

Baugrunderkundung
„PaketPost – Areal“
Arnulfstraße, 80634 München

21 Seiten, 14 Tabellen, 7 Anlagen

Auftraggeber:

Park Immobilien Nymphenburg
Entwicklungs GmbH & Co. KG
Nördliche Münchner Straße 16
82031 München

Gutachtenersteller:

SakostaCAU GmbH
Lochhausener Straße 203
81249 München
Tel.: 089 / 863 000 0
Fax: 089 / 863 000 88

Projektbearbeitung:



Projektnummer:

1800073-4

München, den 04.11.2020

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
1.2	Beschreibung des Untersuchungsstandorts	4
1.3	Beschreibung des geplanten Bauvorhabens	4
1.4	Untersuchungsumfang	5
1.4.1	Geländearbeiten	5
1.4.2	Umfang der Laboruntersuchungen	6
2	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse	7
2.1	Geologische und hydrogeologische Einordnung	7
2.2	Beschreibung des erbohrten Untergrundes	7
2.3	Grundwasserverhältnisse	8
3	Auswertung der geotechnischen Untersuchungen	9
3.1	Bohrlochrammsondierungen (BDP)	9
3.2	Versickerungsversuche	10
3.3	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	10
3.4	Chemische Laboruntersuchungen	12
4	Geotechnische Beurteilung	12
4.1	Bodenklassifizierung	12
4.2	Bodenmechanische Kennwerte	12
4.3	Homogenbereiche und Bodenklassen	13
4.4	Wasserdurchlässigkeit der quartären Kiese zur Vorbemessung von Versickerungsanlagen	14
4.5	Gründungsdiskussion	15
4.6	Herstellung von Baugruben und Wasserhaltung	16
4.7	Empfehlungen zu den Erdarbeiten	19
4.8	Bauwerksabdichtung	19
4.9	Angaben zur Erdbebenzone	20
5	Zusammenfassung	20

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Übersichtsplan, SakostaCAU GmbH, Maßstab 1:25.000, 06/2020
- Anlage 2: Lageplan der Bohransatzpunkte, SakostaCAU GmbH, Maßstab 1:2.000, 06/2020
- Anlage 3: Profile der Rammkernbohrungen gem. DIN 4023 sowie der Bohrlochrammsondierungen (BDP) (6 Seiten)
- Anlage 4: Bodenmechanische Laboruntersuchungen: AMM GmbH, Untersuchungsbericht B 6775, Crystal Geotechnik, Untersuchungsbericht L201428 (39 Seiten)
- Anlage 5: Analyseenergebnisse, Analysenverfahren und Nachweisgrenzen, Prüfbericht der Dr. Graner & Partner GmbH (Nr. 2034795; 1 Berichte, 2 Seiten)
- Anlage 6: Auskunft der Landeshauptstadt München zum vermutlichen Höchstwasserstand HW1940 vom 09.03.2018 (2 Seiten)
- Anlage 7: Auswertung der Absinkversuche in den Bohrungen GWM1, GWM2 und RKB3 (3 Seiten)

Verwendete Unterlagen

Neben den im Text zitierten DIN, EN und ISO-Normen wurden bei der Bearbeitung folgende Unterlagen verwendet:

- [1] Digitale geologische Karte von Bayern, Maßstab 1:25 000 (<https://www.umweltatlas.bayern.de>)
- [2] Bayern Atlas, Kartenviewer des Freistaates Bayern (<https://geoportal.bayern.de>)
- [3] Grundwasserflurabstand 1989, Online-Auskunft, Landeshauptstadt München (<http://maps.muenchen.de/rgu/grundwasserflurabstand>)
- [4] Grundwasserstandslinien (Isohypsen) Juli 1990, Online-Auskunft, Landeshauptstadt München (http://maps.muenchen.de/rgu/isohypsen_1990)
- [5] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): Arbeitsblatt Nr. A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Stand April 2005
- [6] Karte der Erdbebenzonen und Untergrundklassen des Zentrums für Geotechnik Potsdam (nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01)
- [7] Masterplan Paketposthalle München „Untergeschosse“; Herzog & de Meuron; Stand: 10/2020
- [8] Untersuchungsbericht zur Baugrundvorerkundung „BV Arnulfstr. 195, München“; SakostaCAU, Stand 23.03.2018
- [9] Orientierende Altlastenuntersuchung „PG Postgelände München, Arnulfstraße 195, 80634 München; SakostaCAU; Stand 29.03.2018

1 Einleitung

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die SakostaCAU GmbH, Lochhausener Straße 203, wurde am 19.02.2020 durch die Park Immobilien Nymphenburg Entwicklungs GmbH & Co. KG, Nördliche Münchner Straße 16, 82031 München mit der Durchführung einer Baugrunderkundung für das Bauvorhaben „BV PaketPost-Areal, Arnulfstraße, München Neuhausen“, auf dem sich zwischen Wilhelm-Hale-Straße, Arnulfstraße und Reitknechtstraße befindlichen Grundstück, beauftragt (Flurstück-Nr. 221 und 221/29, Gemarkung Neuhausen).

Auf dem Grundstück wurde durch die SakostaCAU GmbH bereits eine indikative geotechnische Beurteilung des Baugrundes [8] sowie eine orientierende abfall- und altlastentechnische Untersuchung des Untergrundes [9] vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Beurteilungen werden ergänzend für die Gutachtenerstellung des hier vorliegenden Bauvorhabens herangezogen.

Im Rahmen der Bauleitplanung soll nun eine ergänzende Baugrunduntersuchung sowie eine geotechnische Bewertung des Untergrundes hinsichtlich der geplanten Neubebauung durchgeführt werden.

1.2 Beschreibung des Untersuchungsstandorts

Das Untersuchungsgelände wird im Norden durch die Arnulfstraße, im Westen durch die Wilhelm-Hale-Straße und den Birketweg sowie im Süden durch die Reitknechtstraße begrenzt (Anlage 1). Östlich der Untersuchungsfläche grenzen das Gelände der ehemaligen Gleishalle der Posthalle sowie Teile der Grünanlage „an der Richelstraße“ an.

Auf dem Gelände befinden sich diverse größere Gebäudekomplexe, im Norden das Hochhaus (Bauteil 4) sowie südlich davon angrenzend das Bauteil 3 (Kopfbau). Zentral in der Liegenschaft befindet sich die ehemalige Gleishalle (Bauteil 1), die unterirdisch mit dem Tiefhof (Bauteil 2) verbunden ist. Sämtliche genannte Gebäude werden aktuell durch die Deutsche Post AG als Briefzentrum München genutzt.

Im nordwestlichen Grundstücksbereich befand sich das „ehemalige Casino“ des Briefzentrums München, welches 2012 rückgebaut wurde. Nach Rückbau der Gebäude wurde das Gelände wieder verfüllt und ist derzeit eine unversiegelte Kiesfläche.

Das Untersuchungsareal ist generell als eben anzusehen und liegt im Mittel auf einer Höhe von ca. 522,2 m ü. NN. Im südlichen Teil der Fl. Nr. 221 befindet sich ein Tiefhof der im Mittel auf einer Höhe von ca. 518,0 m ü. NN liegt.

Der Großteil des Gesamtgeländes ist überwiegend versiegelt und wird als Zufahrt- und Parkplatzfläche genutzt. Vereinzelt sind unbefestigte Bereiche sowie Grünflächen vorhanden.

1.3 Beschreibung des geplanten Bauvorhabens

Entsprechend den zur Verfügung gestellten Planunterlagen [7] soll das Untersuchungsareal einer Neuentwicklung zugeführt werden, wobei die Bestandsgebäude mit Ausnahme der ehem. Gleishalle rückgebaut werden sollen. Im Umgriff der ehem. Gleishalle sollen im Anschluss an den Rückbau insgesamt sechs 6-geschossige Gebäudekomplexe sowie zwei 44-geschossige Hochhäuser errichtet werden. Das Bauwerksnull liegt gem. [7] bei 523 m ü. NN.

Die geplanten Neubauten sollen zusammenhängend 3-gesossig unterkellert ausgeführt werden wobei die max. Gründungssohle gem. [7] bei ca. 11 m u. Bauwerksnull angenommen wird.

Weitere Informationen zu dem Bauvorhaben liegen derzeit nicht vor.

1.4 Untersuchungsumfang

1.4.1 Geländearbeiten

Die Geländearbeiten wurden im Zeitraum von 15.05. – 26.05.2020 ausgeführt und umfassten:

- 6 Rammkernbohrungen (Bezeichnung RKB1 – RKB4; GWM1 und GWM2) gemäß DIN EN ISO 22475 bis in eine max. Tiefe von 33 m u. GOK mit Bohrdurchmesser 178 mm zur Erkundung und Beurteilung der Schichtenfolge. Das geförderte Bohrgut wurde vor Ort gemäß DIN EN ISO 14688 bzw. DIN 4022 geologisch angesprochen und sensorisch beurteilt.
- Ausbau der Bohrung GWM1 zu einer 2“ Tertiär Grundwassermessstelle (auf den Ausbau der Bohrung GWM2 wurde im Zuge der Geländearbeit verzichtet da kein tertiäres Grundwasser angetroffen wurde).
- 17 Bohrlochrammsondierungen (BDP gem. DIN EN ISO 22476-3), 2 bis 4 je Rammkernbohrung, in den für die Gründung relevanten Tiefenbereichen.
- Horizontierte Entnahme des erbohrten Materials aus für die Gründung relevanten Bodenschichten zur bodenmechanischen Laboruntersuchung.
- Durchführung von drei Versickerungsversuchen in den Rammkernbohrungen GWM1, GWM2 und RKB3.
- Lagenmäßige Einmessung der Sondieransatzpunkte.

Ein Übersichtslageplan mit der Lage und Bezeichnung sämtlicher Bohrungen findet sich in Anlage 2.

Die Durchführung der Rammkernbohrungen, der Versickerungsversuche und der Bohrlochrammsondierungen erfolgte durch die Firma BaugrundSüd GmbH, Maybachstraße 5, 88410 Bad Wurzach. Die Arbeiten wurden durch die SakostaCAU GmbH fachtechnisch begleitet.

Zur Vermeidung von Leitungstreffern wurden von den zuständigen Versorgern die verfügbaren Sparteninformationen eingeholt und bei der Festlegung der Sondieransatzpunkte berücksichtigt.

Ein Kampfmittelverdacht konnte im Vorfeld der Bohrarbeiten für das Untersuchungsgelände nicht ausgeräumt werden. Die Sondieransatzpunkte wurden durch die Fachfirma Geolog Fuss/Hepp Gbr. freigemessen.

Anhand der im Zuge der Bohrarbeiten gewonnenen Informationen wurden Bohrprofile nach DIN 4023 erstellt (Anlage 3). Das für weitere Untersuchungen entnommene Probenmaterial wurde in PP-Eimer eingefüllt und verschlossen. Die Bezeichnung der Proben setzt sich zusammen aus der Bohrungsbezeichnung und der Entnahmetiefe (z.B. RKB1/0,0-0,5).

Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurden die Bohrlöcher innerhalb der quartären Kiese mit geeignetem, organoleptisch unauffälligem Bohrgut verfüllt bzw. innerhalb der tertiären Schichten mit Abdichtungsmaterial verschlossen.

1.4.2 Umfang der Laboruntersuchungen

Ausgewählte, repräsentative Bodenproben wurden bodenmechanischen Laboruntersuchungen unterzogen. Die Untersuchungen erfolgten durch die AMM GmbH, Gessertshausener Straße 3, 86356 Neusäß sowie durch die Crystal Geotechnik GmbH, Hofstattstraße 28, 86919 Utting am Ammersee. In Tabelle 1 findet sich eine Auflistung über die an den entsprechenden Proben durchgeführten Laboruntersuchungen.

Tabelle 1: Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Probenbezeichnung	Geotechnischer Untersuchungsumfang
GWM1 / 12,5 – 16,5	Sieb-Analyse gem. DIN 18123-5
GWM2 / 5,0 – 11,0	
RKB1 / 10,0 – 16,0	
RKB2 / 6,0 – 7,0	
RKB3 / 0,8 – 10,0	
RKB3 / 13,0 – 14,0	
RKB4 / 12,0 – 14,0	
GWM1 / 20,0 – 28,0	Sieb-Schlamm-Analyse gem. DIN 18123-7
GWM2 / 14,0 – 17,0	
GWM2 / 18,3 – 21,7	
RKB2 / 7,0 – 12,4	
RKB2 / 12,4 – 13,7	
RKB2 / 14,0 – 15,6	
GWM1 / 16,5 – 18,0	Bestimmung der Konsistenzgrenzen gem. DIN 18122
GWM2 / 18,3 – 21,7	
RKB2 / 12,4 – 13,7	
RKB3 / 17,2 – 17,7	
RKB4 / 17,0 – 18,0	
GWM2/21,7 – 22,0	Triaxialscherveruch gem. DIN 18137-2
RKB2/14,5 – 14,8	Triaxialscherveruch gem. DIN 18137-2
GWM1/18,2 – 18,5	Eindimensionaler Kompressionsversuch gem. DIN 18135
RKB2/15,7 – 16,0	Eindimensionaler Kompressionsversuch gem. DIN 18135

Die Untersuchungsergebnisse der bodenmechanischen Laboranalytik sind in Anlage 4 hinterlegt.

Die chemisch-analytischen Untersuchungen wurden von dem akkreditierten Labor Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Straße 205, 81249 München durchgeführt. In Tabelle 2 findet sich eine Auflistung über die an den entsprechenden Proben durchgeführten Laboruntersuchungen.

Tabelle 2: Chemische Laboruntersuchungen

Probenbezeichnung	Chemischer Untersuchungsumfang
WP / GW	Betonaggressivität - Grundwasserprobe

Die Untersuchungsergebnisse der chemisch-analytischen Untersuchungen sind in Anlage 5 zu finden.

Rückstellmaterial verbleibt für 3 Monate im Rückstellprobenlager der SakostaCAU GmbH bzw. des Labors und wird anschließend ordnungsgemäß entsorgt.

2 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

2.1 Geologische und hydrogeologische Einordnung

Gemäß digitaler geologischer Karte von Bayern, 1:25 000 [1] liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich hochwürmeiszeitlicher Schmelzwasserschotter des Pleistozäns. Diese sind meist als sandige Fein- bis Grobkiese mit wechselnden Feinkorngehalten ausgeprägt. Aufgrund des kalkhaltigen Wassers können die Schotter bereichsweise zu Nagelfluh verfestigt sein. Variierend mit schwankenden Transport- und Ablagerungsbedingungen können innerhalb der Kiese auch vereinzelt Sandlagen sowie Kiesbänder mit sehr geringem Sand- und Feinkornanteil (Rollkiese) auftreten.

Die quartären Kiese werden großräumig von den tertiären Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse (Schluffe, Tone, Feinsande) unterlagert, wobei die Schluffe und Tone als Grundwasserstauer fungieren. Die Tertiäroberfläche weist in der Regel ein Relief aus Rinnen und Hochlagen auf. Die Quartär/Tertiär-Grenze kann gem. [1] in ca. 505 m ü. NN (ca. 17 m u. GOK) erwartet werden. Die quartären Kiese der Münchner Schotterebene stellen im Allgemeinen einen gut durchlässigen und ergiebigen Porenquifer dar. Des Weiteren können tertiäre Feinsande als gespannter Grundwasserleiter auftreten.

2.2 Beschreibung des erbohrten Untergrundes

Auf dem Untersuchungsgelände liegt vorwiegend eine Oberflächenbefestigung durch Asphalt bzw. Pflastersteine in einer Mächtigkeit von ca. 20 cm vor. Die hier durchgeführten Rammkernbohrungen zeigen folgenden Schichtaufbau:

Anthropogene Auffüllung

In allen Rammkernbohrungen wurden anthropogene Auffüllungen bis in eine max. Tiefe von ca. 4,5 m u. GOK erschlossen. Die angetroffenen Auffüllungen können überwiegend als sandig, schluffiger Kies angesprochen werden, Ausnahme bildet hierbei die in RKB3 erschlossene Auffüllung welche als kiesiger, sandiger Schluff ausgeprägt ist. Organoleptische Auffälligkeiten waren in Form von Ziegelbruch (< 5 Vol.-%), Betonbruch (< 5 Vol.-%), Asphaltbruch (< 1 Vol.-%) sowie Metallresten (< 1 Vol.-%) festzustellen.

Quartärer Kies

Unterhalb der anthropogenen Auffüllungen wurden in allen Sondierungen schluffig, stark sandig bis sandige Kiese der glaziofluvialen Schmelzwasserschotter bis in eine max. Tiefe von ca. 18,3 m u. GOK erbohrt. Organoleptische Auffälligkeiten waren nicht festzustellen.

Tertiäre Schichten

Die quartären Kiese unterlagernd fanden sich in allen Bohrungen die wechselgelagerten tertiären Schichten der Oberen Süßwassermolasse. Die Schichtunterkante wurde im Zuge der Sondierarbeiten nicht angetroffen.

Tertiärer Schluff

Mit Ausnahme der Bohrung RKB1 wurden in allen durchgeführten Bohrungen tertiäre Schluffe angetroffen. Die Schluffe zeichnen sich durch tonig bis schwach tonige Nebenbestandteile und einen stark variierenden Feinsandgehalt aus. Ihre Konsistenz kann weitgehend als fest eingestuft werden. Lokal können auch halb feste Bereiche vorkommen.

Tertiäre Sande

In fast allen Bohrungen wurden mit den angetroffenen tertiären Schluffen wechselgelagerte glimmerführende tertiäre Sande erbohrt. Ausnahme bilden hier die Bohrungen GWM2 sowie RKB4 in denen ausschließlich tertiäre Schluffe erbohrt wurden.

Tabelle 3: Vereinfachter Schichtenaufbau

Nr. Bodenschicht	Teufe Unterkante [m u. GOK]	Teufe Unterkante [m ü. NN]
1 Anthropogene Auffüllung	0,8 – 4,5	516,5 – 522,4
2 Quartäre Kiese	12,4 – 18,3	504,6 – 506,0
3 Tertiäre Schluffe	nicht erbohrt	nicht erbohrt
4 Tertiäre Sande	nicht erbohrt	nicht erbohrt

2.3 Grundwasserverhältnisse

In allen Rammkernbohrungen wurde innerhalb der quartären Kiese Grundwasser in einer Tiefe von ca. 513,1 – 514,9 m ü. NN angetroffen.

Das an der Rammkernbohrung GWM1 erschlossene tertiäre Grundwasserstockwerk liegt gespannt vor, wobei der Druckwasserspiegel auf Höhe des quartären Grundwasserspiegels liegt.

In nachfolgender Tabelle 4 sind die projektrelevanten Höhen und Grundwasserstände zusammengefasst:

Tabelle 4: Überblick Grundwasserstände und projektrelevante Höhen

Bezeichnung	Abkürzung	m ü. NN	m u. GOK	m u. ±0,00
Geländeoberkante (gemittelt)	GOK	522,2	—	+0,8
Bauwerksnull (Annahme)	±0,00	523,0	+0,8	—
Gründungssohle Neubauten	GS	512,0	10,2	11,0
Bemessungswasserstand (HHW + 0,3 m)	BGW	Norden: 516,6 Süden: 517,8	Norden: 5,6 Süden: 4,4	Norden: 6,4 Süden: 5,2
Grundwasserhöchststand HHW (Anlage 6)	HHW	Norden: 516,3 Süden: 517,5	Norden: 5,9 Süden: 4,7	Norden: 6,7 Süden: 5,5
Bauzeitlicher Bemessungswasserstand (MHGW + 0,3 m)	GW-Bau	Norden: 514,5 Süden: 515,7	Norden: 7,7 Süden: 6,5	Norden: 8,5 Süden: 7,3
Mittlerer Hochwasserstand (MHGW) 1990 [5]	MHGW	Norden: 514,2 Süden: 515,4	Norden: 8,0 Süden: 6,8	Norden: 8,8 Süden: 7,6
Mittlerer Grundwasserstand (MGW) [4]	MGW	514,2 – 516,2	6 – 8	6,8 – 8,8
Grundwasserstand bei Baugrunderkundung	GW	513,1 – 514,9	7,3 – 9,1	8,1 – 9,9

3 Auswertung der geotechnischen Untersuchungen

3.1 Bohrlochrammsondierungen (BDP)

Zur Ermittlung der Lagerungsdichte der angetroffenen Schichten wurden bei der gegenwertigen Untersuchung je Bohrung 2 bis 4 Bohrlochrammsondierungen (BDP) gemäß DIN EN ISO 22476-3 durchgeführt. Zur Versuchsdurchführung wird eine Sonde mittels 63,5 kg schweren Rammhären aus 0,76 m Fallhöhe in 3 Abschnitten zu je 15 cm Eindringtiefe in den Boden eingeschlagen. Anhand der zum Einschlagen in den letzten 2 Abschnitten erforderlichen Schlagzahlen können Rückschlüsse auf die Lagerungsdichte/Konsistenz des Untergrundes gezogen werden. Die Ergebnisse der Bohrlochrammsondierungen der Baugrundvorerkundung sind in Tabelle 5 und die Ergebnisse der gegenständlichen Untersuchung in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 5: Ergebnisse der Bohrlochrammsondierungen (Baugrundvorerkundung)

Nr.:	Ver-such-Nr.	Ab Tiefe [m u. GOK]	N ₁₅	N _{30ü} über Grundwasser	N _{30u} unter Grundwasser	Baugrund-schicht (Haupt-bodenart)	Abgeleitete Lagerungsdichte
B1	1	6,0	34/34/34	68	-	Kies	sehr dicht
	2	8,0	24/23/24	57*	47	Kies	sehr dicht
	3	15,5	19/22/23	55*	45	Kies	sehr dicht
	4	12,5	20/22/23	55*	45	Kies	sehr dicht
	5	14,6	27/30/31	73*	61	Kies	sehr dicht
B2	1	3,0	22/26/29	55	-	Kies	sehr dicht
	2	7,0	19/27/27	54	-	Kies	sehr dicht
	3	14,0	23/29/32	73*	61	Kies	sehr dicht
B3	1	5,0	15/18/20	38	-	Kies	dicht
	2	10,0	12/14/17	40*	31	Kies	dicht
	3	15,0	8/7/9	16	16	Schluff	halbfest
B4	1	4,0	24/24/26	50	-	Kies	dicht bis sehr dicht
	2	9,0	20/26/28	65*	54	Kies	sehr dicht
	3	14,0	18/23/24	57*	47	Kies	sehr dicht

Tabelle 6: Ergebnisse der Bohrlochrammsondierungen (gegenständliche Untersuchung)

Nr.:	Ver-such-Nr.	Ab Tiefe [m u. GOK]	N ₁₅	N _{30ü} über Grundwasser	N _{30u} unter Grundwasser	Baugrund-schicht (Haupt-bodenart)	Abgeleitete Lagerungsdichte
GWM1	1	8,0	10/19/44	63	-	Kies	sehr dicht
	2	12,0	11/23/36	71*	59	Kies	sehr dicht
GWM2	1	6,0	4/12/29	41	-	Kies	dicht
	2	14,0	9/24/44	81*	68	Kies	sehr dicht
RKB1	1	3,0	8/16/29	47	-	Kies	dicht
	2	6,0	22/50/53	103	-	Kies	sehr dicht
	3	12,0	5/22/42	81*	68	Kies	sehr dicht
	4	17,0	12/31/58	103**	89	Sand	sehr dicht
RKB2	1	3,0	11/24/30	54	-	Kies	sehr dicht
	2	8,0	8/16/24	50*	40	Kies	sehr dicht
	3	13,0	16/28/89	117	117	Schluff	fest
RKB3	1	7,0	17/19/28	47	-	Kies	dicht
	2	12,0	6/10/24	43*	34	Kies	dicht
	3	18,0	24/49/-	>50	>50	Schluff	fest
RKB4	1	3,0	12/33/60	93	-	Kies	sehr dicht
	2	10,0	6/18/29	58*	47	Kies	sehr dicht
	3	16,0	4/19/37	68*	56	Kies	sehr dicht

*Die ermittelten Schlagzahlen der unterhalb des Grundwasserspiegels ausgeführten Bohrlochrammsondierungen wurden entsprechend DIN 4094-3 gemäß der Formel für weit gestufte Kies-Sand-Gemische

$$N_{30\bar{u}} = 1,1 * N_{30u} + 5,9$$

in Schlagzahlen über dem Grundwasser umgerechnet.

**Die ermittelten Schlagzahlen der unterhalb des Grundwasserspiegels ausgeführten Bohrlochrammsondierungen wurden entsprechend DIN 4094-3 gemäß der Formel für eng gestufte Sande

$$N_{30\bar{u}} = 1,1 * N_{30u} + 5$$

in Schlagzahlen über dem Grundwasser umgerechnet.

Gemäß der durchgeführten Bohrlochrammsondierungen liegen die angetroffenen Bodenschichten der quartären Kiese in einer dichten bis sehr dichten Lagerung sowie die tertiären Sande in einer sehr dichten Lagerung vor. Die tertiären Schluffe liegen gem. durchgeführter Bohrlochrammsondierungen in einer halbfesten bis festen Konsistenz vor.

3.2 Versickerungsversuche

Zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit und des hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwertes k_f der quartären Kiese wurde in den Bohrungen GWM1, GWM2 sowie RKB3 ein Versickerungsversuch durchgeführt. Die Versuche wurden in 3,5, 4,5 sowie 6,0 m u. GOK durchgeführt. Zur Versuchsdurchführung wurde in der Bohrung zunächst die Verrohrung in die entsprechende Versuchstiefe eingeschlagen. Anschließend wurde die Verrohrung zur Erstellung einer freien Filterstrecke um 0,5 m gezogen und die Versickerungstrecke mit Filterkies verfüllt.

