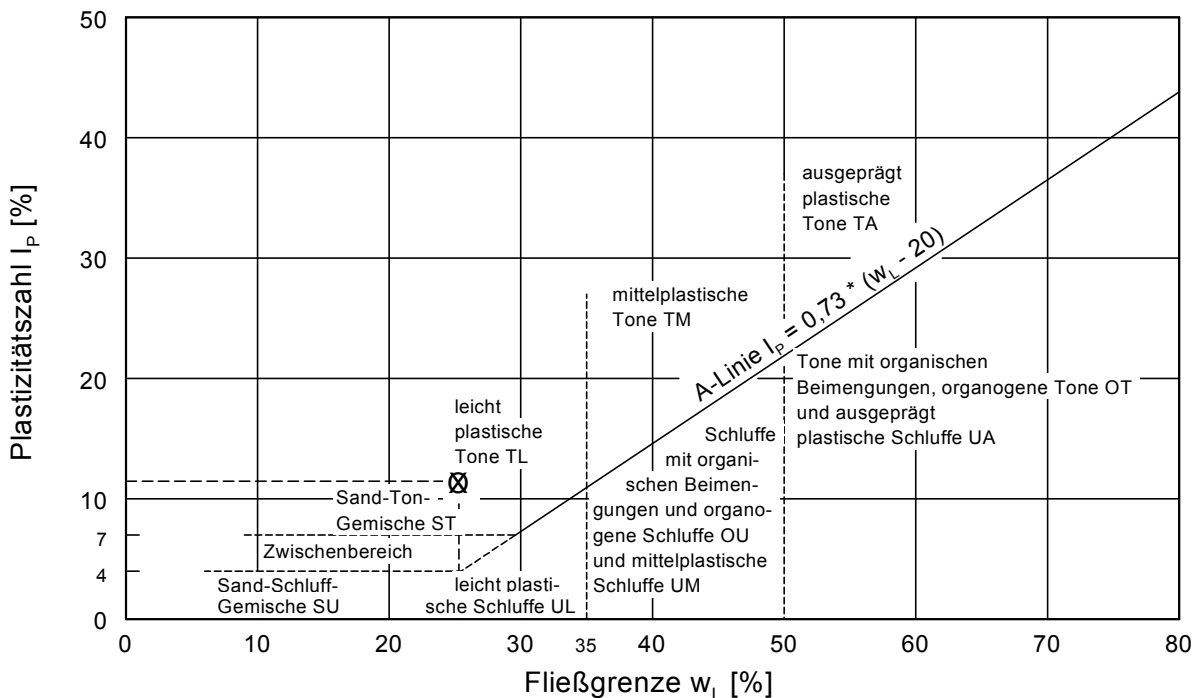
Probe entnommen am: 5.2.2019



Wassergehalt w =	14.0 %
Fließgrenze w_L =	25.3 %
Ausrollgrenze w_P =	13.8 %
Plastizitätszahl I_P =	11.5 %
Konsistenzzahl I_C =	0.98



Plastizitätsdiagramm



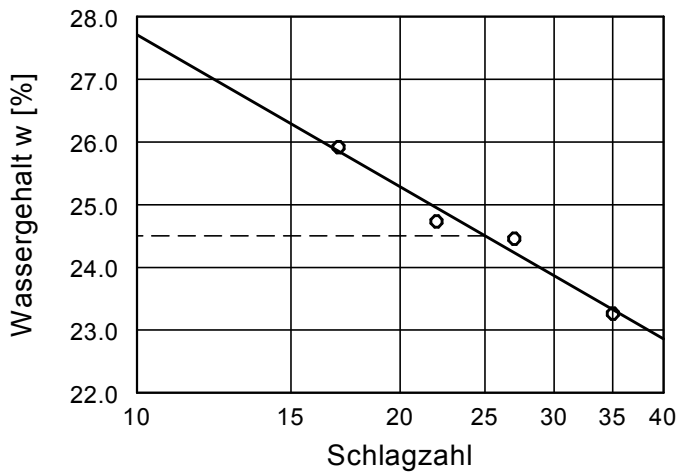
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Friedrichshafen
 Jettenhausen

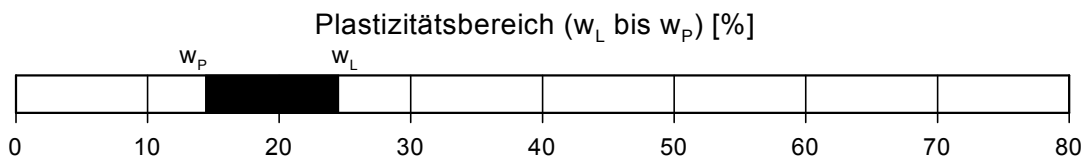
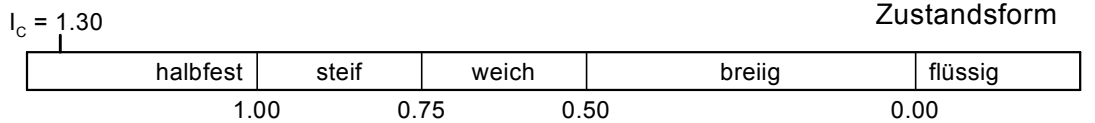
Bearbeiter: Kü

Datum: 30.01.2019

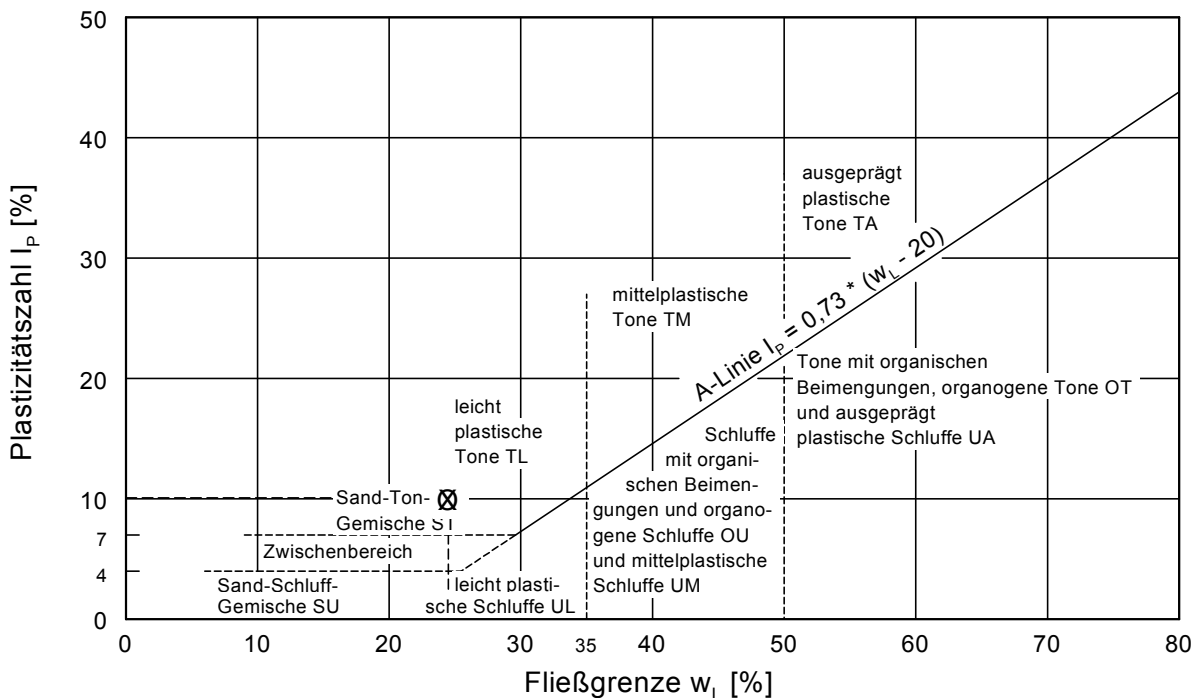
Prüfungsnummer: 1810132-Wfa06
 Entnahmestelle: BK15
 Tiefe: 3 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: U,g,x,t-,s- GM braun
 Probe entnommen am: 6.2.2019



Wassergehalt w =	11.4 %
Fließgrenze w_L =	24.5 %
Ausrollgrenze w_P =	14.4 %
Plastizitätszahl I_P =	10.1 %
Konsistenzzahl I_C =	1.30



