IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH

IMH GmbH · Deggendorfer Straße 40 · 94491 Hengersberg

Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben:	Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Gegenstand:	Baugrunderkundung Baugrundgutachten
Auftraggeber:	Das Stadtwerk Regensburg Bäder und Arenen GmbH Greflingerstraße 26 93055 Regensburg

Projektnummer:	25221489
Bearbeiter:	M. Sc. B. Feilmeier
Datum:	14.07.2025

Dieser geotechnische Bericht umfasst 19 Seiten und 5 Anlagen.

IMH
Ingenieurgesellschaft für
Bauwesen und Geotechnik mbH
Dipl.-Ing. (FH) C. Hartl
Geschäftsführer

M. Sc. B. Feilmeier
Sachbearbeiter

digital signiert von:
IMH Office
14.07.2025

IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH

Sitz der Gesellschaft:
Hengersberg
Registergericht
Deggendorf HRB 2564

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. (FH)
Stefan Müller
Dipl.-Ing. (FH)
Christian Hartl
M.Eng.
Andreas Müller
Dipl.-Ing. (Univ.)
Simon Hartl

- *Baugrunduntersuchung*
- *Altlastenuntersuchung*
- *Beweissicherung*
- *Erschütterungsmessung*
- *Bausubstanzuntersuchung*
- *Hydrologie*
- *Geothermie*
- *Spezialtiefbau*
- *Erd-/Grundbaustatik*
- *Kontrollprüfungen*
- *Prüfstelle nach RAP Stra 15/A1,3*

Deggendorfer Straße 40
94491 Hengersberg

Telefon (09901) 94905-0
Telefax (09901) 94905-22

info@imh-baugeo.de
www.imh-baugeo.de

Inhaltsverzeichnis:

1. BAUVORHABEN UND AUFTRAG 4

2. UNTERLAGEN 5

3. UNTERSUCHUNGEN 5

3.1 FELD- UND LABORUNTERSUCHUNGEN 5
3.2 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE/SCHICHTENFOLGE 7
3.3 WASSERVERHÄLTNISSE 8

4. BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION 9

5. FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG 11

5.1 GRÜNDUNGSSITUATION UND GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG 11
5.2 FLACHGRÜNDUNG 12

6. HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG 13

6.1 ALLGEMEINE HINWEISE 13
6.2 WASSERHALTUNG FÜR BAUWERKE 14
6.3 BAUGRUBENBÖSCHUNG/VERBAU 14
6.4 ERDARBEITEN 15
6.5 ABDICHTUNG/DRÄNUNG FÜR BAUWERKE/AUFSCHWIMMEN 17
6.6 VERSICKERUNGSMÖGLICHKEIT 17
6.6.1 ALLGEMEINES 17
6.6.2 ERMITTLUNG DES DURCHLÄSSIGKEITSBEIWERTES 17
6.7 GRÜNDUNG IM BEREICH DER BESTANDSBEBAUUNG 19

7. ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN 19

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Ansatzhöhen/Endteufen der Felderkundungen
Tabelle 2:	Ausgeführte Laborversuche
Tabelle 3:	Charakteristische Bodenkennwerte
Tabelle 4:	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 3 – quartäre Kiese/ Sande, mindestens mitteldichte Lagerung
Tabelle 5:	Durchlässigkeitsbeiwerte aus den Laboruntersuchungen

Anlagenverzeichnis:

Anlage 1:	Planunterlagen
Anlage 2:	Bodenprofile, Rammdiagramme
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse
Anlage 4:	Labordatenblätter
Anlage 5:	Fotoaufnahmen

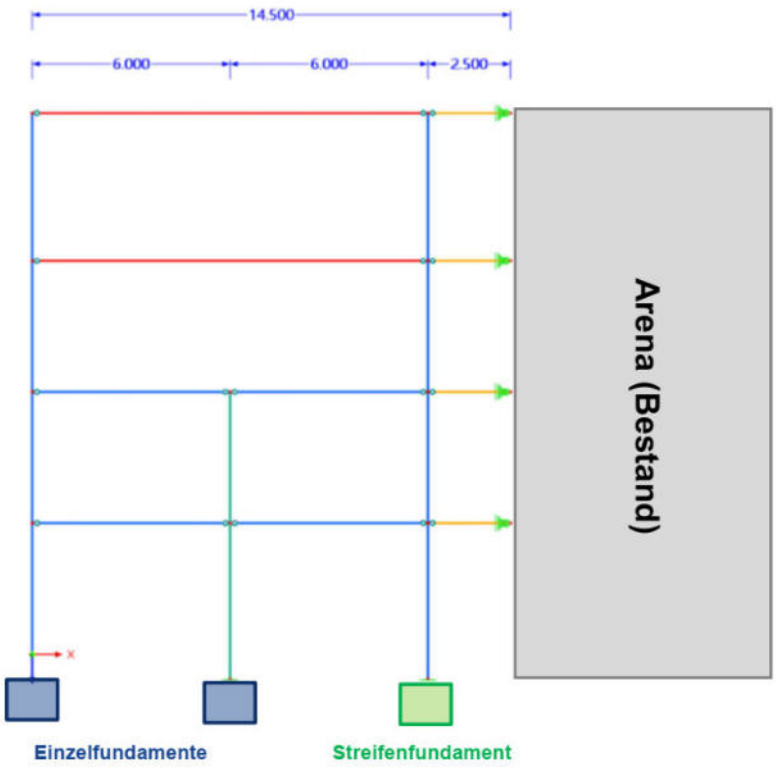
1. BAUVORHABEN UND AUFTRAG

Die „Das Stadtwerk Regensburg Bäder und Arenen GmbH“ beabsichtigt die Erweiterung der Business-Lounge in der Donau-Arena. Der Bauherr, vertreten durch Frau Gerstl und Frau Küntzel, erteilte mit Schreiben vom 09.05.2025 den Auftrag an die IMH Ingenieurgesellschaft mbH Baugrunderkundungen durchzuführen und einen Geotechnischen Bericht für das oben genannte Bauvorhaben zu erstellen. Grundlage der Auftragserteilung ist unser Kostenangebot vom 23.04.2025.

Nach aktuellem Planungsstand (Vorentwurf und Leistungsbeschreibung Baugrundgutachten, U6/ U7) ist der Erweiterungsbau mit einer Länge von 60 m, einer Tiefe von 14,5 m und einer Höhe von 17 m geplant und schließt längsseitig direkt an die bestehende Donau-Arena an. Die Erweiterung ist in Skelettbauweise angedacht. Das Hauptrahmensystem verläuft in Gebäudequerrichtung. Die Hauptrahmen orientieren sich am Stützenraster des Stadions und haben somit ein Achsraster von 6 m. Die Stützen tragen die Auflagerlasten geschossweise nach unten ab und werden auf Einzel- und Streifenfundamenten gegründet.

Damit die Fundamente nicht mit den Bestandsfundamenten der Stadionstützen kollidieren, sind die neuen Fundamente auf der Stadionseite als Streifenfundamente angedacht, um die neuen Stützen möglichst nah an den Bestand hinzurücken. Die Fundamente auf der Vorderseite werden ggf. auch als Einzelfundamente ausgebildet. Aus der ersten Vordimensionierung ergibt sich eine Bemessungsauflagerlast pro Stütze von F_{Ed} = 4500 kN.

Bild 1: Skizze Tragstruktur und Gründung (U7)



Das Bauvorhaben ist nach DIN EN 1997-1:2014-03 der geotechnischen Kategorie 2 zuzuordnen.

Der Standort der Baumaßnahme kann dem Übersichtslageplan und der Übersichtsaufnahme der Anlage 1 entnommen werden.

2. UNTERLAGEN

U1: Geologische Karte von Bayern, M 1:100.000

U2: Digitale Geologische Karte von Bayern, M 1:25.000

U3: Digitale Hydrogeologische Karte von Bayern, M 1:100.000

U4: Luftbild BayernAtlas

U5: Historische Karte BayernAtlas

U6: Vorentwurf V4, Maßstab M 1 : 200, Plannummer: P2503_250402, Datum: 02.04.2025, Pure Gruppe Architektengesellschaft mbH, Regensburg

U7: Leistungsbeschreibung für das Projekt BLD Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Leistungsbeschreibung Baugrundgutachten, das Stadtwerk Bäder und Arenen GmbH

3. UNTERSUCHUNGEN

3.1 Feld- und Laboruntersuchungen

Am 23.06.2025 wurden auftragsgemäß insgesamt 3 Kleinrammbohrungen (BS) mit den Bezeichnungen BS 1 bis BS 3 sowie 2 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH: dynamic probing heavy) mit den Bezeichnungen DPH 1 und DPH 2 im Erkundungsbereich abgeteuft.

Die Ansatzpunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen und gehen aus dem Detaillageplan der Anlage 1.3 hervor.

Die Kleinrammbohrungen/Bohrsondierungen (BS) dienten dabei der Erkundung der vorliegenden Baugrundschichten unter baugrundtechnischen Aspekten und auch hinsichtlich evtl. vorliegender Altlasten. Die Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) wurden zur Feststellung der Lagerungsdichte der Bodenschichten niedergebracht.

Die aufgeschlossenen Bodenprofile wurden durch den Gutachter in Anlehnung an DIN 4023, DIN EN ISO 14688, DIN EN ISO 14689-1 und DIN EN ISO 22475-1 dokumentiert und das Bohrgut einer Vor-Ort-Prüfung der sensorischen Merkmale Aussehen und Geruch unterzogen. Es erfolgte eine Bodenansprache nach DIN 18 196.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden mittels satellitengestützter Positionierung (Real Time Kinematic (RTK) SAPOS® – HEPS-Messungen) im Koordinatenreferenzsystem ETRS89/ UTM-Zone 32 und im Höhenbezugssystem DHHN2016 (NHN) eingemessen.

Tabelle 1: Ansatzhöhen/ Endteufen der Felderkundungen

Erkundungsart	Ostwert	Nordwert	Ansatzhöhe	Endteufe	
			[m ü. NHN]	[m u. GOK]	[m ü. NHN]
B 1	784324,26	5409721,17	319,40	12,00	307,40
B 2	784280,45	5409643,63	319,17	13,50	305,67
B 3	784353,53	5409573,72	318,64	12,00	306,64
BS 1	784274,45	5409697,32	319,13	2,00	317,13
BS 2	784340,12	5409667,69	318,89	1,90	317,99
BS 3	784319,02	5409608,14	319,13	1,80	317,33
BS 4	784307,04	5409591,02	319,05	2,30	316,75
DPH 1	784281,47	5409668,20	319,09	10,00	309,09
DPH 2	784344,37	5409635,02	319,08	10,00	309,08
DPH 3	784292,73	5409621,13	319,25	10,00	309,25
DPH 4	784349,89	5409607,21	319,02	10,00	309,02

Mit sämtlichen Aufschlüssen (BS und DPH) wurde versucht, bis zu den angegebenen Endteufen bzw. bis zum ausreichend tragfähigen Horizont unter die mutmaßliche Gründungssohle des Erweiterungsbaus nach U6/U7 zu erkunden.

Die Bodenprofile und Rammdiagramme sind der Anlage 2 zu entnehmen. Die zugehörigen Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14688, DIN EN ISO 14689-1 und DIN EN ISO 22475-1 sind in der Anlage 3 zusammengestellt.

Zur Überprüfung der augenscheinlichen Ansprache und Ermittlung der Bodengruppen nach DIN 18 196 wurden gestörte Bodenproben im Erdbaulabor der IMH Ingenieurgesellschaft mbH untersucht.