Nach Eingabe von ca. 1.000 l (3,5 l/s) konnte aufgrund der schnellen Versickerung kein messbarer Wasseraufstau erzeugt werden (vgl. Anlage 7). Auf Grundlage vergleichbarer Versuche und Böden sowie gutachterlicher Erfahrung kann für die angetroffenen quartären Kiese von einem Durchlässigkeitsbeiwert k_f von $> 5,0 * 10^{-4}$ m/s ausgegangen werden. Erfahrungsgemäß kann der Durchlässigkeitsbeiwert k_f lokal auch im Bereich von $1,0 * 10^{-2}$ bis $1,0 * 10^{-3}$ liegen.

Die quartären Kiese sind gemäß DIN 18130 als stark durchlässig einzustufen.

3.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

In den nachfolgenden Tabellen 7 und 8 sind die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche aufgelistet. Die Proben wurden aus für die Gründung relevanten Bodenschichten entnommen. Es wurde bei der Entnahme darauf geachtet für die jeweilige Schicht repräsentative Proben zu nehmen. Die Prüfberichte der Labore finden sich in Anlage 4.

Tabelle 7: Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen (Siebungen, Sieb-Schlammungen, Konsistenzgrenzen)

Proben- Bezeichnung	Bodenart DIN 4022	Boden- gruppe DIN 18196	Feinkorn- anteil < 0,063 mm [%]	Wasser- gehalt [%]	Durchlässigkeits- beiwert k_f [m/s] Seiler ⁽¹⁾ / Beyer ⁽²⁾	Konsistenzzahl I_c
GWM1/12,5–16,5	mG,fg,gg,gs',u'	GU	5,5	-	⁽¹⁾ 1,2*10 ⁻²	-
GWM2/5,0–11,0	mG,gg,fg,gs',ms'	GI	4,2	-	⁽¹⁾ 1,2*10 ⁻²	-
RKB1/10,0–16,0	gG,mg*,fg',ms'	GI	3,6	-	⁽¹⁾ 3,1*10 ⁻²	-
RKB2/6,0–7,0	mG,fg,gg,gs',ms',u'	GU	6,0	-	⁽¹⁾ 1,0*10 ⁻²	-
RKB3/0,8–10,0	mG,gg,fg,ms',gs'	GI	4,1	-	⁽¹⁾ 1,0*10 ⁻²	-
RKB3/13,0–14,0	mG,fg,gg,gs'	GI	4,3	-	⁽¹⁾ 1,0*10 ⁻²	-
RKB4/12,0–14,0	mG,gg,fg,gs'	GI	4,0	-	⁽¹⁾ 2,0*10 ⁻²	-
GWM1/20,0–28,0	fS,ms*,u	SU	13,8	-	n.b.	-
GWM2/14,0–17,0	mG,gg*,fg',gs',ms'	GI	3,8	-	⁽¹⁾ 2,0*10 ⁻²	-
GWM2/18,3–21,7	U,fs	U	65,7	-	n.b.	-
RKB2/7,0–12,4	mG,gg,fg,gs',ms'	GI	4,3	-	⁽¹⁾ 1,1*10 ⁻²	-
RKB2/12,4–13,7	U,fs*	U	60,1	-	n.b.	-
RKB2/14,0–15,6	fS,u*,ms'	SÜ	33,6	-	n.b.	-
GWM1/16,5–18,0	U,fs*	TM	-	8,4	-	1,478 (halbfest)
GWM2/18,3–21,7	U,fs*	TM	-	19,4	-	1,052 (halbfest)
RKB2/12,4–13,7	U,fs*	TA	-	11,4	-	1,468 (halbfest)
RKB3/17,2–17,7	U,fs*	TA	-	20,2	-	1,107 (halbfest)
RKB4/17,0–18,0	U,fs*	TA	-	14,9	-	1,116 (halbfest)

n.b. nicht berechenbar

Entsprechend bodenmechanischer Laboranalysen können die erbohrten quartären Kiese der Bodengruppe GU-GI zugeordnet werden. Die Tertiären Sande können gem. bodenmechanischer Laboranalysen der Bodengruppe SU - SÜ zugeordnet werden. Die tertiären Schluffe können gem. bodenmechanischer Laborversuche der Bodengruppe TM - TA zugeordnet werden.

Tabelle 8: Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen (Triaxialscherversuch, Eindimensionaler Kompressionsversuch)

Proben- Bezeichnung	Versuch	Bodenart DIN 4022	Boden- gruppe DIN 18196	Effektive Kohäsion c' [kN/m ²]	Effektiver Reibungswinkel φ' [°]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
GWM2/21,7–22,0	Triaxialscherver- such	T,s'-s	TM	72,2	28,9	-
RKB2/14,5–14,8	Triaxialscherver- such	S,u*	SÜ	11,2	29,8	-
GWM1/18,2–18,5	Eindimensiona- ler Kompressi- onsversuch	U,s*	TM-TA	-	-	Erstbelastung: 16,12 Wiederbelastung: 48,45
RKB2/15,7–16,0	Eindimensiona- ler Kompressi- onsversuch	T,u,s	TM-TA	-	-	Erstbelastung: 7,80 Wiederbelastung: 27,53

3.4 Chemische Laboruntersuchungen

Auf Grundlage der Ergebnisse der Untersuchung der aus der Bohrung RKB3 entnommenen Wasserprobe hinsichtlich Betonaggressivität ergibt sich, dass das Grundwasser am Standort als **nicht betonangreifend** gem. DIN 4030 einzustufen ist.

4 Geotechnische Beurteilung

4.1 Bodenklassifizierung

Die Klassifizierung der erbohrten Bodenschichten erfolgte nach Maßgabe der DIN 4022 bzw. DIN EN ISO 14688-1:2018 (Benennung und Beschreibung von Boden), sowie DIN 18196 / DIN EN ISO 14688-2:2018 (Grundlagen der Bodenklassifizierung). Die Bodenart, Bodengruppe, Frostempfindlichkeitsklasse und Lagerungsdichte/Konsistenz sind der nachfolgenden Tabelle 9 zu entnehmen.

Tabelle 9: Bodenklassifizierung

Nr. Baugrundsicht	Teufe Unterkante [m ü. NN] / [m u. GOK]	Bodenart nach DIN 4022 / DIN EN ISO 14688-1:2018	Bodengruppen. DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse (*)	Konsistenz / Lagerung
1 Anthropogene Auffüllung	0,8–4,5 / 516,5–522,4	G,u*,s	A[GU-GÜ]	F2-F3	-
2 Quartäre Kiese	12,4–18,3 / 504,6–506,0	G,s,u	GU -GI	F1-F2	dicht bis sehr dicht
3 Tertiäre Schluffe	nicht erbohrt	nicht erbohrt	TM-TA	F3	halbfest bis fest
4 Tertiäre Sande	nicht erbohrt	nicht erbohrt	SU-SÜ	F1-F3	sehr dicht

(*) gem. ZTVE-StB 09
 F1 = nicht frostempfindlich
 F2 = gering bis mittel frostempfindlich
 F3 = sehr frostempfindlich

4.2 Bodenmechanische Kennwerte

Entsprechend den Untersuchungsergebnissen können in Verbindung mit den Angaben der DIN 1055 sowie der allgemeinen gutachterlichen Erfahrung für die im Untergrund gründungsrelevanten Bodenschichten bei erdstatischen Berechnungen nachfolgende Bodenkennwerte angesetzt werden (Tabelle 10).

Die angegebenen Bodenparameter basieren auf der DIN 1055, den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten vergleichbarer Böden. Sie beziehen sich auf die erbohrten Bodenschichten im ungestörten Zustand und gelten für die angegebenen Konsistenzen und Lagerungsdichten. Durch Störungen, beispielsweise Auflockerungen, können sich die angegebenen Parameter z.T. erheblich reduzieren.

Tabelle 10: Bodenmechanische Kennwerte

Baugrundschrift-Nr.	Teufe Unterkante [m ü. NN] / [m u. GOK]	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion		Steifemodul
		Erdfeucht	unter Auftrieb		cal c'	cal c _u	
		cal γ [kN/m ³]	cal γ' [kN/m ³]	cal φ [°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
1 Anthropogene Auffüllung	0,8–4,5 / 516,5–522,4	18	8	25	0	0	-
2 Quartäre Kiese	12,4–18,3 / 504,6–506,0	21	11	35	0	0	120
3 Tertiäre Schluff	nicht erbohrt	21	11	27	40	200	80
4 Tertiäre Sande	nicht erbohrt	22	12	30	10	10	120

4.3 Homogenbereiche und Bodenklassen

Die im Untergrund erbohrten Bodenschichten können überwiegend mit den in nachfolgender Tabelle 11 aufgeführten Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 / DIN 18301:2012-09 und Homogenbereichen nach DIN 18300:2015-08 / DIN 18301:2015-08 zugeordnet werden.

Tabelle 11: Homogenbereiche und Bodenklassen nach DIN 18300 und DIN 18301

Baugrundschrift-Nr.	Bodenklasse nach DIN 18300:2012-09 *	Homogenbereich DIN 18300:2015-08	Bodenklasse nach DIN 18301:2012-09 *	Homogenbereich DIN 18301:2015-08
Gewerk	„Erdarbeiten“		„Bohrarbeiten“	
1 Anthropogene Auffüllung	3-4	A	BN1-BN2	A
2 Quartäre Kiese	3 (Nagelfluh 7)	B	BN1	B
3 Tertiäre Schluff	5 – 6	C	BB3-BB4	C
4 Tertiäre Sande	4	D	BN2	D

*Bewertung nur informativ, da die Normen zwischenzeitlich zurückgezogen / ersetzt wurden

Wir weisen darauf hin, dass sich die in Tabelle 11 angegebenen Homogenbereiche / Bodenklassen auf den Zustand der punktwise vorgenommenen Bodenaufschlüsse beschränken. Auch kleinräumige Abweichungen können daher auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Die tatsächlichen Bodenklassen und Eigenschaften der Homogenbereiche sind auf der Baustelle in einem großen Aufschluss durch einen Baugrundgutachter festlegen zu lassen.

Die erkundeten Bodenschichten können zu den in Tabelle 11 angegebenen Homogenbereichen zusammengefasst werden. Die Homogenbereiche sind gemäß DIN 18300:2015-08 / DIN 18301:2015-08 entsprechend den Angaben in Tabelle 12 zu beschreiben.

Tabelle 12: Kennwerte der Homogenbereiche

Parameter	Homogenbereiche / Bodenschichten			
	A	B	C	D
Baugrundsichten	1	2	3	4
Bodengruppe n. DIN 18196	A [GU-GÜ]	GU-GI	TA-TM	SU- SÜ
Ortsübliche Benennung	Auffüllung	Quartäre Kiese	Tertiäre Schluffe	Tertiäre Sande
Anteil Steine [%]	< 5	< 5	< 5	< 5
Anteil Blöcke [%]	Verfahrensbedingt keine Aussage möglich Erfahrungsgemäß < 1			
Konsistenzzahl [I _c]	—	—	halbfest – fest	—
Lagerungsdichte [D]	locker	dicht – sehr dicht	—	sehr dicht
Kohäsion [kN/m ²]	0	0	40	10
Undr. Scherfestigkeit [kN/m ²]	0	0	200	10

4.4 Wasserdurchlässigkeit der quartären Kiese zur Vorbemessung von Versickerungsanlagen

Auf Grundlage der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche, der Versickerungsversuche und gutachterlicher Erfahrung kann für die Vorbemessung etwaiger Versickerungsanlagen ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f von $5,0 \cdot 10^{-4}$ m/s für die Quartären Kiese angesetzt werden.

Wir empfehlen im Zuge des fortgeschrittenen Planungsprozesses, bei Kenntnis der Lage und Tiefe etwaiger Versickerungsanlagen den k_f -Wert an diesen Stellen mittels Schurfversickerungsversuch zu verifizieren und ggf. anzupassen.

Ergänzende Hinweise

Sollten im Zuge der Baumaßnahmen anthropogene Auffüllungen bzw. Erdreich mit Kontaminationsverdacht angetroffen werden, so ist hinsichtlich der Herstellung von Versickerungsanlagen zu beachten, dass gemäß DWA-A Arbeitsblatt Nr. A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser [5] eine Versickerung durch Auffüllungshorizonte nicht zulässig ist. D.h. in geplanten Versickerungsbereichen sind gegebenenfalls vorhandene Auffüllungen unter fachtechnischer Aushubüberwachung vollständig auszubauen. Die Rückverfüllung darf ausschließlich mit unbelastetem, güteüberwachtem Einbaumaterial erfolgen. Recyclingmaterial ist vom Einbau im Bereich von Versickerungsanlagen grundsätzlich auszuschließen. Bei der Errichtung von Versickerungsanlagen ist ein Abstand von 1 m zwischen der Unterkante der Versickerungsanlage und dem MHGW einzuhalten.

4.5 Gründungsdiskussion

Im Rahmen des Bauvorhabens soll der Umgriff um die bestehende „Posthalle“ (ehem. Gleishalle) einer Neuentwicklung zugeführt werden, wobei die Bestandsgebäude mit Ausnahme der ehem. Gleishalle rückgebaut werden sollen. Im Umgriff der ehem. Gleishalle sollen im Anschluss an den Rückbau insgesamt sechs 6-geschossige Gebäudekomplexe sowie zwei 44-geschossige Hochhäuser errichtet werden. Das Bauwerksnull liegt gem. [7] auf 523,0 m ü. NN. Die geplanten Neubauten sollen zusammenhängend 3-gesossig unterkellert ausgeführt werden wobei die max. Gründungssohle gem. [7] bei ca. 11,0 m u. Bauwerksnull angenommen wird.

Die Tragfähigkeit des Untergrundes am Standort wird durch die dichten bis sehr dichten quartären Kiese, die halbfesten bis festen Tone sowie die sehr dicht gelagerten tertiären Sande bestimmt. Dabei handelt es sich um einen tragfähigen Untergrund, der zum Abtrag größerer Gebäudelasten geeignet ist. Die Gründung üblicher Bauwerke kann daher voraussichtlich als Flachgründung bzw. als kombinierte Pfahl-Plattengründung bzgl. der Hochhäuser erfolgen.

In Bereichen, bei denen in gründungsrelevanter Tiefe quartäre Kiese bzw. tertiäre Sande anstehen kann eine Gründung unter Voraussetzung einer ausreichenden Mächtigkeit des Kies-/Sandpolsters von min. 0,5 m u. Gründungssohle ohne bodenverbessernde Maßnahmen erfolgen. In diesem Fall sollten bindige Einschaltungen im Gründungsbereich vollständig ausgebaut und gegen einbau- und verdichtungsfähiges Bodenmaterial der Bodengruppe GW/GI ersetzt werden. Der Einbau hat lagenweise (max. Lagenstärke 0,3 m) zu erfolgen, wobei jede Lage sowie das Planum auf 100% Proctordichte zu verdichten sind. Der Verdichtungserfolg ist mittels Verdichtungsprüfungen nachzuweisen. Bei Antreffen eines geringmächtigeren Kiespolsters wird der Ausbau und das Gründen auf den tertiären Schichten empfohlen.

Sollten wider Erwarten tertiäre Tone/Schluffe in gründungsrelevanter Tiefe anstehen dürfen diese nicht befahren werden. Der Aushub muss zweckmäßigerweise bis auf wenige Dezimeter an die planmäßige Gründungssohle herangeführt und der verbleibende Boden mit einem Tieflöffelbagger von einem erhöhten Planum aus rückwärts abgezogen werden. Des Weiteren ist zu beachten, dass die Baugrube nicht nachzuverdichten ist, um eine Störung des Gefüges und Soil-Liquefaction Prozesse zu vermeiden. Die tertiären Tone sind wasserempfindlich. Bei Vernässung muss der aufgeweichte Ton ausgetauscht werden. Die Aushubsohle bzw. Fundamentschächte sind vor Wasserzutritt zu schützen.

Die Gründungssohle ist zwingend vom Baugrundgutachter abnehmen und auf Übereinstimmung mit den Annahmen des Baugrundgutachtens überprüfen zu lassen.

Im Folgenden werden bezogen auf die jeweils geplanten Neubauten (Hochhäuser, 6-geschossige Bauten) Setzungs- und Grundbruchberechnungen durchgeführt.

Flachgründung

Bei Ansatz einer mittleren Bodenpressung von ca. 195 kN/m² für Bereiche der geplanten 6-geschossigen Neubauten und einer Tiefenlage der UK Bodenplatte von ca. 11,0 m u. Bauwerksnull kann für die Vorbemessung einer elastisch gebetteten Bodenplatte ein überschlägiger Bettungsmodul k_s von ca. 40 MN/m³ angesetzt werden. Die rechnerischen Setzungen betragen ca. 0,2 cm.

Bei Ansatz einer mittleren Bodenpressung von ca. 45 kN/m² für Bereiche der geplanten Unterkerlerung ohne Überbauung sowie des Mediensaales und einer Tiefenlage der UK Bodenplatte von ca. 11,0 m u. Bauwerksnull kann für die Vorbemessung einer elastisch gebetteten Bodenplatte ein überschlägiger Bettungsmodul k_s von ca. 45 MN/m³ angesetzt werden. Die rechnerischen Setzungen betragen < 0,1 cm.

Bei Ansatz einer mittleren Bodenpressung von ca. 725 kN/m² für Bereiche der geplanten Hochhäuser und einer Tiefenlage der UK Bodenplatte von ca. 11,0 m u. Bauwerksnull kann für die Vorbemessung einer elastisch gebetteten Bodenplatte ein überschlägiger Bettungsmodul k_s von ca. 7,5 MN/m³ angesetzt werden. Die rechnerischen Setzungen betragen ca. 9,9 cm. Wir empfehlen im Zuge der Ausführungsplanung für die geplanten Hochhäuser aufgrund der prognostizierten Setzungen eine Gründung über eine kombinierte Pfahl-Plattengründung.

Die Bauwerksverträglichkeit der errechneten Setzungsdifferenzen zwischen Wohnhäusern, den nicht überbauten Bereichen der Tiefgarage sowie den Hochhäusern ist durch den Hochbaustatiker zu prüfen.

Wir empfehlen ausdrücklich den Bettungsmodul und die genannten Setzungen anhand eines von der Tragwerksplanung vorzulegenden Fundament- und Lastenplanes mittels einer detaillierten Setzungsberechnung gem. DIN 4019 zu überprüfen.

4.6 Herstellung von Baugruben und Wasserhaltung

Zur Errichtung von Bauwerken mit dem o.g. Gründungsniveau werden gem. den vorliegenden Informationen Geländeeinschnitte bis max. ca. 11,0 m u. Bauwerksnull erforderlich. Ein freies Böschchen der Baugrube ist aufgrund der geplanten Baugrubentiefe, der Grundwassersituation und der benachbarten Bebauung nur sehr eingeschränkt möglich. Es werden daher konstruktive Maßnahmen zur Baugrubensicherung erforderlich.

Freie Böschungen

Allgemein können Baugruben auf dem Untersuchungsgelände bis zu einer Böschungshöhe von max. 5 m unter Beachtung der folgenden maximal zulässigen Böschungswinkel hergestellt werden:

Auffüllung	30°
Nichtbindige bzw. weiche bindige Böden	45°
Mind. steife bindige Böden	60°

Im Falle von Böschungshöhen > 5 m ist die Standsicherheit rechnerisch nachzuweisen.

Hinsichtlich des Befahrens der Böschungsschulter sind die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten (Einhalten eines lastfreien Streifens ≥ 1 m bei einer Gesamtlast bis 12 t, Einhalten eines lastfreien Streifens ≥ 2 m bei einer Gesamtlast > 12 t).

Zum Schutz der Böschungen vor Erosion bei Niederschlagsereignissen sind geeignete Maßnahmen (Abplanen) zu ergreifen.

Bezüglich angrenzender Gebäude sind die Aushubgrenzen gemäß DIN 4123 zu beachten.

Konstruktiver Baugrubenverbau und Wasserhaltung

Aufgrund der geplanten Gründungstiefe und den vorliegenden Grundwasserverhältnissen wird ein nahezu wasserdichter Verbau mit Einbindung in die tertiären Schichten (Grundwasserstauer, tertiäre Schluffe/Tone) empfohlen. Generell sind eine Spundwand oder eine Bohrpfahlwand anwendbar. Die Verbauplanung ist von einem erfahrenen Statikbüro für Spezialtiefbau unter Berücksichtigung der erforderlichen Baugrubentiefe, der zulässigen Verformungen des Verbaus, der Umgebungsbebauung auch im Hinblick auf Erschütterungen und der Grundwassersituation, zu erstellen. Des Weiteren empfehlen wir im fortlaufenden Planungsprozess die Notwendigkeit/Wirtschaftlichkeit einer Dichtsohle prüfen zu lassen, da der Aufbau der tertiären Schichten sehr heterogen ist und ggf. die Mächtigkeit der stauenden Schichten für die Bauzwecke nicht ausreichend ist. Sofern der Verbau (ohne Dichtsohle) in die tertiären Feinsandformationen einbindet wird — in Abhängigkeit der Einbindetiefe — eine permanente Bauwasserhaltung aufgrund der Unterströmung des Verbaus erforderlich. Des Weiteren ist gem. der durchgeführten Rammkernbohrungen mit gespanntem tertiärem Grundwasser zu rechnen. Die Erfordernis einer Entspannung der tertiären Feinsande ist im Zuge der Baugrubenplanung zu prüfen (Auftriebssicherheit & Hydraulischer Grundbruch).

Für die ggf. erforderlichen Rammarbeiten zur Einbringung der Spundwandprofile sind im Vorfeld Schwingungsmessungen durchzuführen, um den Einfluss auf die Nachbarbebauung quantifizieren zu können. Zusätzlich ist eine vorsorgliche bautechnische Beweissicherung an den Nachbarbauwerken vorzunehmen. Es wird empfohlen, die Spundwandprofile mittels Vorbohrungen und ggf. Spülung in den Untergrund einzubinden, um die Erschütterung im Untergrund zu minimieren.

Der Verbau ist unter Ansatz der in der Tabelle 6 angegebenen Bodenkennwerte zu berechnen. Dabei ist der ungünstigste Fall zu berücksichtigen.

Erddruckansatz

Für die Bemessung eines rückverhängten, annähernd unnachgiebig gestützten Baugrubenverbau kann im Normalfall der erhöhte aktive Erddruck

$$E_a' (1) = 0,5 \times E_a + 0,5 \times E_0$$

angesetzt werden. Dabei ist E_a der aktive Erddruck und E_0 der Erdruchedruck.

Die endgültige Annahme des Erddruckes ist im Rahmen der Baugrubenverbauplanung, abhängig von der gewählten Verbauart und den prognostizierten Verformungen vom Verbauplaner festzulegen.

Anker

Bei der Herstellung konstruktiver Maßnahmen zur Baugrubensicherung können für die Dimensionierung verpreßter Anker die in der nachfolgenden Tabelle 13 angegebenen Grenzlasten angesetzt werden. Es handelt sich hierbei um geschätzte Grenzlasten nach Ostermayer 1982. Bei der Ankerbemessung sind die Teilsicherheitsbeiwerte gemäß DIN 1054:2010-12 mit einzurechnen. Die Angaben setzen eine Überlagerung im Bereich der Verpreßstrecke von mindestens 4 m voraus.

Tabelle 13: Grenzlasten für die Dimensionierung von verpressten Ankern (nichtbindige und bindige Böden), Angaben nach OSTERMAYER 1982 ohne Sicherheitszuschlag

Schichtenbezeichnung	Grenzlast von Ankern in rolligen Böden F_{ult} [kN] bzw. in bindigen Böden T_M [kN/m ²] (ohne nachverpressung) bei der jeweiligen Krafteintragslänge [m]							
	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m
	2 Quartäre Kiese	900	1.050	1100	1200	1250	1300	1350
3 Tertiäre Schluffe			200	190	180	160	140	130
4 Tertiäre Sande	450	550	650	750	800	850	875	900

Es wird empfohlen, vor der Bauausführung eine Eignungsprüfung durchzuführen. Die Ankerbemessung ist vom Statiker nachzuweisen.

Hinsichtlich der Nachbarbebauung werden die Durchführung einer vorsorglichen bautechnischen Beweissicherung und die Prüfung der Unterkellerungs- und bestehenden Spartensituation auf den Nachbargrundstücken vorab empfohlen.

Angaben zu Bohrpfählen (Verbau)

Auf Grundlage der Befunde aus den durchgeführten Untersuchungen können für die Pfahlmantelreibung und den Pfahlspitzenwiderstand die in der nachfolgenden Tabelle 14 angegebenen Werte angesetzt werden.

Tabelle 14: Pfahlmantelreibung und Pfahlspitzenwiderstand nach EA-Pfähle 2012

Baugrundschiicht	Pfahlmantelreibung $q_{s1,k}$ [kN/m ²]	Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ [kN/m ²]
2 Quartäre Kiese	160	1.750 / 2.250 / 4.000*
3 Tertiäre Schluffe	65	1.000 / 1.300 / 1.800*
4 Tertiäre Sande	160	1.750 / 2.250 / 4.000*

*bezogene Pfahlkopfsetzung s/D_s bzw. s/D_b : 0,02 / 0,03 / 0,10 (s_g)

Die Teilsicherheitsbeiwerte gemäß EC 7 sind bei der Ableitung der Bemessungswiderstände zu beachten.

Bei der Bemessung und Erstellung der Bohrpfähle sind die Vorgaben der EA-Pfähle, der DIN 4014, DIN EN 1536 und der DIN 1054 / EC7 einzuhalten. Störungen des Bodens neben der Bohrung sind möglichst gering zu halten. Die Bohrpfähle sind vollverrohrt zu bohren und durch einen Sachverständigen abnehmen zu lassen.