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Friedrichshafen

Jettenhausen

Bearbeiter: Kü

Datum: 30.01.2019

Prüfungsnummer: 1810132-Wfa07

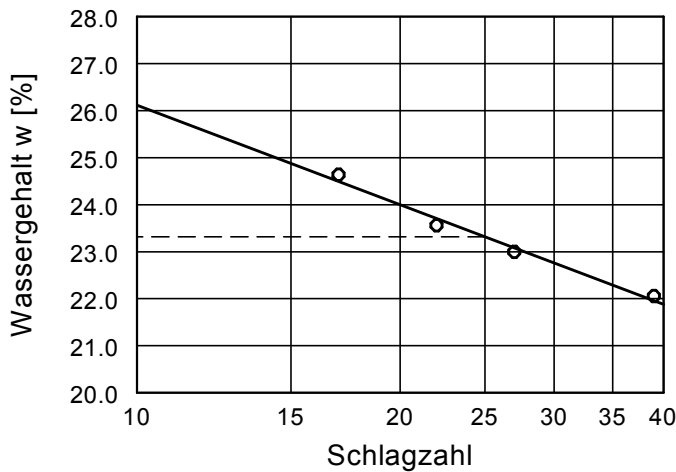
Entnahmestelle: BK15

Tiefe: 5 m

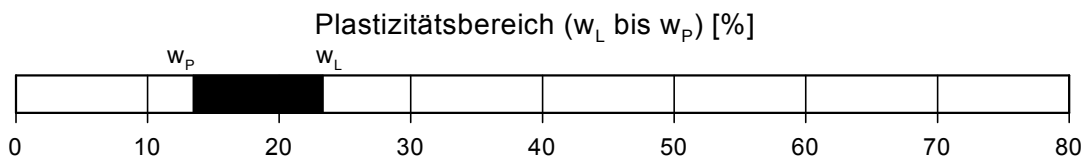
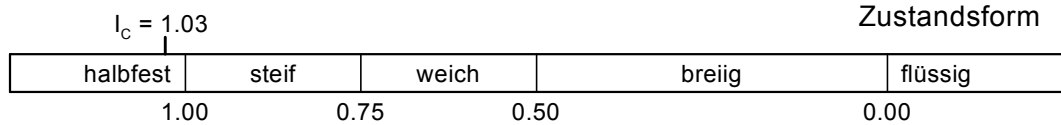
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U,g,x-,t-,s- GM grau

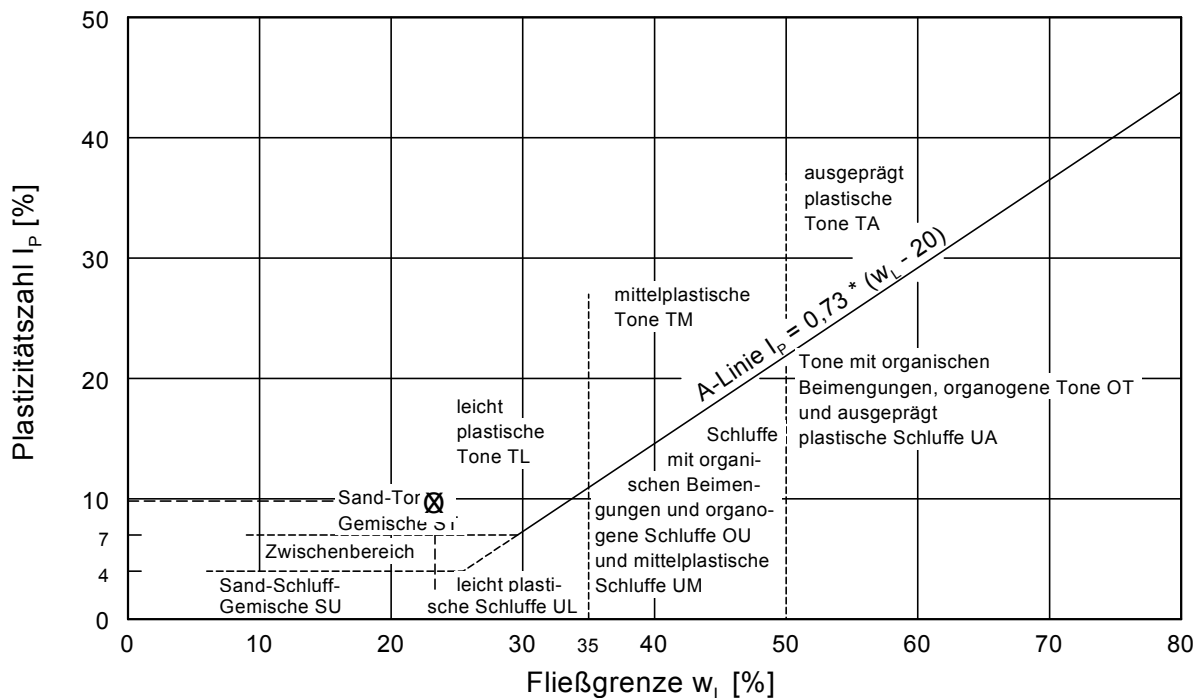
Probe entnommen am: 6.2.2019

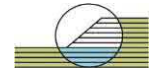


Wassergehalt $w = 13.2 \%$
 Fließgrenze $w_L = 23.3 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 13.5 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 9.8$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.03$



Plastizitätsdiagramm





Laboratoriumsbefund Nr.

AZ 1810132GEO

Bestimmung der Wichte nach DIN 18125

Projekt: Friedrichshafen, Jettenhausen

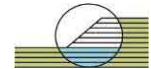
Entnahmestelle: **BK3, 3 m; BK5 4 m**

Datum: 8.02.2019

Sachbearbeiter: Beu

Entnahmestelle		BK3	BK5
Tiefe	m	3	4
Bodenart		U,t,g-g-,s- GM braun	U,t,g,fs-,x- GM grau
nat. Wassergehalt	%	12,6	14,2
Feuchtraumwichte	kN/m ³	21,71	21,37
Trockenraumwichte	kN/m ³	19,28	18,72
Auftriebsraumwichte	kN/m ³	12,09	11,73
Kornwichte ¹	kN/m ³	26,8	26,8
Porenanteil	n	0,280	0,302
Sättigungszahl	%	86,6	88,1

1: Korndichte laut Angaben Fachliteratur!



Laboratoriumsbefund Nr.

AZ 1810132GEO

Bestimmung der Wichte nach DIN 18125

Projekt: Friedrichshafen, Jettenhausen

Entnahmestelle: **BK6 6 m; BK13 3 m**

Datum: 8.02.2019

Sachbearbeiter: Beu

Entnahmestelle		BK6	BK13
Tiefe	m	6	3
Bodenart		U,t,fs-,g-g- GM grau	U,t,g,s- GM braun
nat. Wassergehalt	%	11,1	13,7
Feuchtraumwichte	kN/m ³	22,86	21,39
Trockenraumwichte	kN/m ³	20,57	18,82
Auftriebsraumwichte	kN/m ³	12,90	11,80
Kornwichte ¹	kN/m ³	26,8	26,8
Porenanteil	n	0,232	0,298
Sättigungszahl	%	98,3	86,5

1: Korndichte laut Angaben Fachliteratur!



Laboratoriumsbefund Nr.:

AZ 1810132GEO

Bestimmung des Schrumpfgrenze DIN 18 122-2

Projekt: Friedrichshafen Jettenhausen

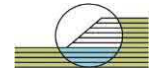
Entnahmedatum: 23.1./7.02.2019

Sachbearbeiter: Beu

Bearbeitungsdatum: 12.02.2019

	Entnahmestelle		BK3	BK5	BK6	BK6	
	Tiefe		2 m	5 m	3 m	8 m	
	Bodenart		U,t,g-g-,s- GM braun	U,t,g,fs-,x- GM grau	U,fs,t-,g,x- GM braun	U,t,fs-,g-g- GM grau	
A	Fließgrenze	%	29,0	22,7	29,3		
B	Korndichte	g/cm ³	2,60	2,60	2,60	2,60	
C	nat. Wassergehalt	%	13,5	14,1	16,0	11,7	
D	Ausgangswassergehalt - Soll	%	31,9	25,0	32,2	0,0	
E	Dichte des Wassers bei 20°C	g/cm ³	0,99823	0,99823	0,99823	0,99823	
F	Ausrollgrenze	%	14,4	13,0	15,6		
G	Meßring	d = mm					
H		h = mm					
I		V = cm ³					
J		m = g					
K							
L	feuchter Probekörper+Ring+Platte	g	754,16	753,32	741,04	753,12	
M	trockener Probekörper+Ring+Platte	g	731,88	732,47	715,82	731,49	
N	Wasser bei Versuchsbeginn	g	22,28	20,85	25,22	21,63	
O	Ring+Glasplatte	g	639,12	639,10	629,55	635,46	
P	trockener Probekörper	g	92,76	93,37	86,27	96,03	
Q	Volumen des tr. Probekörpers *)	cm ³	52,67	50,57	45,95	52,00	
R							
S	Schrumpfgrenze	W_s	%	18,3	15,7	14,8	15,7
	$W_s = ((V_d/m_d)-(1/Q_s))*Q_w$						
	*) Volumen bestimmt durch						
	Wichte						