Tabelle 2: Ausgeführte Laborversuche

Entnahmestelle	Tiefe [m u GOK]	Wassergehalt	Siebanalyse	Sieb-/Schlämm-analyse	Fließ- und Ausroll-grenze	Glühverlust	Proctordichte	Wasserdurchlässig-keit	LAGA M20	Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauten Anlage 2 und 3
BS 1 E 1	0,2-2,0	x	x							
BS 1 E 2	2,0-3,0	x	x							
BS 2 E 1	0,2-0,8	x			x					
BS 2 E 2	0,8-1,0	x	x							

Entnahmestelle	Tiefe [m u GOK]	Wassergehalt	Siebanalyse	Sieb-/Schlämm-analyse	Fließ- und Ausroll-grenze	Glühverlust	Proctordichte	Wasserdurchlässig-keit	LAGA M20	Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauten Anlage 2 und 3
BS 2 E 3	1,0-2,8	x	x							
BS 3 E 1	0,3-0,8	x	x							
BS 3 E 3	3,0-5,0	x	x							

Die Laborprotokolle sind in der Anlage 4 beigelegt.

3.2 Untergrundverhältnisse/Schichtenfolge

Nach U1 bis U3 sowie Anlage 1.2a ist im Untersuchungsgebiet spätwürmzeitlichen bzw. hochwürmzeitlichen Schmelzwasserschottern der Spätglazialterrasse 2 bzw. der Niederterrasse zu rechnen.

Gemäß der historischen Karte von Bayern (vgl. Anlage 1.2b) liegen im Untersuchungsgebiet keine Hinweise auf obertätigen Bergbau oder dergleichen, welche auf mächtigere Ver- bzw. Auffüllungen schließen lassen, vor. Aufgrund der vorhergegangenen Baumaßnahmen im Bereich der Donau-Arena sind jedoch unterschiedlich mächtige Auffüllungsböden zu erwarten.

In begrünten Flächen ist mit einer bis zu mehreren Dezimeter mächtigen Mutterbodenauflage zu rechnen.

Der bei den Felderkundungen angetroffene Untergrund kann nach den derzeitigen Erkenntnissen in folgende Bodenschichten eingeteilt werden (vgl. Anlage 1.3).

Bodenschicht 1 – Auffüllungen

In dieser Bodenschicht werden die in den Aufschlüssen BS 1 und BS 3 unterhalb einer 20 bzw. 30 cm mächtigen Mutterbodenauflage erkundeten Auffüllungen in Form von kiesigen, schluffigen Sanden sowie in Form von stark sandigen, schluffigen Kiesen mit überwiegend braungrauer Färbung zusammengefasst. Die Unterkante dieser Bodenschicht wurde bei BS 1 bei 2,00 m u. GOK und bei BS 3 bei 0,80 m u. GOK festgestellt.

Nach den Schlagzahlen der durchgeführten Rammsondierungen können diesen Auffüllungsböden mitteldichte bis dichte Lagerungsverhältnisse zugeordnet werden.

Nach DIN 18 196 können die Böden dieser Bodenschicht mit den Gruppensymbolen [GU*/GT*/SU*/ST*] gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um mittelschwer lösbare Böden der Bodenklasse 4. Bei Wasserzutritt und/oder dynamischer Belastung sowie Entspannung verschlechtern sich die bodenmechanischen Kenngrößen in Abhängigkeit des Feinkornanteils deutlich, sodass eine Zuordnung zu Bodenklasse 2 möglich ist.

Bei Einlagerungen anthropogener Fremd- und/oder Störstoffe (Ziegel, Beton, Altfundamentreste etc.) ist eine Zuordnung zu den Bodenklassen 5 und 6 nicht auszuschließen.

Bodenschicht 2 – bindige Deckschicht, steife Konsistenz

Das Schichtpaket der Bodenschicht 2 stand bei BS 2 unterhalb der 20 cm mächtigen Mutterbodenauflage bis 0,80 m u. GOK in Form von braun gefärbten, stark schluffigen, sandigen Tonen an.

In den Aufschlüssen BS 1 und BS 3 wurde diese Bodenschicht nicht angetroffen.

Die bindige Deckschicht der Bodenschicht 2 besitzt nach der örtlichen Bodenansprache sowie dem Laborergebnis steife Konsistenzen.

Nach DIN 18 196 werden die Böden dieser Bodenschicht mit den Gruppensymbolen TL gekennzeichnet. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um mittelschwer lösbare Böden der Bodenklasse 4. Bei Wasserzutritt und/oder dynamischer Belastung sowie Entspannung verschlechtern sich die bodenmechanischen Kenngrößen deutlich, sodass eine Zuordnung zu Bodenklasse 2 möglich ist.

Bodenschicht 3 – quartäre Kiese/ Sande

In dieser Bodenschicht werden die bei allen Aufschlüssen bis zum Endteufenbereich erkundeten Kiese und Sande des Quartärs zusammengefasst. Diese stehen in Form von sandigen bis stark sandigen, schwach schluffigen bis schluffigen Kiesen bzw. stark kiesigen, schwach schluffigen Sanden an.

Die quartären Sande und Kiese weisen gemäß den durchgeführten schweren Rammsondierungen DPH 1 und DPH 2 mehrheitlich mitteldichte bis sehr dichte Lagerungsverhältnisse auf.

Nach DIN 18 196 werden die Böden dieser Bodenschicht mit den Gruppensymbolen GU/GT/SU/ST/GU*/GT* gekennzeichnet. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um leicht lösbare Böden der Bodenklasse 3 (Bodengruppen GU/GT/SU/ST) sowie 4 (Bodengruppen GU*/GT*). Bei Wasserzutritt und/oder dynamischer Belastung sowie Entspannung verschlechtern sich die bodenmechanischen Kenngrößen der Böden der Bodenklasse 4 in Abhängigkeit des Feinkornanteils deutlich, sodass eine Zuordnung zu Bodenklasse 2 möglich ist.

3.3 Wasserverhältnisse

Mit den durchgeführten Erkundungen wurden keine Grundwasserstände erkundet.

Das Baufeld befindet sich jedoch nahe an der Donau, sodass der Grundwasserstand mit dem freien Wasserstand der Donau korrespondiert.

Nach U4 (vgl. Anlage 1.2a) kann im Untersuchungsgebiet ein mittlerer Grundwasserstand des quartären Grundwassers nach Stichtagsmessung in Bereichen von ca. 327,50 m ü. NN abgeschätzt werden.

Das Baufeld befindet sich in den Hochwassergefahrenflächen für ein HQ_{extrem} mit Wassertiefen von bis zu 0,5 m über Gelände.

Der Wasserstand bei einem HQ_{100}-Ereigniss kann gemäß den zur Verfügung stehenden Daten bei ca. 332,5 m ü. NHN abgeschätzt werden. Es wird empfohlen, diesen Wasserstand als Bemessungswasserstand anzusetzen.

Im flächenhaften Anschnitt des Geländes ist zudem jahreszeitlich bedingt mit unterschiedlich stark laufenden Schichtwasserhorizonten sowie Oberflächen- und Niederschlagswässern sowie Quellzutritten zu rechnen.

4. BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION

Für erdstatische Berechnungen können die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte angewendet werden.

Sofern in der Tabelle Schwankungsbreiten angegeben werden, darf in der Regel mit Mittelwerten gerechnet werden. In kritischen Bauzuständen oder Einzelabschnitten sollte jedoch der ungünstigere Wert in der Berechnung angesetzt werden. Bei der Anwendung der charakteristischen Werte sind zusätzlich die Hinweise nach Kapitel 2.4.5 der DIN EN 1997-1 zu berücksichtigen.

Tabelle 3: Charakteristische Bodenkennwerte

Nr.	Bodenschicht 1	Bodenschicht 2	Bodenschicht 3
Bezeichnung	**Auffüllungen**	**bindige Deckschicht, steife Konsistenz**	**quartäre Kiese/ Sande**
Wichte γ_k [kN/m³]	19,5 – 22,0	19,5 – 20,5	20,0 – 22,5
Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m³]	9,5 – 12,0	9,5 – 10,5	10,5 – 13,5
Reibungswinkel φ'_k [°]	27,5 – 32,5	22,5 – 27,5 [1)]	30,0 – 35,0
Dränierte Kohäsion c'_k [kN/m²]	0 – 4	2 – 5 [1)]	0
Undränierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m²]	0 – 8	15 – 25 [1)]	0
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	40 – 70	6 – 12 [1)]	70 – 150
Konsistenz (je nach Bodenart)	-	steif	-
Lagerungsdichte (je nach Bodenart)	mitteldicht bis dicht	-	mitteldicht bis sehr dicht
Bodenklasse DIN 18 300 (2012-09)	4 / 2 [1)] / 5, 6 [2)]	4 / 2 [1)]	3, 4 / 2 [1)]
Bodengruppe DIN 18 196	[GU*/GT*/SU*/ST*]	TL	GU/GT/SU/ST/GU*/GT*
Frostempfindlichkeitsklasse gemäß ZTVE-StB 17	F3	F3	F2/F3
Wasserdurchlässigkeit k_f [m/s]	$1 \cdot 10^{-6}$ – $1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-9}$ – $1 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 10^{-6}$
Eignung für gründungstechnische Zwecke nach DIN 18 196	ungeeignet	mäßig geeignet	mäßig bis sehr gut geeignet
Verdichtungsfähigkeit nach DIN 18 196	mäßig bis mittel	schlecht	mittel bis gut

[1)] konsistenzabhängig

[2)] bei Einlagerungen anthropogener Fremd- und/oder Störstoffe

Die in der Tabelle angegebenen Bodenkennwerte beruhen auf den Erkenntnissen der örtlichen Untersuchungen und stützen sich auf die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU) sowie den Empfehlungen der ZTVE-StB 17, den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) und darüber hinaus auf die Angaben des Grundbautaschenbuches Teil 1.

5. FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG

5.1 Gründungssituation und Gründungsempfehlung

Gemäß den zum Bearbeitungsstand vorliegenden Planunterlagen soll der Erweiterungsbau flach mittels Einzel-/Streifenfundamenten gegründet werden. Die Bemessungslast pro Stütze wird in den zur Verfügung stehenden Unterlagen mit 4500 kN angegeben.

Unter Voraussetzung einer frostfreien Mindesteinbindetiefe von 1,0 m u. GOK (Frosteinwirkungszone II) kommen die Fundamentaufstandsflächen im Bereich von BS 2 und BS 3 bereits in/ auf den quartären Kiesen der Bodenschicht 3 zu liegen. Bei BS 1 sind Fundamentaufstandsflächen in den Auffüllungsböden der Bodenschicht 1 gegeben.

Die Auffüllungen der Bodenschicht 1 sind zur Gründung von Bauwerken ungeeignet und vollständig zu ersetzen bzw. zu durchteufen.

Die quartären Kiese/ Sande der Bodenschicht 3 mit mindestens mitteldichter Lagerung sind für gründungstechnische Zwecke nach DIN 18 196 als sehr gut geeignet zu bewerten und erfüllen die Voraussetzungen der DIN 1054 zum Ansatz von Bemessungswerten $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für einfache Fälle.

Eine herkömmliche Flachgründung der Bauwerke mittels Streifen- und Einzelfundamenten auf den quartären Kiesen/ Sanden der Bodenschicht 3 ist ausführbar. Zur Bemessung einer Einzel- bzw. Streifenfundamentgründung auf Bodenschicht 3 sind die Bemessungswerte des Sohlwiderstands entsprechend Kapitel 5.2 anzuwenden.

Oberflächennah angetroffene lockere Horizonte bzw. Auflockerungen der Bodenschicht 3 infolge des Einschneidens des Baggerlöffels bei den Erdarbeiten sind rückgängig zu machen bzw. intensiv nachzuverdichten.

Ggf. im Bereich der Gründungssohle anstehende Böden der Bodenschicht 1/ 2 bzw. bindige Böden oder Sande/Kiese mit erhöhtem Feinkorngehalt sind durch einen Bodenaustausch oder durch eine Magerbetonlasttieferführung bis zu den mindestens mitteldicht gelagerten Böden der Bodenschicht 3 zu ersetzen. Der ggf. erforderliche Bodenaustausch ist aus einem geeigneten, verdichtungsfähigen, nicht bindigen Boden (Lastausbreitungswinkel: Rundkorn $\alpha \leq 45°$, gebrochenes Korn $\alpha \leq 60°$ zur Horizontalen ab Außenkante Fundament) herzustellen.