Der Spitzendruck ist nur in Ansatz zu bringen bei einer Schichtmächtigkeit der tragfähigen Bodenschicht von mindestens dem 3-fachen des Pfahldurchmessers. Die Bohrpfähle müssen mindestens 2,5 m in die tragfähige Schicht einbinden.

Allgemeine Wasserrechtliche Hinweise:

Für Baukörper (Keller, Tiefgaragen etc.) und Baugrubensicherungen (Spundwände, Bohrpfahlwände, aber auch Einzelbohrpfähle, Träger und Anker etc.) die temporär oder dauerhaft in das Grundwasser einbinden (entscheidend ist der HHW), ist eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich. Dies gilt ebenso für die Entnahme- und Wiederversickerung von Grundwasser im Zuge einer Bauwasserhaltung.

Wir empfehlen den Umfang der genehmigungsbedürftigen Tatbestände im Zuge der fortgeschriebenen Planung zu überprüfen bzw. den Baugrundgutachter hinzuzuziehen, um den Wasserrechtsantrag bei den zuständigen Fachbehörden rechtzeitig zu stellen, da erfahrungsgemäß mit z.T. mehrmonatigen Bearbeitungszeiten im Zuge der Genehmigung zu rechnen ist.

Auf Grundlage der vorliegenden Erkenntnisse wird ein Wasserrechtsantrag für den Baugrubenverbau, Bauwasserhaltung inkl. Versickerung sowie die Gebäude **erforderlich**.

4.7 Empfehlungen zu den Erdarbeiten

Es ist zu erwarten, dass im Zuge des Baugrubenaushubs Material der Baugrundsichten Nr. 1, 2, 3 und Nr. 4 anfällt.

Das Material der Schicht 1 (anthropogene Auffüllung) ist eventuell bautechnisch sowie abfallrechtlich nicht für den Wiedereinbau geeignet und muss gemäß Befunden der altlastentechnischen Untersuchung abgefahren werden.

Die quartären Kiese der Baugrundsicht 2 sind aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse der Frostsicherheitsklasse F1-2 zuzuordnen. Ein Wiedereinbau kann in frostsicherer Tiefe grundsätzlich immer erfolgen. Das wiedereinzubauende Material ist witterungsgeschützt zu lagern. Für den Einbau im frostgefährdeten Bereich ist die Eignung anhand von bodenmechanischen Laborversuchen vor dem Einbau nachzuweisen.

Das Material der Baugrundsicht 3 ist bautechnisch nicht für den Wiedereinbau geeignet und muss gemäß Befunden der altlastentechnischen Untersuchung abgefahren werden. Ein Einbau zur Geländemodellierung kann nach Eignungsprüfung durch altlastentechnische Untersuchungen ggf. stattfinden.

Die tertiären Sande der Baugrundsicht 4 sind aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse der Frostsicherheitsklasse F1-3 zuzuordnen. Ein Wiedereinbau ist bedingt möglich, die Eignung ist anhand von bodenmechanischen Laborversuchen nachzuweisen. Im Zuge einer Entsorgung sind die tertiären Sande gem. altlastentechnischen Untersuchung abzuführen.

4.8 Bauwerksabdichtung

Erdberührende Bauteile sind gemäß DIN-Norm DIN 18533-1:2017 bis 4,7 m u. Bauwerksnull für die Wassereinwirkungsklasse W1.1-E, bis 8,2 m u. Bauwerksnull für die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E und ab 8,2 m u. Bauwerksnull für die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E, zu bemessen und nach DIN 18533-1 Abschnitt 8.5.1, 8.6.1 bzw. 8.6.2 abzudichten.

4.9 Angaben zur Erdbebenzone

Gemäß den Angaben der Erdbebenzonenkarte [6] liegt das Untersuchungsgelände außerhalb von Erdbebenzonen. Eine Bemessung für die Bemessungssituation BS-E ist nicht erforderlich.

5 Zusammenfassung

Die SakostaCAU GmbH, Lochhausener Straße 203, wurde durch die Park Immobilien Nymphenburg Entwicklungs GmbH & Co. KG, Nördliche Münchner Straße 16, 82031 München mit der Durchführung einer Baugrunderkundung für das Bauvorhaben „BV PaketPost-Areal, Arnulfstraße, München Neuhausen“ beauftragt.

Entsprechend den zur Verfügung gestellten Planunterlagen [7] sollen im Umgriff der ehem. Gleishalle insgesamt sechs 6-geschossige Gebäudekomplexe sowie zwei 44-geschossige Hochhäuser errichtet werden. Das Bauwerksnull liegt gem. [7] bei 523 m ü. NN. Die geplanten Neubauten sollen zusammenhängend 3-geschossig unterkellert ausgeführt werden wobei die max. Gründungssohle gem. [7] bei ca. 11 m u. Bauwerksnull angenommen wird. Auf Grundlage der vorliegenden Erkenntnisse und Informationen wird ein Wasserrechtsantrag für den Baugrubenverbau, Bauwasserhaltung inkl. Versickerung sowie die Gebäude **erforderlich**.

Bei der durchgeführten Baugrunduntersuchung wurden unterhalb einer maximal 4,5 m mächtigen Auffüllungsschicht quartäre Kiese in überwiegend dichter bis sehr dichter Lagerung angetroffen. Diese werden von tertiären Tonen/Schluffen und Sanden der Oberen Süßwassermolasse unterlagert. Vorausgesetzt einer ordnungsgemäßen Verdichtung des Planums im Bereich der quartären Kiese und der tertiären Sande sowie einer ordnungsgemäßen Erstellung des Planums im Bereich der tertiären Tone/Schluffe sind die angetroffenen Bodenschichten ohne weitere bodenverbessernde Maßnahmen zum Lastabtrag als geeignet einzustufen. Die Gründung der Bauwerke kann daher als Flachgründung bzw. als kombinierte Pfahl-Plattengründung bzgl. der Hochhäuser erfolgen. Die Bauwerksverträglichkeit der errechneten Setzungsdifferenzen zwischen Wohnhäusern, den nicht überbauten Bereichen der Tiefgarage sowie den Hochhäusern ist durch den Hochbaustatiker zu prüfen.

Aufgrund der geplanten Gründungstiefe und den vorliegenden Grundwasserverhältnissen wird ein nahezu wasserdichter Verbau mit Einbindung in die tertiären Schichten (Grundwasserstauer, tertiäre Schluffe/Tone) empfohlen. Des Weiteren empfehlen wir im fortlaufenden Planungsprozess die Notwendigkeit/Wirtschaftlichkeit einer Dichtsohle prüfen zu lassen, da der Aufbau der tertiären Schichten sehr heterogen ist und ggf. die Mächtigkeit der stauenden Schichten für die Bauzwecke nicht ausreichend ist.

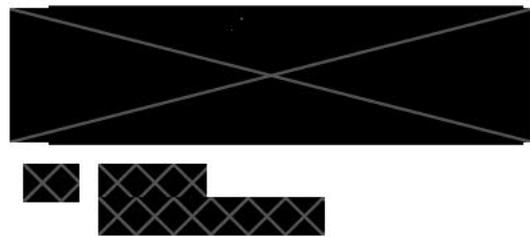
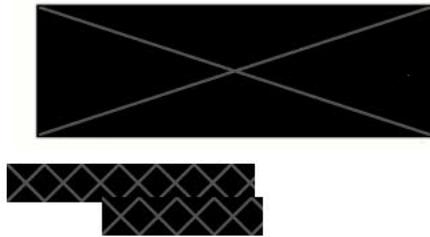
Gemäß der durchgeführten Rammkernbohrungen ist mit gespanntem tertiärem Grundwasser zu rechnen. Die Erfordernis einer Entspannung der tertiären Feinsande ist im Zuge der Baugrubenplanung zu prüfen (Auftriebssicherheit & Hydraulischer Grundbruch).

Für die ggf. erforderlichen Rammarbeiten zur Einbringung der Spundwandprofile empfehlen wir im Vorfeld Schwingungsmessungen durchzuführen, um den Einfluss auf die Nachbarbebauung quantifizieren zu können. Zusätzlich sollte eine vorsorgliche bautechnische Beweissicherung an den Nachbarbauwerken vorgenommen werden.

Die Erkundung des Baugrundes durch Rammkernbohrungen ergibt zwangsläufig nur punktförmige Aufschlüsse über den Aufbau des Untergrundes. Grundsätzlich sollte gegenüber dem von uns festgestellten Schichtenaufbau örtlich, wie auch auf eng begrenztem Raum mit Abweichungen gerechnet werden. Im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten ist daher sorgfältig zu prüfen, ob die angetroffenen Baugrundverhältnisse mit den im Gutachten erfassten übereinstimmen. Im Zweifelsfall ist der Bodengutachter zur Beratung hinzuzuziehen. Der Bodengutachter ist auch zu informieren, sofern wesentliche, den Baugrund betreffende Planungsänderungen vorgenommen werden. Des Weiteren wird empfohlen, die Gründungssohlen vom Baugrundgutachter bzw. Sachverständigen für Geotechnik abnehmen zu lassen.

Die SakostaCAU GmbH ist gerne bereit, beim weiteren Vorgehen beratend zur Seite zu stehen und fachliche Entscheidungshilfen zu geben.

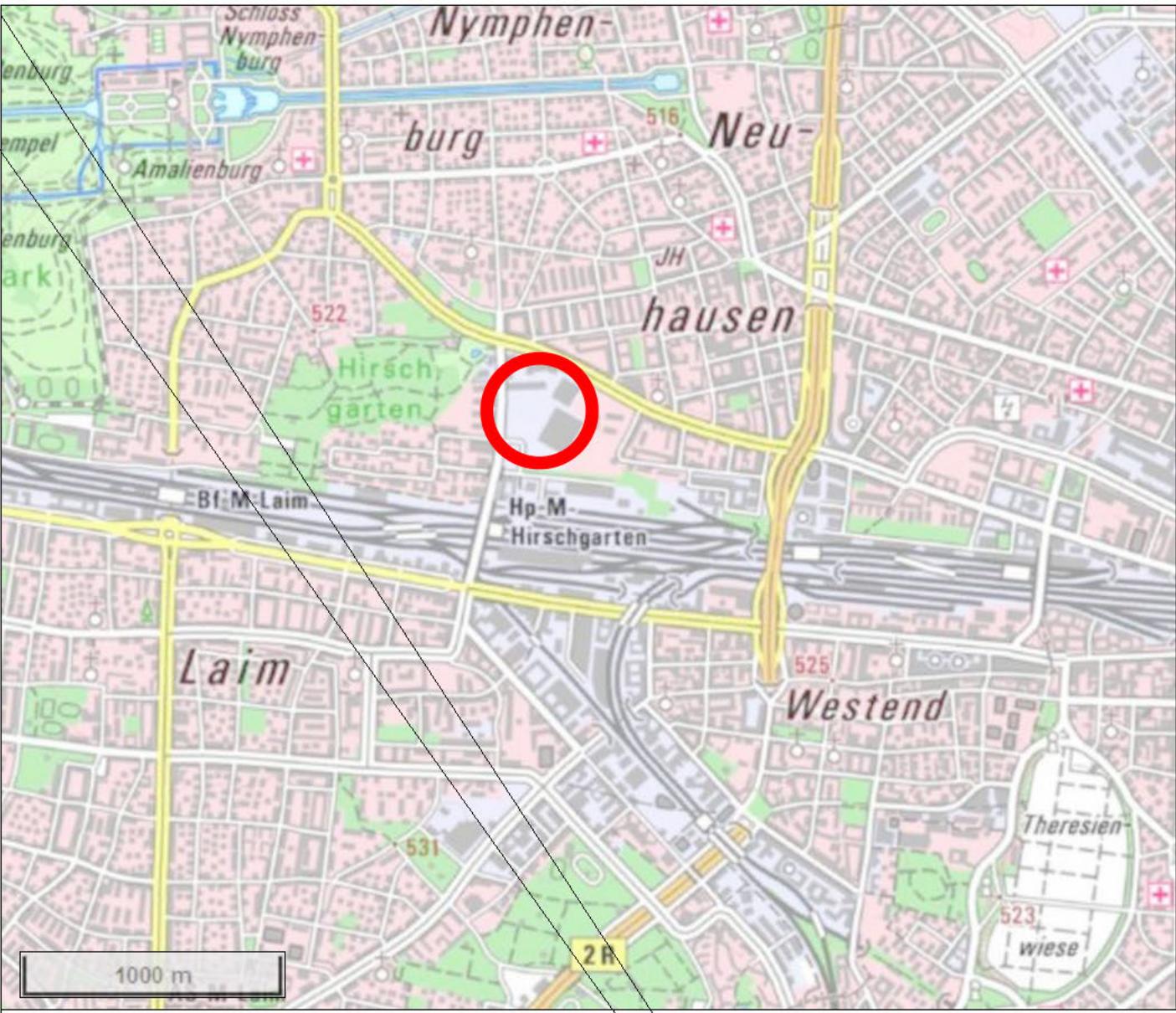
SakostaCAU GmbH



Anlage 1

Übersichtsplan, SakostaCAU GmbH, Maßstab 1:25.000, 06/2020

Vorliegender Plan beruht auf überlassenen Planunterlagen und stellt nur die
 untersuchungsrelevanten Belange sowie schematisch die örtlichen
 Gegebenheiten dar. Für Fehler in diesen überlassenen Planunterlagen
 übernimmt die SakostaCAU GmbH keine Haftung.



Lage des Untersuchungsgebietes im Stadtgebiet

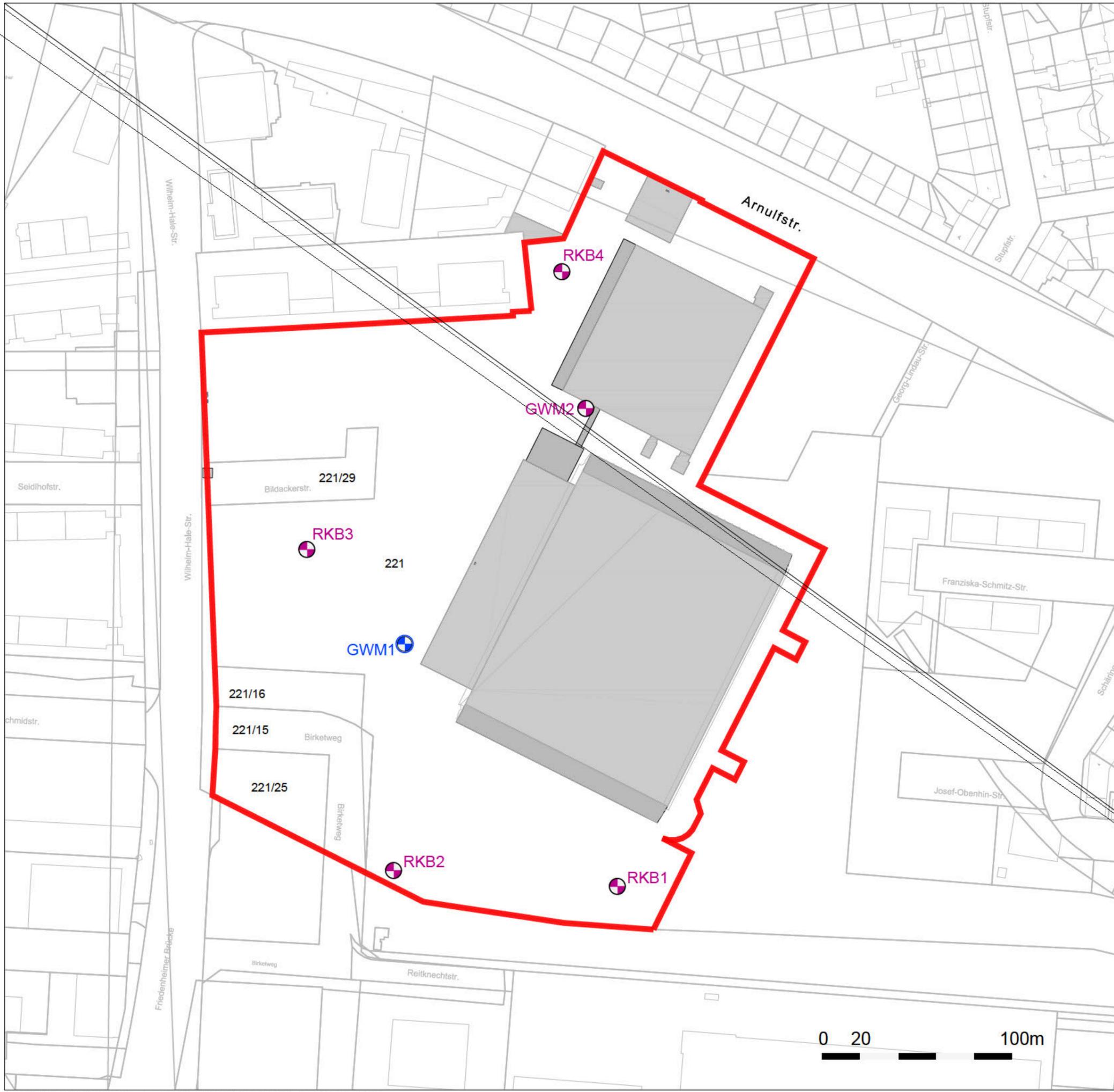


SakostaCAU GmbH Niederlassung München Lochhausener Straße 203 81249 München Tel: 089 / 863 000 0					
Auftraggeber: Park Immobilien Bauträger GmbH & Co KG Kaiser-Ludwig-Straße 36, 82031 Grünwald					
Projekt: Baugrunderkundung "PaketPost - Areal", Arnulfstraße, München					
Planinhalt: Übersichtsplan					
Plangrundlage: DFK (UTM 32): © Daten Bayerische Vermessungsverwaltung, EuroGeographics					
Maßstab	Name	Signum	Datum	Projekt.Nr.	Anlage
1:25.000	bearbeitet		06/2020	1800073-4	1
	gezeichnet		06/2020		
	geprüft				

Anlage 2

Lageplan der Bohransatzpunkte, SakostaCAU GmbH, Maßstab 1:2.000, 06/2020

Vorliegender Plan beruht auf überlassenen Planunterlagen und stellt nur die untersuchungsrelevanten Belange sowie schematisch die örtlichen Gegebenheiten dar. Für Fehler in diesen überlassenen Planunterlagen übernimmt die SakostaCAU GmbH keine Haftung.



- 221 Flurgrenze
Flurnummer
- Umgriff Untersuchungsgelände
- ⊕ Bohransatzpunkt
(RKB1-RKB4, GWM2)
- ⊕ Grundwassermeßstelle
(GWM1)

SakostaCAU GmbH
 Niederlassung München
 Lochhausener Straße 203
 81249 München
 Tel: 089 / 863 000 0



Auftraggeber: Park Immobilien Bauträger GmbH & Co KG
 Kaiser-Ludwig-Straße 36,
 82031 Grünwald

Projekt: Baugrunderkundung
 "PaketPost - Areal",
 Arnulfstraße, München

Planinhalt: Lageplan der Bohransatzpunkte

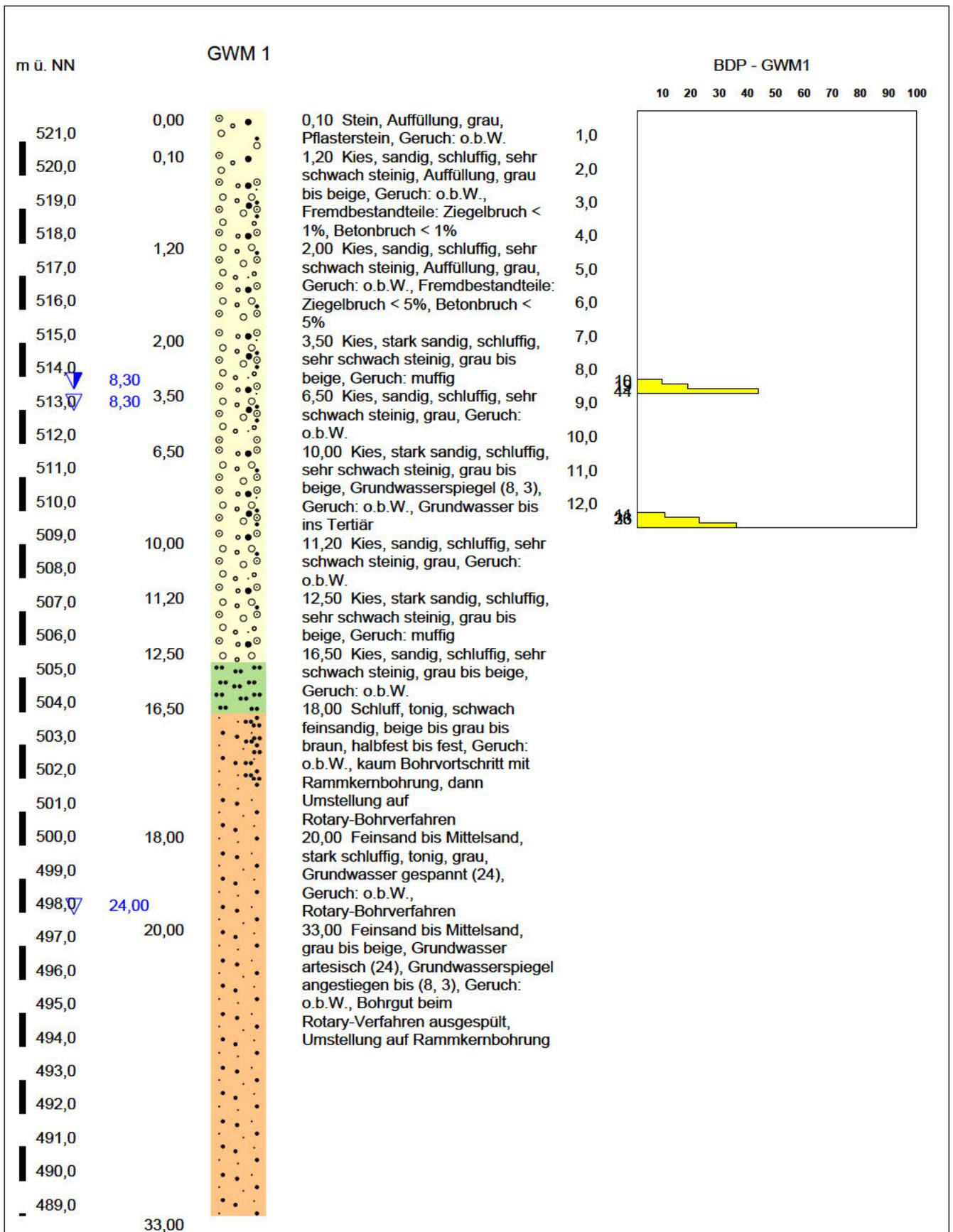
Plangrundlage: DFK (UTM 32); © Daten Bayerische Vermessungsverwaltung

Maßstab	Name	Signum	Datum	Projekt-Nr.	Anlage
1:2.000	bearbeitet	☒	06/2020	1800073-4	2
	gezeichnet	☒	06/2020		
	geprüft				



Anlage 3

Profile der Rammkernbohrungen gem. DIN 4023 sowie der Bohrlochrammsondierungen (BDP)
(6 Seiten)



Projekt: 1800073-4 PaketPost_Areal, Arnulfstr

Bohrung: GWM 1

Auftraggeber: PI Nymphenburg Entwicklungs GmbH

Rechtswert: 0

Bohrfirma: Baugrund Süd

Hochwert: 0

Bearbeiter:

Ansatzhöhe: 521,94 m. ü. NN.

Datum: 26.05.2020

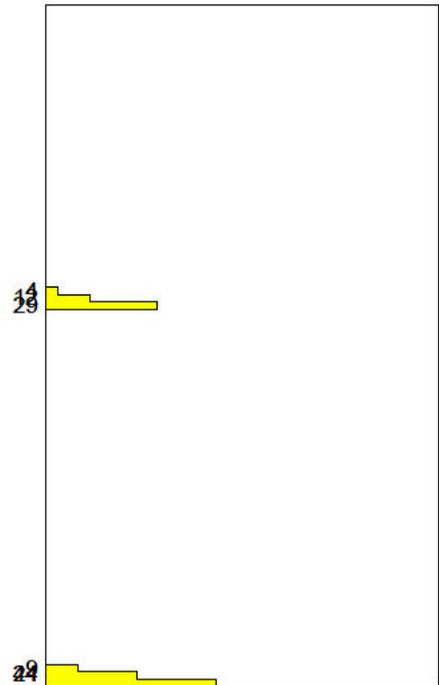
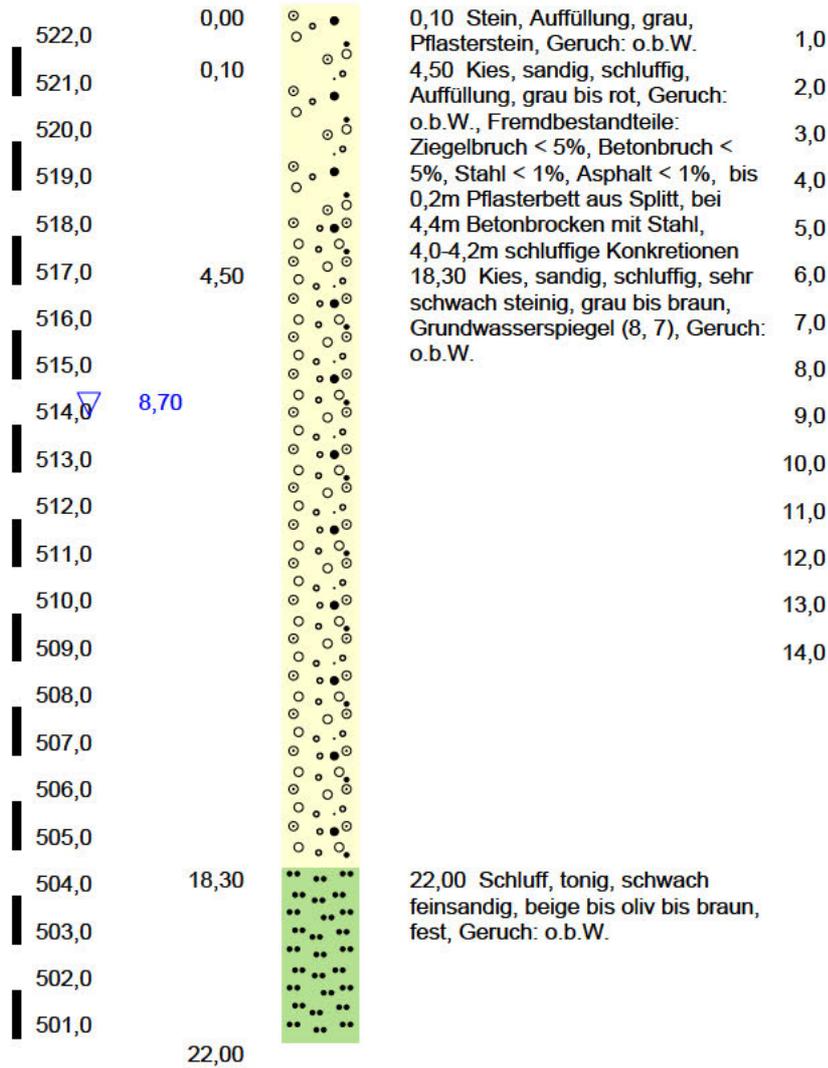
Endtiefe: 33,00 m. u. GOK.

m ü. NN

GWM 2

BDP - GWM2

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



Projekt: 1800073-4 PaketPost_Areal, Arnulfstr

Bohrung: GWM 2

Auftraggeber: PI Nymphenburg Entwicklungs GmbH

Rechtswert: 0

Bohrfirma: Baugrund Süd

Hochwert: 0

Bearbeiter:

Ansatzhöhe: 522,92 m. ü. NN.