Bemerkungen:



Laboratoriumsbefund Nr.:

AZ 1810132GEO

Bestimmung des Schrumpfgrenze DIN 18 122-2

Projekt: Friedrichshafen Jettenhausen

Entnahmedatum: 23.1./7.02.2019

Sachbearbeiter: Beu

Bearbeitungsdatum: 12.02.2019

	Entnahmestelle		BK13	BK13	BK12	BK15	BK15	
	Tiefe		3 m	4 m	4 m	3 m	5 m	
	Bodenart		U,t,g,s- GM braun	U,g,s,t,x- GM grau	U,g,s-,x-,t- GM grau	U,g,x,t-,s- GM braun	U,g,x-,t-,s- GM grau	
A	Fließgrenze	%	30,90	25,30	21,80	24,50	23,30	
B	Korndichte	g/cm ³	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	
C	nat. Wassergehalt	%	13,7	14,0	14,4	11,4	13,2	
D	Ausgangswassergehalt - Soll	%	33,99	27,83	23,98	26,95	25,63	
E	Dichte des Wassers bei 20°C	g/cm ³	0,99823	0,99823	0,99823	0,99823	0,99823	
F	Ausrollgrenze	%	15,6	13,8	11,9	14,4	13,5	
G	Meßring	d = mm						
H		h = mm						
I		V = cm ³						
J		m = g	41,81	41,51				
K								
L	feuchter Probekörper+Ring+Platte	g	746,52	745,69	749,88	742,48	760,23	
M	trockener Probekörper+Ring+Platte	g	721,12	722,74	729,52	721,00	738,95	
N	Wasser bei Versuchsbeginn	g	25,40	22,95	20,36	21,48	21,28	
O	Ring+Glasplatte	g	635,47	629,58	629,86	626,97	647,30	
P	trockener Probekörper	g	85,65	93,16	99,66	94,03	91,65	
Q	Volumen des tr. Probekörpers *)	cm ³	49,38	53,44	55,30	53,12	51,18	
R								
S	Schrumpfgrenze	W_s	%	19,2	18,9	17,0	18,0	17,3
		$W_s = ((V_d/m_d) - (1/Q_s)) * Q_w$						
	*) Volumen bestimmt durch							
	Wichte							

Bemerkungen:



Laboratoriumsbefund Nr.: AZ 1706098GEO

Glühverlust nach DIN18128

Projekt: Friedrichshafen, Jettenhausen

BK3, 1 m (GM braun)

Entnahmedatum: 31.1./1.2.2019

Sachbearbeiter: Beu

Bearbeitungsdatum: 8.02.2019

	Glühverlust (%)		
Behälter Nr.	2	8	16
Probe org. + Beh. vorh.	63,38	70,62	65,29
Probe org. + Beh. nach.	62,92	70,18	64,78
Behälter	48,40	55,67	50,30
Org. Anteil	0,46	0,44	0,51
Probe vorh.	14,98	14,95	14,99
Glühverlust %	3,07	2,94	3,40
Glühverlust (%)	3,1		

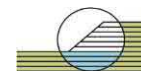
BK5, 2 m (GM braun)

Entnahmedatum: 1./4.02.2019

Sachbearbeiter: Beu

Bearbeitungsdatum: 8.02.2019

	Glühverlust (%)		
Behälter Nr.	4	19	26
Probe org. + Beh. vorh.	39,87	35,97	27,81
Probe org. + Beh. nach.	39,55	35,69	27,51
Behälter	29,91	25,98	17,87
Org. Anteil	0,32	0,28	0,30
Probe vorh.	9,96	9,99	9,94
Glühverlust %	3,21	2,80	3,02
Glühverlust (%)	3,0		



Laboratoriumsbefund Nr.: AZ 1706098GEO

Glühverlust nach DIN18128

Projekt: Friedrichshafen, Jettenhausen

BK10, 1 m (GM braun)

Entnahmedatum: 22.01.2019

Sachbearbeiter: Beu

Bearbeitungsdatum: 8.02.2019

	Glühverlust (%)		
Behälter Nr.	5	7	13
Probe org. + Beh. vorh.	27,59	28,15	28,55
Probe org. + Beh. nach.	27,34	27,94	28,28
Behälter	17,57	18,14	18,49
Org. Anteil	0,25	0,21	0,27
Probe vorh.	10,02	10,01	10,06
Glühverlust %	2,50	2,10	2,68
Glühverlust (%)	2,4		

BK15, 2 m (GM braun)

Entnahmedatum: 6./7.02.2019

Sachbearbeiter: Beu

Bearbeitungsdatum: 8.02.2019

	Glühverlust (%)		
Behälter Nr.	1	10	11
Probe org. + Beh. vorh.	70,03	67,39	68,13
Probe org. + Beh. nach.	69,72	67,06	67,86
Behälter	55,07	52,41	53,19
Org. Anteil	0,31	0,33	0,27
Probe vorh.	14,96	14,98	14,94
Glühverlust %	2,07	2,20	1,81
Glühverlust (%)	2,0		



Laboratoriumsbefund Nr.:

AZ 1810132geo

Bestimmung des Kalkgehaltes

Projekt: Friedrichshafen, Jettenhausen

Entnahmedatum: 24.01. - 07.02.2019

Sachbearbeiter: UI

Bearbeitungsdatum: 31.01. - 10.02.2019

Entnahme- stelle	Entnahme- tiefe [m]	Salzsäure Versuch	Kalkgehalt	geologische Zuordnung
BK1	3,3	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK1	3,8	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK1	4,2	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK1	5,5	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK1	6,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK1	7,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK1	12,0	o++	kalkhaltig	Moränesand
BK1	13,5	o++	kalkhaltig	Moränesand
BK1	14,5	o++	kalkhaltig	Moränesand
BK2	0,5	-	entkalkt	Verwitterungsdecke
BK2	2,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK2	3,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK2	5,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK2	7,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK3	2,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK3	3,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK3	4,3	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK3	5,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK3	6,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK3	8,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK6	2,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK6	3,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK6	5,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK6	7,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK6	9,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK7	0,7	-	entkalkt	Verwitterungsdecke
BK7	2,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK7	3,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK7	7,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK7	9,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK8	1,0	o+	schwach kalkhaltig	Verwitterungsdecke
BK8	3,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK8	6,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK10	0,5	-	entkalkt	Verwitterungsdecke



Laboratoriumsbefund Nr.:

AZ 1810132geo

Bestimmung des Kalkgehaltes

Projekt: Friedrichshafen, Jettenhausen

Entnahmedatum: 24.01. - 07.02.2019


Sachbearbeiter: UI

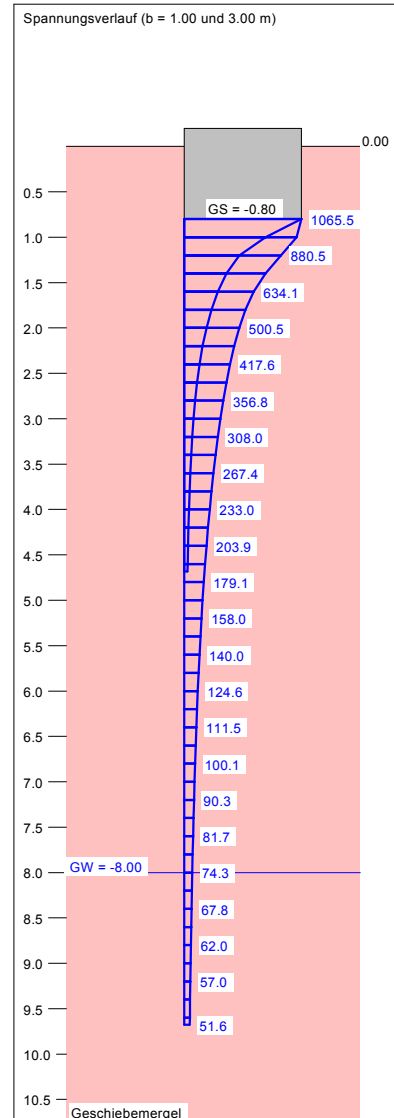
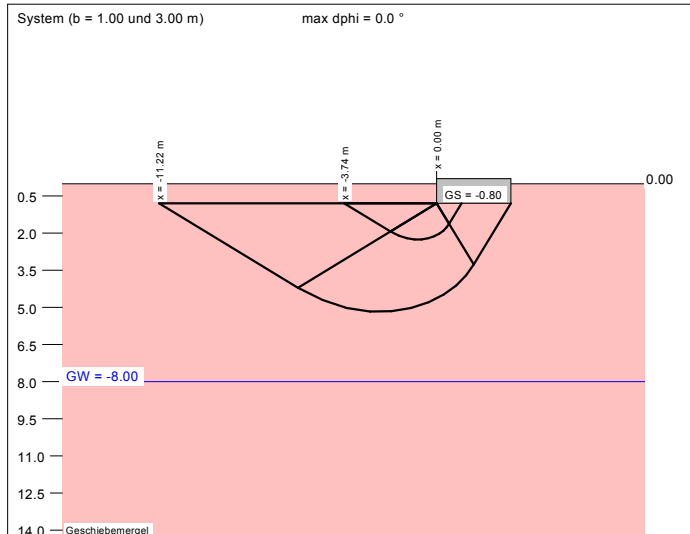
Bearbeitungsdatum: 31.01. - 10.02.2019

