Dr.-Ing. Georg Ulrich - Geotechnik GmbH
Beratende Grundbauingenieure Bodenmechaniker Geologen Baugrundlabor
sonic drilling

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

Sachverständiger
Dr.-Ing. Georg Ulrich

Von der IHK
Bodensee-Oberschwaben

öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
für Erd- und Grundbau,
Boden- und Felsmechanik.

Baugrund
Geologie

Hydrogeologie
Altlasten

Gründungsplanung
Grundbaustatik
Simulationsrechnungen
Baugrund-Dynamik

Pfahlintegritätskontrolle
Erschütterungsmessungen

Grundwassermodellierungen
Bodenmechanisches Labor

Bohrtechnik
Brunnenbau

Stadt Biberach
Tiefbauamt
Zeppelinring 50
88400 Biberach an der Riß

über: ES tiefbauplanung, Mittelbiberach
per E-Mail: andreas.christ@ib-es.de

Bearbeiter	Telefon	AZ	Vorgang	Datum
Dipl.-Geogr. Olaf Kurz	07561 - 9863 - 17	2004042geo	251601	15.07.2020

Baugebiet Taubenplätzle II

Biberach

Geotechnischer Untersuchungsbericht

Inhalt

1 Veranlassung
2 Baugrund
2.1 Geomorphologie, Schichtenfolge, Schichtbeschreibung
2.2 Bodenklassifizierung, Bodenkennwerte, Homogenbereiche
3 Grundwassersituation
4 Versickerung
5 Geothermische Nutzung
6 Geotechnische Beurteilung
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 GPS-Koordinaten
2.1 Baugrundprofile
3.1-5 Bodenmechanische Laborversuche
Wassergehalt, Kornverteilung, Glühverlust
4.1 Bodenmechanischer Feldversuch
Durchlässigkeitsbestimmung im Bohrloch

5.1-4 Fundamentbemessungen

6.1-5 Fotodokumentation Bohrkerne

Unterlagen

[1] ES tiefbauplanung, Mittelbiberach: Baugebiet „Taubenplätzle II", Erschließungsplanung, Baugrunderkundung. Lageplan M 1:1000, ohne Datum

[2] Stadtplanungsamt Biberach: "Taubenplätzle II", Rahmenplan Index A, M 1:500, vom 20.01.2020

[3] Geologische Karte 1:25 000 von Baden Württemberg Blatt 7824 Biberach Nord

[4] Regierungspräsidium Freiburg, Geoportal des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Fachanwendungen Geothermische Effizienz und Geologische Karte 1:50.000, (www.maps.lrgb-bw.de)

[5] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Daten- und Kartendienste Wasserschutzgebiete und Quellenschutzgebiete (www.udo.lubw.baden-wuerttemberg.de)

[6] Bohrkerne und Bodenproben der Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH, Leutkirch

1 Veranlassung

Die Stadt Biberach beabsichtigt die Erschließung des Baugebietes „Taubenplätzle II" im Bereich östlich des Krummen Weges und nördlich der vorhandenen Bebauung.

Mit Schreiben vom 1. April 2020 wurde die Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH, Leutkirch, mit der Baugrunderkundung und der geotechnischen Beratung gemäß Angebot 16.03.2020 beauftragt.

Im Zeitraum vom 17. – 19.06.2020 wurden die folgenden, im Lageplan Anlage 1.2, gekennzeichneten Baugrundaufschlüsse ausgeführt:

BK1-5 Rotationskernbohrung mit Ultraschallvibration, Kern-Ø 85 mm

2 Baugrund

2.1 Geomorphologie, Schichtenfolge, Schichtbeschreibung

Das Plangebiet wird derzeit landwirtschaftlich genutzt und befindet sich am nördlichen Rand der Biberacher Kernstadt. Es steigt von nördlicher (rd. 583 m ü. NHN bei BK1) in südöstlicher Richtung hin an und liegt beim Anschluss an den Säntisweg auf etwa 595 m ü. NHN.

Der tiefere geologische Untergrund wird von Molassesedimenten, die im etwa 1 km entfernten Taleinschnitt bei Warthausen („Obere Meeresmolasse") oberflächennah anstehen, gebildet. Sie entstanden im Tertiär als Abtragungsschutt der sich auffaltenden Alpen.

In der Riß-Kaltzeit wurden auf dem Sockel der Molasseablagerungen Moränesedimente aus dem Vorstoß des Rheingletschers und dem anschließenden Eiszerfall abgelagert. Unmittelbar nördlich und (süd-)östlich des Baugebietes befinden sich Endmoränenwälle.

Seitdem unterlag das Gelände Einflüssen von Verwitterung und Erosion. In der Hanglage bildeten sich, teils auch aus äolisch angelagertem Lösssediment und dessen Verwitterungsprodukt Lösslehm, Fließerden, überwiegend feinkörnige, schlecht sortierte Böden, die nach oberflächigem Auftauen von jahreszeitlich gefrorenem Untergrund infolge starker Durchfeuchtung hangabwärts verlagert wurden. Die Fließerden können im Übergang zur unterlagernden Bodenschicht mit dieser vermengt sein.

Von den umgebenden Höhen flossen Oberflächenwässer tieferen Geländebereichen bzw. Senken zu, in denen im Holozän Verschwemmungssedimente, das sind überwiegend durch ackerbauliche Nutzung erodierte, hauptsächlich feinkörnige und mehr oder weniger humose Bodenmaterialien, abgelagert wurden.

Durch bodenbildende Prozesse, insbesondere der Entkalkung, der Oxidation von Eisenverbindungen und der Tonmineralbildung und -verlagerung, entwickelte sich hier oberflächennah eine Verwitterungsdecke. Aufgrund des wasserstauenden Untergrundes kam es in Senken lokal auch zum Aufwuchs von Torf.

Die natürliche Schichtenfolge ist im Bereich des Straßen- und Wegebaus von künstlichen Auffüllungen überdeckt.

Das geologische Grundsatzprofil lässt sich damit wie folgt gliedern:

: Auffüllungen	rezent
: Torf	holozän
: Verwitterungsdecke	holozän
: Abschwemmmassen	holozän
: (lössführende) Fließerde	holozän / pleistozän
: Moränesedimente : Moränekies, Geschiebemergel	pleistozän, riß
: Molasseablagerungen	miozän

<u>Künstliche Auffüllungen</u> beschränken sich auf die Bohrung BK3, die im Straßenbereich („Krummer Weg“) abgeteuft wurde. Die Auffüllungen des Verkehrswegebaus setzen sich aus sandig-schluffigen Kiesen mit geringem Fremdbestandanteil (Ziegelbruch, ca. 5%) zusammen. Das Material ist augenscheinlich nicht frostsicher (GU* nach DIN 18196) und reicht bis 0,3 m unter Gelände. Die Lagerung ist mit mitteldicht zu beschreiben.

Torf wurde bei der BK1 im Tiefenbereich von 3,4 bis 3,9 m unter Gelände angetroffen. Entsprechend des ermittelten Organikanteils von 5,6 % (siehe Anl 3.5) in 4,0 m Tiefe ist der wasserstauende Bereich der organischen Böden zur Tiefe hin abgegrenzt.

Der Torf ist dunkelbraun gefärbt. Unter den mineralischen Komponenten überwiegt die Korngröße Schluff, die organischen Bestandteile sind überwiegend zersetzt.

Unterhalb des Ackerbodens bei BK1 im Bereich der geplanten Retentionsfläche wurde eine Verwitterungsdecke in einer Schichtmächtigkeit von 0,5 m angetroffen, sie entwickelte sich aus den unterlagernden holozänen Abschwemmmassen, ist braun bis dunkelbraun gefärbt und setzt sich aus sandigen, schwach tonigen, schwach kiesigen Schluffen zusammen. Die Konsistenz ist mit steif zu beschreiben.

Weiterhin wurden Relikte einer geringmächtigen Verwitterungsdecke der rißzeitlichen Moränesedimente bei dem Aufschluss BK5 unterhalb der Fließerde angetroffen

Fließerde wurde in allen Aufschlüssen angetroffen. Es handelt sich überwiegend um einen bindigen Boden der Bodengruppe TL aus umgelagerten, feinkörnigen, bereits entkalkten Verwitterungsböden, teilweise mit Sand und Kies vermengt. Bereichsweise kann das Kieskorn überwiegen.

Bei der BK3 besteht die Fließerde im oberen Bereich bis in eine Tiefe von 3,3 m in der Grundsubstanz aus umgelagertem, hell- bis gelbbraun gefärbtem und noch nicht vollständig entkalktem Löss, Verformungen und Verwürgungen im Material zeigen den jahreszeitlichen Frostwechsel des Permafrostes an.

Die Fließerde ist insgesamt schlecht sortiert und weitgehend ungeschichtet. Die Konsistenz ist mit steif anzugeben. Mit Ausnahme der lössführenden Fließerde ist sie bereits entkalkt.

Die Moränesedimente stellen sich als inhomogene Horizonte mit unterschiedlichen Hauptkornanteilen dar. Teils (BK2) überwiegt kiesig-sandiges Material (Moränekies) mit schluffigen Beimengungen. Bei den Bohrungen BK4 und BK5 wurden Moränesedimente erschlossen, bei denen die Korngröße Schluff dominiert. Eingeschaltet sind sandige Beimengungen und variierende Anteile von Kies und Ton. Es handelt sich hier um Geschiebemergel.

Die Moränesedimente sind überwiegend oliv bis grau gefärbt und mitteldicht gelagert.

Die Molassegesteine im Unterlager der Moränesedimente wurden mit den aktuellen Aufschlüssen nicht erreicht, i. d. R. stellen sie einen gut tragfähigen Baugrund mit vernachlässigbarem Setzungspotential dar.