Für den Bodenaustausch ist gut verdichtbarer und grobkörniger Boden vorwiegend der Bodengruppen GW, SW, GU, GT nach DIN 18 196 lagenweise (ca. 25–30 cm) mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100$ % im Mittel, mindestens jedoch 98 %, einzubauen.

Eine Gründungssohlabnahme mit ggf. Festlegung erforderlicher Bodenaustauschmaßnahmen bzw. Magerbetonlasttieferführungen durch den Baugrundsachverständigen wird empfohlen.

5.2 Flachgründung

Einzel-/Streifenfundament

Nach DIN 1054 (2021-04) können für die anstehenden mindestens mitteldicht gelagerten, quartären Kiese/ Sande der Bodenschicht 3 die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands für einfache Fälle angesetzt werden. In den Tabellenwerten sind die Bodenfestigkeiten, die Wasserstände sowie die geologische Vorbelastung bereits eingearbeitet. Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

In der Sohlaufstandsfläche ggf. witterungsbedingt anzutreffende weiche bindige Böden bzw. Auffüllungsböden und locker gelagerte Sande etc. sind durch eine Magerbetonauffüllung bis zu den mitteldichten Zersatzböden zu ersetzen.

Tabelle 4: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 3 – quartäre Kiese/ Sande, mind. mitteldichte Lagerung

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes m	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands b bzw. b' von 0,5 m bis 2,0 m kN/m²
0,5	260
1,0	320
1,5	385
2,0	435
ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11. (Zum Erreichen des aufnehmbaren Sohldrucks σ_{zul} , nach DIN 1054:2005-01 sind die Tabellenwerte um den Faktor 1,4 zu reduzieren ($\sigma_{zul} \approx \sigma_{R,d} / 1,4$))	

Voraussetzung für die Anwendung der Tabellenwerte

- Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

  $\tan \delta = H / V \leq 0,2$

- Keine klaffende Fuge in der Sohlfläche infolge der aus ständigen Einwirkungen resultierenden charakteristischen Beanspruchung. Bei Rechteckfundamenten ist diese Bedingung eingehalten, wenn die Sohldruckresultierende innerhalb der ersten Kernweite liegt.

- Bei außermittiger Lage der Sohldruckresultierenden darf nur derjenige Teil A' der Sohlfläche angesetzt werden, für den die resultierende charakteristische bzw. repräsentative Beanspruchung im Schwerpunkt steht, also bei Rechteckfundamenten mit den Seitenlängen b_L und b_B und zugeordneten Außermittigkeiten e_L und e_B die Fläche:

  $A' = b_L' \cdot b_B' = (b_L - 2 \cdot e_L) \cdot (b_B - 2 \cdot e_B)$

- Die Anwendung der genannten Werte für den Bemessungswert des Sohlwiderstands kann bei mittig belasteten Fundamenten zu Setzungen in der Größenordnung von 2 bis 4 cm führen.

Erhöhung der Tabellenwerte

- Ist die Einbindetiefe auf allen Seiten des Gründungsköpers d > 2,00 m, so darf der Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands um die Spannung erhöht werden, die sich aus der 1,4-fachen Bodenentlastung ergibt, die sich aus der über 2 m hinausgehenden Tiefe ergibt. Dabei darf der Boden weder vorübergehend noch dauernd entfernt werden, solange die maßgebende Beanspruchung vorhanden ist.

- Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis b_L / b_B < 2 bzw. b_L‘ / b_B‘ < 2 und bei Kreisfundamenten darf der Tabellenwert um 20 % erhöht werden.

Verminderung der Tabellenwerte

- Bei Fundamentbreiten zwischen 2,00 und 5,00 m muss der in der Tabelle angegebene Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands um 10% je Meter zusätzlicher Fundamentbreite vermindert werden.

Formelzeichen

δ Wand- oder Sohlreibungswinkel [°]

H Horizontallast oder Einwirkungskomponente parallel zur Fundamentsohle [kN]

V Vertikallast oder Komponente der Einwirkungs-Resultierenden normal zur Fundamentsohlfläche [kN]

A’ rechnerische Sohlfläche [m²]

b_L’ reduzierte Fundamentbreite b_L [m]

b_B’ reduzierte Fundamentbreite b_B [m]

b_L längere Fundamentbreite [m]

b_B kürzere Fundamentbreite [m]

e_L Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse x [m]

e_B Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse y [m]

6. HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG

6.1 Allgemeine Hinweise

Die nachfolgend dargestellten Hinweise für die Bauausführung sind als Empfehlungen für die Bauausführung nach DIN 4020 anzusehen.

Die Wahl des Bauverfahrens, des Bauablaufes und der Förderwege sowie die Wahl und der Einsatz der Geräte sind nach DIN 18 300 (2019-09) Sache des Auftragnehmers.

6.2 Wasserhaltung für Bauwerke

Mit den ausgeführten Kleinrammbohrungen wurden bis zur maximalen Endteufe von 5,00 m u. GOK gemäß Kapitel 3.3 kein Grundwasser erkundet.

Bei der Herstellung der Fundamente ist bei Wasserständen wie zum Erkundungszeitpunkt lediglich mit einer Entsorgung unterschiedlich stark laufender Oberflächen-/Niederschlags- und Schichtenwässer zu rechnen. Diese können offen mittels Pumpensümpfen und Längsdränagen abgeleitet werden.

6.3 Baugrubenböschung/Verbau

Nach DIN 4124 dürfen nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe ≤ 1,25 m ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche bei nichtbindigen und weichen bindigen Böden nicht steiler als 1:10 oder bei mindestens steifen bindigen Böden nicht steiler als 1:2 ansteigt. Am oberen Rand ist beidseitig ein mindestens 0,60 m breiter Schutzstreifen freizuhalten. Bei Grabentiefen bis 0,80 m darf auf einer Seite auf den Schutzstreifen verzichtet werden. Nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe ≤ 1,75 m können nur unter Einhaltung aller Voraussetzungen gemäß DIN 4124 abgeböscht bzw. gesichert hergestellt werden.

Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen nach DIN 4124 für die maßgeblichen Böden der Bodenschichten 1 (Auffüllungen) und der Bodenschicht 3 (quartäre Kiese/Sande) Böschungswinkel $\beta \leq 45°$ bei Böschungshöhen bis 5,0 m ausgeführt werden.

Für Fahrzeuge, Baumaschinen oder Baugeräte ist gemäß DIN 4124 bei nicht verbauten Baugruben und Gräben mit Böschungen ein Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens

- ≥ 1,00 m für Fahrzeuge, die die zulässigen Achslasten nach StVZO einhalten (z.B. PKW, Omnibusse, übliche Lastzüge) und Baugeräte bis 12 t Gesamtgewicht
- bzw. ≥ 2,00 m für Fahrzeuge, die die zulässigen Achslasten nach StVZO überschreiten und Baugeräte bei mehr als 12 t bis 40 t Gesamtgewicht.

Bei höheren Böschungen oder wenn ungünstige Gegebenheiten oder ein ungünstiger Einfluss (z.B. Störungen des Bodengefüges, Verfüllungen oder Aufschüttungen, Grundwasser-absenkungen, Zufluss von Schichtenwasser bzw. Grundwasser, starke Erschütterungen, Konsistenzverschlechterungen etc.) die Standsicherheit oder bauliche Anlagen o. ä. gefährden, sind Böschungen entsprechend flacher auszubilden und durch eine Böschungsbruchberechnung nachzuweisen und ggf. zu verbauen. Lose Steine/Blöcke sind abzutragen.

Böschungen mit einer Böschungsneigung im Bereich der maximal zulässigen Neigungen sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Im Allgemeinen reicht hierzu ein Abdecken mit Folien aus. Es ist in jedem Fall auf eine funktionsfähige Windsogsicherung zu achten.

6.4 Erdarbeiten

für die Bauwerkshinterfüllung

Nach ZTVE-StB 17 sind für Hinterfüllbereiche sowie den Überschüttbereich grobkörnige und gemischtkörnige Böden der Bodengruppen SW/SI/SE/GW/GI/GE/SU/ST/GU/GT nach DIN 18 196 geeignet. In Verbindung mit einer qualifizierten Bodenverbesserung können auch gemischt- und feinkörnige Böden der Gruppen SU*/ST*/GU*/GT*/TL/TM/UM/UL nach DIN 18 196 verwendet werden. Böden und Baustoffe nach den TL BuB E-StB, sofern sie in o.g. grob- und gemischtkörnigen Bodengruppen mit weniger als 15 Gew.-% Korn unter 0,063 mm entsprechen, können ebenfalls eingebaut werden. Bei Straßen der Belastungsklassen ≥ Bk10 der RStO 12 sollten vorzugsweise grobkörnige Böden der Gruppe SW, SI, GW, GI zum Einsatz kommen.

Die Auffüllungen der Bodenschicht 1 sowie die quartären Kiese/ Sande der Bodenschicht 3 sind lediglich bei geringem Feinkornanteil (z.B. Bodengruppen GU/GT/SU/ST) und bei optimalem Wassergehalt gut verdichtbar und für die Wiederverwendung geeignet.

Die im Zuge des Aushubs gewonnenen Böden der bindigen Deckschicht der Bodenschicht 2 sind nach DIN 18 196 als schlecht verdichtbar einzustufen und für die Verwendung als Bauwerkshinterfüllung ohne Zusatzmaßnahmen (Bodenverbesserungsmaßnahmen etc.) nicht wieder einbaufähig.

Es sollte zusätzlich der Einbau von gut verdichtbarem, nicht bindigen Fremdmaterial eingeplant werden.

Die Hinterfüllung ist lagenweise (höchstens 30 cm Dicke) mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100$ % einzubauen. Beim Verdichten in engeren Arbeitsräumen sowie die unmittelbar an die Wände grenzenden Hinterfüllbereiche und Böschungskegel etc. sind mit leichten Verdichtungsgeräten zu verdichten.

Das Hinterfüllmaterial ist grundsätzlich mit der statischen Erddruckbemessung des Bauwerks abzustimmen.

für Verkehrsflächen

Die Straßen- und Platzbefestigungen sind nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) bzw. entsprechend den statischen Vorgaben zu planen.

Die überwiegend im Erdplanumsbereich anstehenden Böden der Bodenschichten 1 sowie 2 sind nach ZTVE-StB 17 einer überwiegenden Klassifikation der Frostempfindlichkeit F2/F3 zuzuordnen.

Auf Höhe des Erdplanums ist für Verkehrsflächen ein Anforderungswert an die Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45$ MN/m² zu erreichen.

Dieser Wert wird auf den anstehenden Böden der Bodenschicht 2 nicht erreicht werden. Es sollte deshalb ohne derzeit genauere Versuchserkenntnisse von einem Bodenaustausch mit ca. 40 cm mit gut verdichtbarem, nicht bindigem Boden auf einem geotextilen Filtervlies (GRK 3) ausgegangen werden. Im Bereich mit ggf. weichen Konsistenzen (derzeit nicht erkundet, ggf. witterungsbedingt zu erwarten) ist mit größeren Bodenaustauschmaßnahmen bzw. ggf. einer unteren zusätzlichen Schroppenlage zu rechnen.

In Bereichen mit anstehenden Böden der Bodenschicht 1 wird auf Höhe des Erdplanums für Verkehrsflächen der Anforderungswert an die Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45$ MN/m² unter intensiver Nachverdichtung der relevanten Böden mutmaßlich zu erreichen sein.

Die genaue Dimensionierung des Bodenaufbaus ist vor Ort durch Plattendruckversuche und/oder in Abhängigkeit der statischen Vorgaben zu ermitteln und möglichst vorab Anlage von Probefeldern zu ermitteln bzw. zu bestätigen!

Für die Anlage von Baustraßen gelten die oben genannten Grundsätze gleichermaßen.