Datum: 19.05.2020

Endtiefe: 22,00 m. u. GOK.

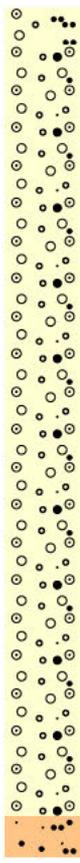
m ü. NN

RKB 1

BDP - RKB1



0,00
0,80
8,30
17,15
18,00

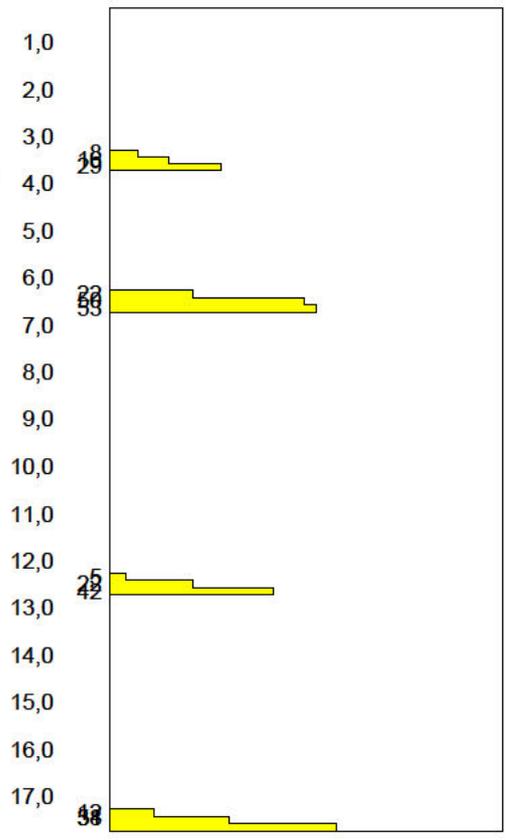


0,80 Kies, stark schluffig, sandig, humos, Auffüllung, dunkelbraun, Geruch: muffig, Fremdbestandteile < 1%

17,15 Kies, sandig, schluffig, sehr schwach steinig, grau bis braun, Grundwasserspiegel (8, 3), Geruch: o.b.W., ab 16m mehr Steine, von 7,0 - 8,0 m mehr Sandanteil

18,00 Feinsand bis Mittelsand, schluffig, dunkelgrau bis oliv, Geruch: o.b.W., glimmerführend, 17,15 - 17,3m stark schluffig(Übergangsschicht), 17,3 - 18m schwach schluffig

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



Projekt: 1800073-4 PaketPost_Areal, Arnulfstr

Bohrung: RKB 1

Auftraggeber: PI Nymphenburg Entwicklungs GmbH

Rechtswert: 0

Bohrfirma: Baugrund Süd

Hochwert: 0

Bearbeiter:

Ansatzhöhe: 523,20 m. ü. NN.

Datum: 15.05.2020

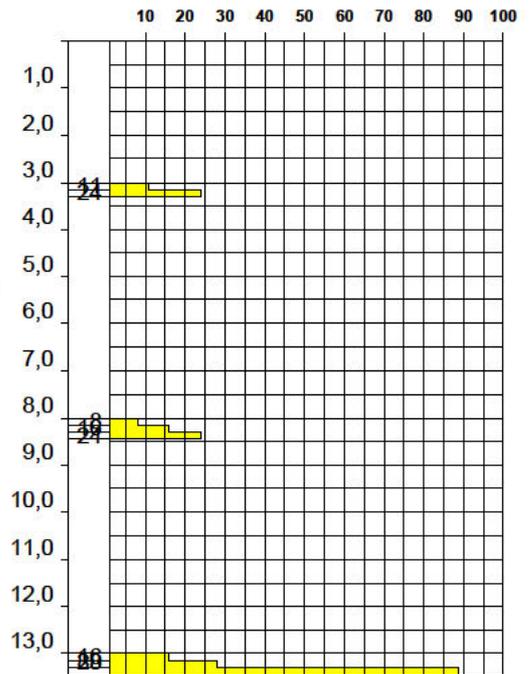
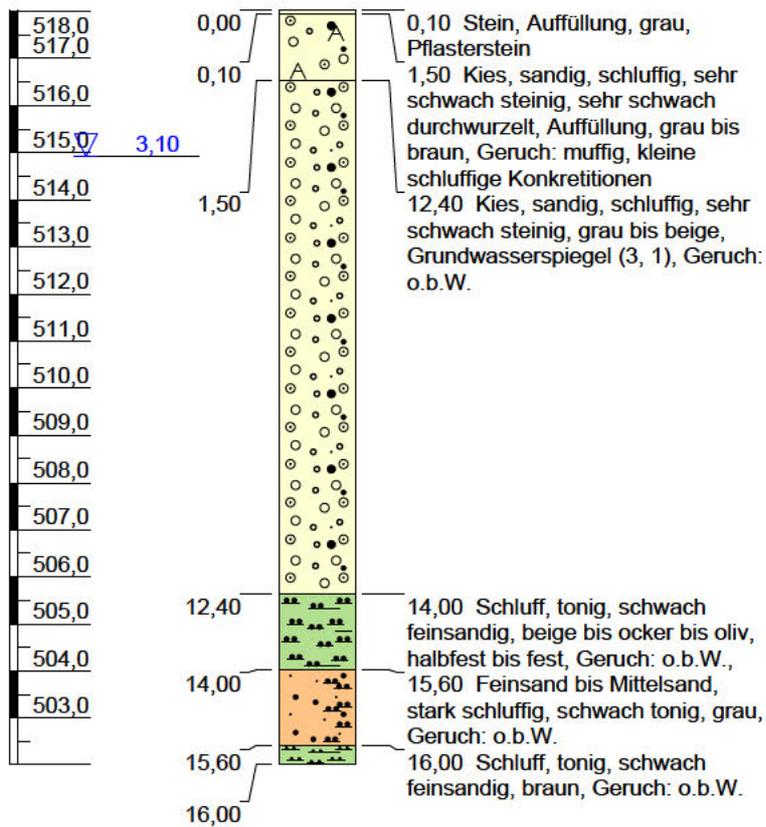
Endtiefe: 18,00 m. u. GOK.



m ü. NN

RKB 2

BPD - RKB2



Projekt: 1800073-4 PaketPost_Areal, Arnulfstr

Bohrung: RKB 2

Auftraggeber: PI Nymphenburg Entwicklungs GmbH

Rechtswert: 0

Bohrfirma: Baugrund Süd

Hochwert: 0

Bearbeiter: [Redacted]

Ansatzhöhe: 518,03 m. ü. NN.

Datum: 25.05.2020

Endtiefe: 16,00 m. u. GOK.

Sakosta
Ingenieur- und Sachverständigenleistungen
Boden | Bauten | Umwelt

m ü. NN

RKB 3

BDP - RKB3

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

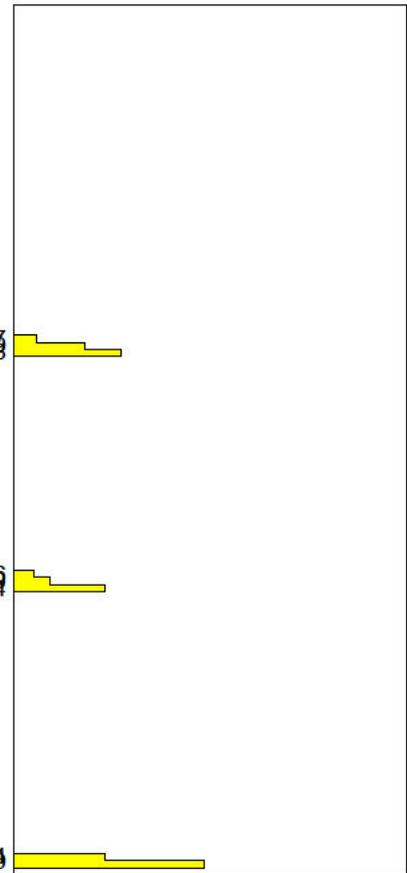
522,0
521,0
520,0
519,0
518,0
517,0
516,0
515,0
514,0
513,0
512,0
511,0
510,0
509,0
508,0
507,0
506,0
505,0
504,0

0,00
0,80
8,00
16,50
17,20
18,00



0,80 Schluff, kiesig, sandig, humos, Auffüllung, braun, Geruch: muffig, Fremdbestandteile: Ziegelbruch < 1%
16,50 Kies, sandig, schluffig, sehr schwach steinig, grau, Grundwasserspiegel (8, 0), Geruch: o.b.W., schluffige Konkretionen ab 15m, mehr Sandanteil von 6,0 - 7,0m
17,20 Feinsand bis Mittelsand, schwach schluffig, hellbraun bis beige, Geruch: o.b.W., glimmerführend
18,00 Schluff, schwach tonig, sehr schwach feinsandig, hellbraun bis beige, fest, Geruch: o.b.W.

1,0
2,0
3,0
4,0
5,0
6,0
7,0
8,0
9,0
10,0
11,0
12,0
13,0
14,0
15,0
16,0
17,0
18,0



Projekt: 1800073-4 PaketPost_Areal, Arnulfstr

Bohrung: RKB 3

Auftraggeber: PI Nymphenburg Entwicklungs GmbH

Rechtswert: 0

Bohrfirma: Baugrund Süd

Hochwert: 0

Bearbeiter:

Ansatzhöhe: 522,23 m. ü. NN.

Datum: 18.05.2020

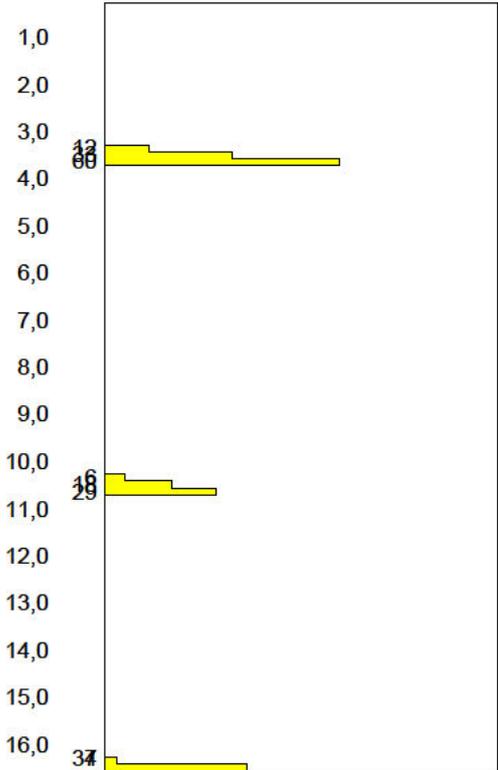
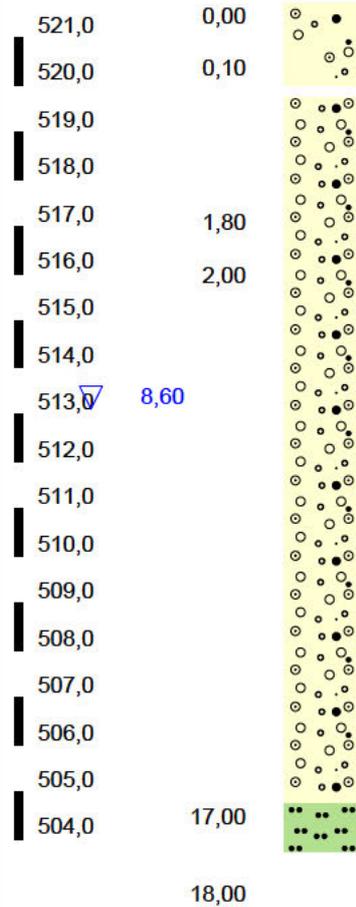
Endtiefe: 18,00 m. u. GOK.

m ü. NN

RKB 4

BDP - RKB4

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



Projekt: 1800073-4 PaketPost_Areal, Arnulfstr

Bohrung: RKB 4

Auftraggeber: PI Nymphenburg Entwicklungs GmbH

Rechtswert: 0

Bohrfirma: Baugrund Süd

Hochwert: 0

Bearbeiter:

Ansatzhöhe: 521,74 m. ü. NN.

Datum: 20.05.2020

Endtiefe: 18,00 m. u. GOK.



Anlage 4

Bodenmechanische Laboruntersuchungen: AMM GmbH, Untersuchungsbericht B 6775, Crystal
Geotechnik, Untersuchungsbericht L201428 (39 Seiten)

AMM GmbH

Gesellschaft für Altlastenmanagement, Mineralstoffverwertung und Materialprüfung mbH
Gessertshausener Straße 3, 86356 Neusäß

Tel.: 0821 – 48 688-0
Fax.: 0821 – 48 688-66
e-mail: info@ammgmbh.com
web: www.ammgmbh.com

Untersuchungsbericht B 6775

Auftraggeber:	SakostaCAU GmbH
Auftragsnummer:	1
Projektleiter:	██████████
Projektnummer:	1800073-4
Probenahmedatum:	19./27.05.2020
Probenort:	Arnulfstraße 195, München
Probengefäß:	PE-Eimer
Zu untersuchende Parameter:	Korngrößenverteilung, Zustandsgrenzen
Zeitraum der Prüfung:	10.06. – 19.06.2020

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Untersuchungsbericht : B 6775

Projekt :

Arnulfstraße 195, München

Auftraggeber :

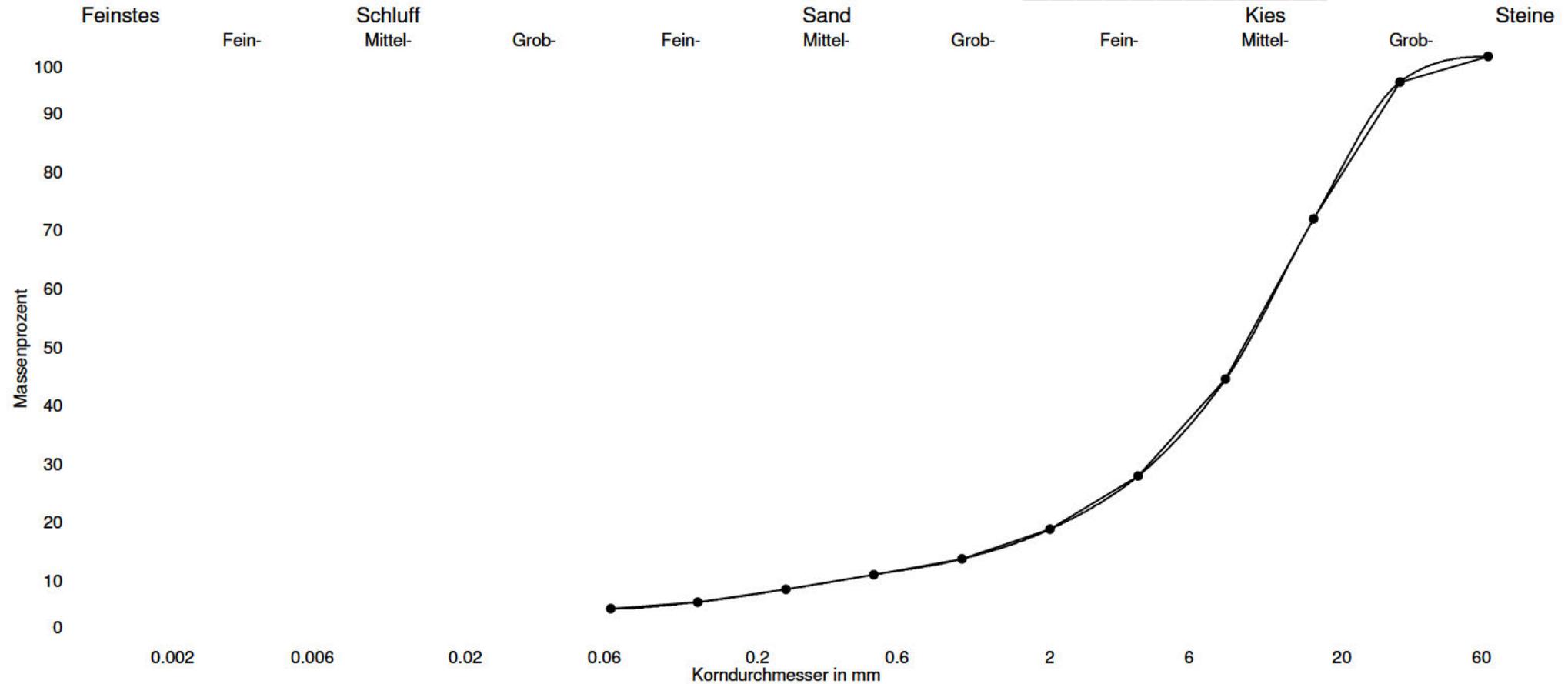
SakostaCAU GmbH, [REDACTED]

Datum :

19.06.2020

Bearbeiter :

[REDACTED]



Labornummer	● GWM 1 / 12,5 - 16,5
Ungleichförm. Cu	33.9
Krümmungszahl Cc	4.7
Bodenart	mG,fg,gg,gs',u'
Bodengruppe	GU
d10 / d60	0.350/11.873 mm
Anteil < 0.063 mm	5.5 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/5.5/13.5/80.9 %
Bodenklasse	3

KORNVERTEILUNG

GWM 1 / 12,5 - 16,5

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	249.05	0.0	4.000	747.14	28.2
0.063	49.37	5.5	8.000	1235.20	44.8
0.125	98.18	6.6	16.0	1051.62	72.2
0.250	112.59	8.8	31.5	197.91	95.6
0.500	120.76	11.3	63.0	0.00	100.0
1.000	228.61	14.0	90.0	0.00	100.0
2.000	407.91	19.1			

Gesamtgewicht: 4498.34 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-7

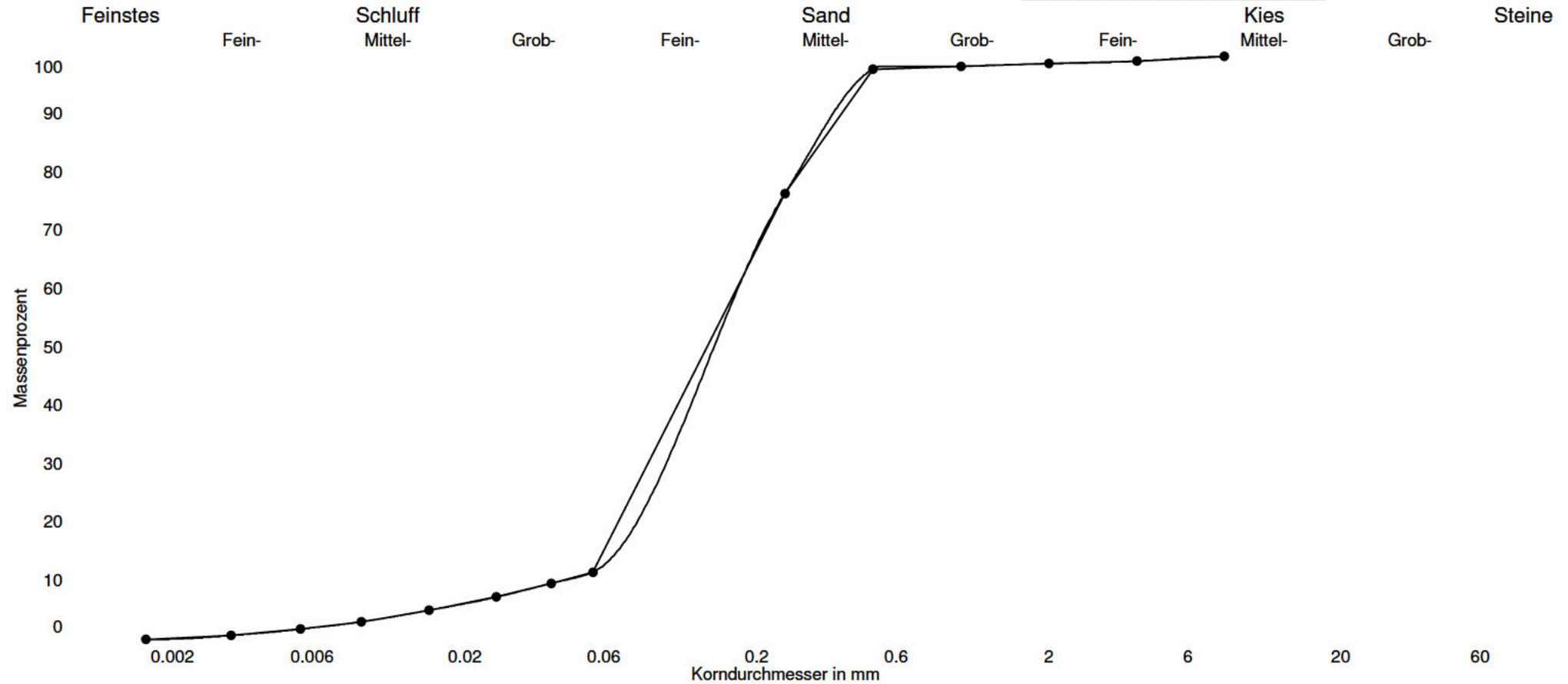
Untersuchungsbericht : B 6775

Projekt : Arnulfstraße 195, München

Auftraggeber : SakostaCAU GmbH, [REDACTED]

Datum : 19.06.2020

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	● GWM 1 / 20,0 - 28,0
Ungleichförm. Cu	4.1
Krümmungszahl Cc	1.3
Bodenart	fS,ms,u
Bodengruppe	SU
d10 / d60	0.042/0.172 mm
Anteil < 0.063 mm	13.8 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.2/13.6/85.0/1.2 %
Bodenklasse	3

KORNVERTEILUNG

GWM 1 / 20,0 - 28,0

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	49.76	0.0	4.000	1.48	99.2
0.063	0.00	27.0	8.000	0.00	100.0
0.125	91.53	27.0	16.0	0.00	100.0
0.250	39.32	76.5	31.5	0.00	100.0
0.500	0.89	97.8	63.0	0.00	100.0
1.000	0.85	98.3	90.0	0.00	100.0
2.000	0.77	98.8			

Gesamtgewicht: 184.60 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	0.1	0.0256	7.4
0.0032	0.8	0.0396	9.7
0.0055	1.9	0.0549	11.6
0.0089	3.1	0.0753	14.6
0.0151	5.1		

Probengewicht: 36.50 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Untersuchungsbericht : B 6775

Projekt :

Arnulfstraße 195, München

Auftraggeber :