2.2 Homogenbereiche, Bodenkennwerte

Tabelle 1: Erdbeben, Frost

Erdbeben	Erdbebenzone 0, Untergrundklasse S, Baugrundklasse C
max. Frosteindringtiefe	1,3 m (Frosteinwirkungszone II)

Tabelle 2: Bodenkennwerte nach Homogenbereiche

	Homogenbereiche für Erdarbeiten DIN 18 300					
	O1	O2	A	Q1	Q2	Q3
ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden	Torf	Auffüllungen	Verwitterungsdecke Abschwemmmassen Fließerde	Moränekies	Geschiebemergel
Korngrößenverteilung Kornkennzahl	--	--	--	2422, 3710, 1270, 1243	0145	--
Anteil Steine (%)	--	0	0 – 1	0 – 5	5 - 30	0 – 10
Anteil Blöcke (%)	--	0	0 - 5	0	0 - 5	0 - 2
Anteil große Blöcke (%)	0	0	0	0	< 1	< 1
Dichte (g/cm³)	1,6 – 1,8	1,2 – 1,4	1,8 – 2,0	1,8 – 1,9	1,9 – 2,1	2,2 – 2,3
undr. Scherfestigkeit c_u (kN/m²)	--	20 – 40	--	60 120	--	120 - 200
Wassergehalt w (%)	--	50 - 200	--	15 – 20	10 – 15	10 - 15
Konsistenzzahl I_c (-)	--	--	--	0,75 – 0,90	--	0,75 – 1,00
Plastizitätszahl I_p (%)	--	--	--	10 – 15	--	10 - 15
Lagerungsdichte D (-)	--	--	0,4 – 0,5	--	0,45 – 0,65	--
Organischer Anteil (%)	3 - 8	30 - 35	0	2 - 4	0	0
Bodengruppen	OH	HZ	GU*	TL, UL, SU*, GU*	GU	UL
Bodenklasse	1	3	3, 4	4	3, 5	4, 5 ,6
Frostempfindlichkeit ZTVE	F3	F3	F3	F3	F2	F3
Verdichtbarkeit ZTVA	V3	V3	V2	V2, V3	V1	V3

Tabelle 3: Bodenkennwerte (charakteristische Werte)

	Wichte γ /γ' (kN/m³)	Reibungswinkel (dräniert) φ' (°)	Kohäsion (dräniert) c' (kN/m²)	Durchlässigkeit k_f (m/s)	Steifemodul E_S (MN/m²)	
					Erst-belastung	Wieder-belastung
Auffüllungen	18/8 – 20/10	32,5 - 35	0	$1x10^{-5}$ – $1x10^{-6}$	--	100
Verwitterungsdecke	18/8 – 19/9	22,5 – 25	0 – 5	$1x10^{-7}$ – $1x10^{-9}$	4 – 6	8 – 12
Abschwemmmassen	18/8 – 19/9	22,5 – 25	0 – 5	$1x10^{-6}$ – $1x10^{-9}$	4 – 6	8 – 12
Torf	12/2 – 14/4	15	0	$1x10^{-6}$ – $1x10^{-8}$	0,2 - 1	0,6 - 3
Fließerde	18/8 – 19/9	22,5 – 27,5	0 - 5	$1x10^{-5}$ – $1x10^{-8}$	7 – 12	21 – 36
Moränekies*	19/9 - 21/11	32,5 – 37,5	0	$2,5 \times 10^{-5}$	--	40 – 60
Geschiebemergel*	22/12 – 23/13	27,5 – 32,5	10 - 20	$1x10^{-8}$ – $1x10^{-9}$	--	40 - 60

* glazial vorbelastet

3 Grundwassersituation

In keinem der Aufschlüsse wurde bis zur Endtiefe von 6 m Stau-, Schicht- oder Grundwasser angetroffen.

Hinsichtlich ihrer hydraulischen Eigenschaften sind die angetroffenen Deckschichten überwiegend als Geringleiter (schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig nach DIN 18130) zu bezeichnen, die Durchlässigkeitsbeiwerte k_f können Tabelle 4 entnommen werden. Aufgrund der Geländemorphologie wird daher ein Großteil des Niederschlagswassers an der Oberfläche abfließen, statt zu versickern. Die Grundwasserneubildung im Bereich des Neubaugebietes selbst wird daher als gering eingeschätzt.

Lokal können in den Deckschichten jedoch in diffus verteilten Wasserwegsamkeiten Sicker- bzw. Schichtwässer auftreten. Bei Baugrundbohrungen aus den Jahren 1963 bis 1969 des Ingenieurbüros Waschek in unmittelbarer Nähe zum Baugebiet (Polizeihochschule, Wohngebiet) stellte sich der Wasserspiegel nach Bohrende zwischen 4,9 und 6,2 m unter Gelände ein.

Ein einheitlicher Bemessungswasserstand für das Baugebiet kann aufgrund der geologischen und hydrologischen Situation sowie der Geländemorphologie nicht angegeben werden.

4 Versickerung

Die gezielte Versickerung von Niederschlagswasser setzt durchlässigen Untergrund und einen Mindestabstand von 1 m zur Grundwasseroberfläche voraus. Auffüllungen dürfen ohne den Nachweis der Schadlosigkeit für das Grundwasser nicht durchsickert werden. Die im Feldversuch und im bodenmechanischen Labor ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte sind in Tabelle 7 zusammengestellt. Dort sind auch die Bemessungswerte unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors für Feld- und Labormethoden nach DWA-A-138 angegeben.

Tabelle 4: Durchlässigkeitsbeiwerte und Bemessungs-k_f-Werte

Geologische Bezeichnung	Aufschluss	Tiefe [m]	K_f-Wert ermittelt [m/s]	Bemessungs-k_f-Wert [m/s]
Abschwemmmassen[1)]	BK1	0,8 - 1,0	$8{,}7 \times 10^{-9}$	$1{,}7 \times 10^{-9}$
Abschwemmmassen[1)]	BK1	1,0 - 2,0	$< 1 \times 10^{-9}$	$< 2 \times 10^{-10}$
Abschwemmmassen[1)]	BK1	4,0 - 5,0	$4{,}4 \times 10^{-6}$	$8{,}8 \times 10^{-7}$
Fließerde[1)]	BK1	5,0 - 6,0	$1{,}1 \times 10^{-6}$	$2{,}2 \times 10^{-7}$
Fließerde[2)]	BK1	6,0	$1{,}35 \times 10^{-6}$	$2{,}7 \times 10^{-6}$
Moränekies[1)]	BK2	4,6 - 5,0	$2{,}5 \times 10^{-5}$	$5{,}0 \times 10^{-6}$

[1)] Labormethode
[2)] Feldversuch

Die Deckschichten (Verschwemmungssedimente, Verwitterungsdecke, Fließerde) sind sehr heterogen aufgebaut, enthalten zumeist einen erheblichen Schlämmkornanteil und eignen sich aufgrund der stauenden Wirkung überwiegend nicht zur Versickerung.

Im Bereich des vorgesehenen Retentionsbeckens (BK1) wurde ab einer Tiefe von 4 m eine sandige Ausprägung der Deckschichten angetroffen; die Durchlässigkeit dieser Bodenschicht liegt nahe der unteren Grenze von $k_f=10^{-6}$ m/s, bei der eine technische Versickerung noch möglich ist.

In den Moränekiesen ist eine technische Versickerung ebenfalls möglich. Die entsprechenden Böden wurden bei BK2, in der Nähe der alternativen Standorte der Retentionsbecken, in einer Tiefe von rd. 4 m angetroffen.

5 Geothermische Nutzung

Mangels eines ergiebigen Grundwasserleiters scheidet die thermische Nutzung von Grundwasser aus. Es bleibt die Technik der Erdwärmesonden. Der Standort wird laut Information des LGRB als effizient eingestuft und liegt kartenmäßig außerhalb von Wasser- und Quellschutzgebieten.

6 Geotechnische Beurteilung

6.1 Tragfähigkeitsbeurteilung

Oberflächennah stehen im geplanten Baugebiet überwiegend die mäßig tragfähigen Deckschichten aus (lössführender) Fließerde und Verwitterungsdecke an, deren Mächtigkeit variiert und teils mehr als 6 m beträgt. Unterhalb der Deckschichten stehen die gut tragfähigen Moränesedimente an, im östlichen Teil des Baugebietes bereits dicht unter der Geländeoberfläche. Aufgrund der großen Mächtigkeit der Deckschichten (teils > 6 m) wird der gut tragfähige Baugrund jedoch auch bei unterkellerter Ausführung der Wohnhäuser überwiegend nicht erreicht.

6.2 Gründung

Unter der Maßgabe, die Bodenpressungen gering zu halten, kann eine Flachgründung mit Einzel- und Streifenfundamenten in der Fließerde erfolgen.

Die Bemessung von Streifen- und Einzelfundamenten in der Fließerde kann nach den Bemessungsdiagrammen der Anlagen 5.1 und 5.2 vorgenommen werden.

Beispielsweise ergibt sich für ein Streifenfundament (Länge: 10 m) mit der Breite b = 0,5 m, der Einbindetiefe t = 0,5 m und der Begrenzung der Setzung auf 1,0 cm die charakteristische Sohlpressung zu zul. $\sigma = \sigma_{E,k} = 100$ kN/m².

Die Design-Werte des Sohldrucks sind ebenfalls in dem Bemessungsdiagramm abgebildet.

Analog gilt das Bemessungsdiagramm in der Anlage 5.2 für Einzelfundamente.

Bei setzungsempfindlichen Bauvorhaben wird empfohlen, die vorgenannte Flachgründung mit Einzel-und Streifenfundamenten durch eine Bodenplatte aus Stahlbeton zu ersetzen.

Der Bettungsmodul ist in der Größenordnung

ks = 10.000 - 15.000 kN/m³

anzusetzen.

Im östlichen Teil des Baugebietes stehen die Moränesedimente z. T. dicht unter der Geländeoberfläche an (BK5) und können bei unterkellerter Bauweise mit den Fundamenten erreicht werden. In diesem Fall können die Fundamente nach den Anlagen 5.3 und 5.4 bemessen werden.

Liegen die Fundamentgräben teilweise im Geschiebemergel und teilweise in der Fließerde, ist die Deckschicht mit den Fundamenten bis zum Geschiebemergel zu durchstoßen, um Setzungsdifferenzen zwischen den unterschiedlich tragfähigen Böden zu vermeiden.

6.3 Abdichtungsmaßnahmen

Die Böden im Bereich der geplanten Bebauung (BK3-5) sind feinkörnig ausgeprägt. Da sich zutretendes Wasser aufgrund der gering durchlässigen Eigenschaften der bindigen Böden aufstaut („Wanneneffekt") wird vorgeschlagen, die Untergeschosse bzw. erdberührte Bauteile als Weiße Wanne aus wasserundurchlässigem Stahlbeton herzustellen.