Künstlich hergestellter Baugrund/Gründungspolster/Geländeauftrag

Witterungsbedingt ggf. aufgeweichte obere Bodenschichten, Mutterboden etc. sind vor Aufbringung der ersten Schüttung auszutauschen.

Sickerwässer, Quellen und sonstige Wasserzuflüsse sind vor dem Überschütten zu fassen und abzuleiten.

Auf UK Bodenaustausch sollte ein geotextiles Vlies GRK 3 verlegt werden.

Der Bodenaustausch ist aus einem geeigneten, verdichtungsfähigen, nicht bindigen Boden (Lastausbreitungswinkel: Rundkorn $\alpha \leq 45°$, gebrochenes Korn $\alpha \leq 60°$ zur Horizontalen ab Außenkante Bodenplatte/Fundament) herzustellen. Für den Bodenaustausch ist gut verdichtbarer und grobkörniger Boden vorwiegend der Bodengruppen GW, SW, GU, GT nach DIN 18 196 lagenweise (ca. 25–30 cm) mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100$ % im Mittel, mindestens jedoch 98 %, einzubauen.

Beim Einbau von Bodenaustauschmaterial ist insbesondere auch als Grundlage für die angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ im Mittel, mindestens jedoch $D_{Pr} = 98\%$ nachzuweisen.

Alle Schüttlagen sollten möglichst in der vollen Arbeitsbreite eingebaut werden. Nach dem Verteilen soll möglichst umgehend verdichtet werden. Die Böschungsbereiche sind sorgfältig mitzuverdichten, ggf. sind die Böschungsflächen zusätzlich von außen zu verdichten und zu glätten. Alle Auftragsflächen sind beim Einbau von witterungsempfindlichem Material mit mindestens 6 % Seitengefälle anzulegen, damit das Oberflächenwasser sofort abfließen kann. Bei Beginn ungünstiger Witterung ist jede Schüttlage sofort zu verdichten sowie bei Abschluss der Tagesleistung die verdichtete Fläche glattzuwalzen.

6.5 Abdichtung/Dränung für Bauwerke/Aufschwimmen

Nach derzeitigen Erkenntnissen sollte bei nicht unterkellerten Bauteilen nach DIN 18533-1, Kapitel 5.1.3.2, eine Abdichtung gegen von unten drückendes Wasser (Wassereinwirkungsklasse W2.1-E nach DIN 18533-1, Tabelle 1) ausgeführt werden.

Die Hinweise der DIN 18 195 sowie DIN 18 533 für Bauwerksabdichtungen sind zusätzlich zu berücksichtigen.

Der Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen ist gemäß DIN EN 1997-1 zu führen. Der Bemessungswasserstand ist entsprechend Kapitel 3.3 festzulegen.

6.6 Versickerungsmöglichkeit

6.6.1 Allgemeines

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 kann unbedenkliches und tolerierbares Niederschlagswasser entwässerungstechnisch in einem relevanten Versickerungsbereich mit einem k_f-Wert im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s versickert werden. Sind die k_f-Werte kleiner als $1 \cdot 10^{-6}$ m/s, stauen die Versickerungsanlagen lange ein, wobei dann anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Zone auftreten können, die das Rückhalte- und Umwandlungsvermögen ungünstig beeinflussen können.

Bei k_f-Werten $>1 \cdot 10^{-3}$ m/s ist eine Versickerung möglich, allerdings muss nach DWA-A 138 die Erfordernis zusätzlicher Maßnahmen zum Stoffrückhalt im Einzelfall geprüft und mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt werden.

6.6.2 Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes

Die Durchlässigkeitsbeiwerte wurden nachfolgend aus den im Labor untersuchten Bodenproben ermittelt (siehe Anlage 4, Labordatenblätter).

Tabelle 5: Durchlässigkeitsbeiwerte aus den Laboruntersuchungen

Proben-bezeichnung	Bodenschicht Nr.	Bodengruppe DIN 18 196	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Mittelwert k_f [m/s]
BS1-E2	3	GU*/GT*	$3{,}622 \cdot 10^{-5}$	$1{,}59 \cdot 10^{-4}$
BS2-E2	3	SU/ST	$4{,}786 \cdot 10^{-5}$	
BS2-E3	3	GU/GT	$3{,}932 \cdot 10^{-4}$	

6.6.3 Versickerung

Die gem. DWA-A 138 zugelassenen Verfahren zur Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f bzw. der Bemessungs-Infiltrationsrate (k_i-Wert) (Abschätzung nach Bodenansprache, Labormethoden, Feldmethoden) sind in ihrer Anwendung in der Regel auf die Einhaltung bestimmter Randbedingungen eingeschränkt.

So wird gemäß DWA-A 138 beispielsweise bei Anwendung einer Feldmethode in der ungesättigten Zone kaum eine vollständige Sättigung des Bodens oder Untergrundes zu erreichen sein, während die Koeffizienten, die bei der Auswertung von Sieblinien verwendet werden, sich auf einen gesättigten Grundwasserleiter mit horizontaler Strömungsrichtung beziehen.

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 führen örtliche Einflüsse, wie zum Beispiel Bodenstruktur, Bodenverdichtung und Makroporen zu großen Bandbreiten der Durchlässigkeitsbeiwerte. Damit die Bemessung der Versickerungsanlagen nach gleichen Voraussetzungen erfolgen kann, wird eine bemessungsrelevante Infiltrationsrate zugrunde gelegt. Diese ergibt sich, aus dem ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert und dem resultierenden Korrekturfaktor. Korrekturfaktoren ermöglichen die Berücksichtigung von Einflüssen der Örtlichkeit und Unsicherheiten bei der Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwerts.

Dabei berechnet sich der Korrekturfaktor wie folgt:

$$f_k = f_{Ort} \cdot f_{Methode} \leq 1$$

f_k = resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit

f_{Ort} = Korrekturfaktor zur Erfassung örtlicher Einflussfaktoren (z. B. Variabilität der Bodenverhältnisse und Umfang/Anzahl der Versuchsstandorte)

$f_{Methode}$ = Korrekturfaktor für Bestimmungsmethode Wasserdurchlässigkeit

Die Böden der Bodenschichten 1 und 2 sind aufgrund der geringen bzw. schwankenden Durchlässigkeiten zur Versickerung nicht geeignet.

Die Durchlässigkeit der Kiese/ Sande der Bodenschicht 3 liegt im versickerungsfähigen Bereich. Nach DWA-A 138 ist die im Labor ermittelte Durchlässigkeit zur Festlegung der Bemessungs-Infiltrationsrate (k_i-Wert) für Versickerungen noch mit einem Korrekturfaktor $f_{Methode}$ von 0,1 (Laborverfahren mit gestörten Proben, Sieblinienauswertung) zu multiplizieren.

Unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors f_{Ort} ergibt sich danach folgende bemessungsrelevante Infiltrationsrate:

Mittelwert Bemessungs-Infiltrationsrate (k_i-Wert): $k_i = 1{,}59 \cdot 10^{-5}$ m/s

Zur Dimensionierung von Versickerungsanlagen etc. kann die ermittelte mittlere Bemessungs-Infiltrationsrate (k_i-Wert) zugrunde gelegt werden. Die Versickerung ist vor Ausführung mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt hinsichtlich Zulässigkeit abzustimmen. Nach DWA-A 138 setzt eine Versickerung einen ausreichenden Abstand (mindestens 1 m) zum höchsten mittleren Grundwasserstand voraus.

6.7 Gründung im Bereich der Bestandsbebauung

Es ist zu beachten, dass nach DIN 4123:2013-04 die neuen Fundamente des geplanten Gebäudes unmittelbar neben den bestehenden in der Regel ebenso tief wie diese zu gründen sind.

Sofern die neue Gründungsebene tiefer als die bestehende liegt, ist das vorhandene Fundament entsprechend Abschnitt 9 nach DIN 4123:2013-04 zu unterfangen. Falls die Gründungsebene des neuen Gebäudes höher als die Gründungsebene des bestehenden Gebäudes zum Liegen kommt, muss nachgewiesen werden, dass die sich aus der neuen Gründung ergebenden Lasten von dem bestehenden Gebäude aufgenommen werden können. Für die Ausschachtungen sind die Bodenaushubgrenzen nach DIN 4123:2013-04, Kapitel 7.2 sowie die Aushubabschnitte nach Kap. 7.3 zu beachten.

7. ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN

Vorliegend handelt es sich nach DIN EN 1997 um eine Baugrundvoruntersuchung. Nach Vorliegen von Detailplanungen ist eine Baugrundhauptuntersuchung durchzuführen.

Nach DIN EN 1997-1 ist spätestens nach dem Aushub der Baugrube von einem Sachverständigen für Geotechnik bzw. dem Berichtverfasser zu prüfen, ob die vorliegend getroffenen Annahmen über die Beschaffenheit und den Verlauf der die Gründung tragenden Schichten in der Gründungssohle zutreffen.

Die im vorliegenden Bericht angegebenen Tragfähigkeits- und Verdichtungsanforderungen sind durch Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen nachzuweisen.

Da durch Baustellenverkehr, Verdichtungsarbeit etc. Einflüsse auf die Nachbarbebauung und angrenzende Straßen nicht auszuschließen sind, wird eine Beweissicherung des Ist-Zustandes durch einen Sachverständigen für Geotechnik empfohlen.

Bei Abbruch-, Verdichtungsarbeiten, vor allem nahe an bestehender Bebauung, sind bauwerksunverträgliche Erschütterungseinwirkungen nicht auszuschließen, weshalb baubegleitende Erschütterungsmessungen empfohlen werden. Hierzu steht die IMH Ingenieurgesellschaft mbH kurzfristig zur Verfügung.

Bei den beauftragten Felduntersuchungen handelt es sich naturgemäß nur um punktuelle Aufschlüsse. Sollten sich während der Ausführung Abweichungen zum vorliegenden Baugrundgutachten als auch planungsbedingte Änderungen ergeben, so ist der Berichtverfasser in Kenntnis zu setzen. Gegebenenfalls ist unsererseits die kurzfristige Erarbeitung einer ergänzenden Stellungnahme erforderlich.

Anlage 1



Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena Regensburg

Übersichtslageplan

Anlage 1.1a	
Datum: 12.06.2025	
Maßstab: s. Balken	
Bearbeiter: M. Sc. B. Feilmeier	

IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH



Bezugssystem:
ETRS89 / UTM 32N

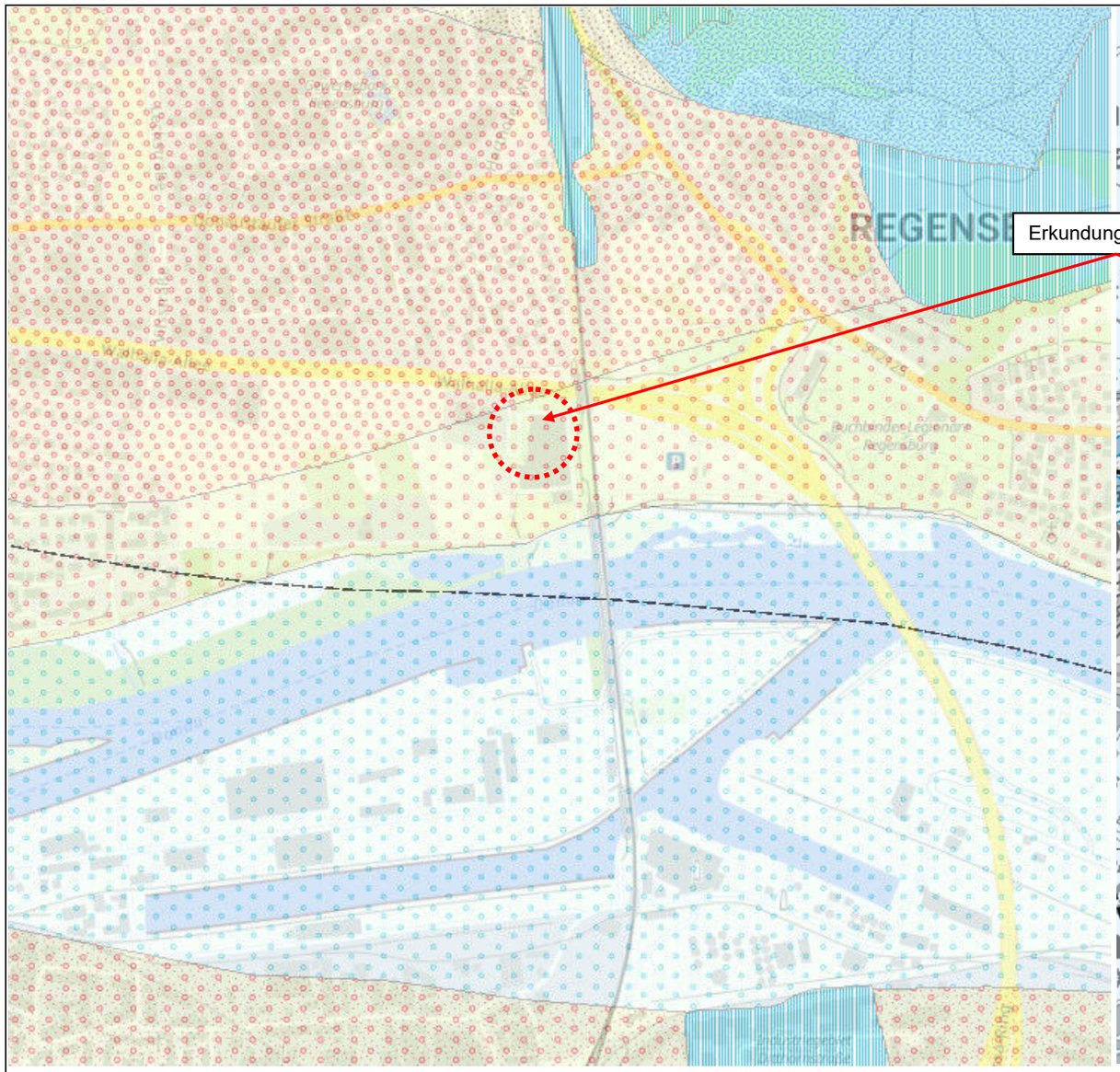
0 10 20 30 40m

Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena Regensburg

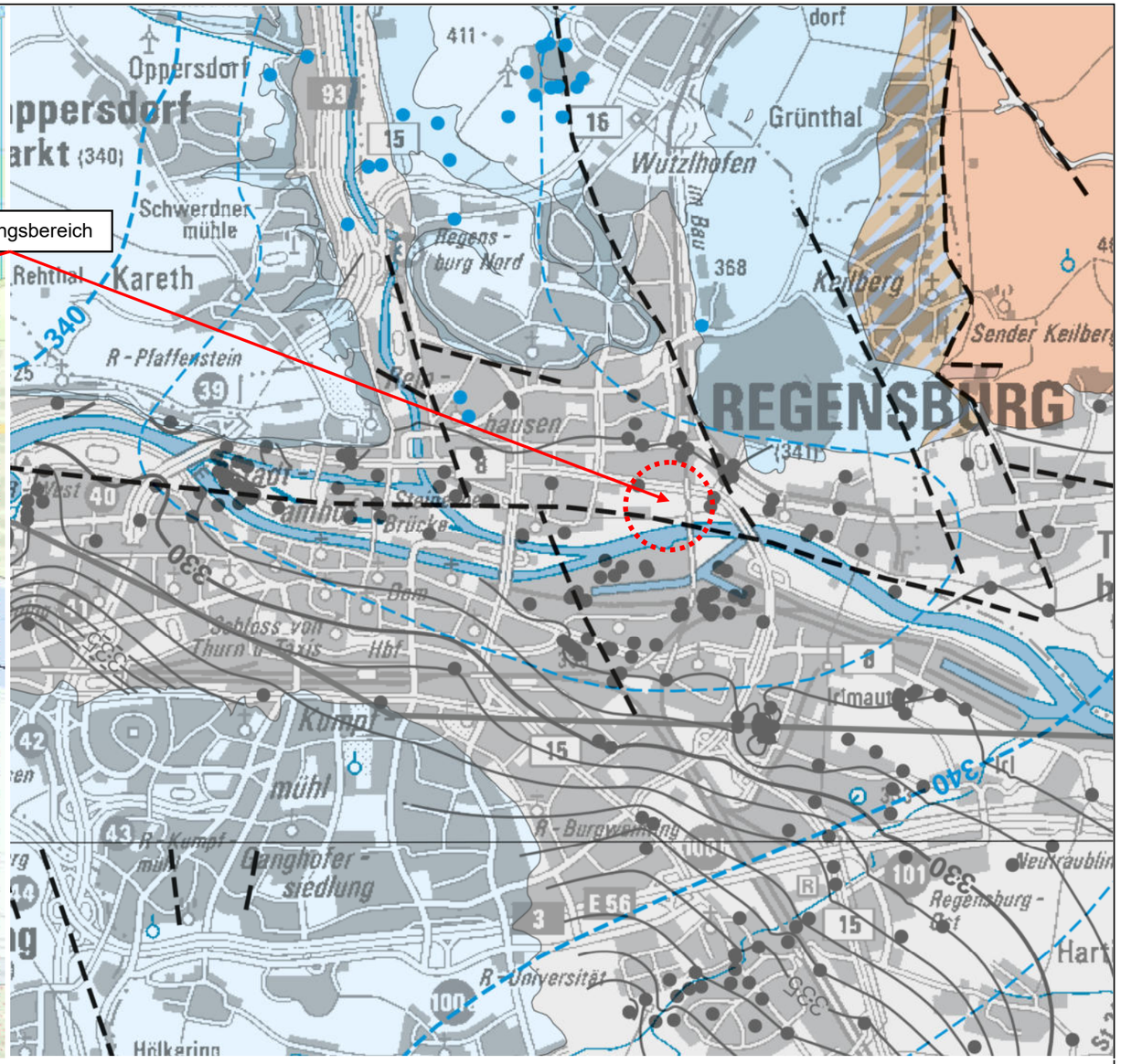
Übersichtsaufnahme

Anlage 1.1b	
Datum: 12.06.2025	
Maßstab: siehe Balken	
Bearbeiter: M. Sc. B. Feilmeier	

IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH



Geologische Karte von Bayern, Blatt 6938 Regensburg, M 1 : 25.000



Hydrogeologische Karte von Bayern, Planungsregion 11 Regensburg, Blatt 2, Grundwasserhöhengleichen, M 1 : 100.000

Legende Geologie

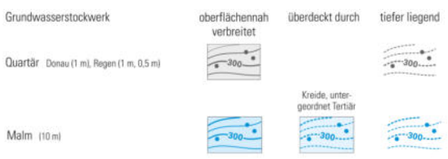
Geologisches Linienelement
- Störung, vermutet

Geologische Haupteinheit
- Künstliche Ablagerung
- Flussablagerung, holozän
- Schmelzwasserschotter, spätwürmzeitlich (Spätglazialterrasse 2)
- Schmelzwasserschotter, hochwürmzeitlich (Niederterrasse)

Legende Hydrogeologie

Grundwasserstockwerke (schematisch) mit Grundwassergleichen und Stützpunkten

Piezometerhöhen in m NN (Isohypsenabstand)



- Mesozoikum, ungegliedert (im Bereich der Keilberg-Störung), teilweise tektonisiert (im Randbereich der Bodenwöhrer Senke)
- Kristallin
- Störung
- Störung, vermutet
- Störung, im tieferen Untergrund

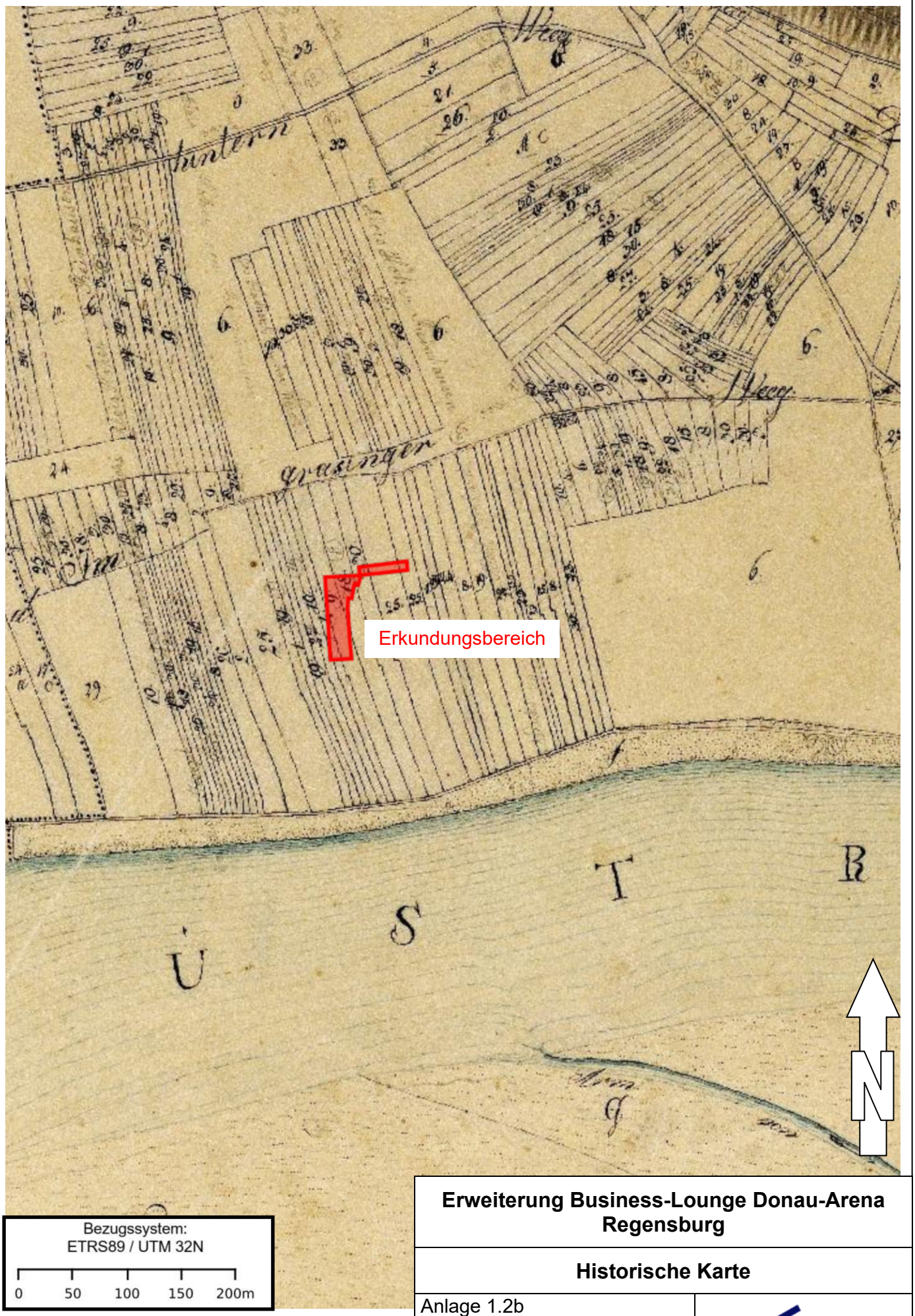
N

Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena Regensburg

Geologischer/Hydrogeologischer Übersichtslageplan

Anlage 1.2a	
Datum: 12.06.2025	
Maßstab: ohne	
Bearbeiter: M. Sc. B. Feilmeier	

IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH



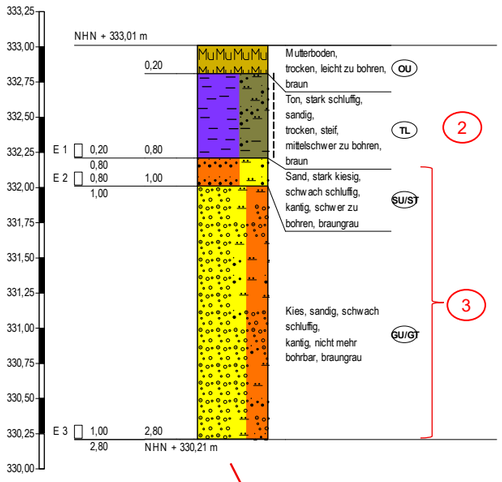
Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena Regensburg