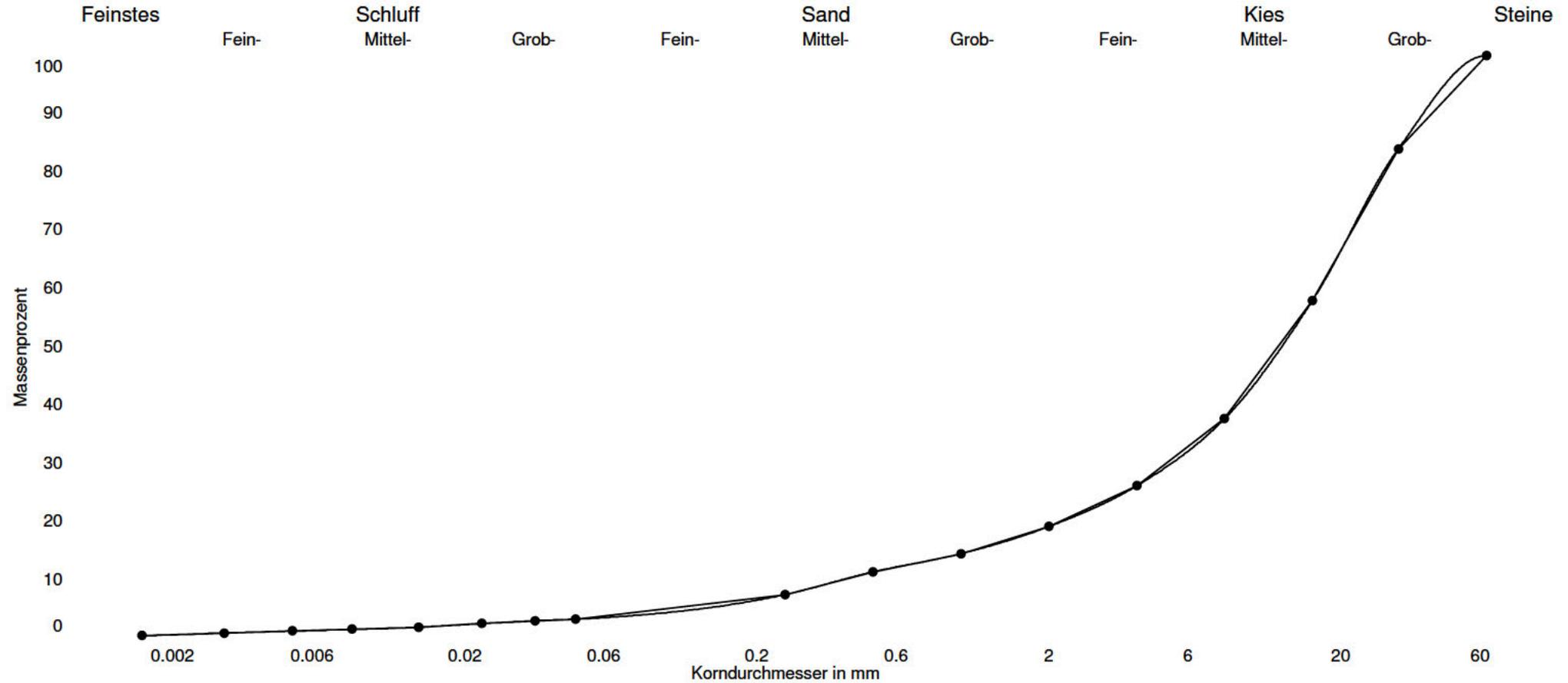
SakostaCAU GmbH, [REDACTED]

Datum :

19.06.2020

Bearbeiter :

[REDACTED]



Labornummer	● GWM 2 / 14,0 - 17,0
Ungleichförm. Cu	44.4
Krümmungszahl Cc	4.2
Bodenart	mG,gg,fg',gs',ms'
Bodengruppe	GI
d10 / d60	0.381/16.933 mm
Anteil < 0.063 mm	3.8 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.7/3.0/15.5/80.7 %
Bodenklasse	3

KORNVERTEILUNG

GWM 2 / 14,0 - 17,0

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	229.83	0.0	4.000	527.51	26.3
0.063	0.00	5.0	8.000	929.81	37.8
0.125	120.31	5.0	16.0	1194.10	58.0
0.250	178.62	7.6	31.5	732.32	84.0
0.500	142.93	11.5	63.0	0.00	100.0
1.000	213.81	14.6	90.0	0.00	100.0
2.000	319.68	19.3			

Gesamtgewicht: 4588.92 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	0.6	0.0229	2.7
0.0030	1.0	0.0347	3.1
0.0051	1.4	0.0478	3.4
0.0082	1.7	0.0654	3.7
0.0139	2.0		

Probengewicht: 45.80 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Untersuchungsbericht : B 6775

Projekt :

Arnulfstraße 195, München

Auftraggeber :

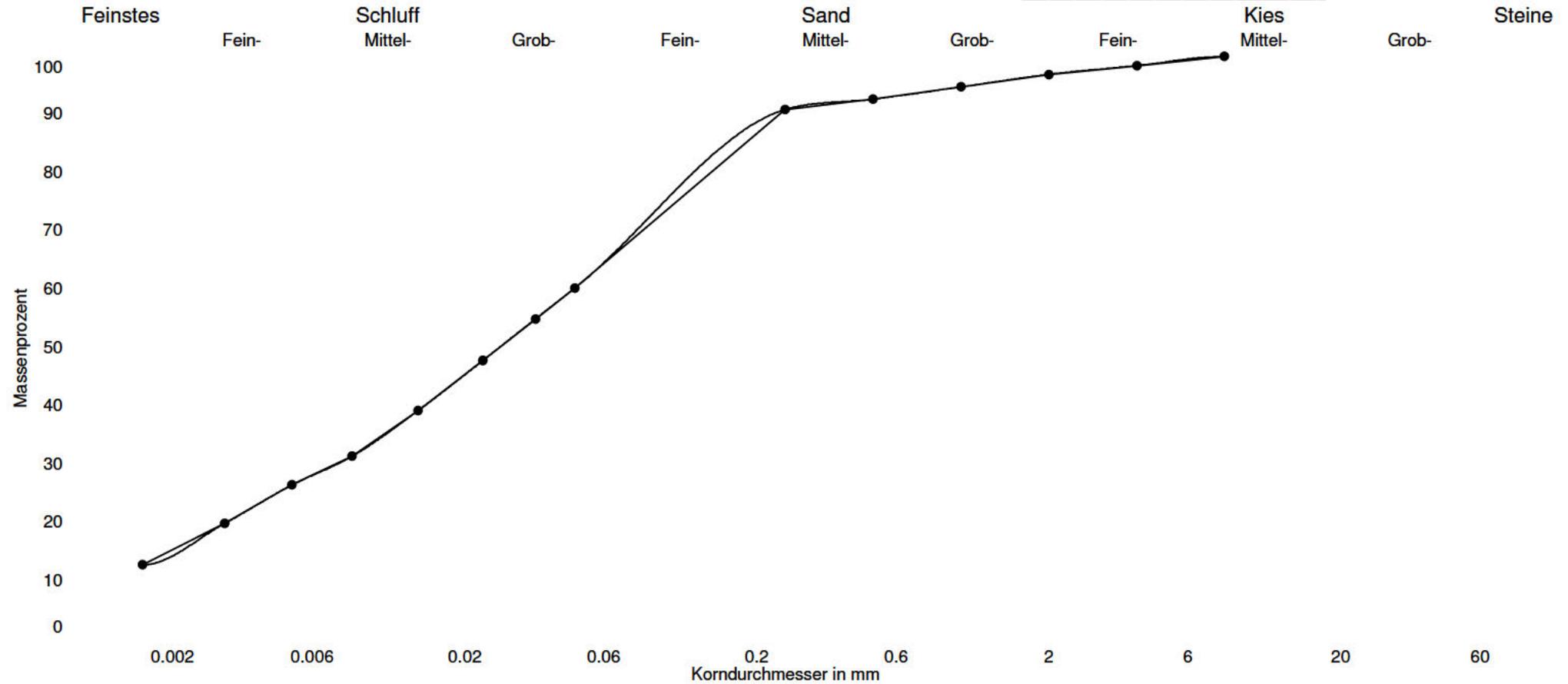
SakostaCAU GmbH, [REDACTED]

Datum :

19.06.2020

Bearbeiter :

[REDACTED]



Labornummer	● GWM 2 / 18,3 - 21,7
Ungleichförm. Cu	-
Krümmungszahl Cc	-
Bodenart	U,fs
Bodengruppe	U
d10 / d60	- / 0.047 mm
Anteil < 0.063 mm	65.7 %
Kornfrakt. T/U/S/G	14.4/51.3/31.2/3.1 %
Bodenklasse	4

KORNVERTEILUNG

GWM 2 / 18,3 - 21,7

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	46.52	0.0	4.000	0.85	98.4
0.063	0.00	85.4	8.000	0.00	100.0
0.125	2.98	85.4	16.0	0.00	100.0
0.250	0.97	90.9	31.5	0.00	100.0
0.500	1.14	92.7	63.0	0.00	100.0
1.000	1.17	94.8	90.0	0.00	100.0
2.000	0.82	96.9			

Gesamtgewicht: 54.45 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	12.9	0.0231	47.9
0.0030	20.0	0.0349	55.0
0.0051	26.6	0.0477	60.3
0.0082	31.5	0.0660	63.8
0.0139	39.3		

Probengewicht: 46.10 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Untersuchungsbericht : B 6775

Projekt :

Arnulfstraße 195, München

Auftraggeber :

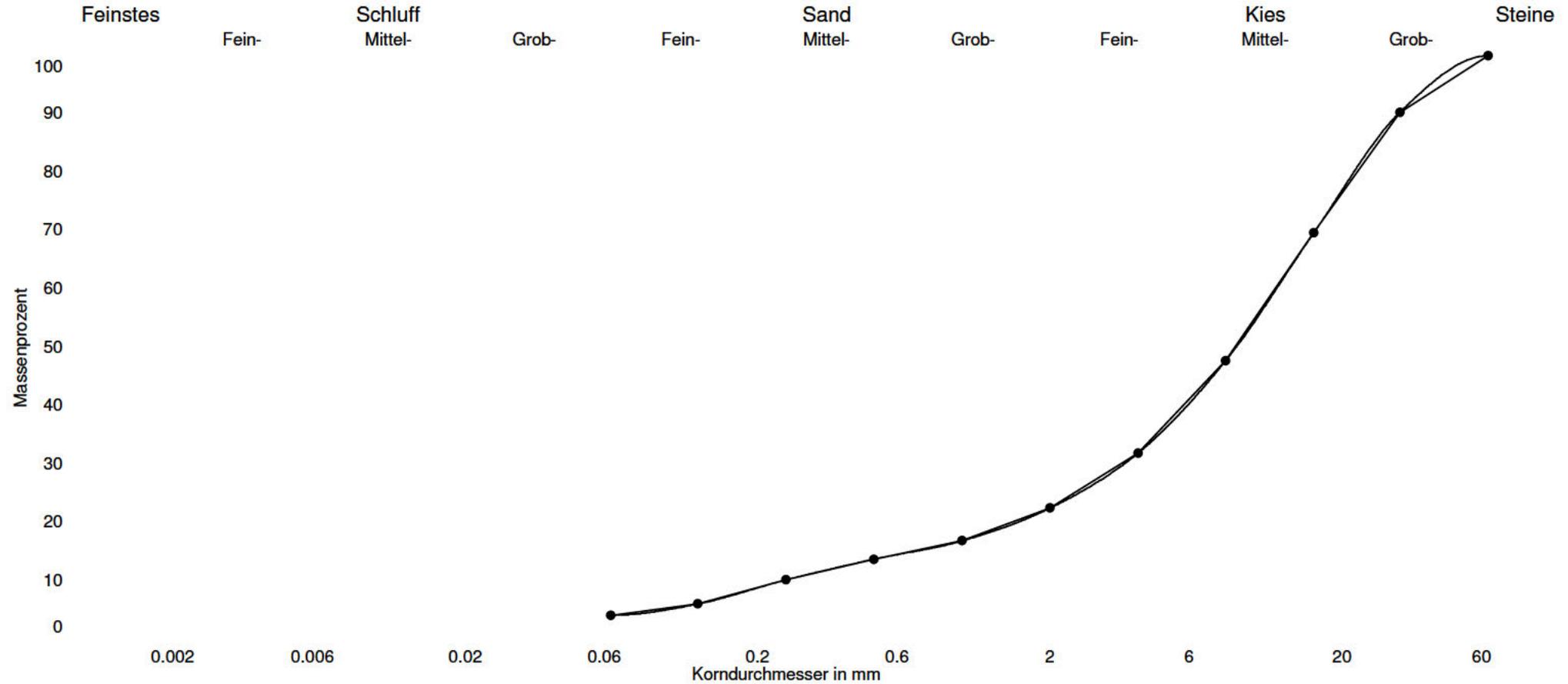
SakostaCAU GmbH, [REDACTED]

Datum :

19.06.2020

Bearbeiter :

[REDACTED]



Labornummer	● GWM 2 / 5,0 - 11,0
Ungleichförm. Cu	50.0
Krümmungszahl Cc	4.5
Bodenart	mG,gg,fg,gs',ms'
Bodengruppe	GI
d10 / d60	0.238/11.884 mm
Anteil < 0.063 mm	4.2 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/4.2/18.3/77.4 %
Bodenklasse	3

KORNVERTEILUNG

GWM 2 / 5,0 - 11,0

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	238.29	0.0	4.000	891.50	32.0
0.063	108.85	4.2	8.000	1227.70	47.8
0.125	230.68	6.2	16.0	1159.85	69.7
0.250	199.31	10.3	31.5	544.68	90.3
0.500	175.79	13.8	63.0	0.00	100.0
1.000	314.64	17.0	90.0	0.00	100.0
2.000	527.86	22.6			

Gesamtgewicht: 5619.15 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Untersuchungsbericht : B 6775

Projekt :

Arnulfstraße 195, München

Auftraggeber :

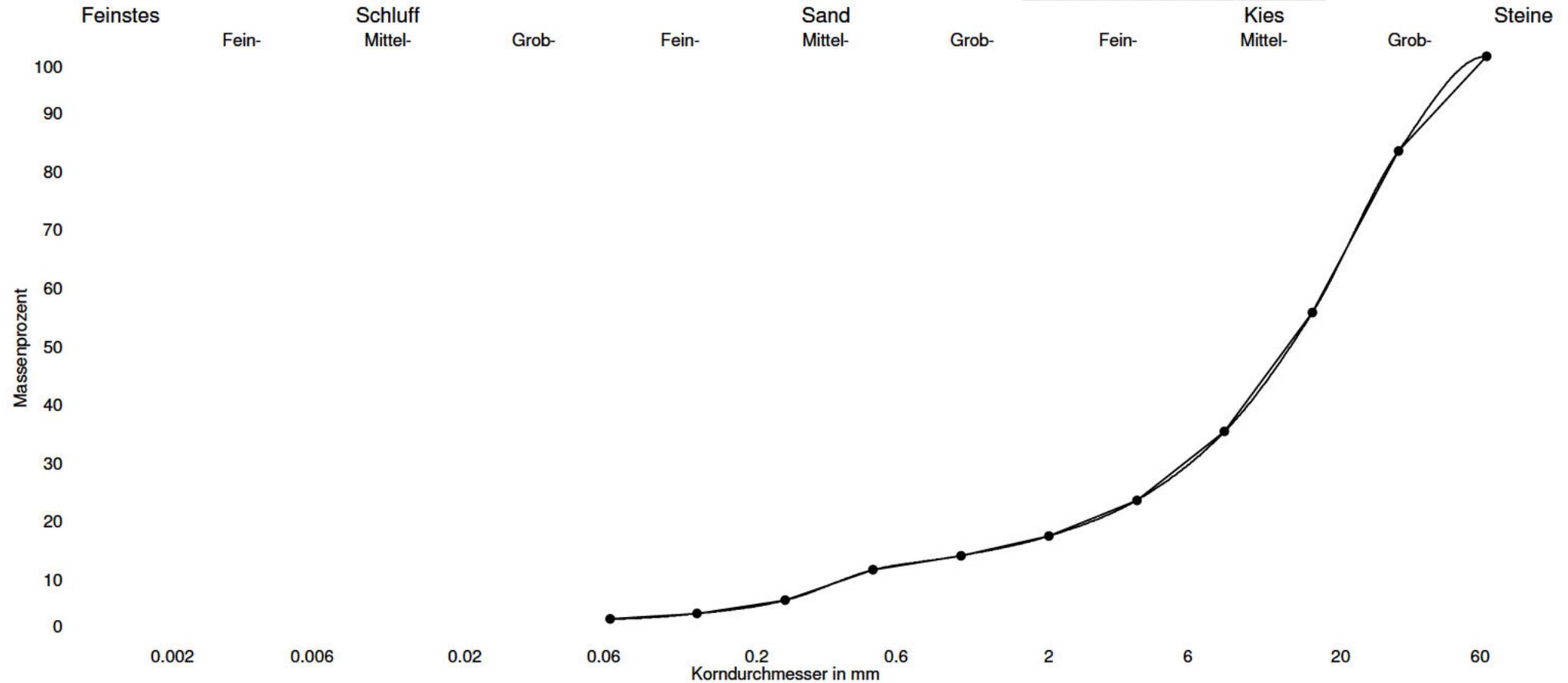
SakostaCAU GmbH, [REDACTED]

Datum :

19.06.2020

Bearbeiter :

[REDACTED]



Labornummer	● RKB 1 / 10,0 - 16,0
Ungleichförm. Cu	46.6
Krümmungszahl Cc	5.3
Bodenart	gG,mg,fg',ms'
Bodengruppe	GI
d10 / d60	0.381/17.748 mm
Anteil < 0.063 mm	3.6 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/3.6/14.2/82.2 %
Bodenklasse	3

KORNVERTEILUNG

RKB 1 / 10,0 - 16,0

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	227.39	0.0	4.000	740.04	23.9
0.063	56.13	3.6	8.000	1283.30	35.7
0.125	142.08	4.5	16.0	1739.00	56.1
0.250	327.81	6.8	31.5	1021.75	83.8
0.500	153.63	12.0	63.0	0.00	100.0
1.000	211.76	14.4	90.0	0.00	100.0
2.000	385.49	17.8			

Gesamtgewicht: 6288.38 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-7

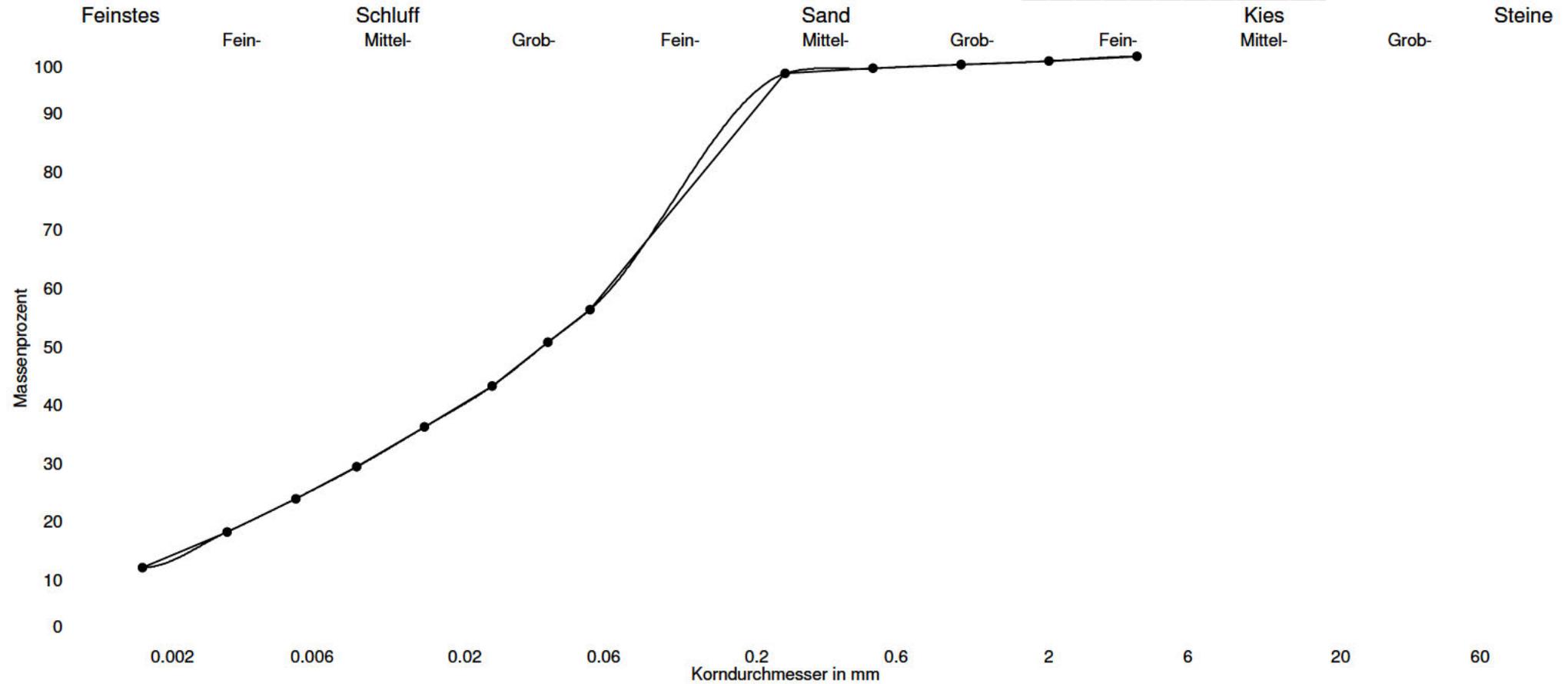
Untersuchungsbericht : B 6775

Projekt : Arnulfstraße 195, München

Auftraggeber : SakostaCAU GmbH, [REDACTED]

Datum : 19.06.2020

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	● RKB 2 / 12,4 - 13,7
Ungleichförm. Cu	-
Krümmungszahl Cc	-
Bodenart	U,fs
Bodengruppe	U
d10 / d60	- / 0.063 mm
Anteil < 0.063 mm	60.1 %
Kornfrakt. T/U/S/G	13.7/46.4/39.1/0.8 %
Bodenklasse	4

KORNVERTEILUNG

RKB 2 / 12,4 - 13,7

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	29.97	0.0	4.000	0.00	100.0
0.063	0.00	87.0	8.000	0.00	100.0
0.125	3.47	87.0	16.0	0.00	100.0
0.250	0.31	97.1	31.5	0.00	100.0
0.500	0.22	98.0	63.0	0.00	100.0
1.000	0.21	98.6	90.0	0.00	100.0
2.000	0.27	99.2			

Gesamtgewicht: 34.45 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	12.4	0.0248	43.5
0.0031	18.5	0.0385	51.0
0.0053	24.2	0.0536	56.6
0.0085	29.7	0.0745	62.6
0.0146	36.5		

Probengewicht: 29.70 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Untersuchungsbericht : B 6775

Projekt :

Arnulfstraße 195, München

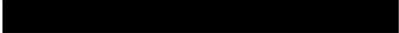
Auftraggeber :

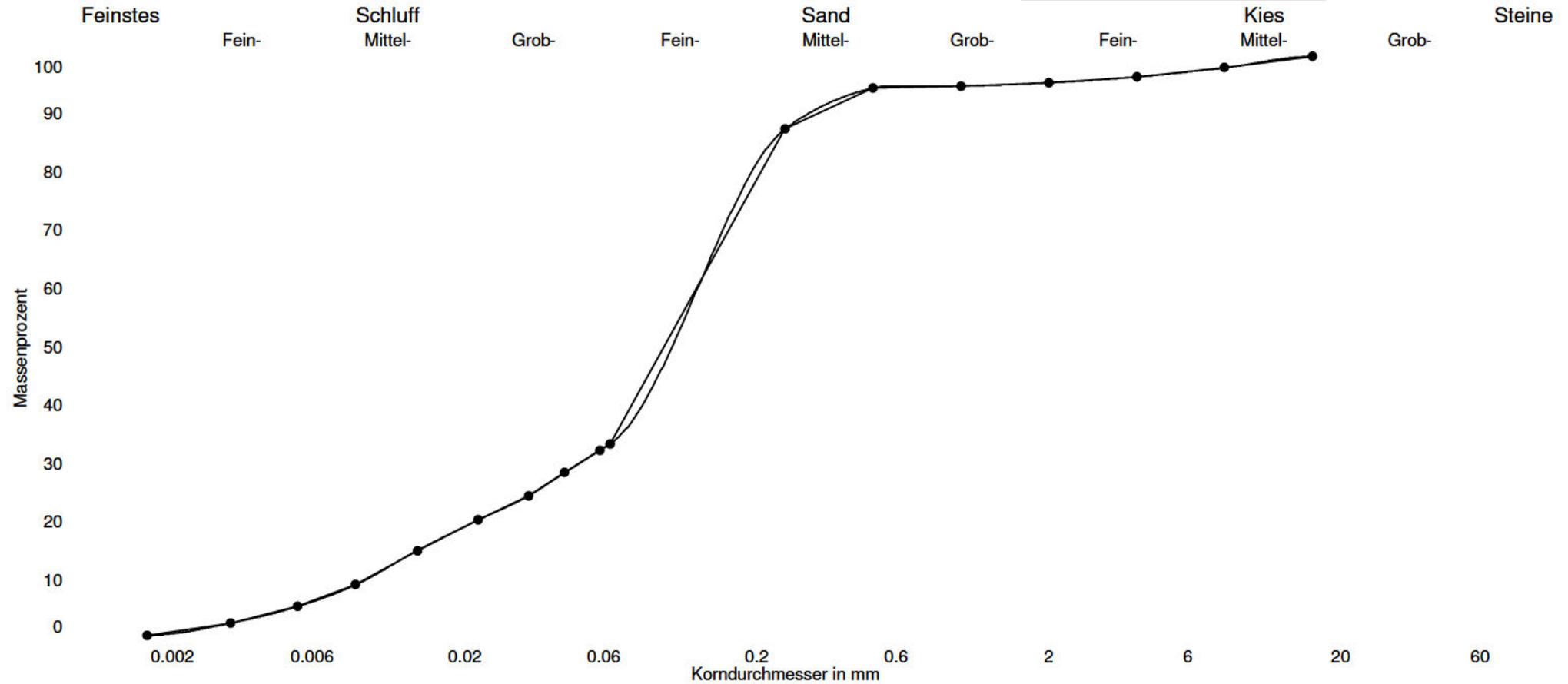
SakostaCAU GmbH, 

Datum :

19.06.2020

Bearbeiter :





Labornummer

● RKB 2 / 14,0 - 15,6

Ungleichförm. Cu

14.0

Krümmungszahl Cc

2.1

Bodenart

fS,u,ms'