6.4 Erdarbeiten, Baugrubensicherung, Wasserhaltung

Die Erdarbeiten finden nach Version 2012 der DIN 18300 überwiegend in Böden der Bodenklassen 3 und 4 statt. Bei Eingriffen in den glazial vorbelasteten Geschiebemergel können Verfestigungen auftreten, d.h. dort ist lokal mit der leichten Felsklasse 6 zu rechnen.

Auszuhebende Böden sind zur Verfüllung der Arbeitsräume wegen unzureichender Verdichtbarkeit ungeeignet. Es wird vorgeschlagen, hierfür Fremdmaterial aus Kiessand (angenommene

Bodenkennwerte bei 98 % Proctordichte: Reibungswinkel 35°, Kohäsion 0, Wichte 21 kN/m³) zu verwenden.

Die Baugruben können, sofern die Platzverhältnisse dies zulassen, unter der Neigung 1:1 frei geböscht werden. Die Böschungen sind mit Plastikplanen vor Niederschlagserosion zu schützen. Sollte zur Ausführung der freien Böschung nicht genügend Platz vorhanden sein, so sind Verbaumaßnahmen, z. B. in Form eines Träger-Bohl-Verbaus, einzuplanen.

Sicker- oder Regenwasser kann mit einer offenen Wasserhaltung aus den Baugruben abgeführt werden.

6.5 Kanalarbeiten, Verkehrsflächen

Die Kanalgräben können unter der Neigung 1:1 frei geböscht werden. Für das Rohrauflager genügt eine konstruktive Ausgleichsschicht, Baugrundverbesserungen unter der Rohrsohle sind nicht zu erkennen. Für die Verfüllung von Arbeitsräumen ist der witterungsempfindliche Bodenaushub nicht geeignet, so dass Fremdmaterial (Kiessand) beizufahren ist.

Für die Verkehrsflächen ist der Oberbau nach den RStO12 in Abhängigkeit der vorgesehenen Bauweise (Asphalt-, Beton- oder Pflasterdecke) zu dimensionieren und herzustellen. Der oberflächennahe Untergrund ist witterungs- und frostempfindlich, so dass ein Regelaufbau unter den Verkehrsflächen mit mindestens 0,6 m Frostschutzkies erforderlich wird. Der E_{v2} –Modul > 45 MN/m² wird auf den Deckschichten nicht erreicht werden, so dass eine Baugrundverbesserung mit ca. 30 cm trennvliesunterlegtem Kiessandauftrag oder Einfräsen von Kalkzement zusätzlich notwendig sein wird.

7 Planungs- und baubegleitende Hinweise

Da sich die Untergrundbeschaffenheit, insbesondere die Ausprägung der Moränesedimente als Moränesand, -kies und Geschiebemergel kleinräumig stark ändert, wird für den Bau von Einzelobjekten die Durchführung von ergänzenden geotechnischen Untersuchungen bzw. Bewertungen empfohlen (z. B. Abdichtungsmaßnahmen unterkellerter Gebäude).

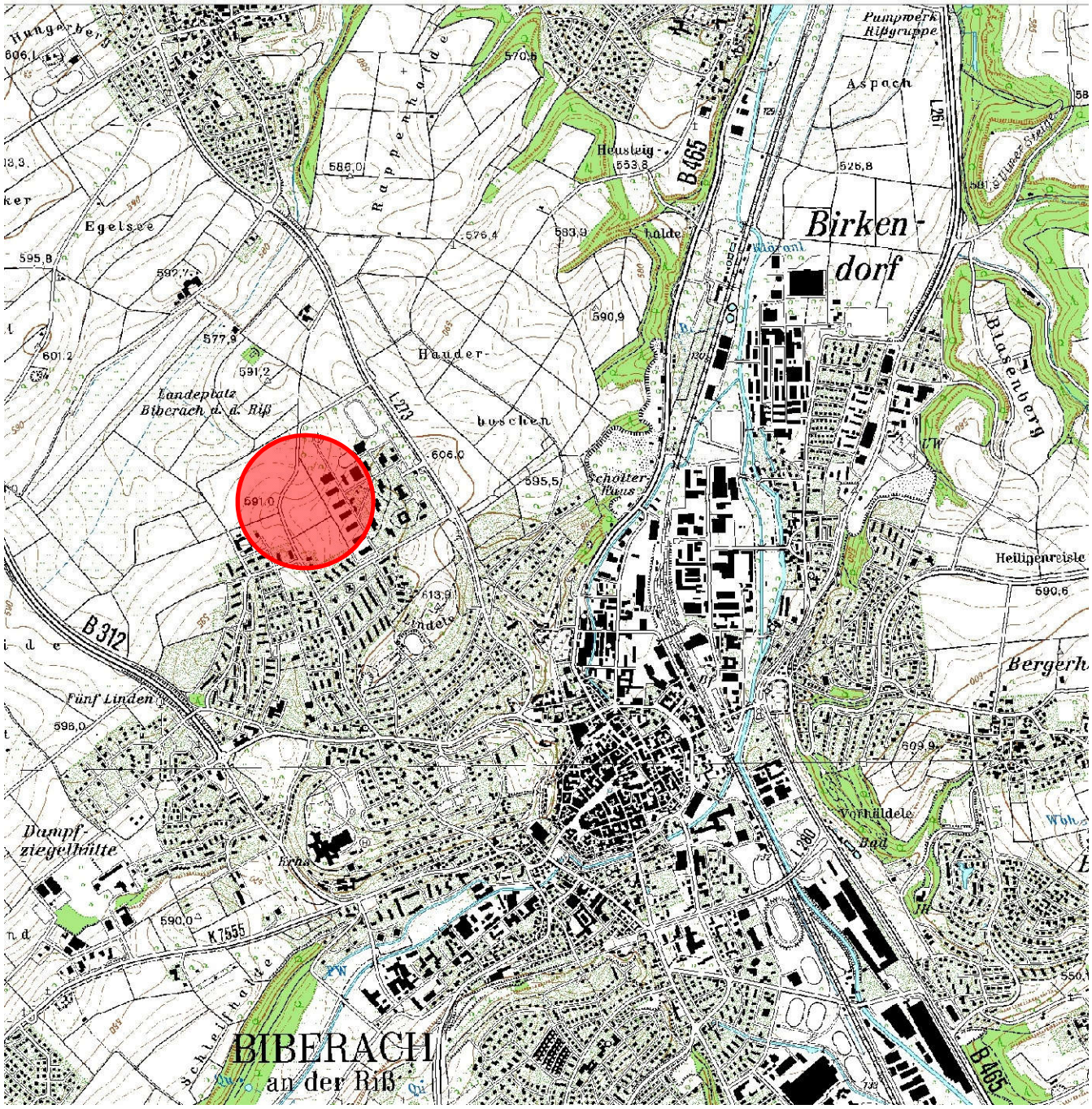
Die baugleitenden Kontrollen beschränken sich auf die geotechnische Abnahme der Baugrubensohlen.

Dipl. Geogr. O. Kurz
(Sachbearbeiter)

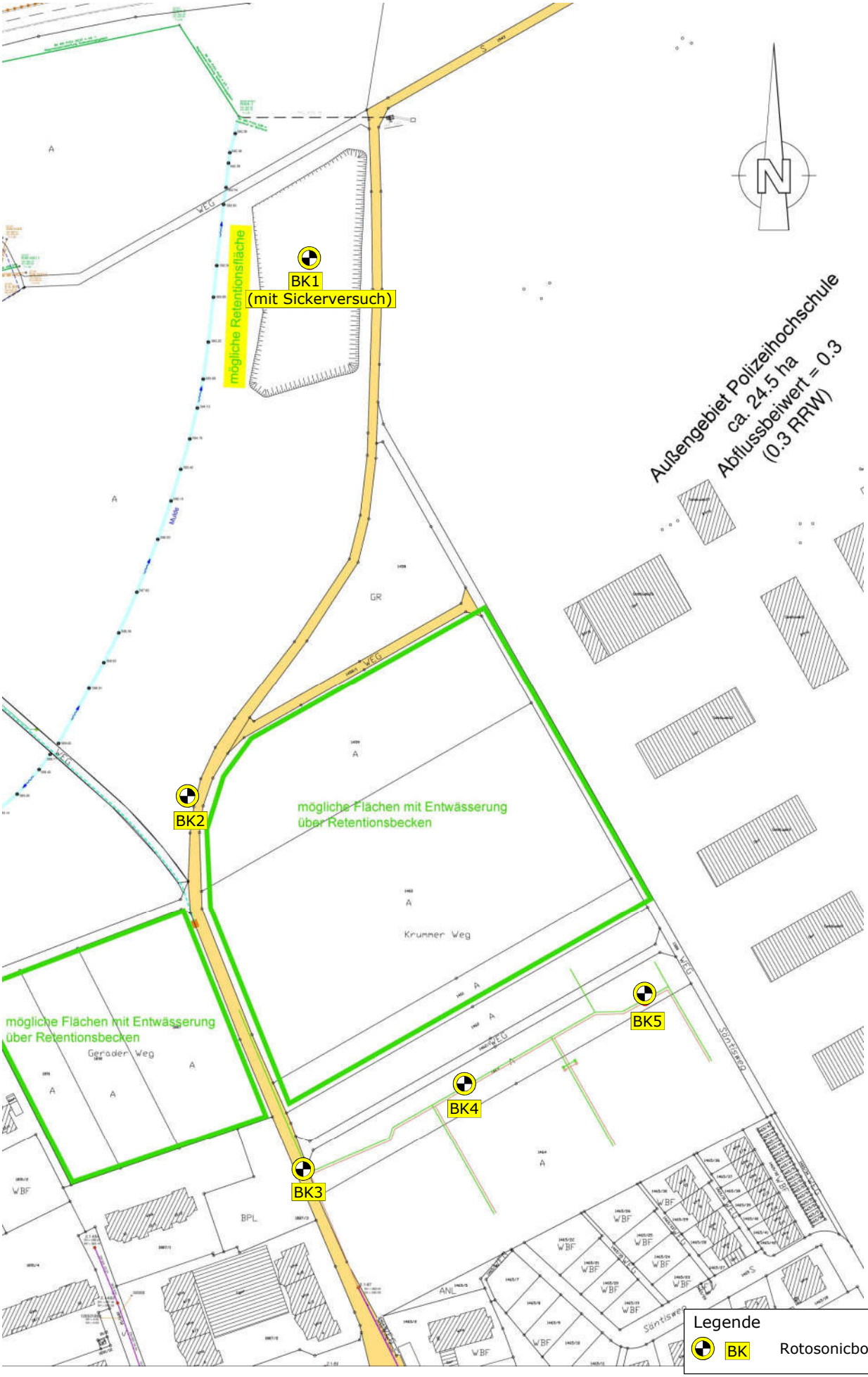
Dr.-Ing. G. Ulrich
Geotechnik GmbH

Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH Baugrundlabor Leutkirch	Baugebiet Taubenplätzle II Biberach Übersichtslageplan M1:25000	AZ 2004042geo	Gezeichnet Fr
		Anlage Nr. 1.1	Sachbearbeiter LU