Entnahme- stelle	Entnahme- tiefe [m]	Salzsäure Versuch	Kalkgehalt	geologische Zuordnung
BK10	3,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK10	5,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK11	2,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK11	5,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK12	2,5	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK12	5,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK13	2,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK13	4,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK14	1,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK14	3,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK14	5,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK14	7,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK15	0,5	o	sehr schwach kalkhaltig	Verwitterungsdecke
BK15	2,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK15	3,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK15	5,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel
BK15	6,0	o++	kalkhaltig	Geschiebemergel

Legende:

-	entkalkt
o	sehr schwach kalkhaltig
o+	schwach kalkhaltig
o++	kalkhaltig

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	21.5	11.5	27.5	22.5	36.5	0.00	Geschiebemergel

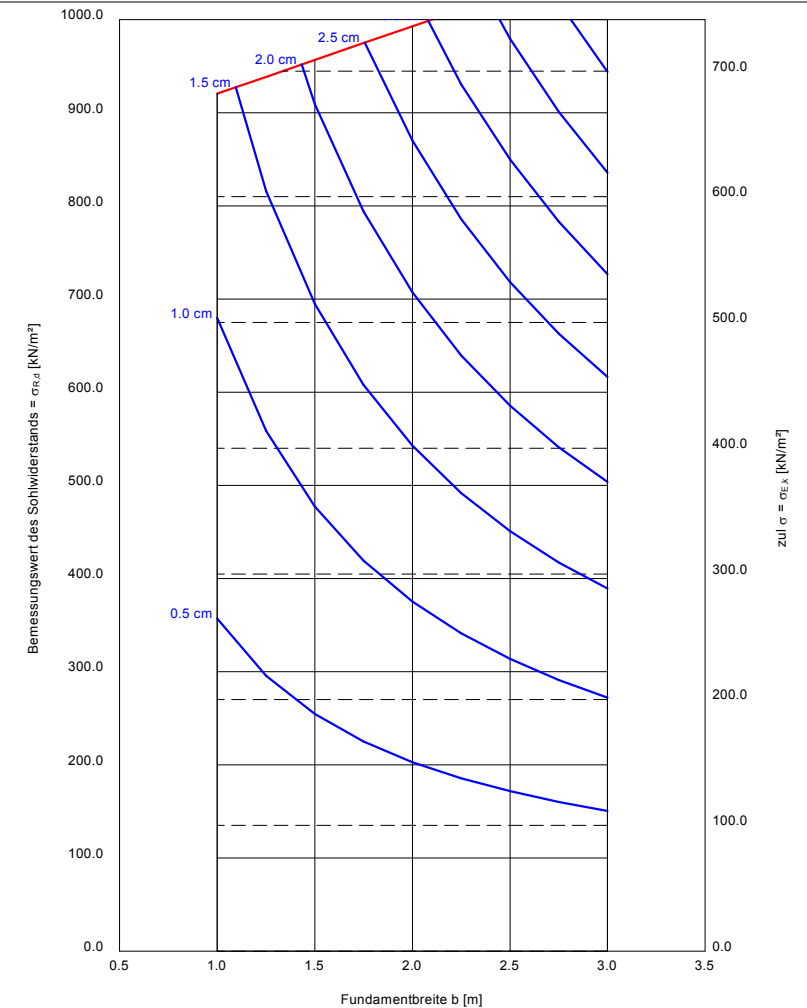



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
1.00	1.00	920.7	920.7	682.0	1.38	27.5	22.50	21.50	17.20	4.68	2.25
1.25	1.25	938.8	1466.9	695.4	1.74	27.5	22.50	21.50	17.20	5.36	2.62
1.50	1.50	956.9	2153.0	708.8	2.11	27.5	22.50	21.50	17.20	6.00	2.98
1.75	1.75	975.0	2985.9	722.2	2.49	27.5	22.50	21.50	17.20	6.61	3.35
2.00	2.00	993.1	3972.4	735.6	2.88	27.5	22.50	21.50	17.20	7.20	3.71
2.25	2.25	1011.2	5119.1	749.0	3.28	27.5	22.50	21.50	17.20	7.77	4.07
2.50	2.50	1029.3	6433.0	762.4	3.69	27.5	22.50	21.50	17.20	8.39	4.44
2.75	2.75	1047.4	7920.8	775.8	4.12	27.5	22.50	21.50	17.20	9.04	4.80
3.00	3.00	1065.5	9589.3	789.2	4.56	27.5	22.50	21.50	17.20	9.68	5.16

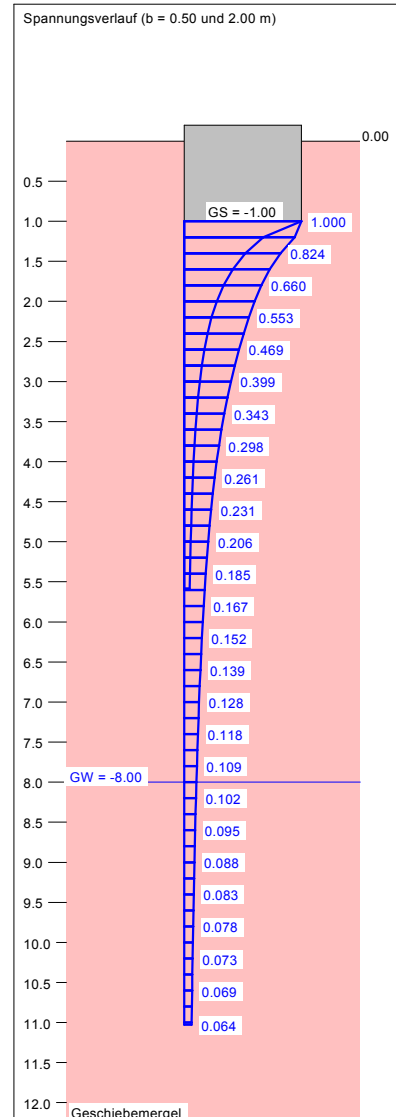
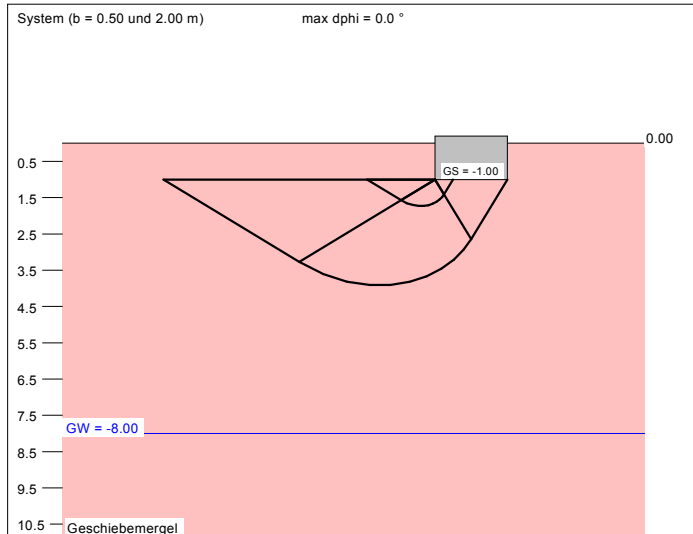
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{R,k} / 1.89$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.00

Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Oberkante Gelände = 0.00 m
Gründungssohle = -0.80 m
Grundwasser = -8.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— Solldruck
— Setzungen



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	21.5	11.5	27.5	22.5	36.0	0.00	Geschiebmergel