Bodengruppe

SU

d10 / d60

0.009/0.125 mm

Anteil < 0.063 mm

33.6 %

Kornfrakt. T/U/S/G

1.1/32.5/61.9/4.5 %

Bodenklasse

4

KORNVERTEILUNG

RKB 2 / 14,0 - 15,6

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	82.00	0.0	4.000	3.79	96.5
0.063	0.00	33.6	8.000	4.71	98.1
0.125	131.67	33.6	16.0	0.00	100.0
0.250	17.14	87.6	31.5	0.00	100.0
0.500	0.83	94.6	63.0	0.00	100.0
1.000	1.39	94.9	90.0	0.00	100.0
2.000	2.49	95.5			

Gesamtgewicht: 244.02 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	0.8	0.0223	20.6
0.0032	2.9	0.0331	24.7
0.0054	5.8	0.0440	28.7
0.0085	9.5	0.0580	32.5
0.0138	15.3		

Probengewicht: 49.30 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Untersuchungsbericht : B 6775

Projekt :

Arnulfstraße 195, München

Auftraggeber :

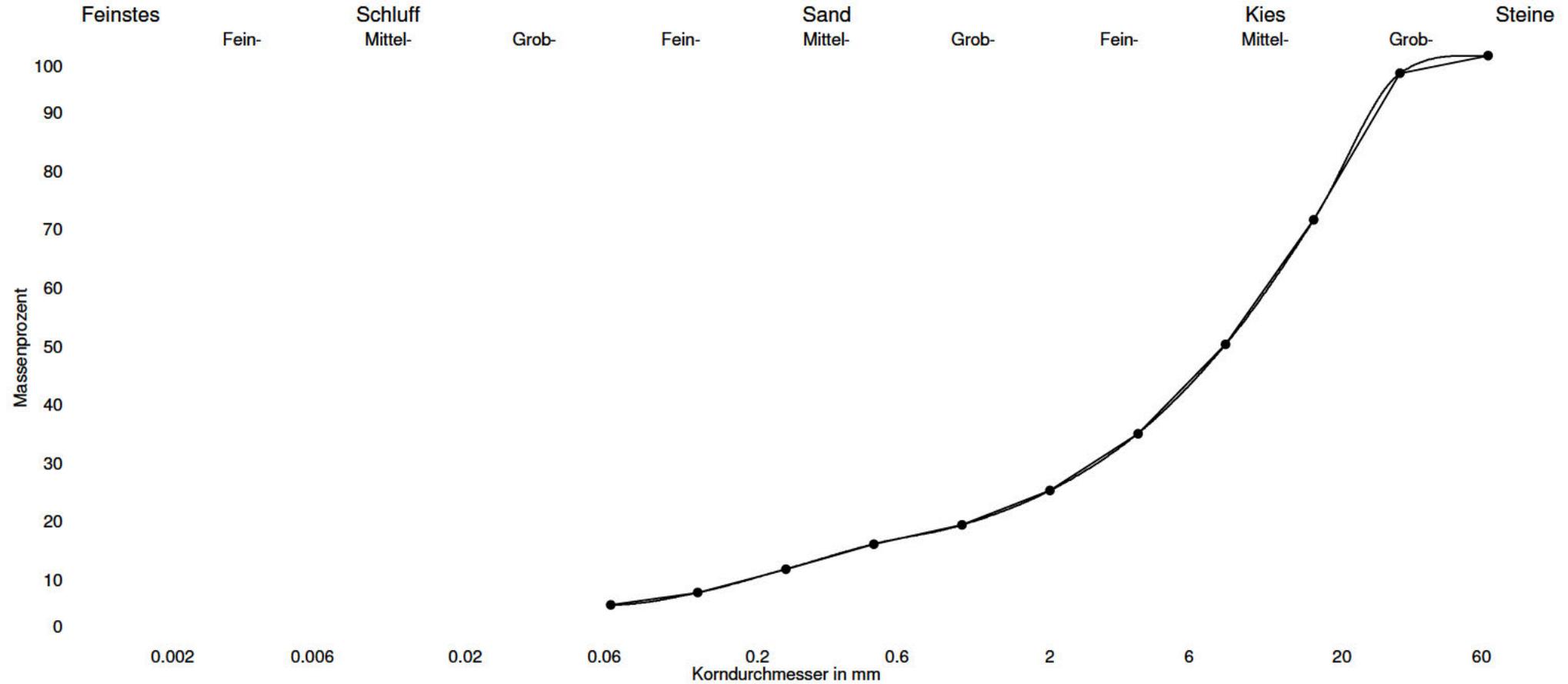
SakostaCAU GmbH, [REDACTED]

Datum :

19.06.2020

Bearbeiter :

[REDACTED]



Labornummer	● RKB 2 / 6,0 - 7,0
Ungleichförm. Cu	62.7
Krümmungszahl Cc	4.1
Bodenart	mG,fg,gg,gs',ms',u'
Bodengruppe	GU
d10 / d60	0.177/11.094 mm
Anteil < 0.063 mm	6.0 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/6.0/19.6/74.4 %
Bodenklasse	3

KORNVERTEILUNG

RKB 2 / 6,0 - 7,0

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	212.35	0.0	4.000	541.48	35.3
0.063	74.82	6.0	8.000	753.44	50.6
0.125	142.73	8.1	16.0	886.00	71.9
0.250	151.64	12.1	31.5	107.88	97.0
0.500	115.21	16.4	63.0	0.00	100.0
1.000	208.02	19.7	90.0	0.00	100.0
2.000	345.65	25.6			

Gesamtgewicht: 3539.22 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Untersuchungsbericht : B 6775

Projekt :

Arnulfstraße 195, München

Auftraggeber :

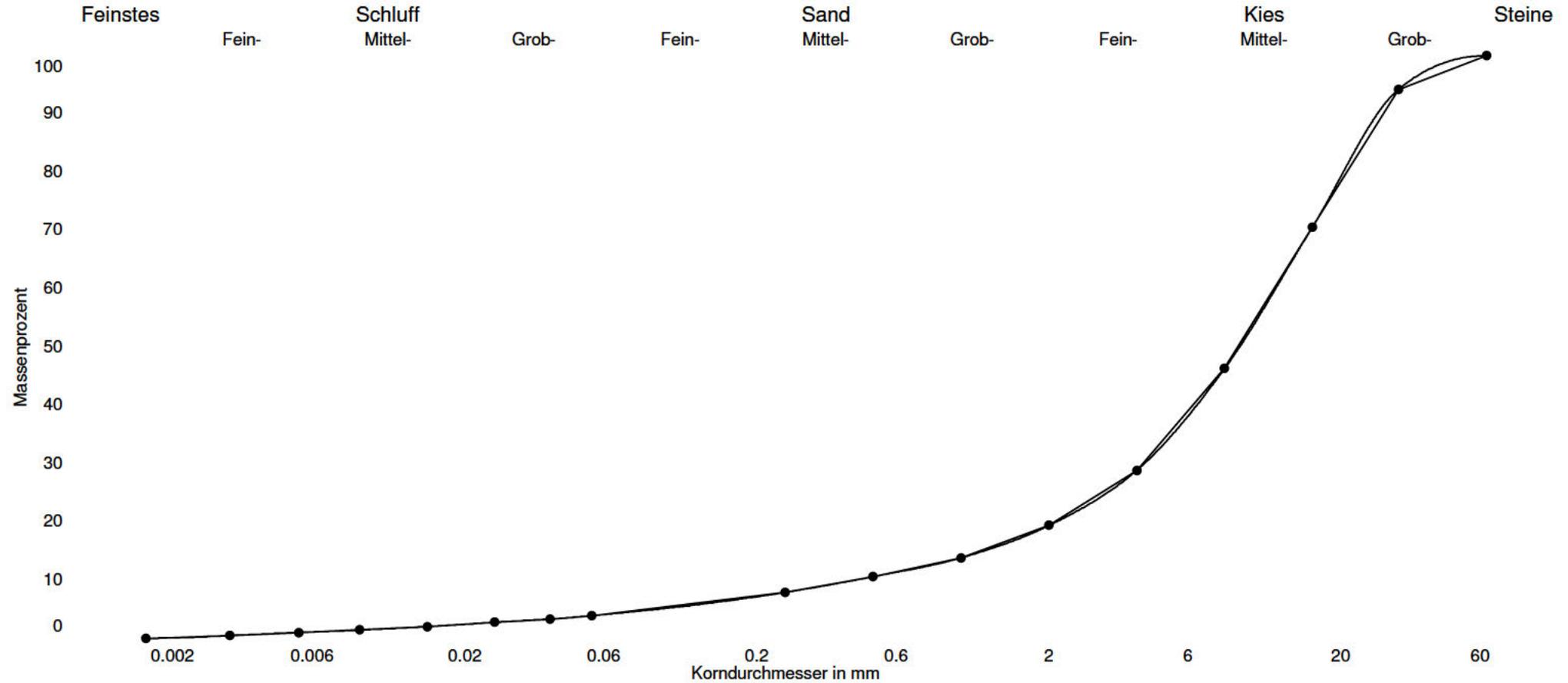
SakostaCAU GmbH, [REDACTED]

Datum :

19.06.2020

Bearbeiter :

[REDACTED]



Labornummer	● RKB 2 / 7,0 - 12,4
Ungleichförm. Cu	28.2
Krümmungszahl Cc	3.6
Bodenart	mG,gg,fg,gs'
Bodengruppe	GI
d10 / d60	0.423/11.941 mm
Anteil < 0.063 mm	4.3 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.2/4.1/15.1/80.5 %
Bodenklasse	3

KORNVERTEILUNG

RKB 2 / 7,0 - 12,4

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	278.88	0.0	4.000	771.82	28.9
0.063	0.00	6.3	8.000	1071.90	46.4
0.125	75.18	6.3	16.0	1042.85	70.6
0.250	118.76	8.0	31.5	255.42	94.2
0.500	142.43	10.7	63.0	0.00	100.0
1.000	244.46	13.9	90.0	0.00	100.0
2.000	417.22	19.5			

Gesamtgewicht: 4418.92 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	0.1	0.0253	2.9
0.0031	0.6	0.0392	3.4
0.0054	1.1	0.0544	4.0
0.0087	1.6	0.0755	4.6
0.0149	2.1		

Probengewicht: 27.50 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Untersuchungsbericht : B 6775

Projekt :

Arnulfstraße 195, München

Auftraggeber :

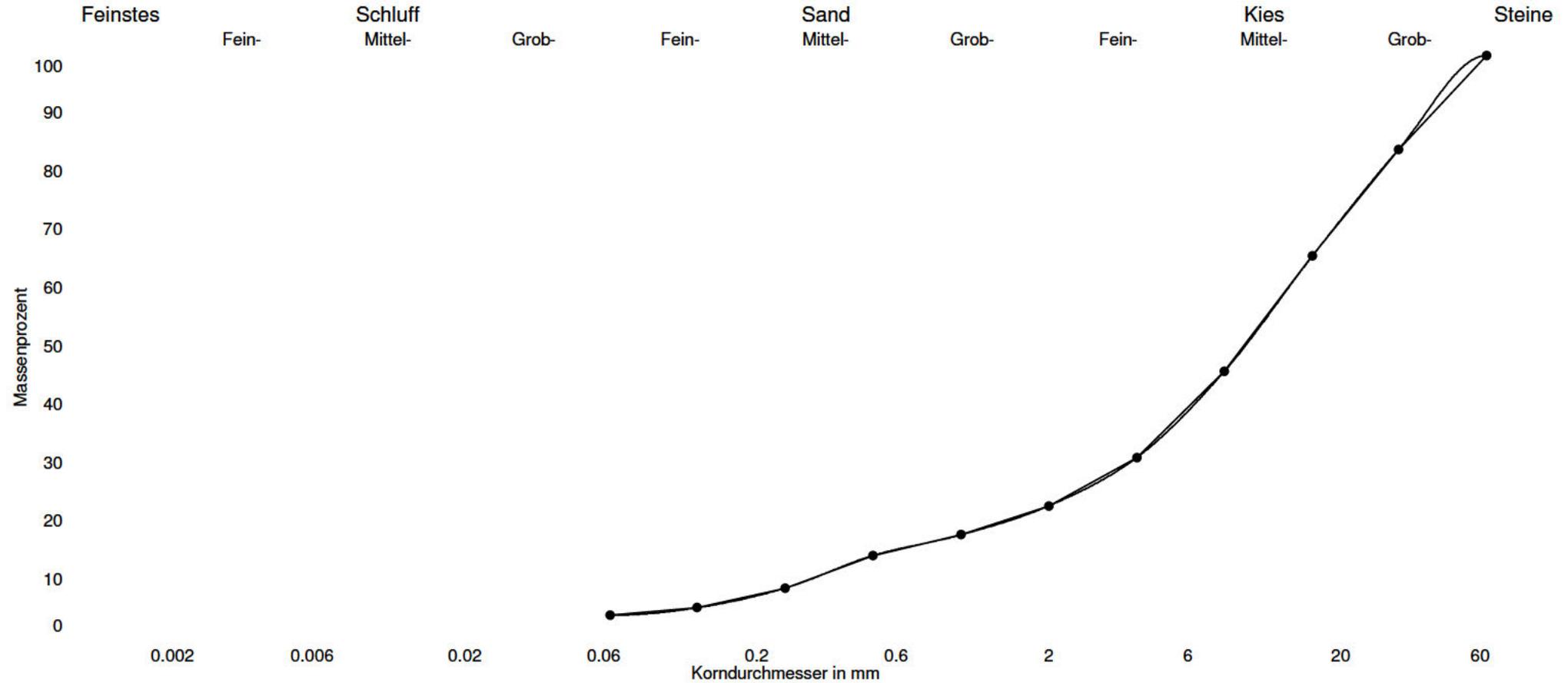
SakostaCAU GmbH, [REDACTED]

Datum :

19.06.2020

Bearbeiter :

[REDACTED]



Labornummer

● RKB 3 / 0,8 - 10,0

Ungleichförm. Cu

44.3

Krümmungszahl Cc

3.6

Bodenart

mG,gg,fg,ms',gs'

Bodengruppe

GI

d10 / d60

0.296/13.137 mm

Anteil < 0.063 mm

4.1 %

Kornfrakt. T/U/S/G

0.0/4.1/18.8/77.2 %

Bodenklasse

3

KORNVERTEILUNG

RKB 3 / 0,8 - 10,0

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	276.23	0.0	4.000	1005.95	31.1
0.063	88.49	4.1	8.000	1338.85	45.9
0.125	227.61	5.4	16.0	1233.40	65.7
0.250	377.85	8.7	31.5	1092.10	83.9
0.500	240.82	14.3	63.0	0.00	100.0
1.000	337.00	17.9	90.0	0.00	100.0
2.000	559.24	22.8			

Gesamtgewicht: 6777.54 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Untersuchungsbericht : B 6775

Projekt :

Arnulfstraße 195, München

Auftraggeber :

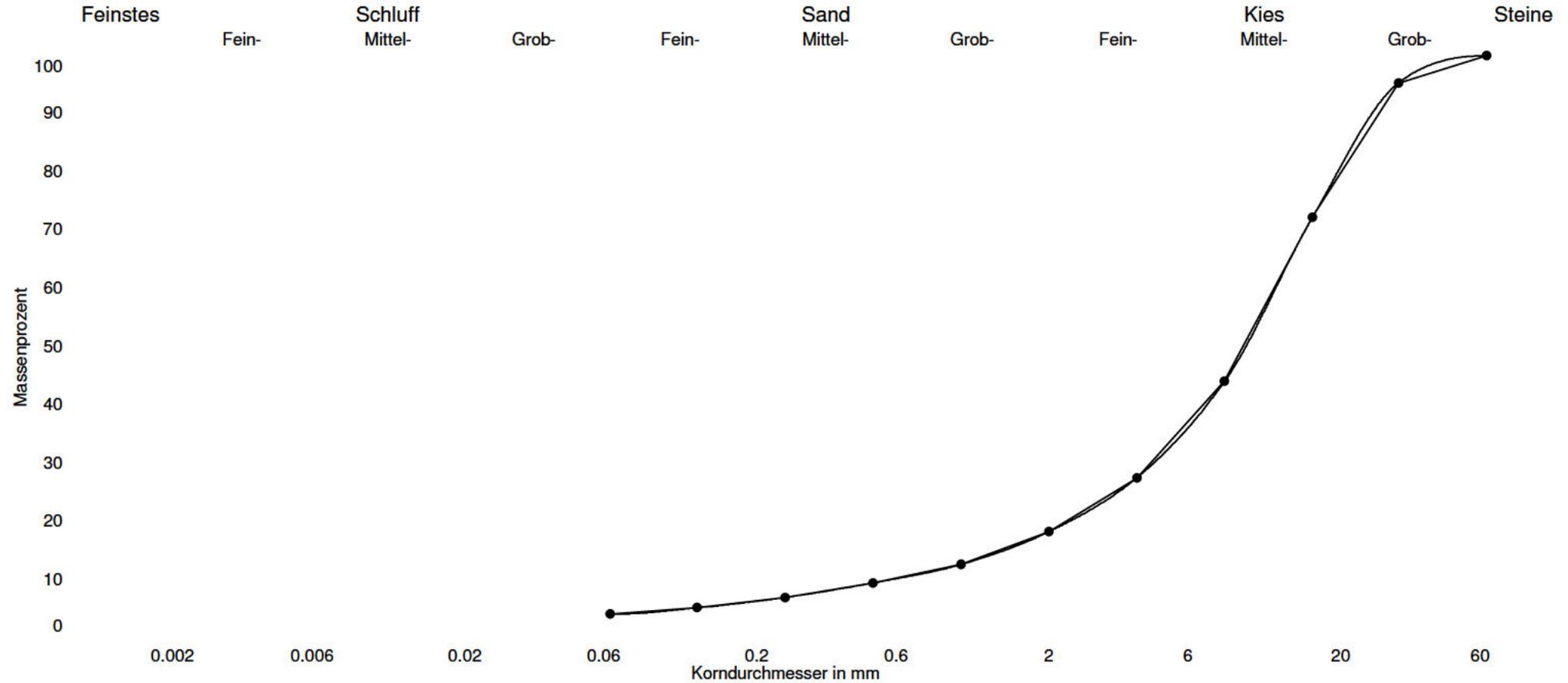
SakostaCAU GmbH, [REDACTED]

Datum :

19.06.2020

Bearbeiter :

[REDACTED]



Labornummer	● RKB 3 / 13,0 - 14,0
Ungleichförm. Cu	21.8
Krümmungszahl Cc	3.2
Bodenart	mG,fg,gg,gs'
Bodengruppe	GI
d10 / d60	0.547/11.928 mm
Anteil < 0.063 mm	4.3 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/4.3/14.1/81.6 %
Bodenklasse	3

KORNVERTEILUNG

RKB 3 / 13,0 - 14,0

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	116.07	0.0	4.000	450.16	27.6
0.063	30.16	4.3	8.000	765.40	44.2
0.125	48.42	5.4	16.0	627.54	72.3
0.250	67.83	7.1	31.5	127.38	95.3
0.500	85.97	9.6	63.0	0.00	100.0
1.000	152.78	12.8	90.0	0.00	100.0
2.000	251.01	18.4			

Gesamtgewicht: 2722.72 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Untersuchungsbericht : B 6775

Projekt :

Arnulfstraße 195, München

Auftraggeber :

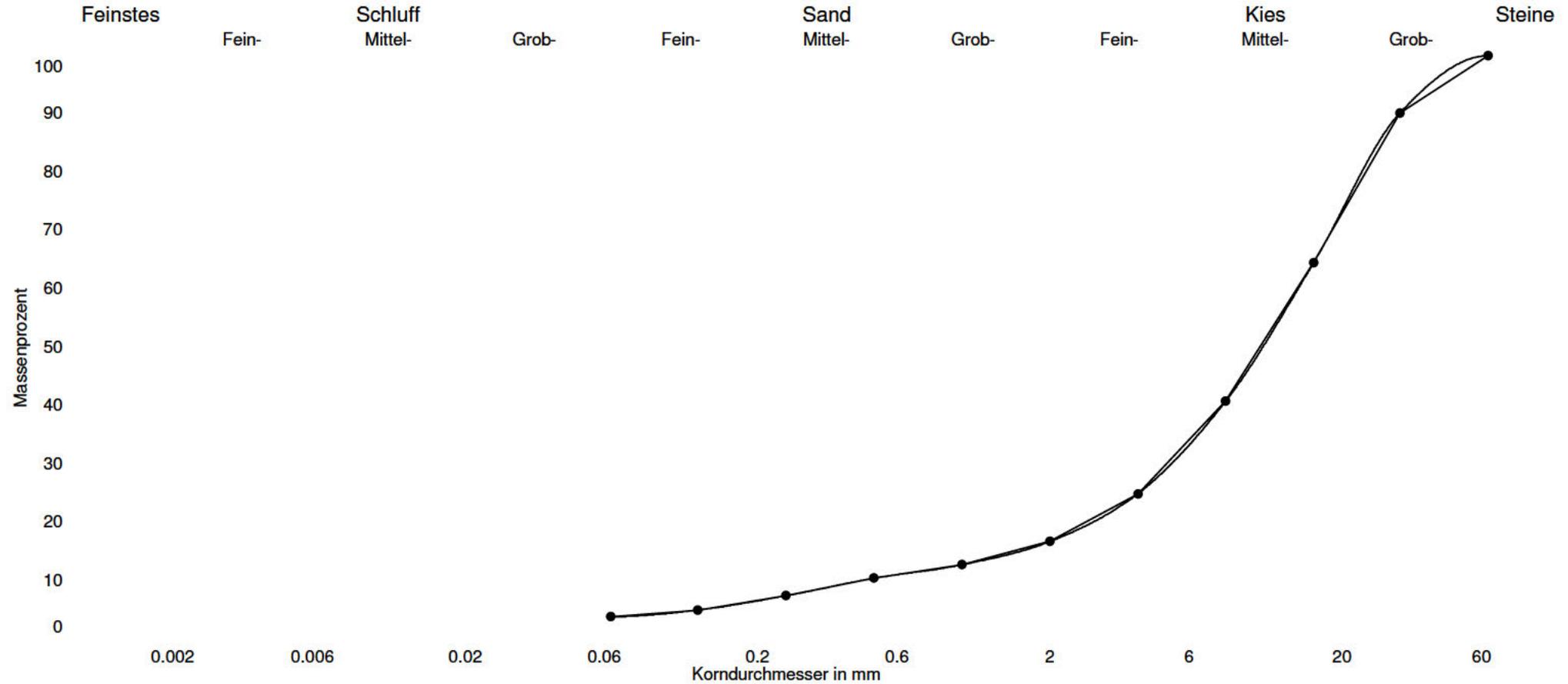
SakostaCAU GmbH, [REDACTED]

Datum :

19.06.2020

Bearbeiter :

[REDACTED]



Labornummer	● RKB 4 / 12,0 - 14,0
Ungleichförm. Cu	32.5
Krümmungszahl Cc	4.4
Bodenart	mG,gg,fg,gs'
Bodengruppe	GI
d10 / d60	0.434/14.095 mm
Anteil < 0.063 mm	4.0 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/4.0/12.9/83.1 %
Bodenklasse	3

KORNVERTEILUNG

RKB 4 / 12,0 - 14,0

SIEBUNG

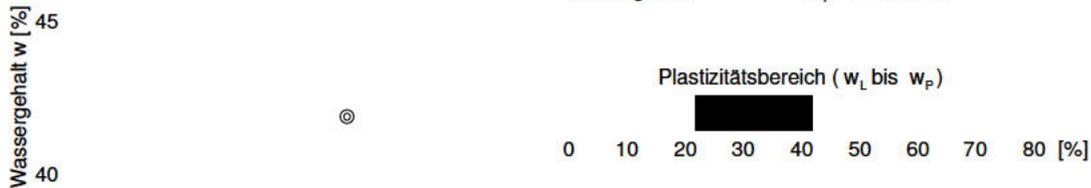
Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	212.74	0.0	4.000	843.51	25.0
0.063	60.51	4.0	8.000	1259.35	40.9
0.125	129.73	5.1	16.0	1358.61	64.6
0.250	158.88	7.6	31.5	522.48	90.2
0.500	123.11	10.6	63.0	0.00	100.0
1.000	210.87	12.9	90.0	0.00	100.0
2.000	434.08	16.9			

Gesamtgewicht: 5313.87 g

Behälter-Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze		
		12	21	29	35			
Zahl der Schläge		12	21	29	35			
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	9.70	10.70	8.77	9.09	3.31	3.77	3.76
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	7.03	7.84	6.56	6.83	2.94	3.30	3.30
Behälter	m_B [g]	1.19	1.17	1.18	1.19	1.20	1.18	1.18
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	2.67	2.86	2.21	2.26	0.37	0.47	0.46
Trockene Probe	m_t [g]	5.84	6.67	5.37	5.65	1.74	2.12	2.12 Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	45.7	42.9	41.2	40.0	21.3	22.3	21.8 21.8

50

Überkornanteil $\bar{u} = 30.9\%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 8.4\%$, $w_{N\bar{u}} = 12.2\%$
 Fließgrenze $w_L = 41.9\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 21.8\%$

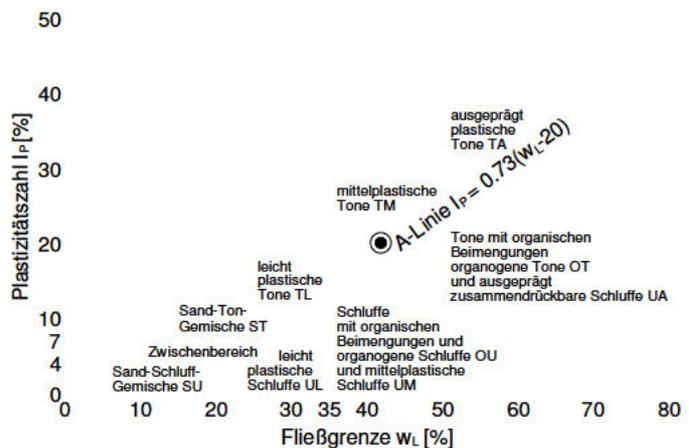


35 10 15 20 25 30 35 40
 Schlägzahl

Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 20.1\%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = -0.478$