N



Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH Baugrundlabor Leutkirch	Baugebiet Taubenplätzle II Biberach Lageplan M 1:2500	AZ 2002042geo	Gezeichnet Fr
		Anlage Nr. 1.2	Sachbearbeiter LU



GPS-Messungen

Baugebiet Taubenplätzle II **AZ 2004042geo**

Biberach **Anlage 1.3**

	Rechtswert	Hochwert	m ü. NHN
BK1	3557563,78	5330559,15	583,22
BK2	3557512,33	5330332,08	590,76
BK3	3557562,33	5330174,74	589,95
BK4	3557631,50	5330208,64	591,71
BK5	3557706,64	5330245,89	594,09

Bebauung

m ü. NHN
595.00
594.00
593.00
592.00
591.00
590.00
589.00
588.00
587.00
586.00
585.00
584.00
583.00
582.00
581.00
580.00
579.00
578.00
577.00

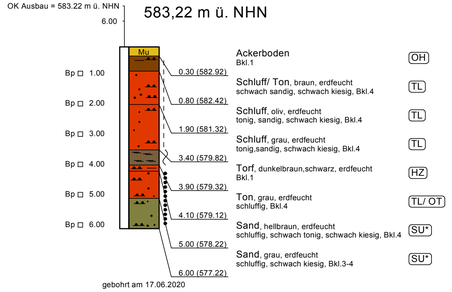
mögliche Retentionsfläche

temporärwe Pegel
zum Versickerungsversuch
(wieder gezogen)

BK1

583,22 m ü. NHN

OK Ausbau = 583.22 m ü. NHN



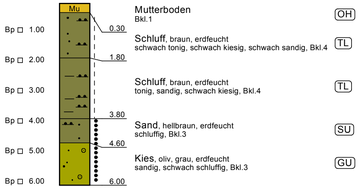
Ackerboden, Bkl.1 — OH
Schluff/ Ton, braun, erdfeucht, schwach sandig, schwach kiesig, Bkl.4 — TL
Schluff, oliv, erdfeucht, tonig, sandig, schwach kiesig, Bkl.4 — TL
Schluff, grau, erdfeucht, tonig,sandig, schwach kiesig, Bkl.4 — TL
Torf, dunkelbraun,schwarz, erdfeucht, Bkl.1 — HZ
Ton, grau, erdfeucht, schluffig, Bkl.4 — TL/ OT
Sand, hellbraun, erdfeucht, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig, Bkl.4 — SU*
Sand, grau, erdfeucht, schluffig, schwach kiesig, Bkl.3-4 — SU*

gebohrt am 17.06.2020

Leitungslage

BK2

590,76 m ü. NHN



Mutterboden, Bkl.1 — OH
Schluff, braun, erdfeucht, schwach tonig, schwach kiesig, schwach sandig, Bkl.4 — TL
Schluff, braun, erdfeucht, tonig, sandig, schwach kiesig, Bkl.4 — TL
Sand, hellbraun, erdfeucht, schluffig, Bkl.3 — SU
Kies, oliv, grau, erdfeucht, sandig, schwach schluffig, Bkl.3 — GU

gebohrt am 18.06.2020

BK3

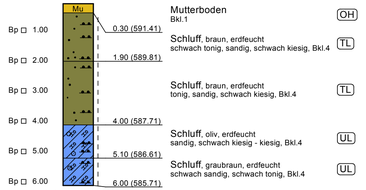
589,95 m ü. NHN

Schwarzdecke
Auffüllung, Kies, grau, braun, erdfeucht, schwach tonig, schwach schluffig, Ziegelbruch ca. 5%, Bkl.3 — [GU*]
Schluff, hell- bis gelbbraun, erdfeucht, tonig, sandig, schwach kiesig, Bkl.4 — TL
Schluff, braun, erdfeucht, sandig, kiesig, Bkl.4 — UL
Kies, braun, erdfeucht, stark schluffig, snadig, schwach tonig, Bkl.3 — GU*

gebohrt am 17.06.2020

BK4

591,71 m ü. NHN

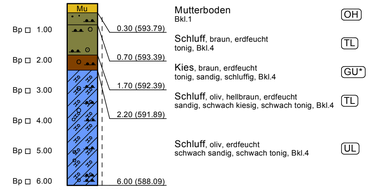


Mutterboden, Bkl.1 — OH
Schluff, braun, erdfeucht, schwach tonig, sandig, schwach kiesig, Bkl.4 — TL
Schluff, braun, erdfeucht, tonig, sandig, schwach kiesig, Bkl.4 — TL
Schluff, oliv, erdfeucht, sandig, schwach kiesig - kiesig, Bkl.4 — UL
Schluff, graubraun, erdfeucht, schwach sandig, schwach tonig, Bkl.4 — UL

gebohrt am 17.06.2020

BK5

594,09 m ü. NHN



Mutterboden, Bkl.1 — OH
Schluff, braun, erdfeucht, tonig, Bkl.4 — TL
Kies, braun, erdfeucht, tonig, sandig, schluffig, Bkl.4 — GU*
Schluff, oliv, hellbraun, erdfeucht, sandig, schwach kiesig, schwach tonig, Bkl.4 — TL
Schluff, oliv, erdfeucht, schwach sandig, schwach tonig, Bkl.4 — UL

gebohrt am 17.06.2020

Legende

steif
weich
mitteldicht

Torf
Mu — Mutterboden
A — Auffüllung
Geschiebemergel
Verwitterungsdecke
Abschwemmmassen
Moränekies
Fließerde
Asphaltdecke

Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH Zum Brunnentobel 6 Leutkirch	Baugebiet Taubenplätzle II Biberach Baugrundprofil M.d.H. 1:100	AZ: 2004052geo	Gezeichnet Ku
		Anlage Nr. 2.1	Sachbearbeiter Ku

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

AZ: 2004042geo
Anlage: 3.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Baugebiet Taubenplätzle II

Biberach

Bearbeiter: Kü/ZM Datum: 22.06.2020

Prüfungsnummer: AZ 2004042geo_Wn1

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 18.06.2020

Entnahmestelle:	BK1					
Tiefe:	4,0 m					
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1000.22					
Trockene Probe + Behälter [g]:	820.00					
Behälter [g]:	438.64					
Porenwasser [g]:	180.22					
Trockene Probe [g]:	381.36					
Wassergehalt [%]:	47.26					

Entnahmestelle:						
Tiefe:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]:						

Entnahmestelle:						
Tiefe:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]:						

Entnahmestelle:						
Tiefe:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]:						

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

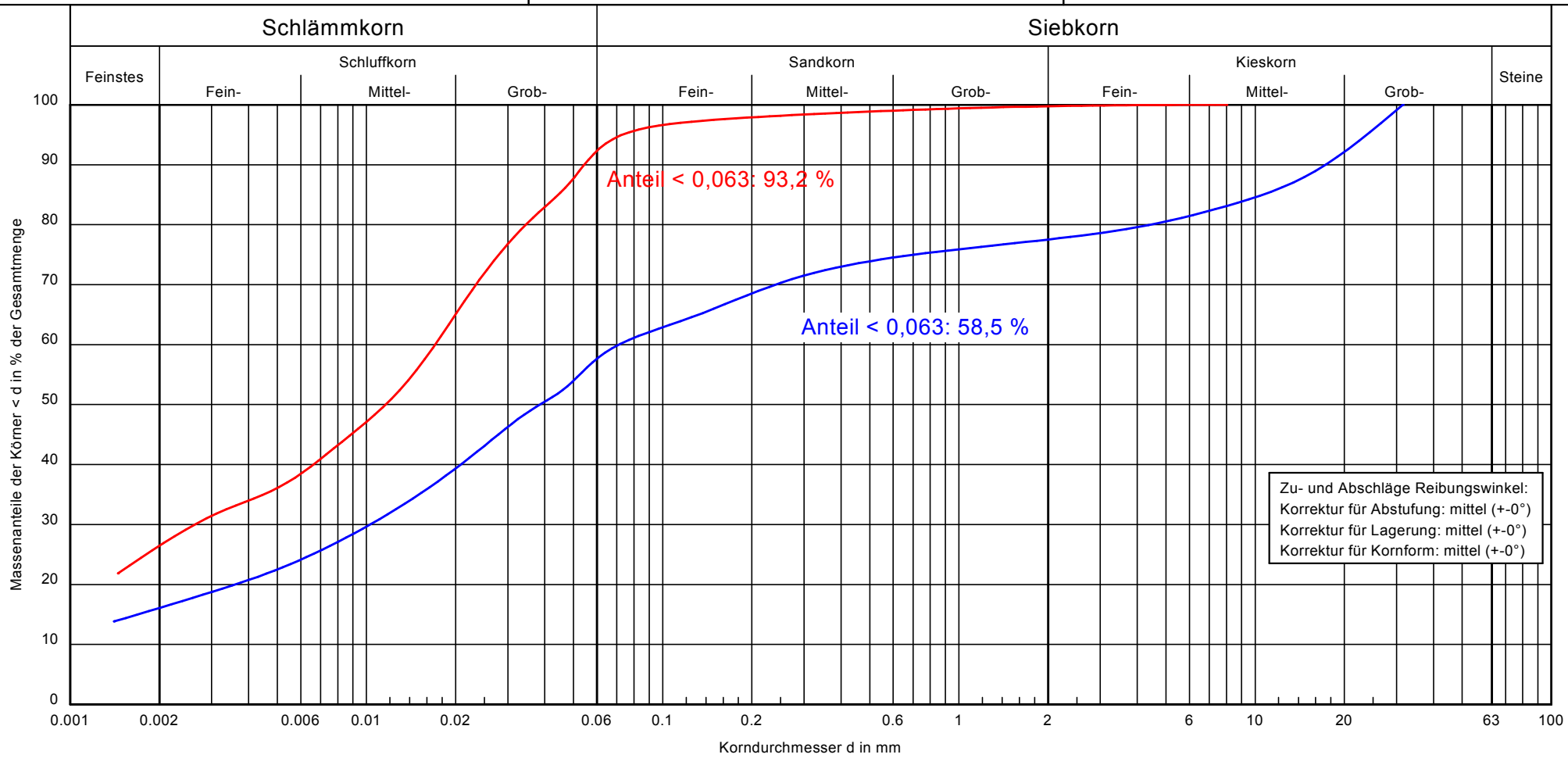
Bearbeiter: Kü Datum: 18.06.2020

Körnungslinie DIN 18 123

Baugebiet Taubenplätzle II

Biberach

Prüfungsnummer: 2004042geo-KGV01-02
Probe entnommen am: 17.06.2020
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Sieb-, Schlämmanalyse