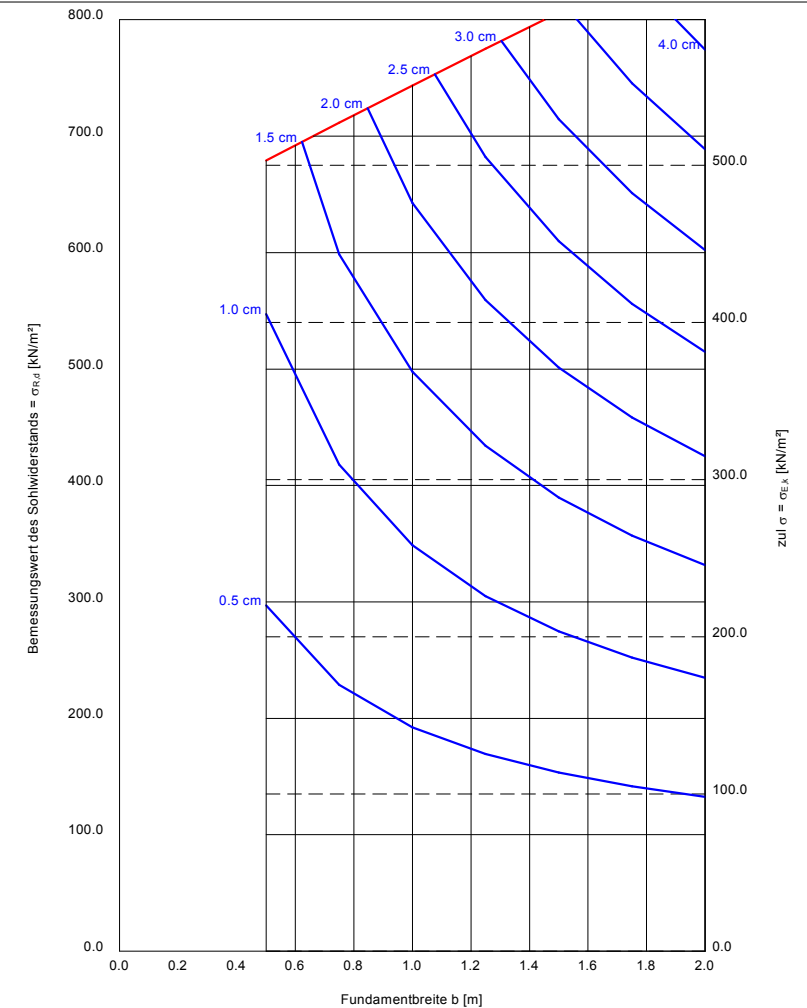


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	679.2	339.6	503.1	1.27	27.5	22.50	21.50	21.50	5.58	1.73
10.00	0.75	711.5	533.6	527.0	1.82	27.5	22.50	21.50	21.50	6.65	2.09
10.00	1.00	743.4	743.4	550.7	2.35	27.5	22.50	21.50	21.50	7.56	2.45
10.00	1.25	775.0	968.7	574.1	2.89	27.5	22.50	21.50	21.50	8.46	2.82
10.00	1.50	806.2	1209.2	597.2	3.44	27.5	22.50	21.50	21.50	9.38	3.18
10.00	1.75	836.9	1464.6	619.9	3.99	27.5	22.50	21.50	21.50	10.23	3.55
10.00	2.00	867.3	1734.6	642.4	4.55	27.5	22.50	21.50	21.50	11.03	3.91

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{R,k} / 1.89$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.00

Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

Oberkante Gelände = 0.00 m
Gründungssohle = -1.00 m
Grundwasser = -8.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt
— Solldruck
— Setzungen



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.1

Sachbearbeiter
UI

BK1: 3.0 – 10.0 m

0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

2.0 – 3.0 m



3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m

6.0 – 7.0 m

7.0 – 8.0 m

8.0 – 9.0 m

9.0 – 10.0 m

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.2

Sachbearbeiter
UI

BK1: 10.0 – 15.0 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.3

Sachbearbeiter
UI

BK2: 0.0 – 10.0 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

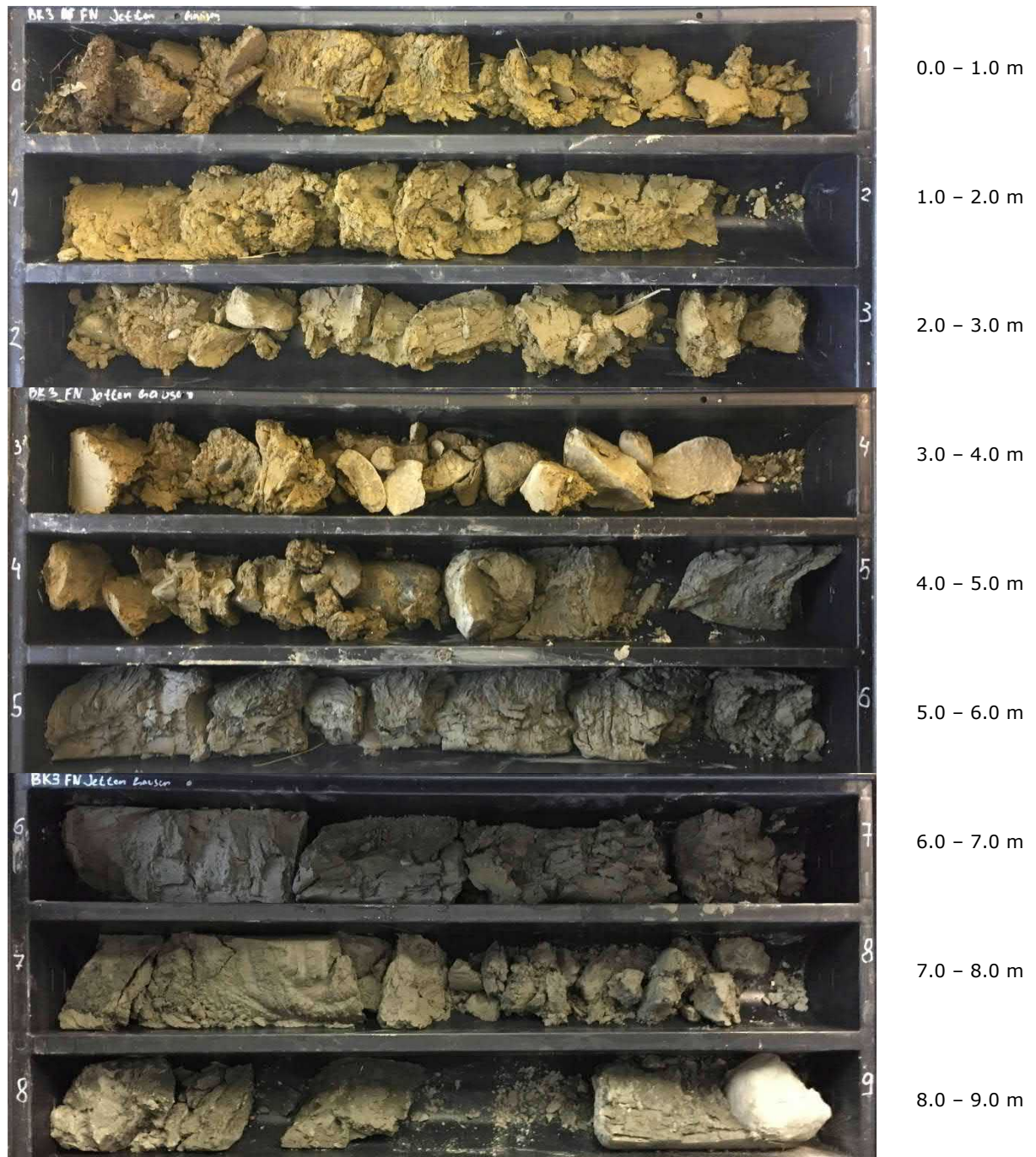
AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.4