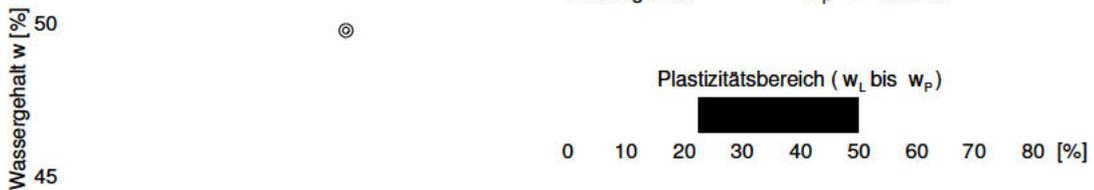
Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 1.478$



Behälter-Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze		
		11	22	30	37			
Zahl der Schläge		11	22	30	37			
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	12.07	10.52	10.62	10.38	3.62	3.85	3.52
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	8.22	7.38	7.53	7.43	3.17	3.35	3.10
Behälter	m_B [g]	1.19	1.18	1.19	1.19	1.18	1.19	1.18
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	3.85	3.14	3.09	2.95	0.45	0.49	0.43
Trockene Probe	m_t [g]	7.03	6.20	6.34	6.25	1.99	2.16	1.91
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	54.7	50.6	48.8	47.2	22.8	22.8	22.2

55

Überkornanteil $\bar{u} = 8.4 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 19.4 \%$, $w_{N\bar{u}} = 21.2 \%$
 Fließgrenze $w_L = 49.7 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 22.6 \%$

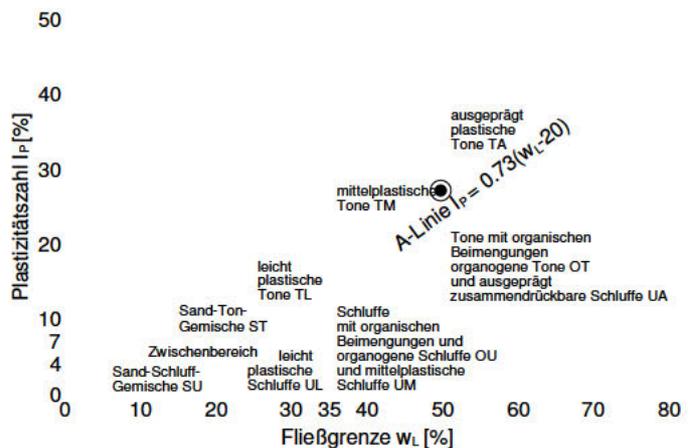


Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 27.1 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = -0.052$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 1.052$

40
10 15 20 25 30 35 40
Schlagzahl



Behälter-Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze		
		16	23	32	38			
Zahl der Schläge		16	23	32	38			
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	9.85	9.25	9.82	10.15	3.79	3.50	3.79
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	6.81	6.52	7.00	7.28	3.28	3.04	3.29
Behälter	m_B [g]	1.19	1.19	1.19	1.18	1.19	1.18	1.18
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	3.04	2.73	2.83	2.87	0.51	0.46	0.50
Trockene Probe	m_t [g]	5.62	5.33	5.80	6.10	2.10	1.86	2.11
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	54.1	51.1	48.7	47.0	24.3	24.7	23.8

55

Überkornanteil $\bar{u} = 4.5 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 11.4 \%$, $w_{N\bar{u}} = 11.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 50.5 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 24.2 \%$

Wassergehalt w [%]
50
45

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P)



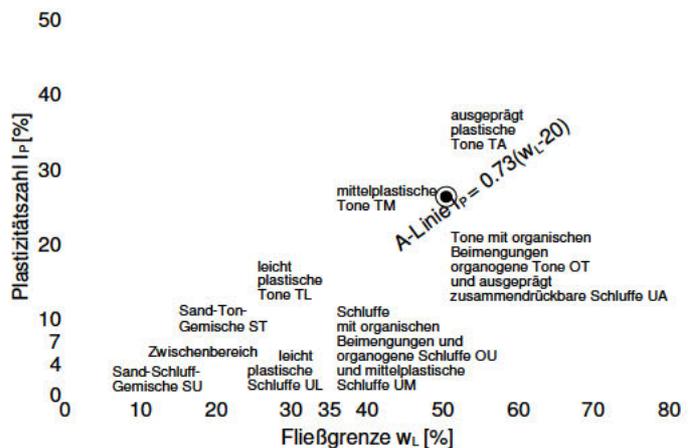
40
10

15 20 25 30 35 40
Schlagzahl

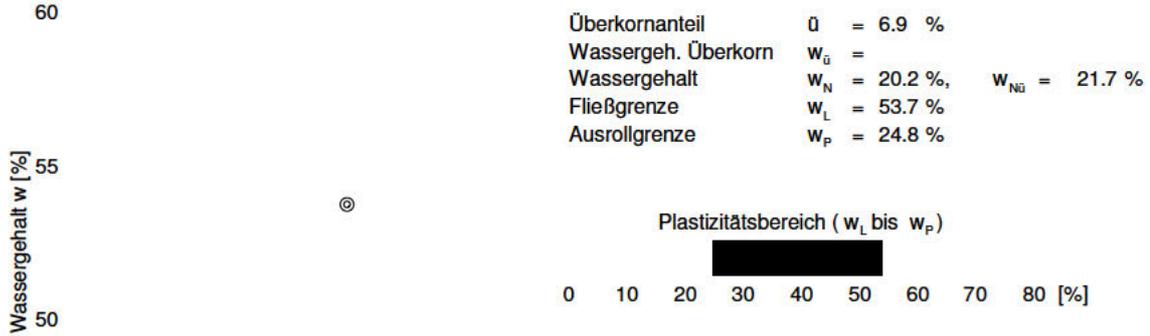
Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 26.3 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = -0.468$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 1.468$



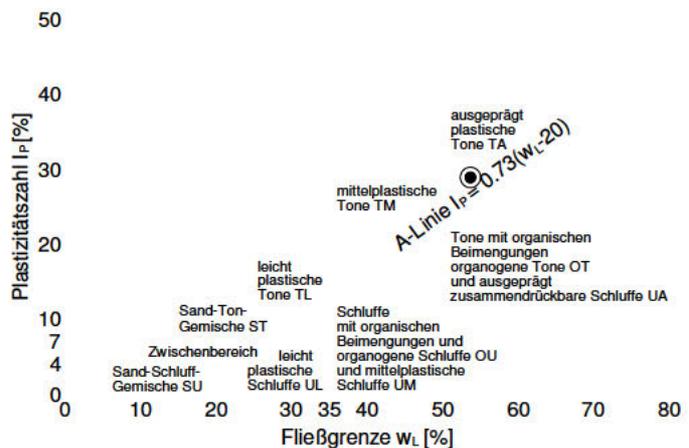
Behälter-Nr.	Zahl der Schläge	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
			17	23	31	39			
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	9.19	10.16	10.54	10.00	4.00	3.74	3.66	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	6.29	7.01	7.33	7.04	3.44	3.23	3.17	
Behälter	m_B [g]	1.19	1.19	1.18	1.19	1.19	1.19	1.18	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	2.90	3.15	3.20	2.96	0.56	0.51	0.49	
Trockene Probe	m_t [g]	5.10	5.82	6.16	5.85	2.25	2.04	1.99	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	56.8	54.1	52.0	50.6	24.9	24.9	24.6	24.8



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 28.9 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = -0.107$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 1.107$



Behälter-Nr.	Zahl der Schläge		Fließgrenze				Ausrollgrenze		
			17	22	30	36			
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	10.86	10.08	9.45	9.23	3.22	3.42	3.32	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	7.31	6.90	6.64	6.55	2.88	3.06	2.98	
Behälter	m_B [g]	1.18	1.18	1.19	1.18	1.19	1.19	1.20	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	3.55	3.18	2.81	2.69	0.33	0.36	0.34	
Trockene Probe	m_t [g]	6.13	5.72	5.45	5.37	1.70	1.87	1.78	
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	57.9	55.6	51.6	50.1	19.5	19.1	19.2	

60

Überkornanteil $\bar{u} = 2.8 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 14.9 \%$, $w_{N\bar{u}} = 15.3 \%$
 Fließgrenze $w_L = 53.9 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 19.3 \%$

Wassergehalt w [%]
55
50

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P)



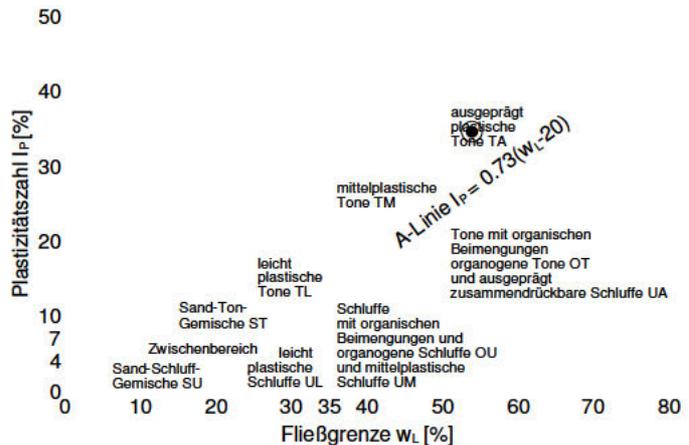
45
10

Schlagzahl 15 20 25 30 35 40

Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 34.6 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = -0.116$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 1.116$



EXCEL-Auswertung		Projektzusammenstellung												EX-KP-Projektzusammenstellung						
														Revision A - Stand 2019-07						
														Seite 1 von 1	Anlage 1					
Projekt: Sakosta 1800073-4 München "Paket Post Halle"										Auftraggeber: Sacosta CAU										
Projekt-Nr.: L 201428			Probenehmer: ■			Probenahme: Sakosta				Probeneingang: 18.06.2020			Bearbeiter: ■■■							
Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2013-12	Kurzzeichen nach DIN 4023 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen				Dichte		Komp.-Versuch Laststufen Steifemodul	Taschenpenetrometer	Flügelscherversuch	Triaxversuch effektive Kohäsion / effekt. Reibungswinkel	
					Wasserg. < 0.002 mm	Ø 0.002 - 0.063 mm	Ø 0.063 - 2 mm	Ø 2 - 63 mm	Ø > 63 mm	Wasserg. < 0.4 mm	Fließgrenze w _L	Ausrollgrenze w _p	Plastizität I _p	Konsistenz	Feuchtdichte ρ					Trockendichte ρ _d
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[t/m ³]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]/[°]	
GWM1 UP1 18,20 m - 18,50 m	L201428- GWM1- UP1- 18,50m	Schluff, stark sandig blaugrau	U _s * n.e.	19,8											2,03	1,69	100 400 E _{s1} = 16117 Wiederbelastung 400 2400 E _{s2} = 48453			
GWM2 UP1 21,70 m - 22,00 m	L201428- GWM2- UP1- 22,00m	Ton, schwach sandig - sandig blaugrau	T _s '-s n.e.	12,4									halbfest fest					>2000		c' = 72,2 φ' = 28,9 CD
RKB2 UP1 14,50 m - 14,80 m	L201428- RKS2-UP1- 14,80m	Sand, stark schluffig blaugrau	S _u * n.e.	15,9																c' = 11,2 φ' = 29,8 CD
RKB2 UP1 15,70 m - 16,00 m	L201428- RKB2-UP1- 16,00m	Ton, schluffig, sandig grünliches blau	T _u ,s n.e.	16,3									halbfest	2,10	1,81	100 400 E _{s1} = 7802 Wiederbelastung 400 2400 E _{s2} = 27528	600 800 800			

Projekt: Sakosta 1800073-4 München "Paket Post Halle"

Projekt-Nr.: L 201428 Auftraggeber: Sakosta CAU

Probenbezeichnung: L201428-GWM1-UP1-18,50m

Entnahmestelle: GWM1 entnommen am: 18.06.2020 durch:

Entnahmetiefe: 18,20 - 18,50 m ausgeführt am: 03.07.2020 durch:

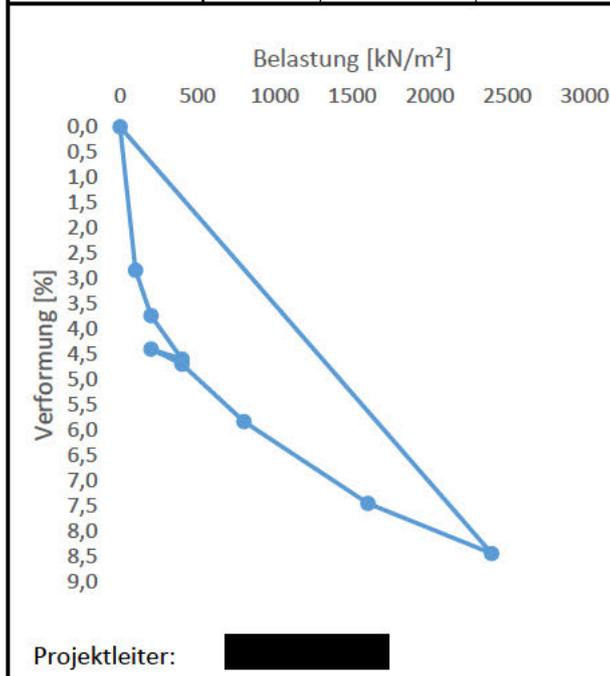
Bodenart: U_s* mittlere Temperatur: 22,7 °C Größtkorn: 4 mm %

Waage: 4 Kompressionsstand: 287 Messuhr:

Bemerkungen:

Einbau- parameter	Probendurchmesser d [mm]	71,3	Wassergehalt w _E [%]	19,8	Vorbelastung [kPa]	12
	Probenhöhe H ₀ [mm]	20,03	Feuchtdichte ρ [t/m ³]	2,03	Belastungszeit/Stufe [h]	24
	Einbaumasse m ₁ [g]	162,4	Trockendichte ρ _d [t/m ³]	1,69	Lastaufbringung	mechanisch

Berechnung der Steifiziffern bzgl. der sich einstellenden Probenhöhe	Normalspannung	Δ Normalspannung	Probenhöhe v. Laststufe H _i	Probenhöhe n. Laststufe H _f	Gesamtverformung v _i		Teilverformung		Steifemodul
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[kN/m ²]
	0				20,030				
100	100		20,030	19,462	0,568	2,84	0,568	2,84	3526,4
200	100		19,462	19,282	0,748	3,73	0,180	0,92	10505,6
400	200		19,282	19,110	0,920	4,59	0,172	0,89	21583,6
200	-200		19,110	19,149	0,881	4,40	-0,039	-0,20	93498,8
400	200		19,149	19,090	0,940	4,69	0,059	0,31	62056,8
800	400		19,090	18,861	1,169	5,84	0,229	1,20	31780,1
1600	800		18,861	18,538	1,492	7,45	0,323	1,71	43988,2
2400	800		18,538	18,339	1,691	8,44	0,199	1,07	68973,4



Berechnung der Steifiziffern bzgl. der anfänglichen Probenhöhe	Normalspannung	Δ Normalspannung	Gesamtverformung v _i	Δ v _i	E _{S1}
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[mm]	[mm]	[kN/m ²]
	100	300	0,568	0,352	16116,6
400		0,920			

Wiederbelastung	Normalspannung	Δ Normalspannung	Gesamtverformung v _i	Δ v _i	E _{S2}
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[mm]	[mm]	[kN/m ²]
	400	2000	0,940	0,751	48453,0
2400		1,691			

Ausbau- parameter	Probenhöhe H _A [mm]	18,34
	Wassergehalt w _A [%]	21,2
	Feuchtdichte ρ _A [t/m ³]	2,24
	Trockendichte ρ _{dA} [t/m ³]	1,85

Projekt: Sakosta 1800073-4 München "Paket Post Halle"

Projekt-Nr.: L 201428 Auftraggeber: Sakosta CAU

Probenbezeichnung: L201428-RKB2-UP1-16,00m

Entnahmestelle: RKB2 entnommen am: 18.06.2020 durch:

Entnahmetiefe: 15,70 - 16,00 m ausgeführt am: 25.05.2020 durch:

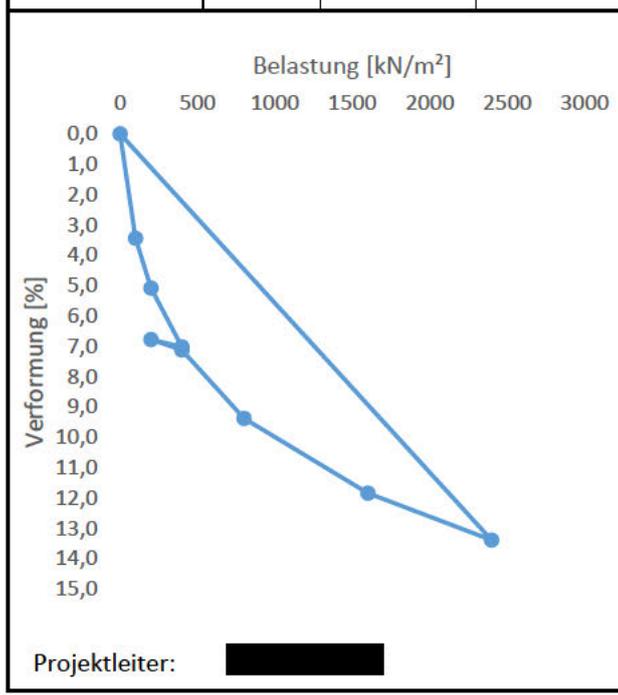
Bodenart: T,u,s mittlere Temperatur: 23,0 °C Größtkorn: 4 mm %

Waage: 4 Kompressionsstand: 287 Messuhr:

Bemerkungen:

Einbau- parameter	Probendurchmesser d [mm]	71,3	Wassergehalt w_E [%]	16,3	Vorbelastung [kPa]	12
	Probenhöhe H_0 [mm]	20,03	Feuchtdichte ρ [t/m ³]	2,10	Belastungszeit/Stufe [h]	24
	Einbaumasse m_1 [g]	168,4	Trockendichte ρ_d [t/m ³]	1,81	Lastaufbringung	mechanisch

Berechnung der Steifiziffern bzgl. der sich einstellenden Probenhöhe	Normalspannung	Δ Normalspannung	Probenhöhe v. Laststufe H_i	Probenhöhe n. Laststufe H_f	Gesamtverformung v_i		Teilverformung		Steifemodul
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[kN/m ²]
	0			20,030					
100	100	20,030	19,340	0,690	3,44	0,690	3,44	2902,9	
200	100	19,340	19,010	1,020	5,09	0,330	1,71	5658,7	
400	200	19,010	18,622	1,408	7,03	0,388	2,04	9300,0	
200	-200	18,622	18,672	1,358	6,78	-0,050	-0,27	69251,9	
400	200	18,672	18,601	1,429	7,13	0,071	0,38	49031,2	
800	400	18,601	18,151	1,879	9,38	0,450	2,42	15354,6	
1600	800	18,151	17,657	2,373	11,85	0,494	2,72	26636,9	
2400	800	17,657	17,346	2,684	13,40	0,311	1,76	40038,9	



Berechnung der Steifiziffern bzgl. der anfänglichen Probenhöhe	Normalspannung	Δ Normalspannung	Gesamtverformung v_i	Δv_i	E_{S1}
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[mm]	[mm]	[kN/m ²]
	100	300	0,690	0,718	7802,4
400		1,408			
Wiederbelastung	Normalspannung	Δ Normalspannung	Gesamtverformung v_i	Δv_i	E_{S2}
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[mm]	[mm]	[kN/m ²]
	400	2000	1,429	1,255	27528,2
2400		2,684			

Ausbau- parameter	Probenhöhe H_A [mm]	17,35
	Wassergehalt w_A [%]	17,3
	Feuchtdichte ρ_A [t/m ³]	2,45
	Trockendichte ρ_{dA} [t/m ³]	2,09

Projektleiter:

Crystal Geotechnik
 Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
 Hofstattstraße 28 86919 Utting
 Tel. 08806/95894-0
 Fax 08806/95894-44

Triaxialscherversuch
 nach DIN 18137-2:2011-04
 (CD, Mehrstufentechnik)

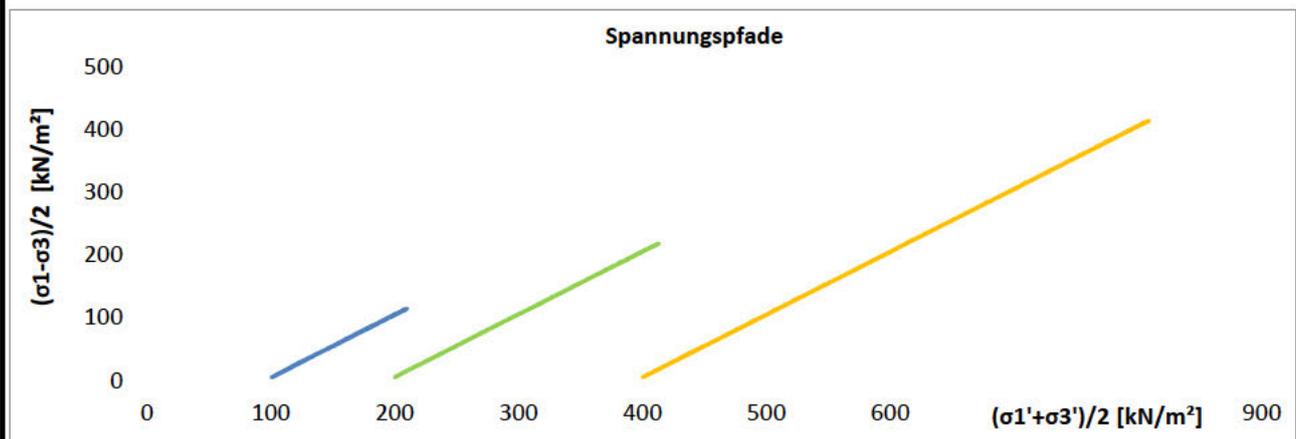
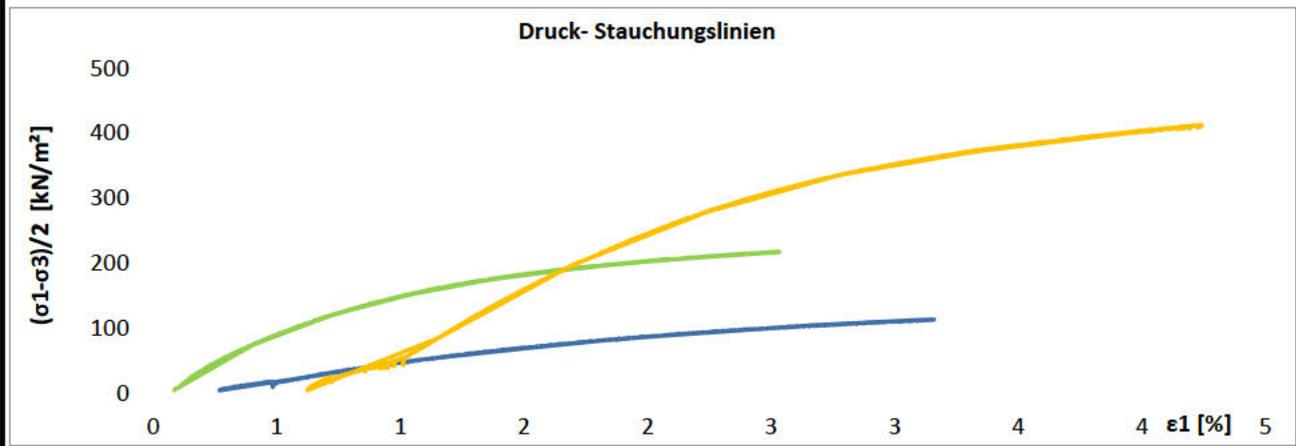
Anlage

Nr.: 3

Untersuchungsbericht:	1800073-4 München	Ort:	München - Paket Post Halle
Auftraggeber:	Sakosta	Tiefe:	14,50 - 14,80 m
Projektnummer:	L201428	Probengefäß:	UP 1
Auftragsnummer:		Datum:	18.06.2020
Probe:	RKB 2	Bearbeiter:	✘
Bodenart:	S _u *	Witterung:	
Güteklasse:			

Probenhöhe h ₀ [mm]	19,7
Probenfläche [cm ²]	95,03

Teilversuch	1	2	3	4	5
Wassergehalt w _A [%]	15,9				
Wassergehalt w _E [%]	16,8				
Einbaudichte [g/cm ³]					
Ausbaudichte [g/cm ³]					



Versuch	σ_{23} [kN/m ²]	Bruchspg. σ_1 [kN/m ²]	$(\sigma_1' + \sigma_3')/2$ [kN/m ²]	$\epsilon_1 = \Delta h/h_0$ [%]	Schergeschw. [mm/min]
1 X	300	525,2	207,8	3,118	0,005
2 X	400	832,0	411,0	2,469	0,005
3 X	600	1421,4	806,1	4,284	0,005
4 X					
5 X					

Crystal Geotechnik
 Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
 Hofstattstraße 28 86919 Utting
 Tel. 08806/95894-0
 Fax 08806/95894-44

Triaxialscherversuch
 nach DIN 18137-2:2011-04
 (CD, Mehrstufentechnik)