Labornummer	KGV01	KGV02
Entnahmestelle	BK1	BK1
Tiefe	1,0 m	2,0 m
Bodenart	U, g, s, t	U, t, s'
U/Cc	-/-	-/-
k-Wert Mallet-Paquandt	$8.7 \cdot 10^{-9}$	-
Bodengruppe		
Reibungswinkel	30.6	25.7
Kornkennzahl	2422	3710

Bemerkungen:
Holozäne Abschwemmmassen
Holozäne Abschwemmmassen

AZ: 2004042geo
Anlage: 3.2

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

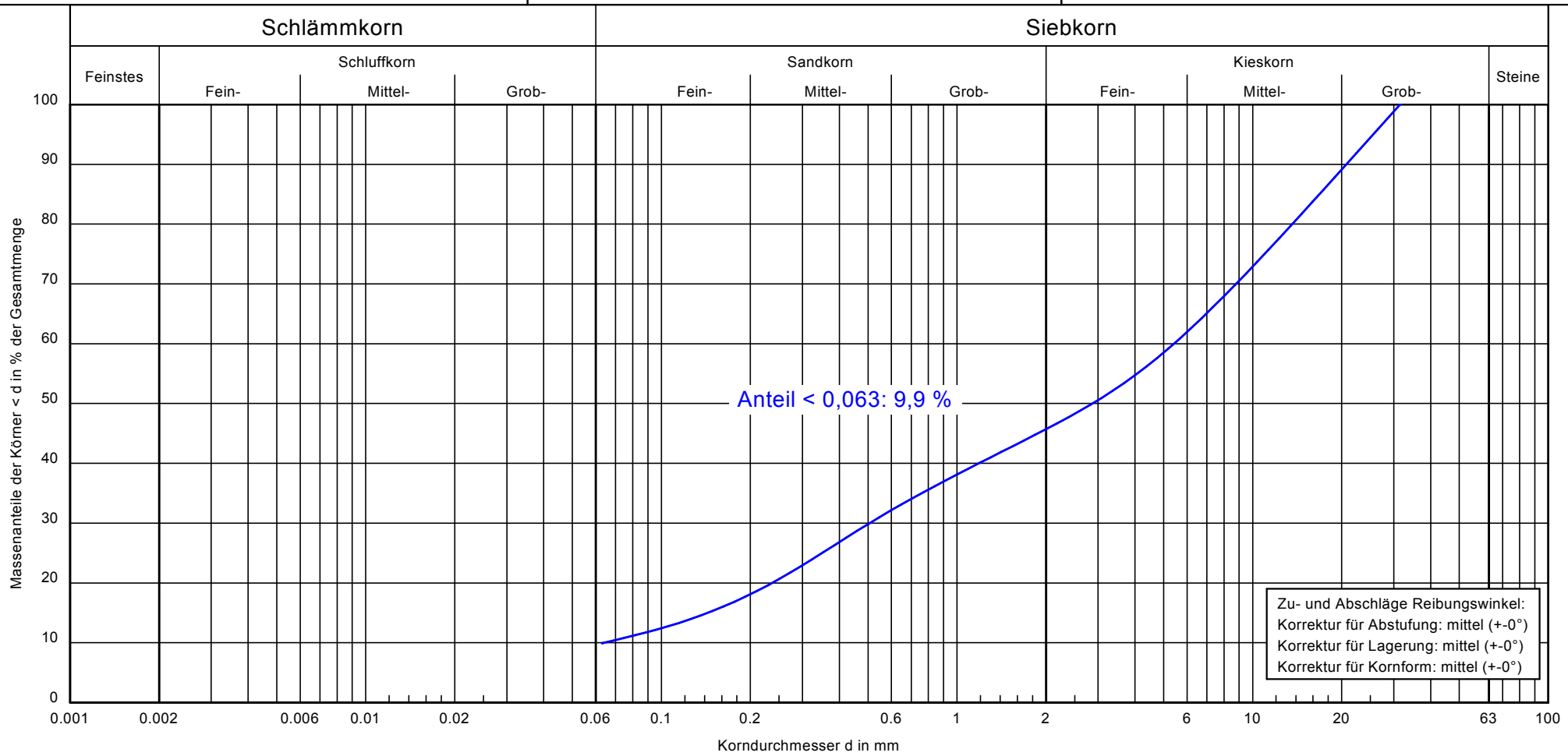
Bearbeiter: Kü Datum: 19.06.2020

Körnungslinie DIN 18 123

Baugebiet Taubenplätzle II

Biberach

Prüfungsnummer: 2004051geo-KGV03
Probe entnommen am: 18.06.2020
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebanalyse



Labornummer	KGV03
Entnahmestelle	BK2
Tiefe	5,0 m
Bodenart	G, s, u'
U/Cc	84.4/0.7
k-Wert Beyer, näherungsweise	$2.5 \cdot 10^{-5}$
Bodengruppe	GU
Reibungswinkel	38.8
Kornkennzahl	0145

Bemerkungen:
Moränekies

AZ: 2004042geo
Anlage: 3.3

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

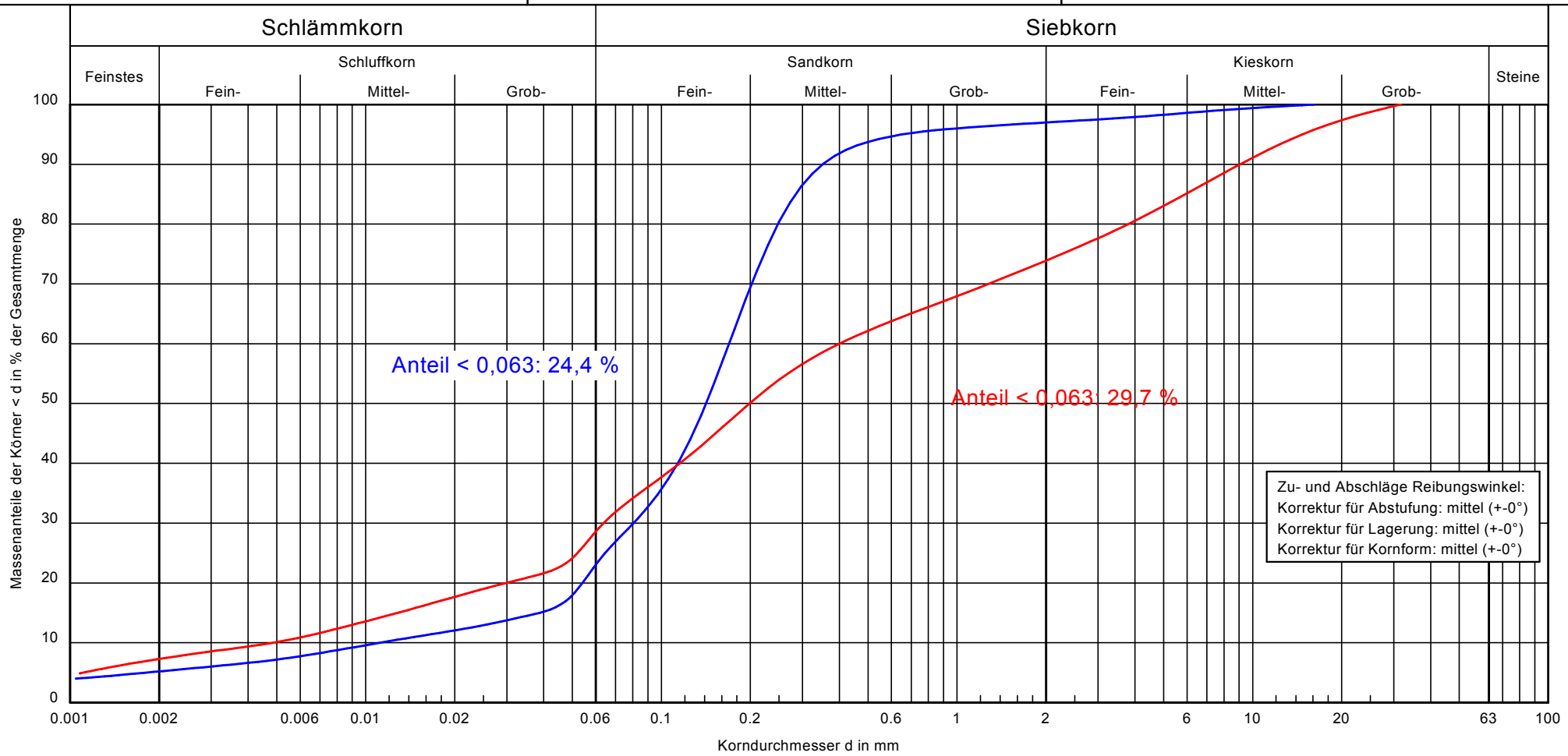
Bearbeiter: Kü Datum: 22.06.2020

Körnungslinie DIN 18 123

Baugebiet Taubenplätzle II

Biberach

Prüfungsnummer: 2004042geo-KGV04-05
Probe entnommen am: 17.06.2020
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Sieb-, Schlämmanalyse