Sachbearbeiter
UI

BK3: 0.0 – 6.0 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

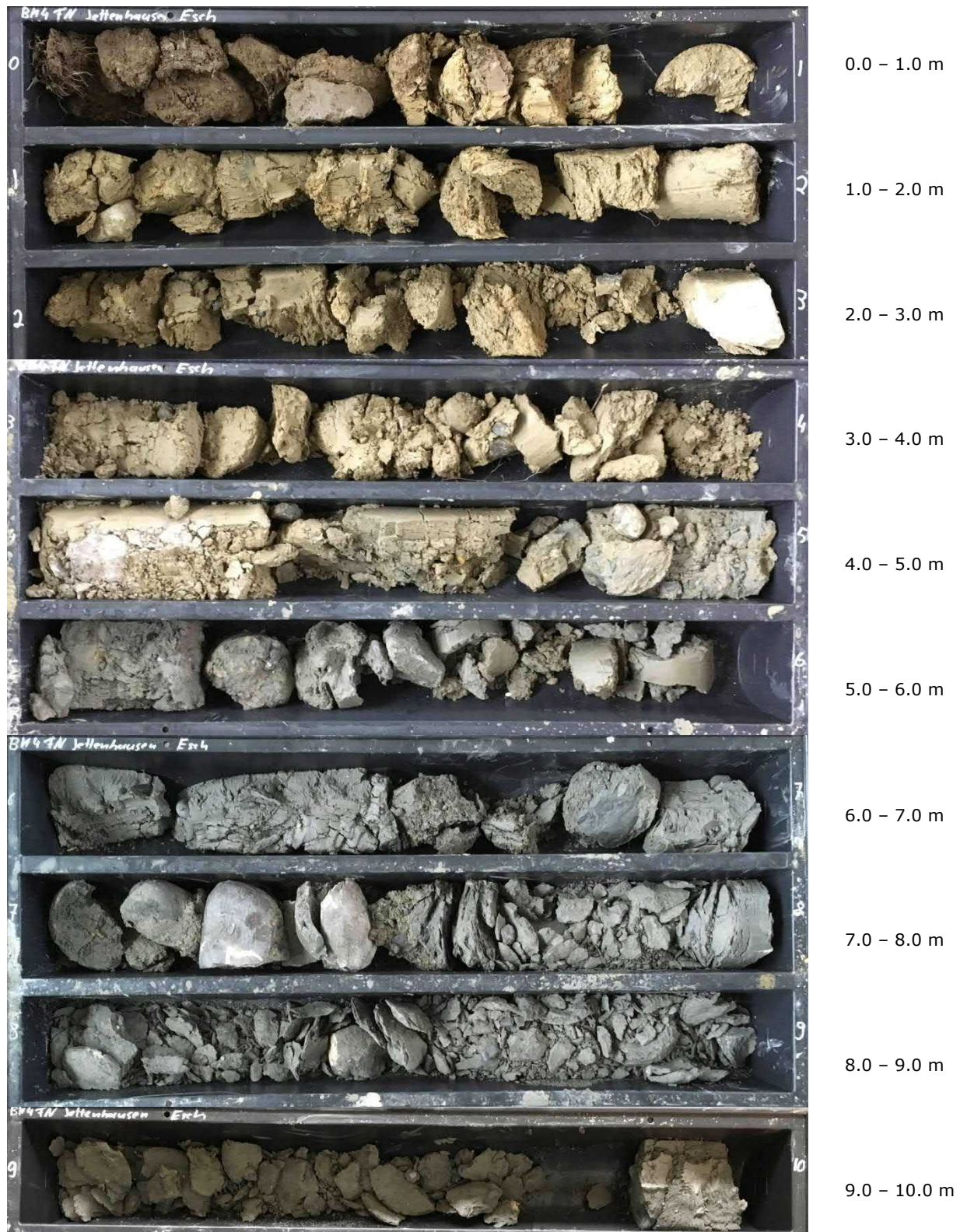
AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.5

Sachbearbeiter
UI

BK4: 0.0 – 10.0 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

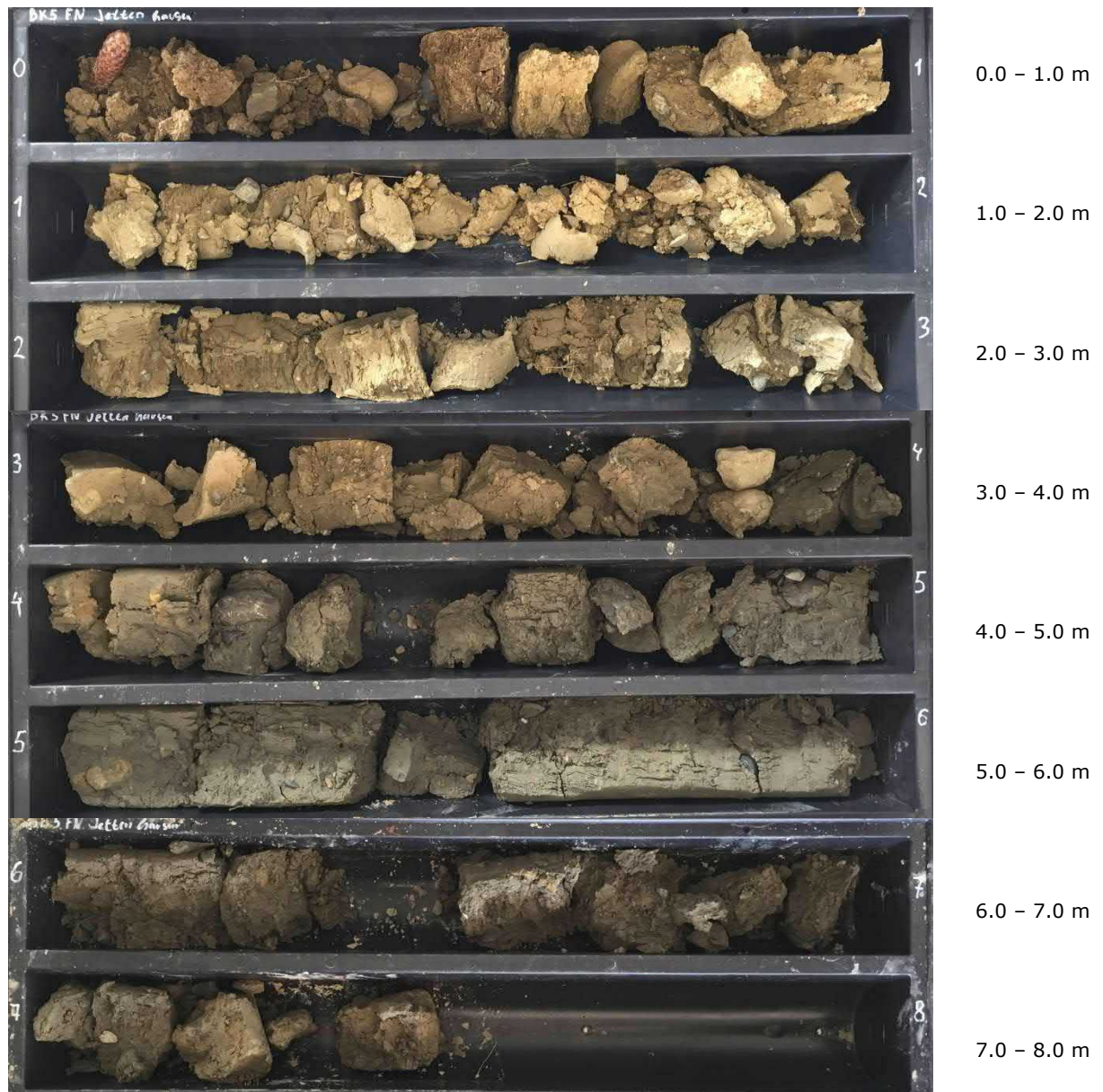
AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.6

Sachbearbeiter
UI

BK5: 0.0 – 7.5 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

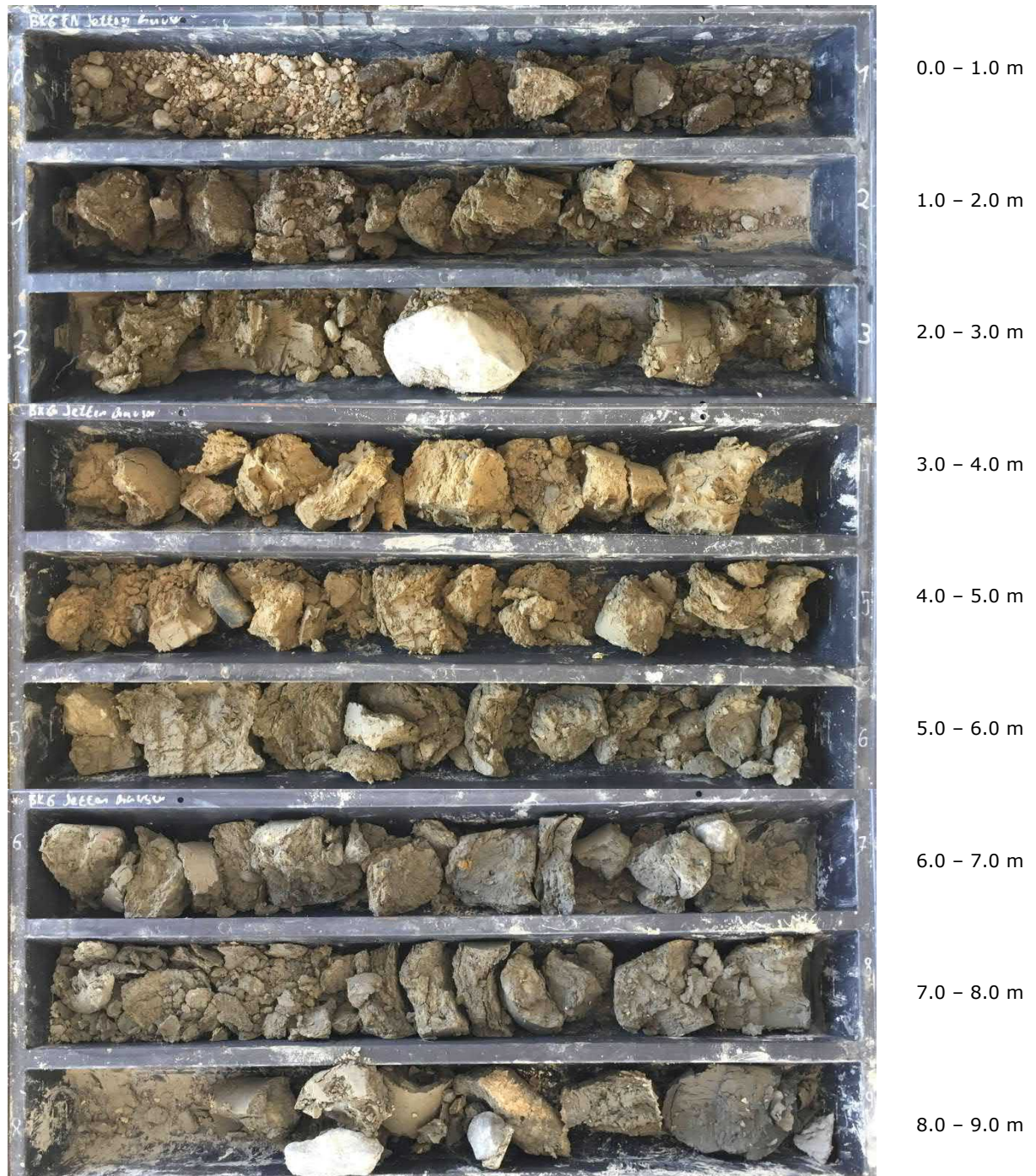
AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.7