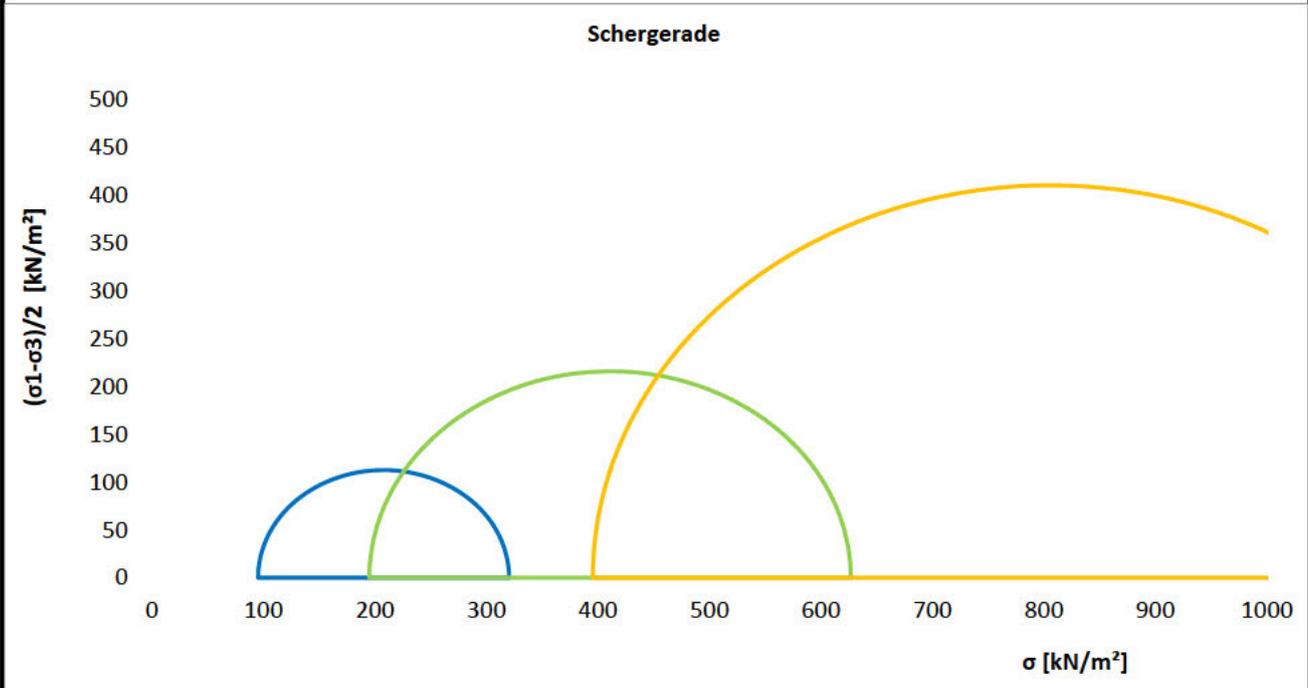
Anlage

 Nr.: 3

Untersuchungsbericht:	1800073-4 München	Ort:	München - Paket Post Halle
Auftraggeber:	Sakosta	Tiefe:	14,50 - 14,80 m
Projektnummer:	L201428	Probengefäß:	UP 1
Auftragsnummer:		Datum:	18.06.2020
Probe:	RKB 2	Bearbeiter:	☒
Bodenart:	S _u *	Witterung:	
Güteklasse:			

Probenhöhe h0 [mm]	19,7
Probenfläche [cm²]	95,03

Teilversuch	1	2	3	4	5
Wassergehalt wA [%]	15,9				
Wassergehalt wE [%]	16,8				
Einbaudichte [g/cm³]					
Ausbaudichte [g/cm³]					



Reibungswinkel [°]	29,83
Kohäsion [kN/m²]	11,72
Korrelation	1,0000

© Copyright by GEOMATION GmbH 2017

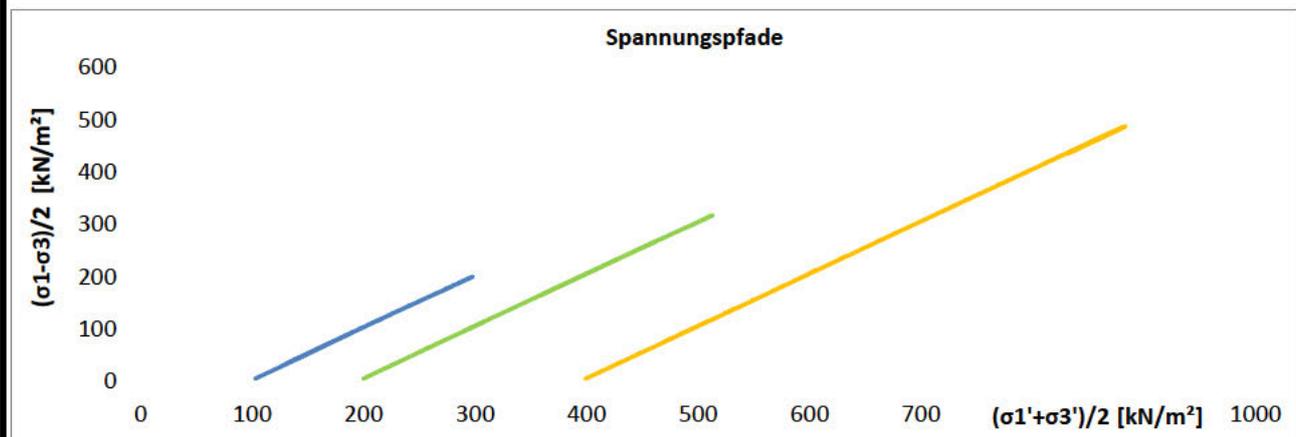
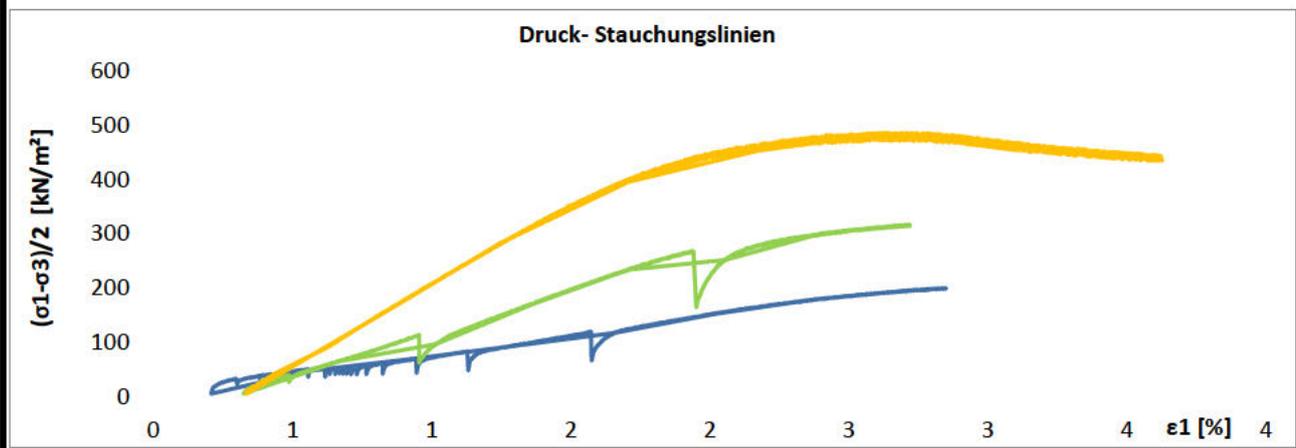
24.07.2020, Utting a. A.
 Datum , Ort

 Prüfer

Crystal Geotechnik Beratende Ingenieure und Geologen GmbH Hofstattstraße 28 86919 Utting Tel. 08806/95894-0 Fax 08806/95894-44	Triaxialscherversuch nach DIN 18137-2:2011-04 (CD, Mehrstufentechnik)	Anlage Nr.: 4
---	--	----------------------

Untersuchungsbericht:	1800073-4 München	Ort:	München - Paket Post Halle
Auftraggeber:	Sakosta	Tiefe:	21,70 - 22,00 m
Projektnummer:	L201428	Probengefäß:	UP 1
Auftragsnummer:		Datum:	24.07.2020
Probe:	GWM2	Bearbeiter:	XXXXXXXXXX
Bodenart:	T,s ¹ -s	Witterung:	
Güteklasse:			

		Teilversuch	1	2	3	4	5
Probenhöhe h0 [mm]	17,9	Wassergehalt wA [%]	12,4				
Probenfläche [cm ²]	98,52	Wassergehalt wE [%]	13				
		Einbaudichte [g/cm ³]					
		Ausbaudichte [g/cm ³]					



Versuch	σ_{23} [kN/m ²]	Bruchspg. σ_1 [kN/m ²]	$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$ [kN/m ²]	$\epsilon_1 = \Delta h/h_0$ [%]	Schergeschw. [mm/min]
1 X	300	707,6	302,2	3,047	0,005
2 X	400	1043,0	517,7	3,044	0,005
3 X	600	1571,4	882,0	2,705	0,005
4 X					
5 X					

Crystal Geotechnik
 Beratende Ingenieure und Geologen GmbH
 Hofstattstraße 28 86919 Utting
 Tel. 08806/95894-0
 Fax 08806/95894-44

Triaxialscherversuch
 nach DIN 18137-2:2011-04
 (CD, Mehrstufentechnik)

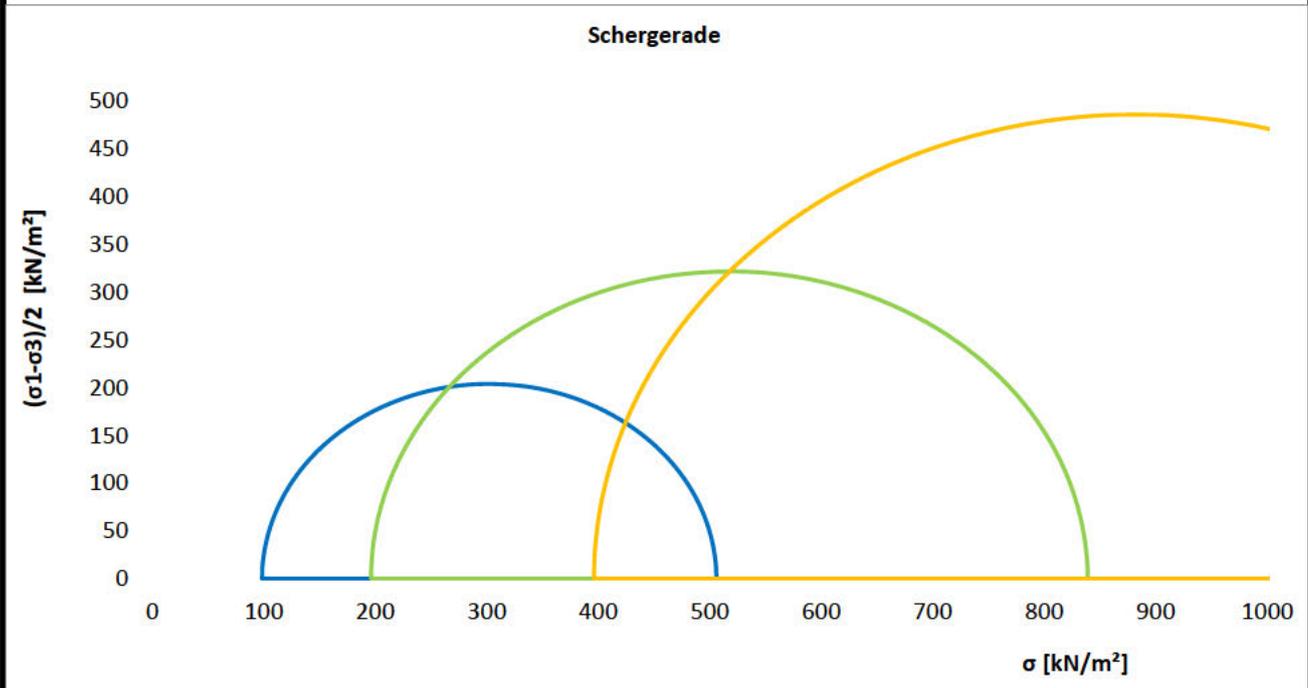
Anlage

Nr.: 4

Untersuchungsbericht:	1800073-4 München	Ort:	München - Paket Post Halle
Auftraggeber:	Sakosta	Tiefe:	21,70 - 22,00 m
Projektnummer:	L201428	Probengefäß:	UP 1
Auftragsnummer:		Datum:	24.07.2020
Probe:	GWM2	Bearbeiter:	XXXXXXXXXX
Bodenart:	T,s ¹ -s	Witterung:	
Güteklasse:			

Probenhöhe h0 [mm]	17,9
Probenfläche [cm ²]	98,52

Teilversuch	1	2	3	4	5
Wassergehalt wA [%]	12,4				
Wassergehalt wE [%]	13				
Einbaudichte [g/cm ³]					
Ausbaudichte [g/cm ³]					



Reibungswinkel [°]	28,85
Kohäsion [kN/m²]	72,21
Korrelation	0,9986

© Copyright by GEOMATION GmbH 2017

24.07.2020, Utting a. A.
 Datum , Ort

 Prüfer

Anlage 5

Analysenergebnisse, Analysenverfahren und Nachweisgrenzen, Prüfbericht der Dr. Graner & Partner GmbH (Nr. 2034795; 1 Berichte, 2 Seiten)

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

SakostaCAU GmbH
Lochhausener Straße 203

München, 02.06.2020

D-81249 München

Prüfbericht 2034795

Auftraggeber: SakostaCAU GmbH
Projektleiter: 
Auftragsnummer: 56531
Auftraggeberprojekt: 1800073-4 Arnulfstr_"Paket Posthalle"
Probenahmedatum: 26.05.2020
Probenahmeort: Arnulfstr. München
Probenahme durch: SakostaCAU
Probengefäße: Glasflasche
Eingang am: 27.05.2020
Zeitraum der Prüfung: 27.05.2020 - 02.06.2020
Prüfauftrag:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Die in den zitierten Normen und Richtlinien angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten. Die aktuellen Ausgabestände der verwendeten Prüfverfahren können auf unserer Homepage (<https://www.labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>) eingesehen werden. Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Prüfergebnisse von Mischproben die unterhalb des Grenzwertes liegen, können trotzdem zu Grenzwertüberschreitungen von einer oder mehreren Teilproben führen. Um die Überprüfung des Grenzwertes sicher zu gewährleisten, wird angeraten, gemäß Prüfvorschrift die Einzelproben zu untersuchen. Mikrobiologisches Untersuchungsmaterial wird nach der Auswertung sofort vernichtet. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Prüflaborleitung erlaubt.

Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025 - D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte
Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben,
Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung, Abgrenzungsfragen AMG/LFGB
Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann, Dr. Manfred Holz
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922
BIC: GENODEFIM07, IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22

Prüfbericht:

2034795

02.06.2020

Probenbezeichnung: WP/GW
Probenahmedatum: 26.05.2020
Labornummer: 2034795-001
Material: Wasser

	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
pH-Wert	8,0			DIN EN ISO 10523
Sulfat	17	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1
Kalklösende Kohlensäure	0,66	mg/l CO ₂	0,5	DIN 38409-7
Ammonium	0,069	mg/l	0,02	DIN 38406-5
Magnesium	21	mg/l	0,01	DIN EN ISO 11885



Erläuterungen zu Abkürzungen:

KbE: Koloniebildende Einheiten
n.n.: nicht nachweisbar
u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze
Best.gr.: Bestimmungsgrenze
n.b.: nicht bestimmt

Anlage 6

Auskunft der Landeshauptstadt München zum vermutlichen Höchstwasserstand HW1940 vom
09.03.2018 (2 Seiten)



Landeshauptstadt München, Kommunalreferat
Blumenstr. 28b, 80331 München

SakostaCAU GmbH
Lochhausener Str. 203
81249 München

GeodatenService
Amtliche Lagepläne

Blumenstr. 28b
80331 München



Ihr Schreiben vom
09.03.2018

Ihr Zeichen

Unser Zeichen
10562936

Datum
09.03.2018

Vermutlicher Höchstgrundwasserstand HW 1940

für Projekt / Straße: **Arnulfstraße 195**

1) 517,4 2) 517,5 3) 516,3 4) 516,6

Die Höhen werden in m ü.NHN2016 (DHHN2016) angegeben.

Die Position der Höhenangaben sind dem beiliegenden Kartenausschnitt zu entnehmen.

Allgemeine Hinweise zu den Angaben des HW1940:

- Es sind in München lokal höhere Grundwasserstände als die von 1940 gemessen worden.
- Für Gebäudeabdichtungen gegen Grundwasser werden vom Umweltschutzreferat Zuschläge zum HW 1940 festgelegt.
- Bei den Grundwasserangaben handelt es sich nur um einen Hinweis aus den bei der Stadt vorliegenden Unterlagen. Für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Grundwasserangaben, insbesondere als Grundlage der Planung und Genehmigung von Bauvorhaben übernimmt die Stadt keine Haftung.

Mit freundlichen Grüßen

i.A.
gez.



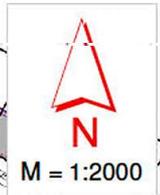
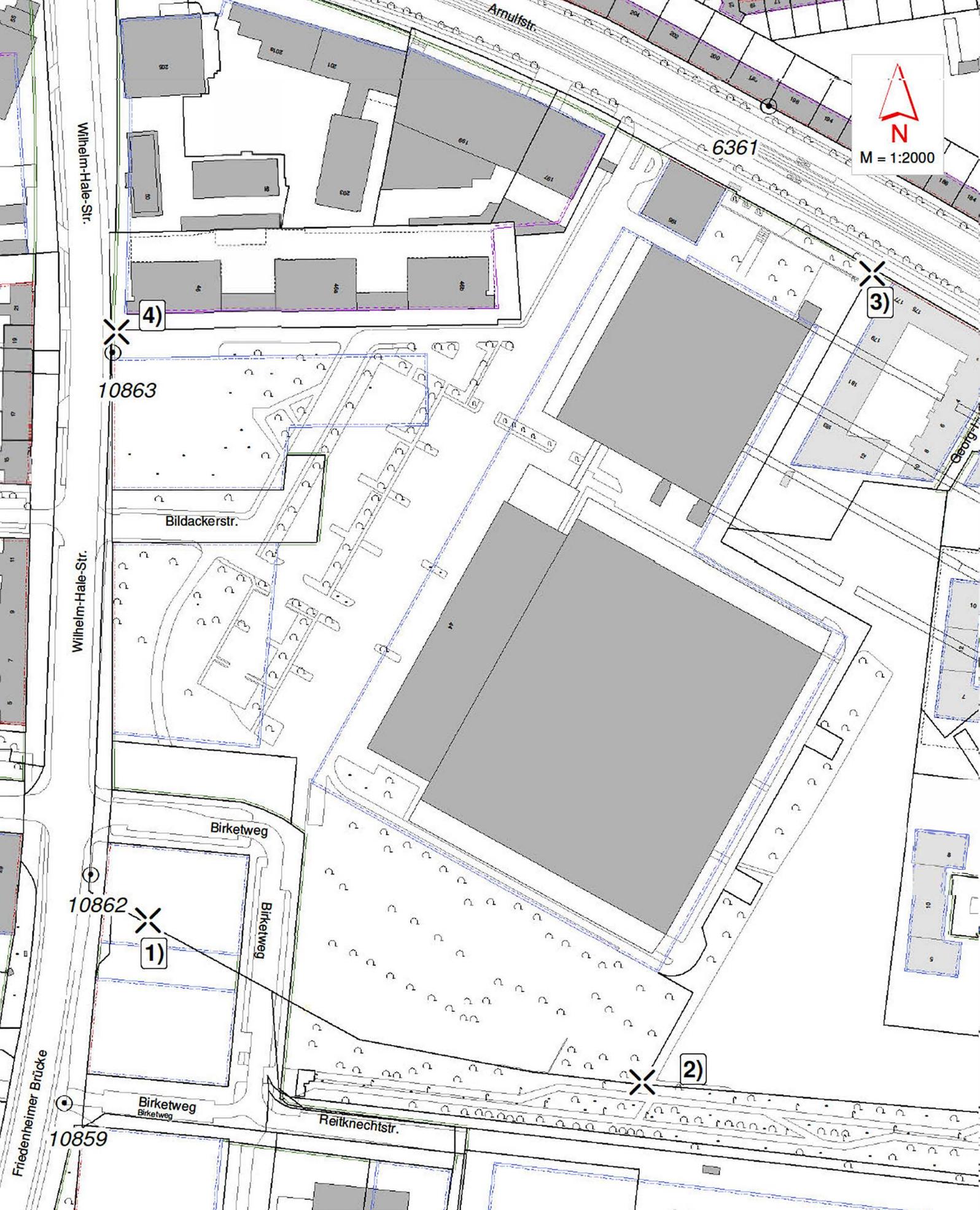
Tarifbeschäftigte im öffentlichen Dienst

U-Bahn: Linie 1, 2, 3, 6
Haltestelle Sendlinger Tor,
Linie 1, 2
Haltestelle Fraunhoferstraße
S-Bahn: Linien S1 - S8
Haltestelle Marienplatz

Straßenbahn: Linie 17, 18, 27
Haltestelle Müllerstraße,
Linie 16, 17, 18, 27
Haltestelle Sendlinger Tor
Bus: Linie 52, 152
Haltestelle Blumenstraße

Stadtsparkasse München
BLZ 701 500 00 Kto Nr. 203 000
IBAN DE86
70150000000203000
BIC SSKMDEMM
Steuernr. 143/241/50278
UST-Id Nr. DE 129 524 000

Öffnungszeiten:
Mo. - Fr. 9.00 -12.00 Uhr
und nach Vereinbarung
Internet:
<http://www.muenchen.de>
eMail: geoinfo.kom@muenchen.de



Übersicht Höhen - Erläuterung

Vermutlicher Höchstgrundwasserstand HW 1940

X **1)** Positionen der Höhenangaben

Höhenfestpunktnetz (nur auf Antrag)

Position, Nummer und Wert **1234**



Anlage 7

Auswertung der Absinkversuche in den Bohrungen GWM1, GWM2 und RKB3 (3 Seiten)

**Auffüllversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit
Verfahren nach Kollbrunner und Maag**

Datum:	31.08.2020	Projekt:	BV PaketPost Areal
Bearbeiter:	XXXX		München, Arnulfstr.
Projekt-Nr.	1800073		

Versuchsdurchführung

Bezeichnung Bohrung:	GWM1		
Höhe Rohroberkante:	1	m ü. GOK	
Tiefe Rohrunterkante:	6	m u. GOK	
Rohrradius r:	0,178	m	

Versuch 1			
Zeitintervall dt	Wasserspiegel unter OK Rohr	Höhe Wasserspiegel h über Ruhewasserspiegel	berechnete Durchlässigkeit k_f für Zeitintervall
[s]	[m]	[m]	[m/s]

Nach Eingabe von ca. 1000l (3,5l/s) kein messbarer Aufstau erzielt

* = nicht bestimmbar

<p>Berechnung $k_f = \frac{r}{4 * dt} * 2.303 * \lg \frac{h_1}{h_2}$</p> <p>h1 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel zu Beginn des Messintervalles h2 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel am Ende des Messintervalles dt = Dauer Messintervall [s]</p>
--

<p>mittlerer hydraulischer Durchlässigkeitsbeiwert k_f</p> <p>> 5,0*10⁻⁴ m/s*</p> <p>*Erfahrungswert</p>

**Auffüllversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit
Verfahren nach Kollbrunner und Maag**

Datum:	31.08.2020	Projekt:	BV PaketPost Areal
Bearbeiter:	XXXX		München, Arnulfstr.
Projekt-Nr.	1800073		

Versuchsdurchführung

Bezeichnung Bohrung:	GWM2		
Höhe Rohroberkante:	1	m ü. GOK	
Tiefe Rohrunterkante:	4,5	m u. GOK	
Rohrradius r:	0,178	m	

Versuch 1			
Zeitintervall dt	Wasserspiegel unter OK Rohr	Höhe Wasserspiegel h über Ruhewasserspiegel	berechnete Durchlässigkeit k_f für Zeitintervall
[s]	[m]	[m]	[m/s]

Nach Eingabe von ca. 1000l (3,5l/s) kein messbarer Aufstau erzielt

* = nicht bestimmbar

Berechnung
$$k_f = \frac{r}{4 * dt} * 2.303 * \lg \frac{h_1}{h_2}$$

h1 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel zu Beginn des Messintervalles
h2 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel am Ende des Messintervalles
dt = Dauer Messintervall [s]

mittlerer hydraulischer Durchlässigkeitsbeiwert k_f
 $> 5,0 * 10^{-4}$ m/s*
*Erfahrungswert

**Auffüllversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit
Verfahren nach Kollbrunner und Maag**

Datum:	31.08.2020	Projekt:	BV PaketPost Areal
Bearbeiter:	XXXX		München, Arnulfstr.
Projekt-Nr.	1800073		

Versuchsdurchführung

Bezeichnung Bohrung:	RKB3
Höhe Rohroberkante:	1 m ü. GOK
Tiefe Rohrunterkante:	3,5 m u. GOK
Rohrradius r:	0,178 m

Versuch 1

Zeitintervall dt	Wasserspiegel unter OK Rohr	Höhe Wasserspiegel h über Ruhewasserspiegel	berechnete Durchlässigkeit k_f für Zeitintervall
[s]	[m]	[m]	[m/s]

Nach Eingabe von ca. 1000l (3,5l/s) kein messbarer Aufstau erzielt

* = nicht bestimmbar

Berechnung
$$k_f = \frac{r}{4 * dt} * 2.303 * \lg \frac{h_1}{h_2}$$

h1 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel zu Beginn des Messintervalles
h2 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel am Ende des Messintervalles
dt = Dauer Messintervall [s]

mittlerer hydraulischer Durchlässigkeitsbeiwert k_f
 $> 5,0 * 10^{-4}$ m/s*
*Erfahrungswert