Labornummer	KGV04	KGV05
Entnahmestelle	BK1	BK1
Tiefe	5,0 m	6,0 m
Bodenart	S, u, t'	S, g, u, t'
U/Cc	15.2/3.4	82.3/2.1
k-Wert Mallet-Paquandt	$4.4 \cdot 10^{-6}$	$1.1 \cdot 10^{-6}$
Bodengruppe	SU*	SU*
Reibungswinkel	33.8	34.4
Kornkennzahl	1270	1243

Bemerkungen:
Holozäne Abschwemmmassen
Fließerde

AZ: 2004042geo
Anlage: 3.4

Dr. Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH - Zum Brunnentobel 6 - 88299 Leutkirch - T 07561/98630

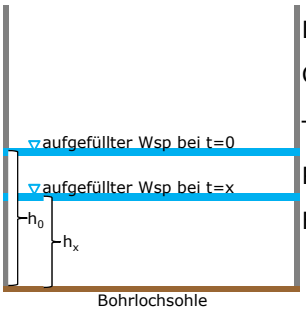
Sickerversuch im Bohrloch — BK1 — Anlage 4.1

Projekt: Baugebiet Taubenplätzle II Biberach

Projekt-Nr.: 2004042geo

Vorgang Nr.: 251601

Prinzipskizze



Randbedingungen

Datum:		18.06.2020
Durchführung:		Sch
Geologische Formation:		Fließerde
Tiefe:	[m]	6,00
Radius:	[m]	0,025
Freie Borlochstrecke:	[m]	0,00
Wasserstand bei t_o:	[m uGOK]	0,00
Anfangswasserstand über Sohle:	[m]	6,000
Endwasserstand über Sohle:	[m]	1,690

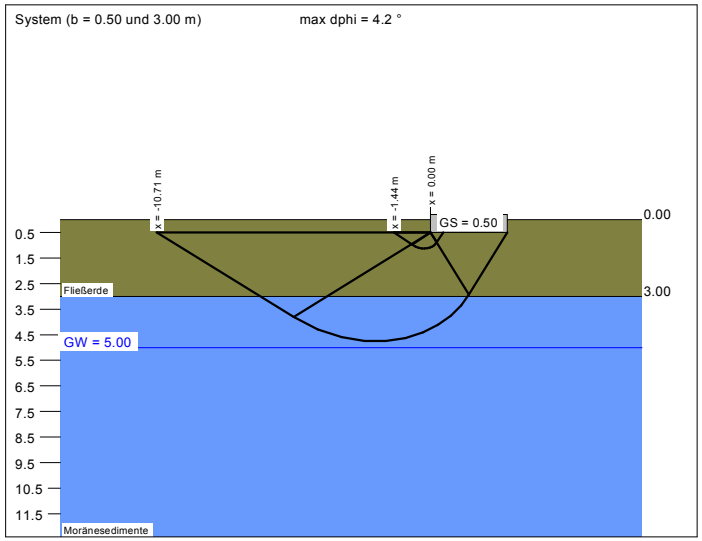
Versuchsdurchführung

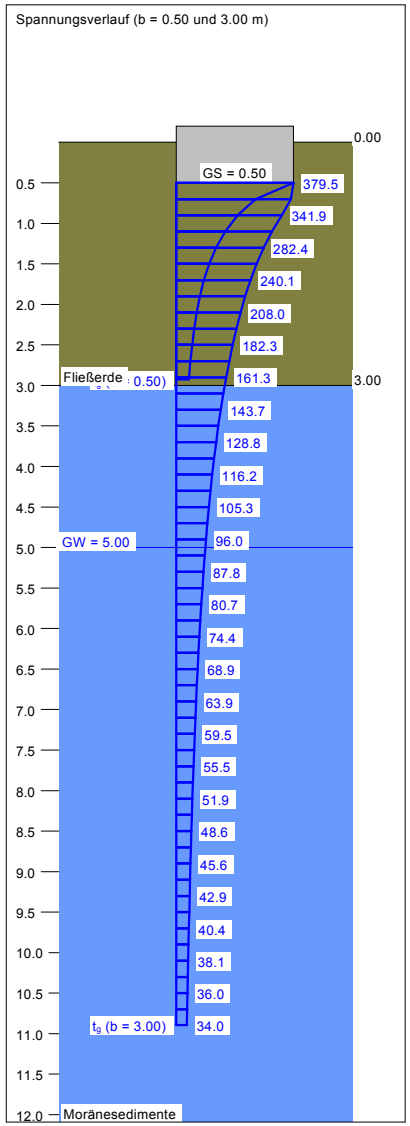
Zeit	Wasserstand	Auswertung für L = 0	
		nach $t_{(x)}$-$t_{(0)}$	nach $t_{(2)}$-$t_{(1)}$
[s]	[m üSohle]	k_f [m/s]	k_f [m/s]
60	5,800	8,07E-06	8,07E-06
120	5,600	4,03E-06	8,35E-06
180	5,440	2,69E-06	6,90E-06
240	5,290	2,02E-06	6,65E-06
300	5,150	1,61E-06	6,38E-06
360	5,010	1,34E-06	6,56E-06
420	4,870	1,15E-06	6,75E-06
480	4,740	1,01E-06	6,44E-06
540	4,630	8,97E-07	5,59E-06
600	4,510	8,07E-07	6,25E-06
900	4,110	5,38E-07	4,42E-06
1200	3,750	4,03E-07	4,36E-06
1500	2,950	3,23E-07	1,14E-05
2160	2,430	2,24E-07	4,20E-06
3360	2,170	1,44E-07	1,35E-06
4560	2,010	1,06E-07	9,11E-07
5760	1,900	8,40E-08	6,70E-07
6960	1,780	6,96E-08	7,76E-07
7560	1,690	6,40E-08	1,23E-06
Durchschnitt		1,35E-06	5,12E-06

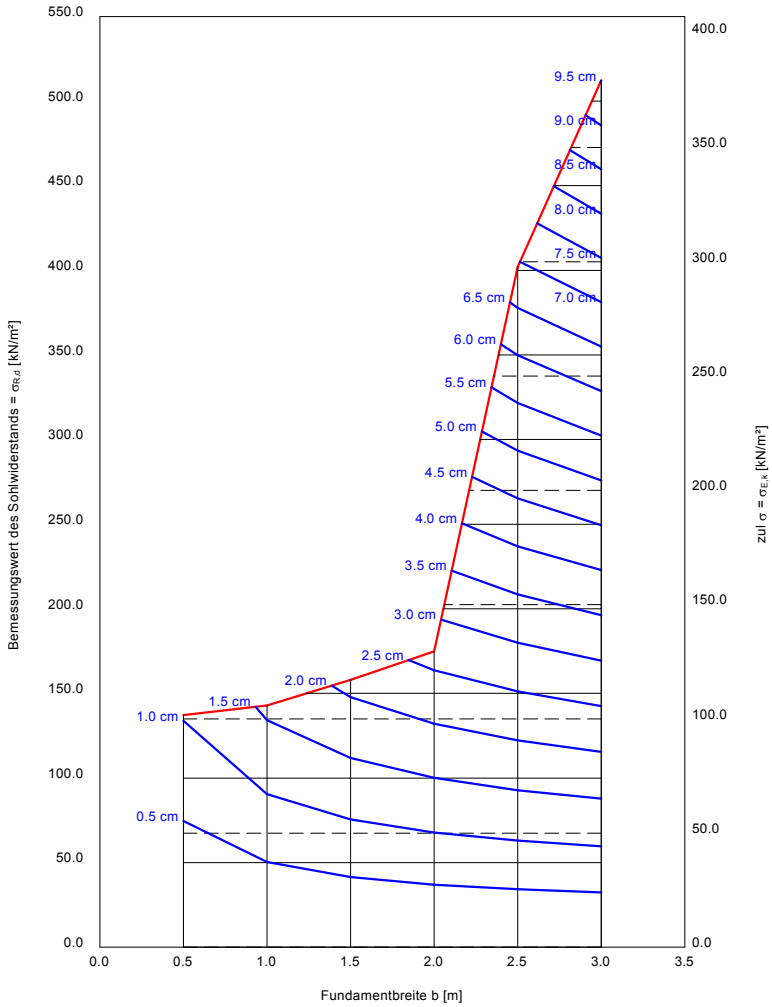
Boden	γ [kN/m³]	γ ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	κ [-]	Bezeichnung
	18.5	8.5	22.5	2.5	7.5	0.00	1.000	Fließerde
	22.0	12.0	30.0	15.0	50.0	0.00	1.000	Moränesedimente

Dr.-Ing. G. Ulrich Geotechnik GmbH Leutkirch	Baugebiet Taubenplätzle II Biberach Streifenfundamente	AZ 2004051geo
		Anlage 5.1

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_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
Tiefenbeiwerte nach: IEG7 (SE)
Gründungssohle = 0.50 m
Grundwasser = 5.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Grundbruch mit Tiefenbeiwerten
Sohldruck
Setzungen







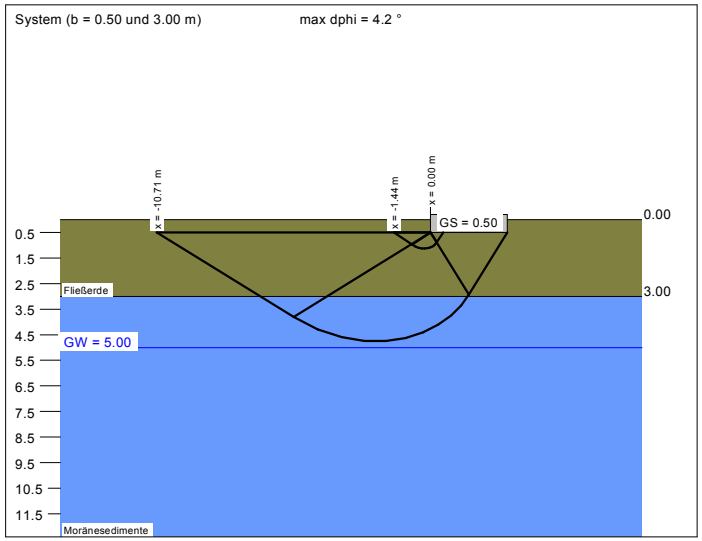
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{ü}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	137.3	68.6	101.7	1.03	22.5	2.50	18.50	9.25	2.93	1.12
10.00	1.00	142.9	142.9	105.9	1.60	22.5	2.50	18.50	9.25	3.83	1.75
10.00	1.50	158.0	236.9	117.0	2.14	22.5	2.50	18.50	9.25	4.62	2.37
10.00	2.00	174.9	349.8	129.5	2.68	22.5	2.50	18.50	9.25	5.44	3.00
10.00	2.50	402.0	1005.1	297.8	6.93	25.8	7.88	19.01	9.25	9.05	3.95
10.00	3.00	512.3	1537.0	379.5	9.51	26.7	9.26	19.41	9.25	10.89	4.74