Sachbearbeiter
UI

BK6: 0.0 – 9.0 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.8

Sachbearbeiter
UI

BK7: 0.0 – 10.0 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

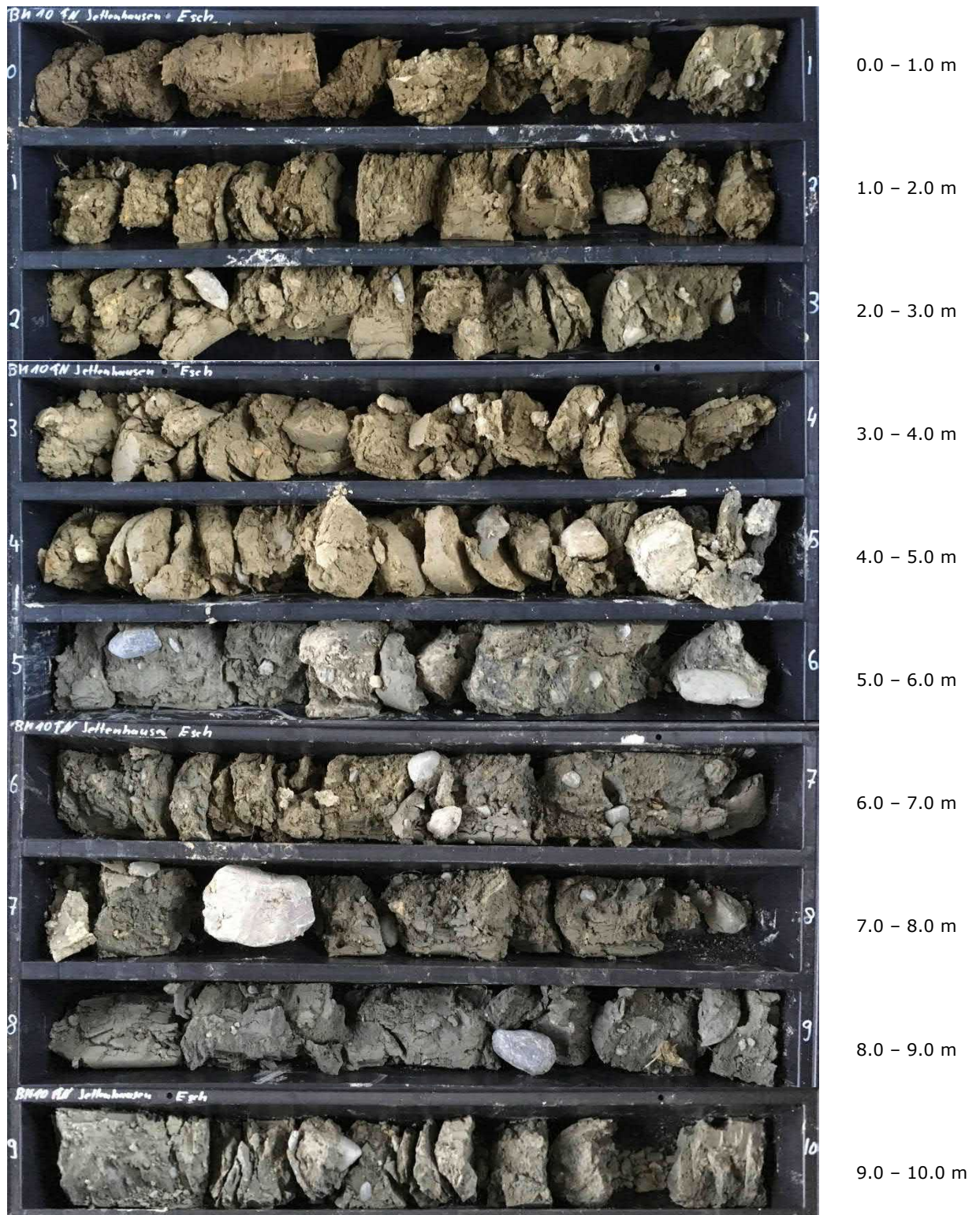
AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.9

Sachbearbeiter
UI

BK10: 0.0 – 10.0 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

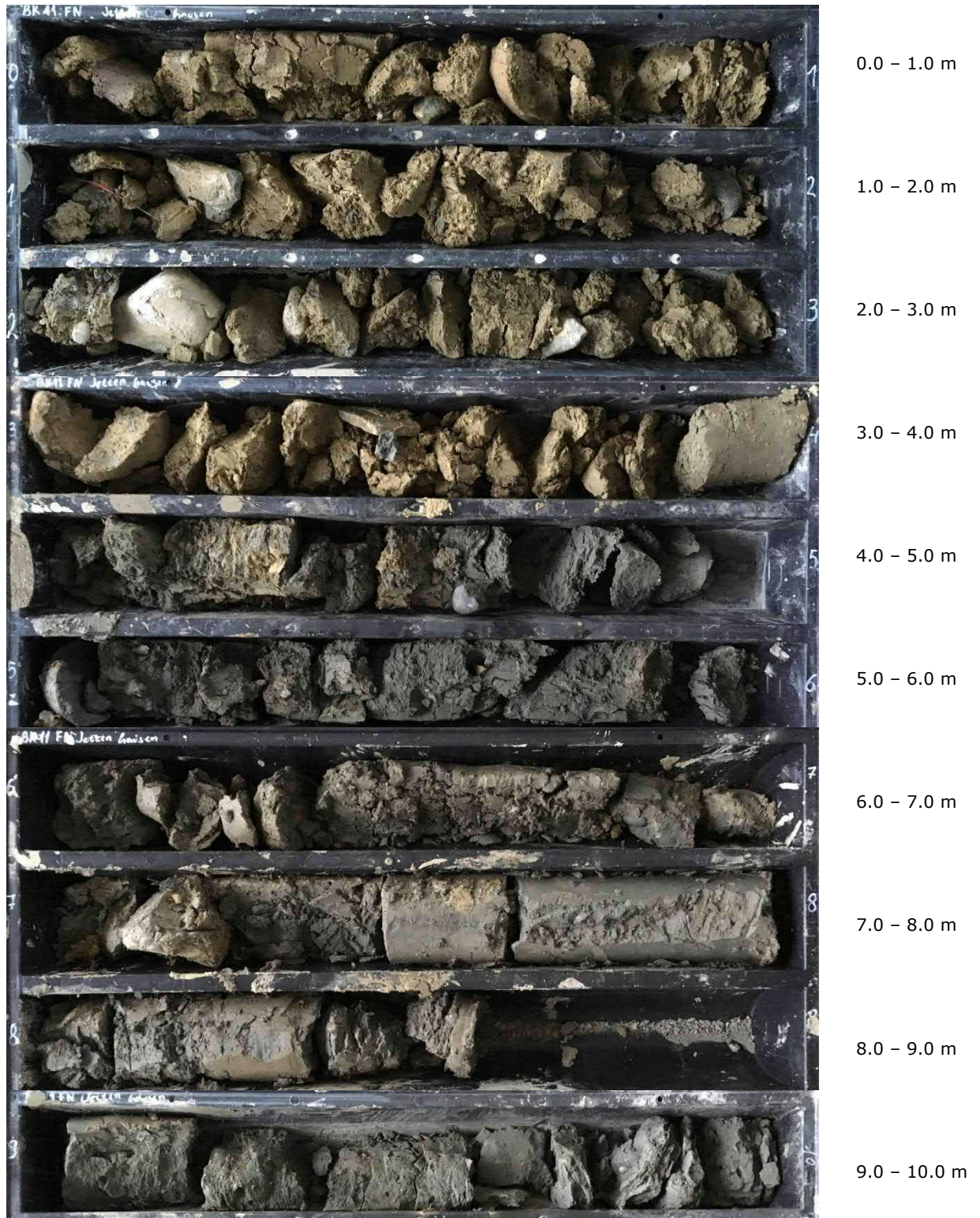
AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.10