Historische Karte

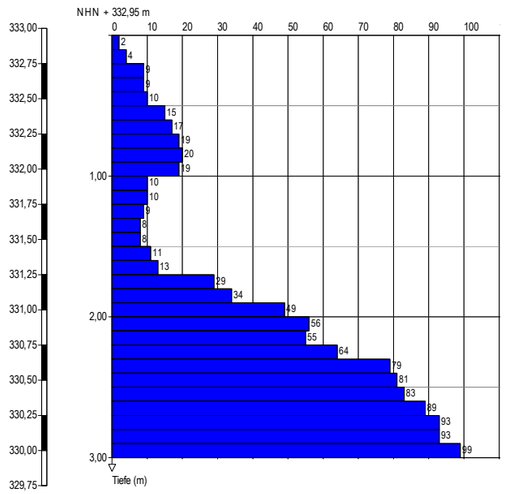
Anlage 1.2b	
Datum: 12.06.2025	
Maßstab: siehe Balken	
Bearbeiter: M. Sc. B. Feilmeier	

IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH

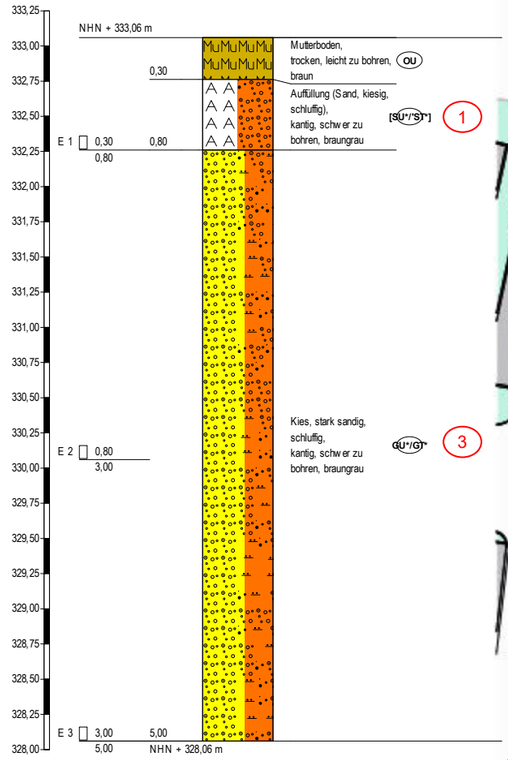
BS 2

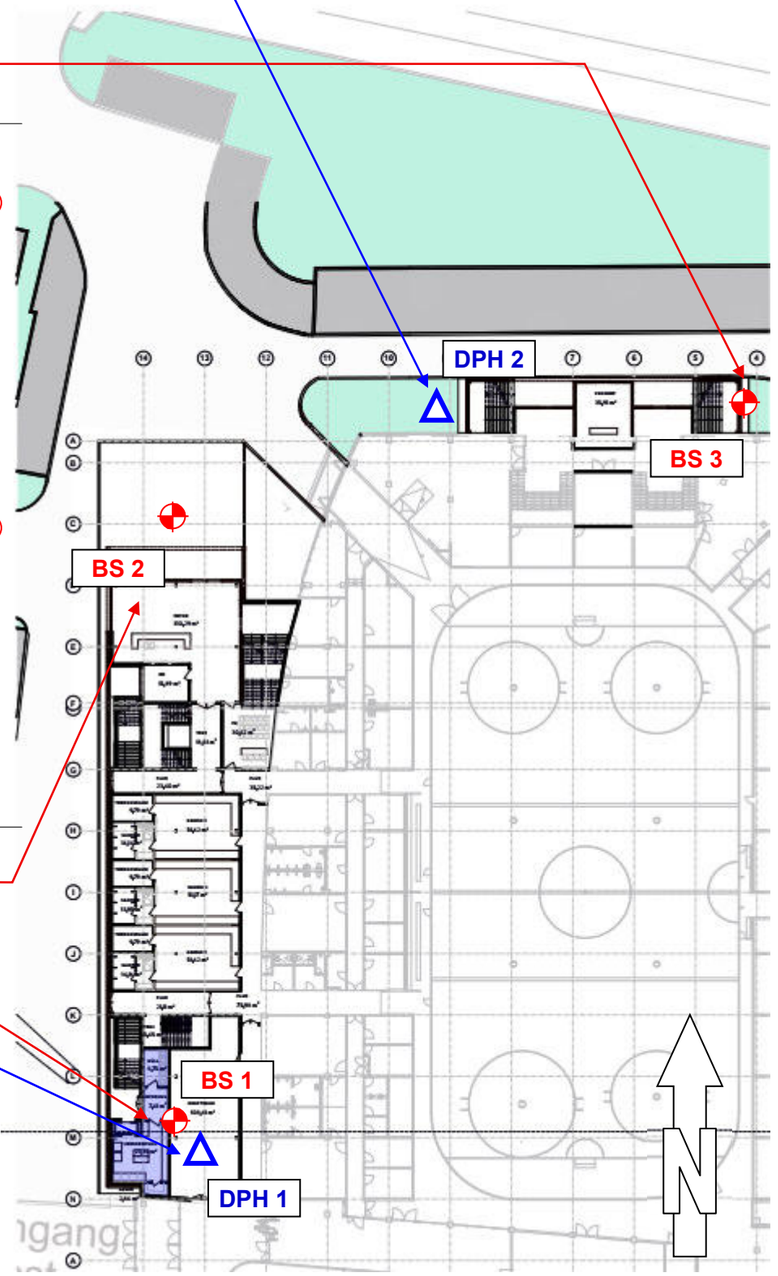


DPH 2

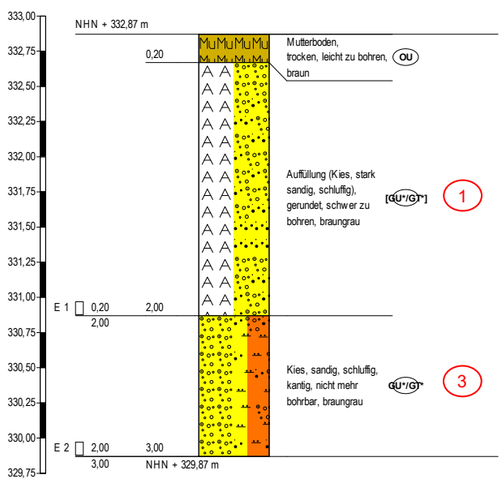


BS 3

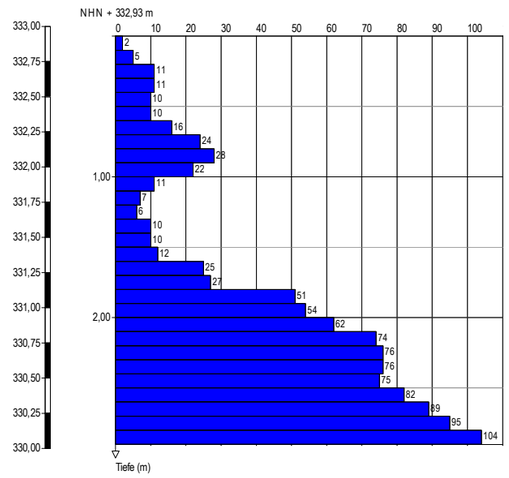




BS 1



DPH 1



Legende:

	Bohrsondierung (BS)
	Rammsondierung (DPH)
	Bodenschicht Nr.

Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena Regensburg

Detaillageplan

Anlage 1.3	
Datum: 10.07.2025	
Maßstab: ohne	
Bearbeiter: M. Sc. B. Feilmeier	

IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH

Anlage 2

IMH
Ingenieurges. mbH
Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg

Legende und Zeichenerklärung nach DIN EN ISO 22475

Anlage 2

Projekt: Regensburg, Erweiterung Donau-Arena

Auftraggeber: das Stadtwerk Rgb.

Bearb.: BF | Datum: 23.06.25

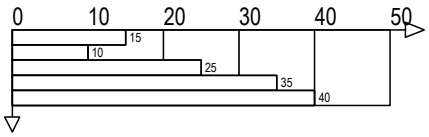
Boden- und Felsarten

- Auffüllung, A
- Mutterboden, Mu
- Kies, G, kiesig, g
- Sand, S, sandig, s
- Schluff, U, schluffig, u
- Ton, T, tonig, t

Korngrößenbereich
- f - fein
- m - mittel
- g - grob

Nebenanteile
- ' - schwach (<15%)
- _ - stark (30-40%)

Rammdiagramm



Bodengruppe nach DIN 18196

- **GE** enggestufte Kiese
- **GW** weitgestufte Kiese
- **GI** Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische
- **SE** enggestufte Sande
- **SW** weitgestufte Sand-Kies-Gemische
- **SI** Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische
- **GU** Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% <=0,06 mm
- **GU*** Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% <=0,06 mm
- **GT** Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% <=0,06 mm
- **GT*** Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% <=0,06 mm
- **SU** Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% <=0,06 mm
- **SU*** Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% <=0,06 mm
- **ST** Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% <=0,06 mm
- **ST*** Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% <=0,06 mm
- **UL** leicht plastische Schluffe
- **UM** mittelplastische Schluffe
- **UA** ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff
- **TL** leicht plastische Tone
- **TM** mittelplastische Tone
- **TA** ausgeprägt plastische Tone
- **OU** Schluffe mit organischen Beimengungen
- **OT** Tone mit organischen Beimengungen
- **OH** grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art
- **OK** grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen
- **HN** nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)
- **HZ** zersetzte Torfe
- **F** Schlämme (Faulschalmm, Mudde, Gyttja, Dy, Sapropel)
- **[ ]** Auffüllung aus natürlichen Böden
- **A** Auffüllung aus Fremdstoffen

Konsistenz

breiig | weich | steif | halbfest | fest

IMH **Ingenieurges. mbH** Deggendorfer Str. 40 94491 Hengersberg	Legende und Zeichenerklärung nach DIN EN ISO 22475	Anlage 2 Projekt: Regensburg, Erweiterung Donau-Arena Auftraggeber: das Stadtwerk Rgb. Bearb.: BF — Datum: 23.06.25