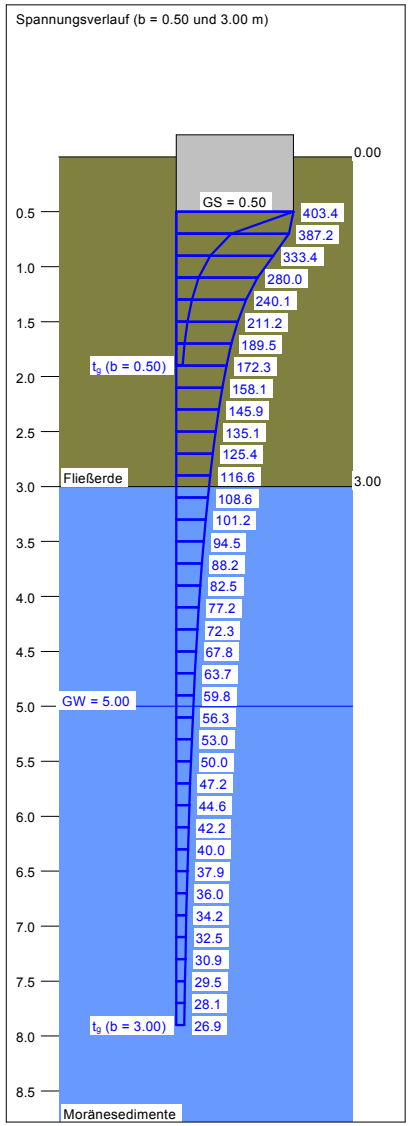
$\sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{0f,k} / 1.89$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

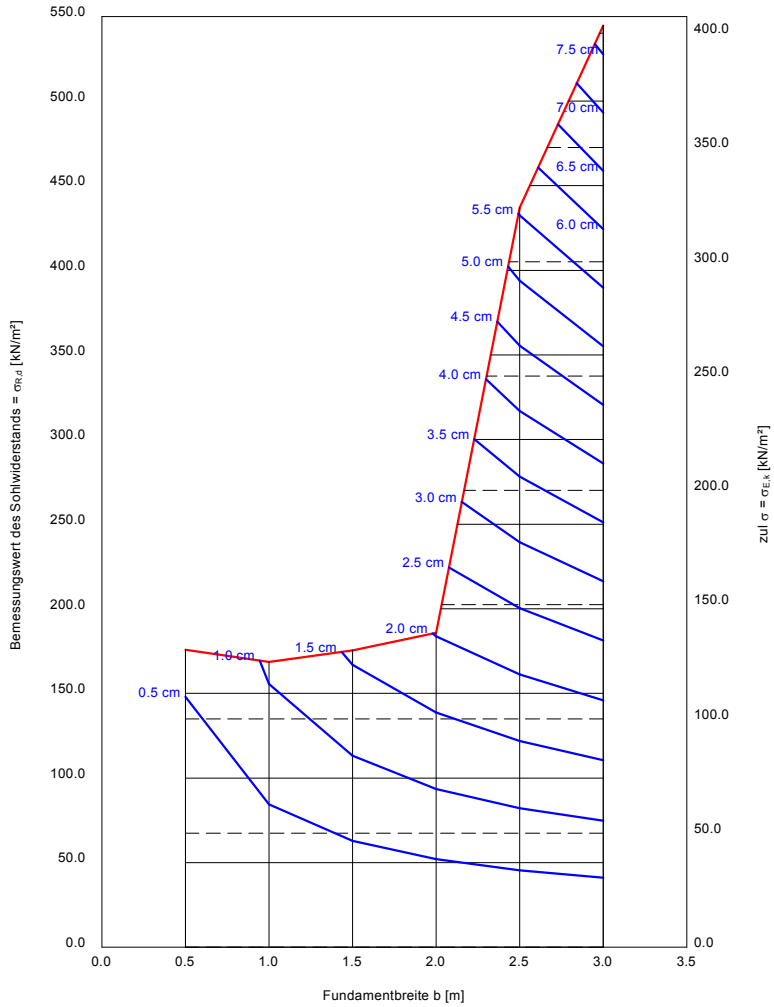
Boden	γ [kN/m³]	γ ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	κ [-]	Bezeichnung
	18.5	8.5	22.5	2.5	7.5	0.00	1.000	Fließerde
	22.0	12.0	30.0	15.0	50.0	0.00	1.000	Moränesedimente

Dr.-Ing. G. Ulrich Geotechnik GmbH Leutkirch	Baugebiet Taubenplätzle II Biberach Einzelfundamente	AZ 2004051geo
		Anlage 5.2

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_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
Tiefenbeiwerte nach: IEG7 (SE)
Gründungssohle = 0.50 m
Grundwasser = 5.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Grundbruch mit Tiefenbeiwerten
Sohldruck
Setzungen







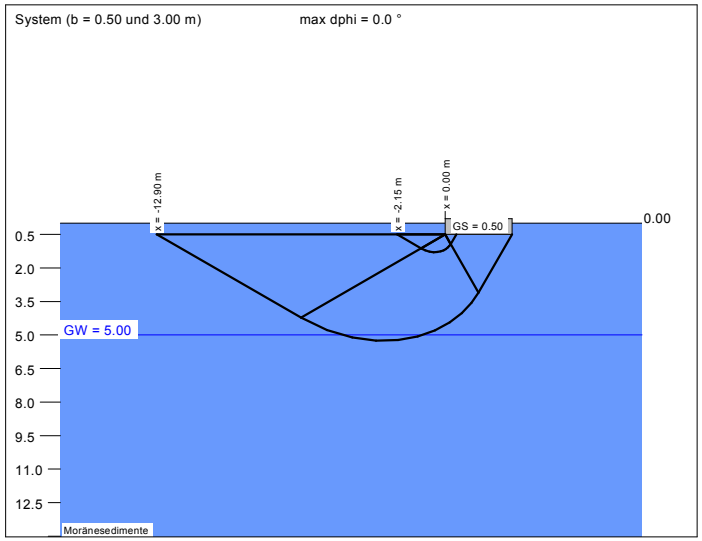
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{ü}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
0.50	0.50	175.7	43.9	130.2	0.60	22.5	2.50	18.50	9.25	1.89	1.12
1.00	1.00	168.6	168.6	124.9	1.09	22.5	2.50	18.50	9.25	2.71	1.75
1.50	1.50	175.5	394.8	130.0	1.58	22.5	2.50	18.50	9.25	3.40	2.37
2.00	2.00	185.8	743.2	137.6	2.02	22.5	2.50	18.50	9.25	4.03	3.00
2.50	2.50	437.0	2731.0	323.7	5.56	25.8	7.88	19.01	9.25	6.40	3.95
3.00	3.00	544.6	4901.7	403.4	7.75	26.7	9.26	19.41	9.25	7.90	4.74

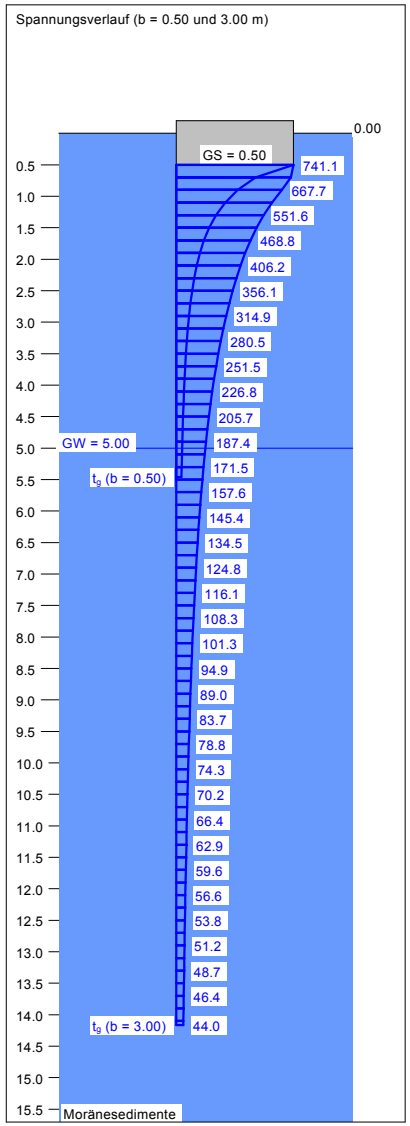
$\sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{0f,k} / 1.89$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

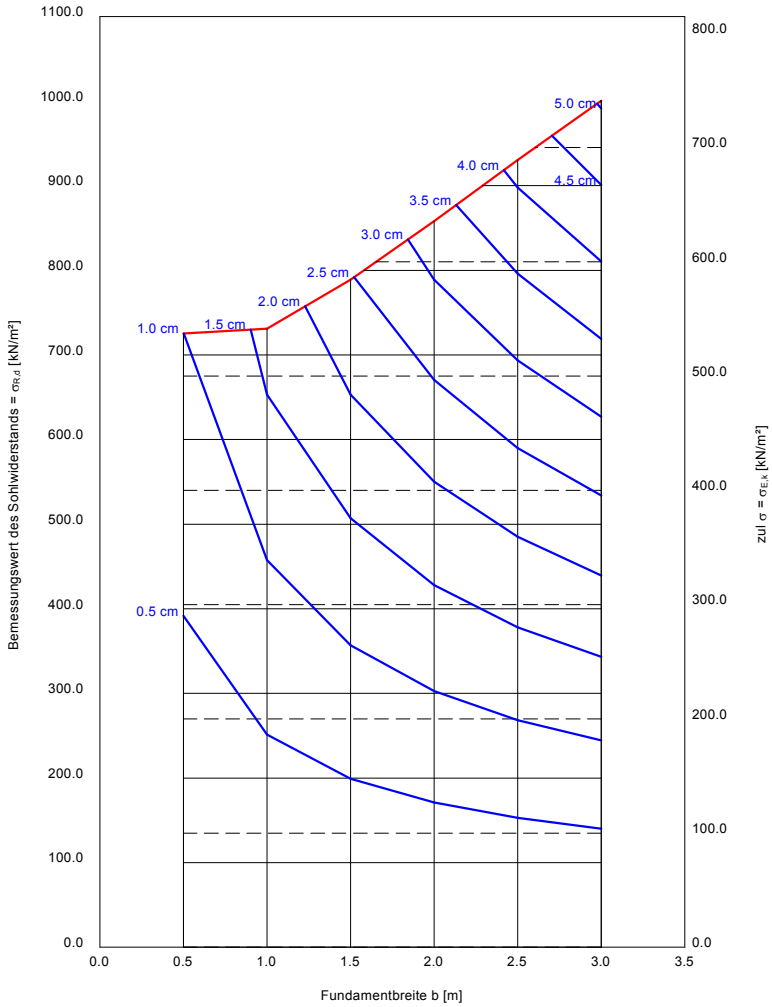
Boden	γ [kN/m³]	γ ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	κ [-]	Bezeichnung
	22.0	12.0	30.0	15.0	50.0	0.00	1.000	Moränesedimente