Sachbearbeiter
UI

BK11: 0.0 – 10.0 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

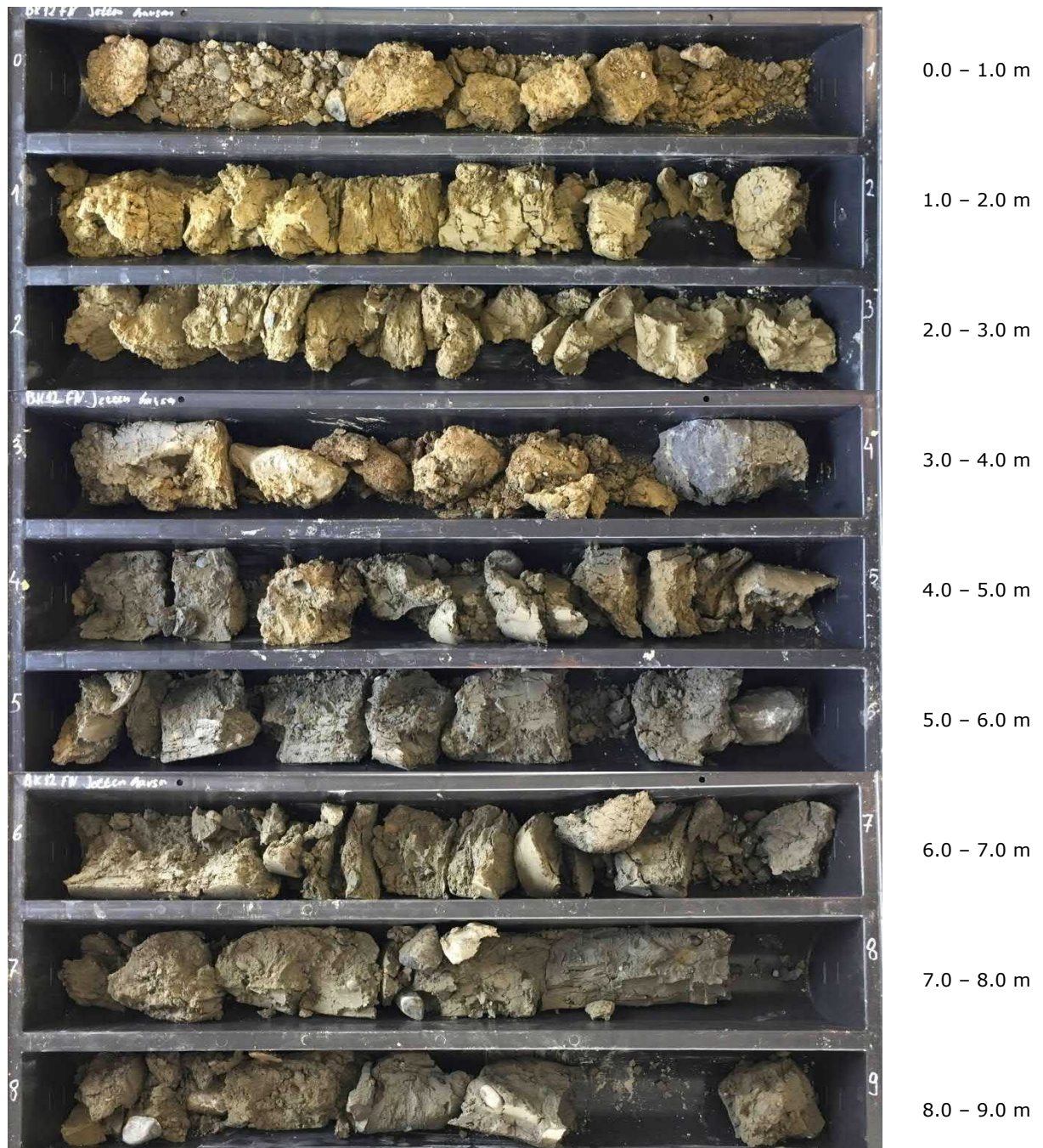
AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.11

Sachbearbeiter
UI

BK12: 0.0 – 9.0 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

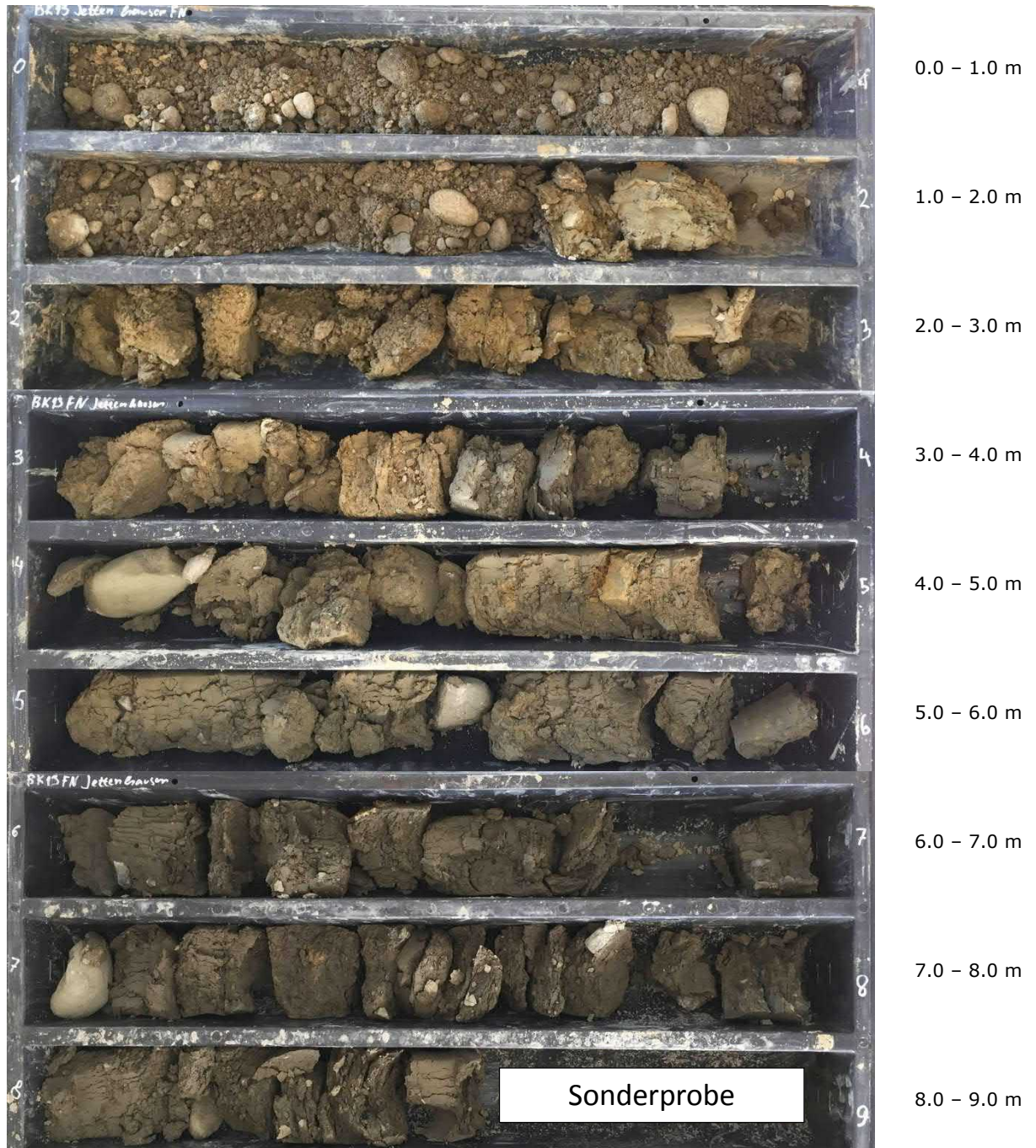
AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.12

Sachbearbeiter
UI

BK13: 0.0 – 9.0 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.13

Sachbearbeiter
UI

BK14: 0.0 – 9.0 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Friedrichshafen
Jettenhausen
Fotodokumentation

AZ
1810132GEO

Gezeichnet
Eb

Anlage Nr.
5.14

Sachbearbeiter
UI

BK15: 0.0 – 8.0 m