Proben

A1 ■ 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe

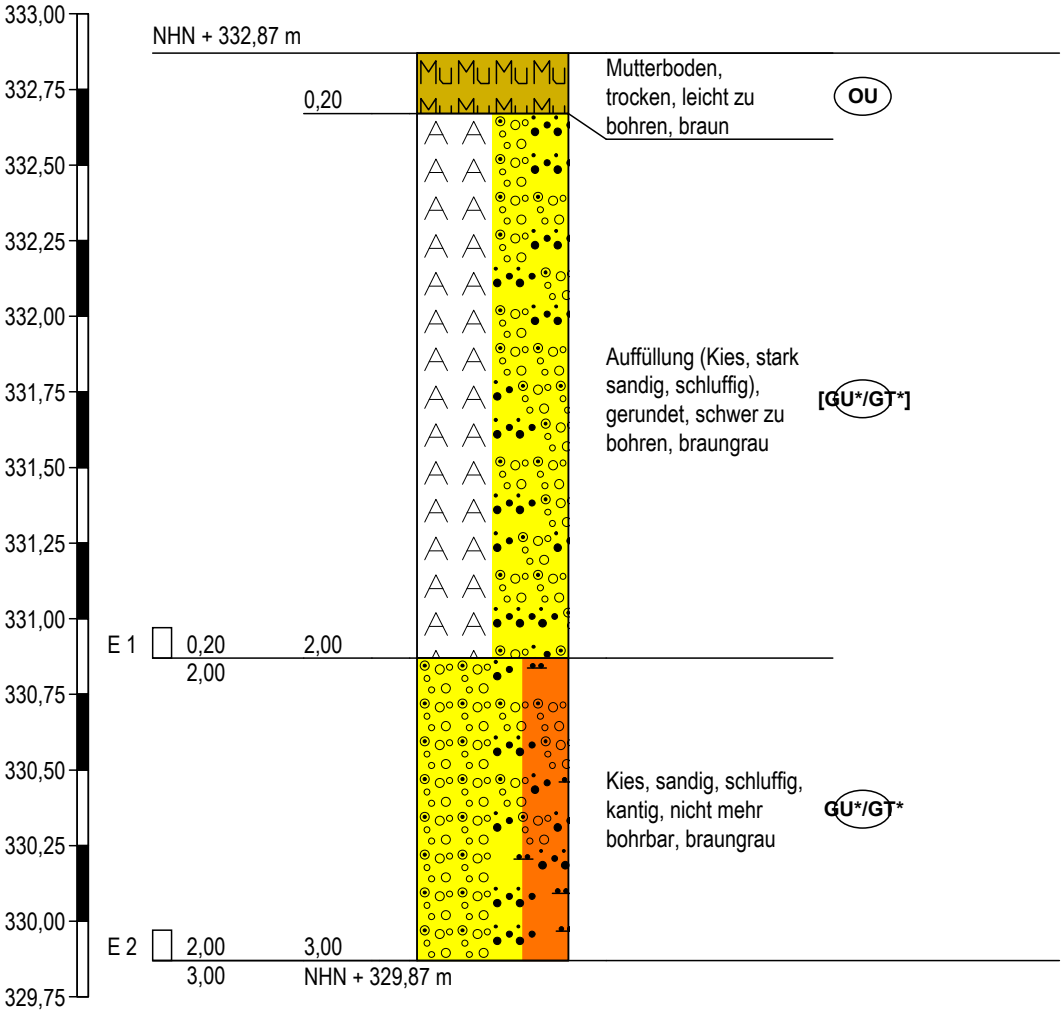
C1 □ 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

B1 ☒ 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe

W1 △ 1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

IMH **Ingenieurges. mbH** Deggendorfer Str. 40 94491 Hengersberg	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023 bzw. Rammdiagrammen nach DIN EN ISO 22476-2	Anlage 2	
		Projekt: Regensburg, Erweiterung Donau-Arena	
		Auftraggeber: das Stadtwerk Rgb.	
		Bearb.: BF	Datum: 23.06.25

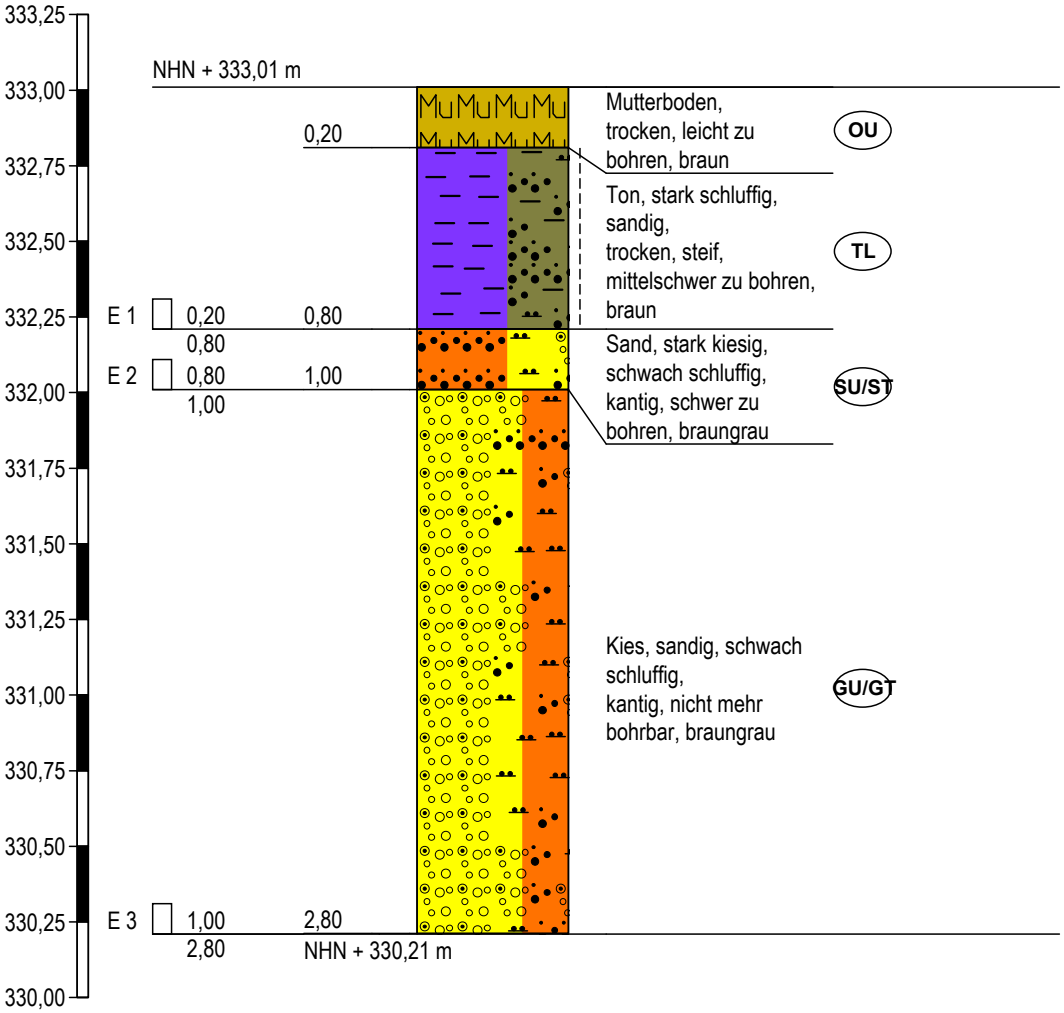
BS 1



Höhenmaßstab 1:25

IMH **Ingenieurges. mbH** Deggendorfer Str. 40 94491 Hengersberg	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023 bzw. Rammdiagrammen nach DIN EN ISO 22476-2	Anlage 2	
		Projekt: Regensburg, Erweiterung Donau-Arena	
		Auftraggeber: das Stadtwerk Rgb.	
		Bearb.: BF	Datum: 23.06.25

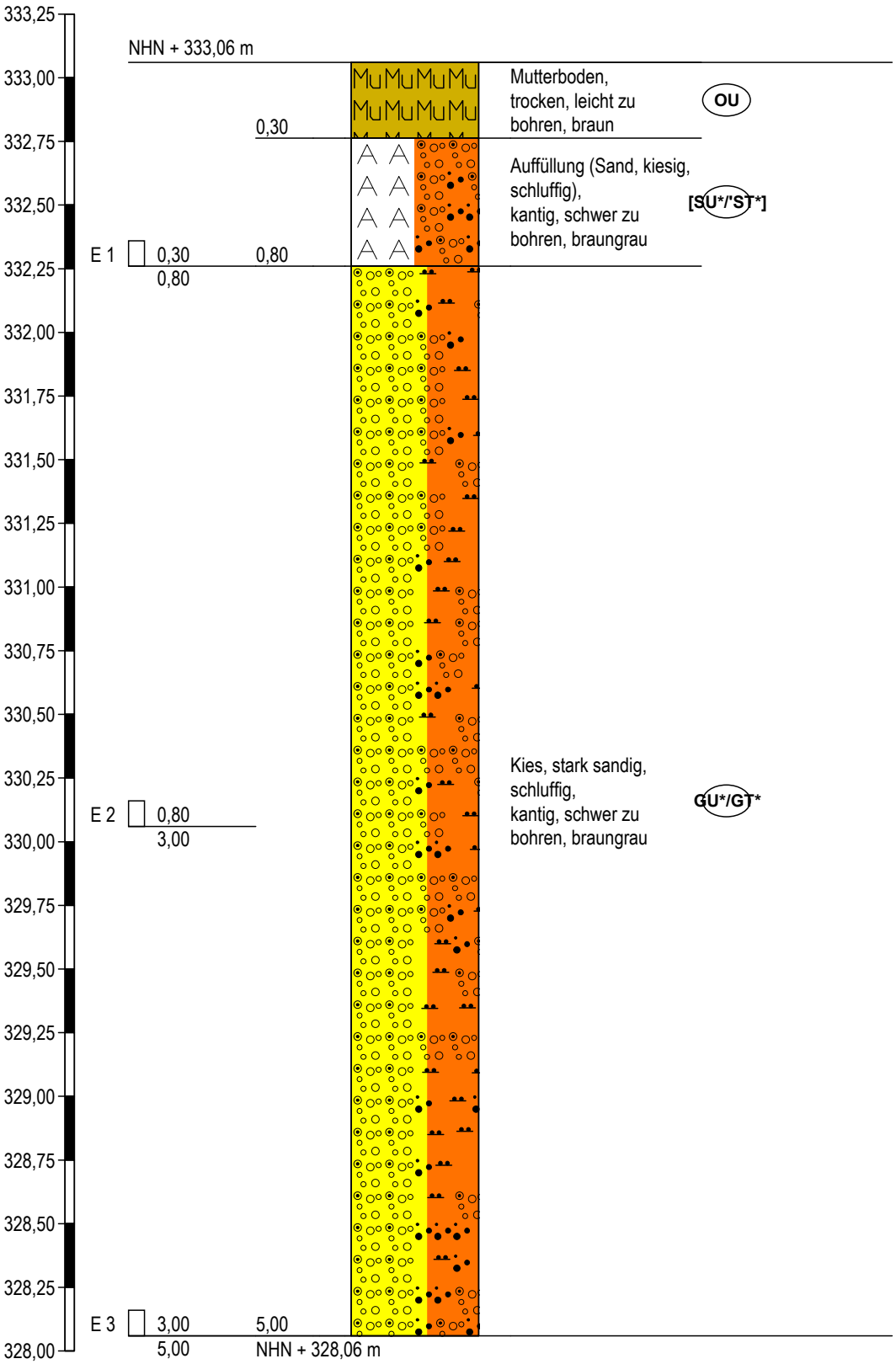
BS 2



Höhenmaßstab 1:25

IMH **Ingenieurges. mbH** Deggendorfer Str. 40 94491 Hengersberg	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023 bzw. Rammdiagrammen nach DIN EN ISO 22476-2	Anlage 2	
		Projekt: Regensburg, Erweiterung Donau-Arena	
		Auftraggeber: das Stadtwerk Rgb.	
		Bearb.: BF	Datum: 23.06.25