Dr.-Ing. G. Ulrich Geotechnik GmbH Leutkirch	Baugebiet Taubenplätzle II Biberach Streifenfundamente	AZ 2004051geo
		Anlage 5.3

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_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
Tiefenbeiwerte nach: IEG7 (SE)
Gründungssohle = 0.50 m
Grundwasser = 5.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Grundbruch mit Tiefenbeiwerten
Sohldruck
Setzungen







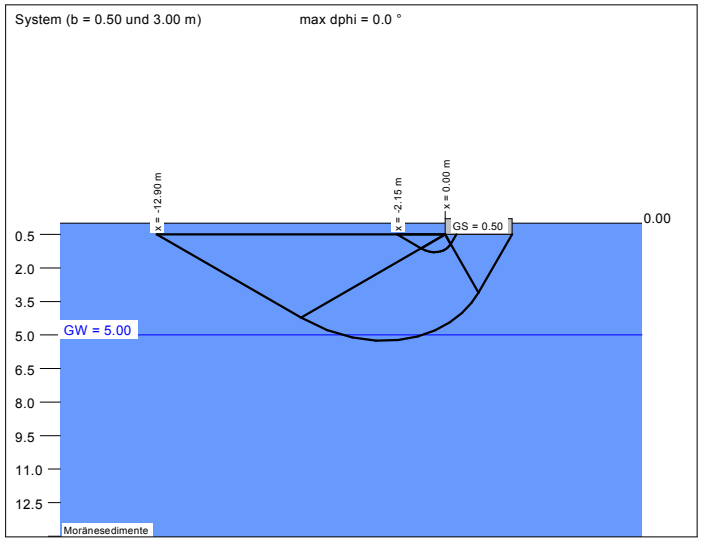
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{ü}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	725.3	362.6	537.3	1.00	30.0	15.00	22.00	11.00	5.46	1.29
10.00	1.00	731.0	731.0	541.5	1.70	30.0	15.00	22.00	11.00	7.67	2.09
10.00	1.50	788.9	1183.4	584.4	2.47	30.0	15.00	22.00	11.00	9.56	2.88
10.00	2.00	858.1	1716.1	635.6	3.29	30.0	15.00	22.00	11.00	11.24	3.67
10.00	2.50	930.3	2325.8	689.1	4.16	30.0	15.00	22.00	11.00	12.77	4.46
10.00	3.00	1000.5	3001.5	741.1	5.05	30.0	15.00	21.88	11.00	14.16	5.26

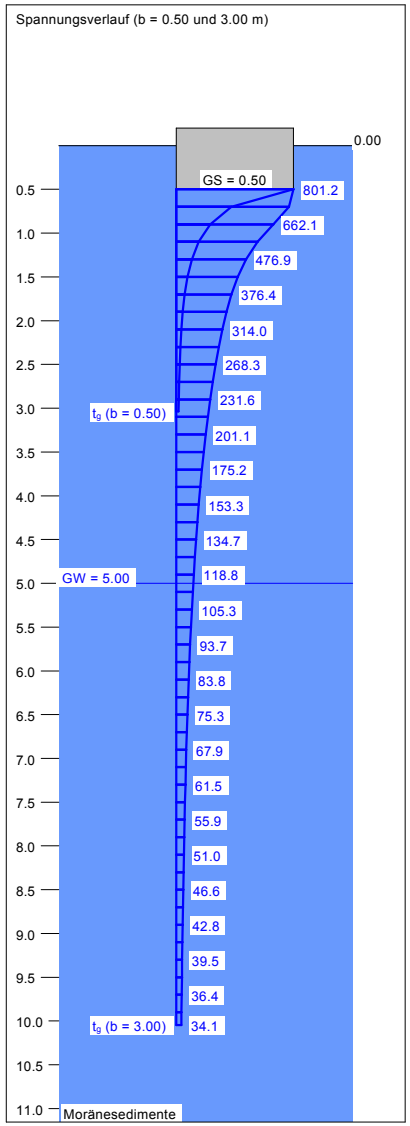
$\sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{0f,k} / 1.89$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

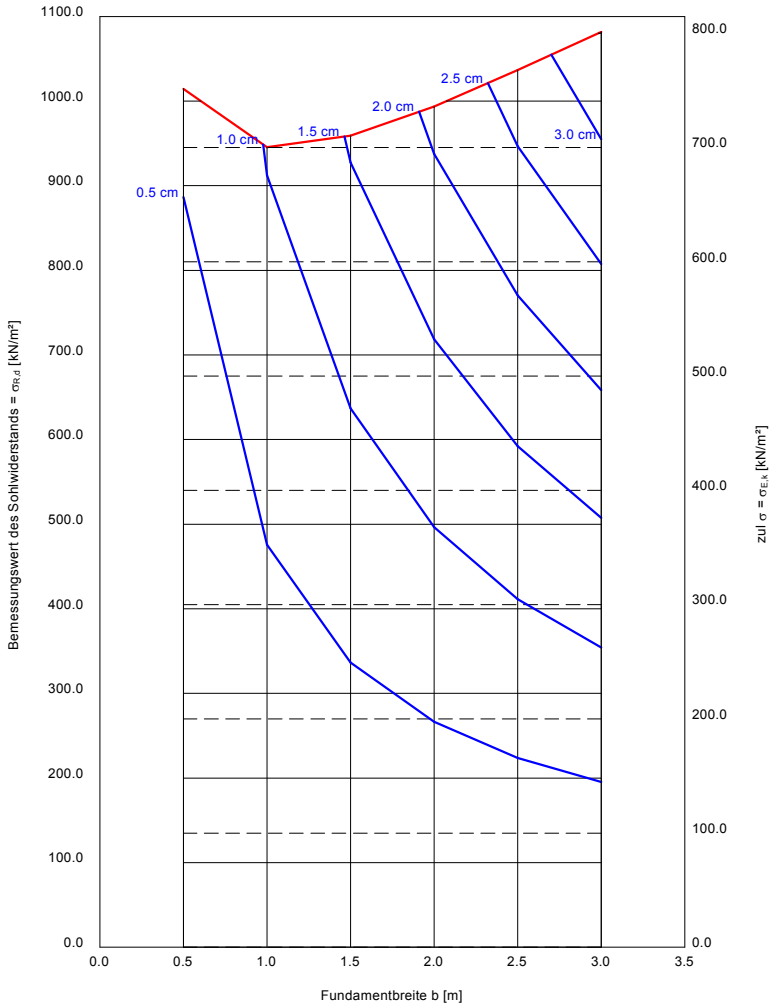
Boden	γ [kN/m³]	γ ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	κ [-]	Bezeichnung
	22.0	12.0	30.0	15.0	50.0	0.00	1.000	Moränesedimente

Dr.-Ing. G. Ulrich Geotechnik GmbH Leutkirch	Baugebiet Taubenplätzle II Biberach Einzelfundamente	AZ 2004051geo
		Anlage 5.4

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_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
Tiefenbeiwerte nach: IEG7 (SE)
Gründungssohle = 0.50 m
Grundwasser = 5.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Grundbruch mit Tiefenbeiwerten
Sohldruck
Setzungen







a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_ü$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
0.50	0.50	1014.5	253.6	751.5	0.58	30.0	15.00	22.00	11.00	3.04	1.29
1.00	1.00	945.4	945.4	700.3	1.04	30.0	15.00	22.00	11.00	4.48	2.09
1.50	1.50	959.2	2158.2	710.5	1.56	30.0	15.00	22.00	11.00	5.90	2.88
2.00	2.00	993.7	3974.9	736.1	2.13	30.0	15.00	22.00	11.00	7.33	3.67
2.50	2.50	1036.6	6478.5	767.8	2.76	30.0	15.00	22.00	11.00	8.71	4.46
3.00	3.00	1081.7	9734.9	801.2	3.43	30.0	15.00	21.88	11.00	10.04	5.26

$\sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{0f,k} / 1.89$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH Baugrundlabor Leutkirch	Baugebiet Taubenplätzle II Biberach Fotodokumentation	AZ 2004042geo	Gezeichnet Ku
		Anlage Nr. 6.1	Sachbearbeiter Ku

BK1: 0.0 – 6.0 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

Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH Baugrundlabor Leutkirch	Baugebiet Taubenplätzle II Biberach Fotodokumentation	AZ 2004042geo	Gezeichnet Ku
		Anlage Nr. 6.2	Sachbearbeiter Ku

BK2: 0.0 – 6.0 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

Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH Baugrundlabor Leutkirch	Baugebiet Taubenplätzle II Biberach Fotodokumentation	AZ 2004042geo	Gezeichnet Ku
		Anlage Nr. 6.3	Sachbearbeiter Ku

BK3: 0.0 – 6.0 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

Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH Baugrundlabor Leutkirch	Baugebiet Taubenplätzle II Biberach Fotodokumentation	AZ 2004042geo	Gezeichnet Ku
		Anlage Nr. 6.4	Sachbearbeiter Ku

BK4: 0.0 – 6.0 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

Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH Baugrundlabor Leutkirch	Baugebiet Taubenplätzle II Biberach Fotodokumentation	AZ 2004042geo	Gezeichnet Ku
		Anlage Nr. 6.5	Sachbearbeiter Ku

BK5: 0.0 – 6.0 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