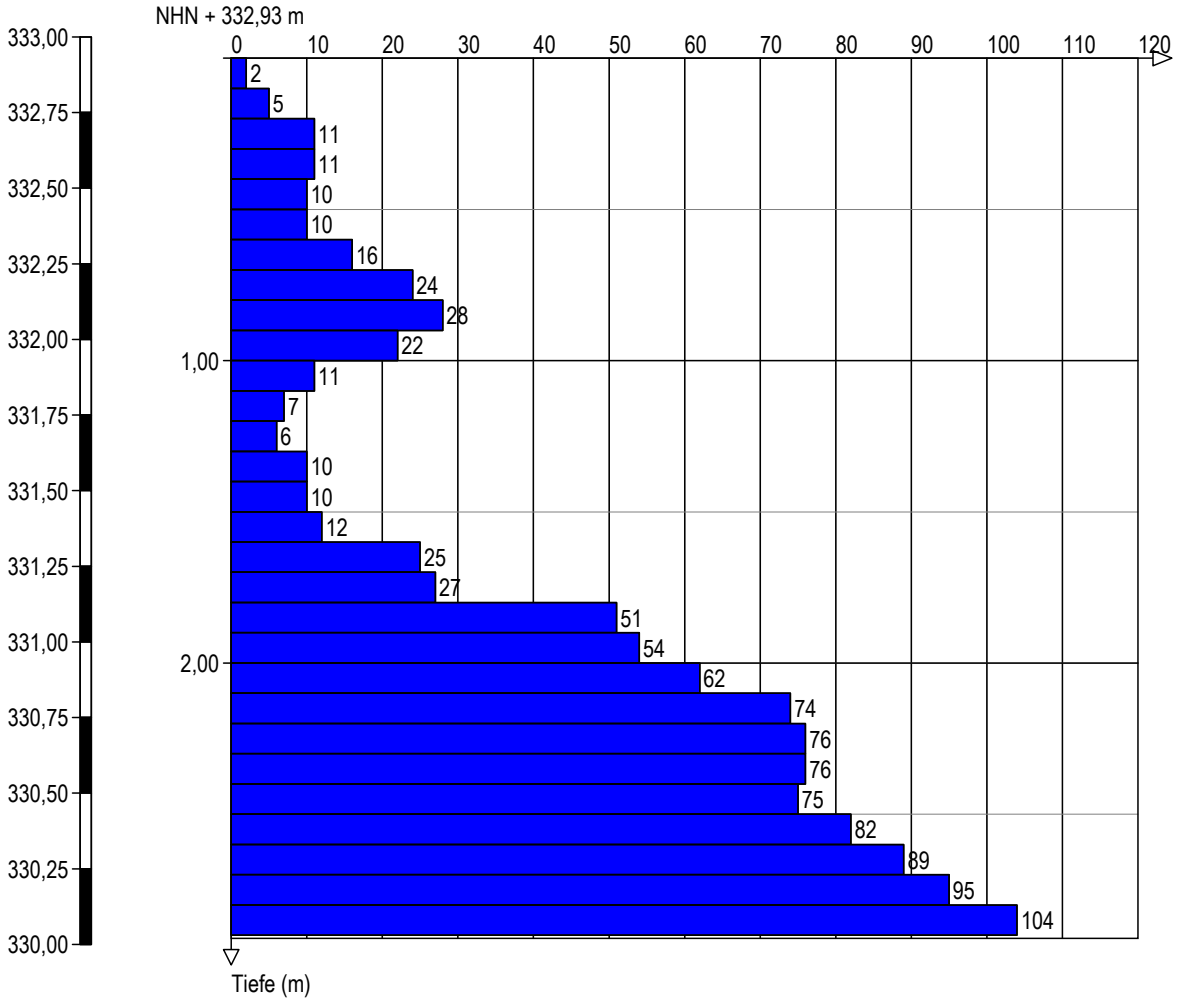
BS 3



Höhenmaßstab 1:25

IMH **Ingenieurges. mbH** Deggendorfer Str. 40 94491 Hengersberg	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023 bzw. Rammdiagrammen nach DIN EN ISO 22476-2	Anlage 2	
		Projekt: Regensburg, Erweiterung Donau-Arena	
		Auftraggeber: das Stadtwerk Rgb.	
		Bearb.: BF	Datum: 23.06.25

DPH 1

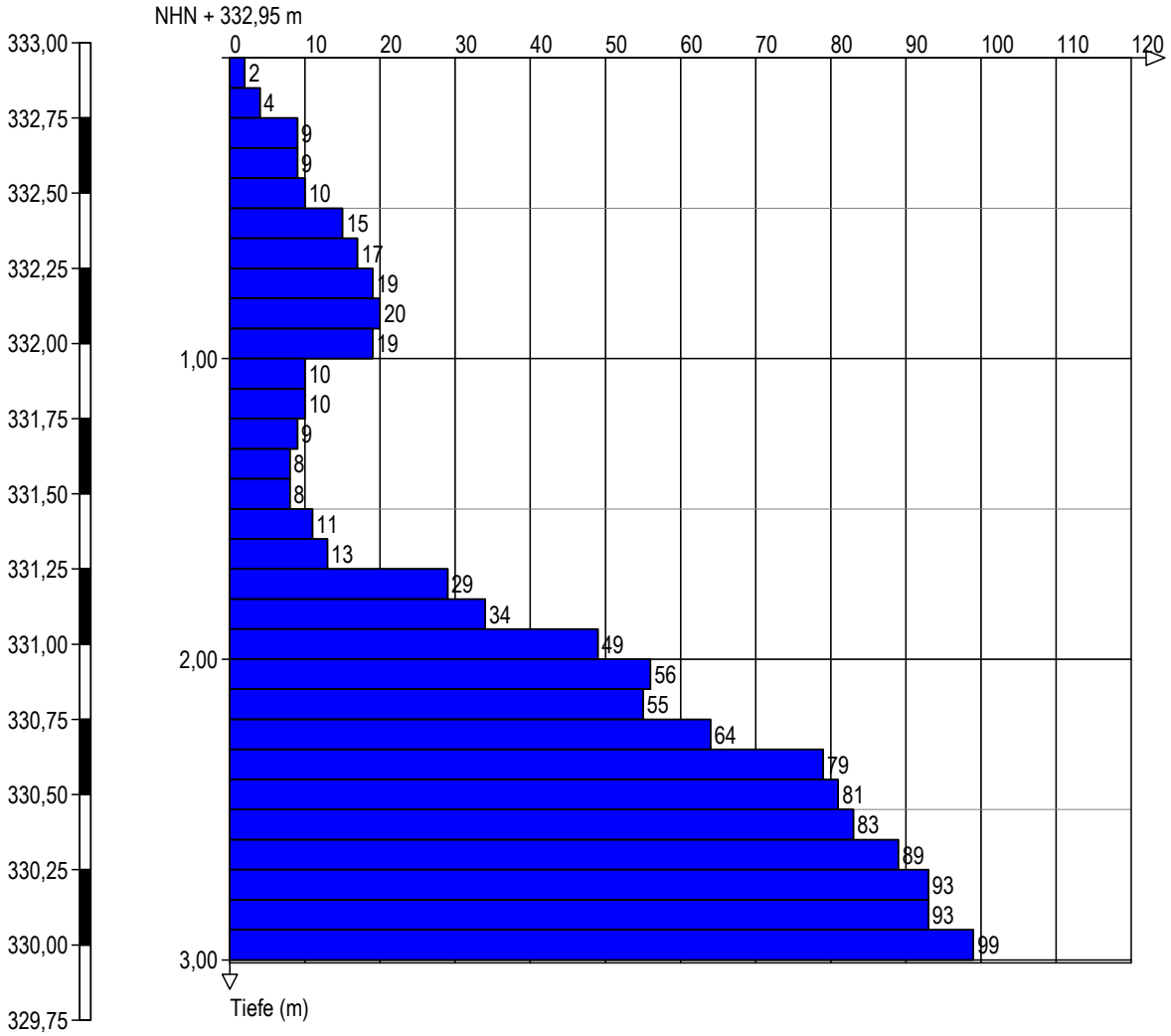


Höhenmaßstab 1:25

Gewicht springt stark zurück

IMH **Ingenieurges. mbH** Deggendorfer Str. 40 94491 Hengersberg	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023 bzw. Rammdiagrammen nach DIN EN ISO 22476-2	Anlage 2	
		Projekt: Regensburg, Erweiterung Donau-Arena	
		Auftraggeber: das Stadtwerk Rgb.	
		Bearb.: BF	Datum: 23.06.25

DPH 2



Höhenmaßstab 1:25

Gewicht springt stark zurück

Anlage 3

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 25221489

Az.: 25221489

Bauvorhaben: Regensburg, Erweiterung Donau-Arena

Bohrung Nr BS 1 /Blatt 1

Datum: 23.06.25

1	2				3	4	5	6
Bis . . . . m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen [1])					Art	Nr.	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische [1]) Benennung	h) [1]) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,20	a) Mutterboden							
	b)							
	c) trocken	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) OU	i)				
2,00	a) Auffüllung (Kies, stark sandig, schluffig)					C	E 1	2,00
	b)							
	c) gerundet	d) schwer zu bohren	e) braungrau					
	f)	g)	h) [GU*/GT*]	i)				
3,00	a) Kies, sandig, schluffig					C	E 2	3,00
	b)							
	c) kantig	d) nicht mehr bohrbar	e) braungrau					
	f)	g)	h) GU*/GT*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

[1]) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 25221489

Az.: 25221489

Bauvorhaben: Regensburg, Erweiterung Donau-Arena

Bohrung Nr BS 2 /Blatt 1

Datum: 23.06.25

1	2				3	4	5	6
Bis . . . . m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen [1]					Art	Nr.	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische [1] Benennung	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,20	a) Mutterboden							
	b)							
	c) trocken	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) OU	i)				
0,80	a) Ton, stark schluffig, sandig					C	E 1	0,80
	b)							
	c) trocken, steif	d) mittelschwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TL	i)				
1,00	a) Sand, stark kiesig, schwach schluffig					C	E 2	1,00
	b)							
	c) kantig	d) schwer zu bohren	e) braungrau					
	f)	g)	h) SU/ST	i)				
2,80	a) Kies, sandig, schwach schluffig					C	E 3	2,80
	b)							
	c) kantig	d) nicht mehr bohrbar	e) braungrau					
	f)	g)	h) GU/GT	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

[1] Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 25221489

Az.: 25221489

Bauvorhaben: Regensburg, Erweiterung Donau-Arena

Bohrung Nr BS 3 /Blatt 1

Datum: 23.06.25

1	2				3	4	5	6
Bis . . . . m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen [1]					Art	Nr.	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische [1] Benennung	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,30	a) Mutterboden							
	b)							
	c) trocken	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) OU	i)				
0,80	a) Auffüllung (Sand, kiesig, schluffig)					C	E 1	0,80
	b)							
	c) kantig	d) schwer zu bohren	e) braungrau					
	f)	g)	h) [SU*/ST*]	i)				
5,00	a) Kies, stark sandig, schluffig					C C	E 2 E 3	3,00 5,00
	b)							
	c) kantig	d) schwer zu bohren	e) braungrau					
	f)	g)	h) GU*/GT*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

[1] Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Anlage 4

Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221489 - Att 01
Anlage : 4
zu : 25221489

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN EN ISO 17892-12

Prüfungs-Nr. : L25221489 - Att 01
Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch : JHi
am : 04.07.2025
Bemerkung : Wurzelreste
Probe: 253167

Entnahmestelle : BS2 - E1
Entnahmetiefe : 0,2 - 0,8 m unter GOK
Bodenart : Ton, stark schluffig, sandig, schwach kiesig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.06.2025 durch :

Fließgrenze

Behälter Nr. :	15	17	76	60	
Zahl der Schläge :	37	31	26	20	
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] :	46,23	45,24	62,53	55,70	
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g] :	43,16	43,64	59,82	53,15	
Behälter m_B [g] :	29,54	37,01	49,34	43,80	
Wasser $m - m_d = m_w$ [g] :	3,07	1,60	2,71	2,55	
Trockene Probe m_d [g] :	13,62	6,63	10,48	9,35	
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] :	22,54	24,13	25,86	27,27	
Wert übernehmen	☒	☒	☒	☒	

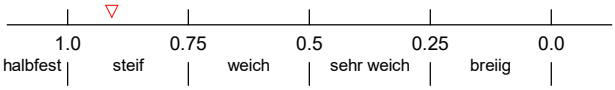
Ausrollgrenze

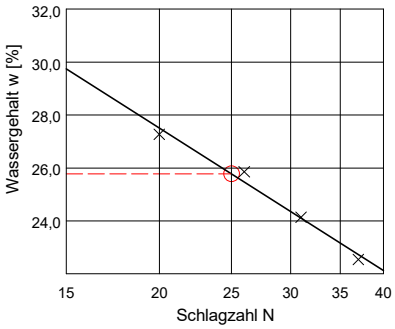
94	95	4	
33,48	33,26	48,23	
32,88	32,66	47,67	
28,75	28,64	43,87	
0,60	0,60	0,56	
4,13	4,02	3,80	
14,53	14,93	14,74	

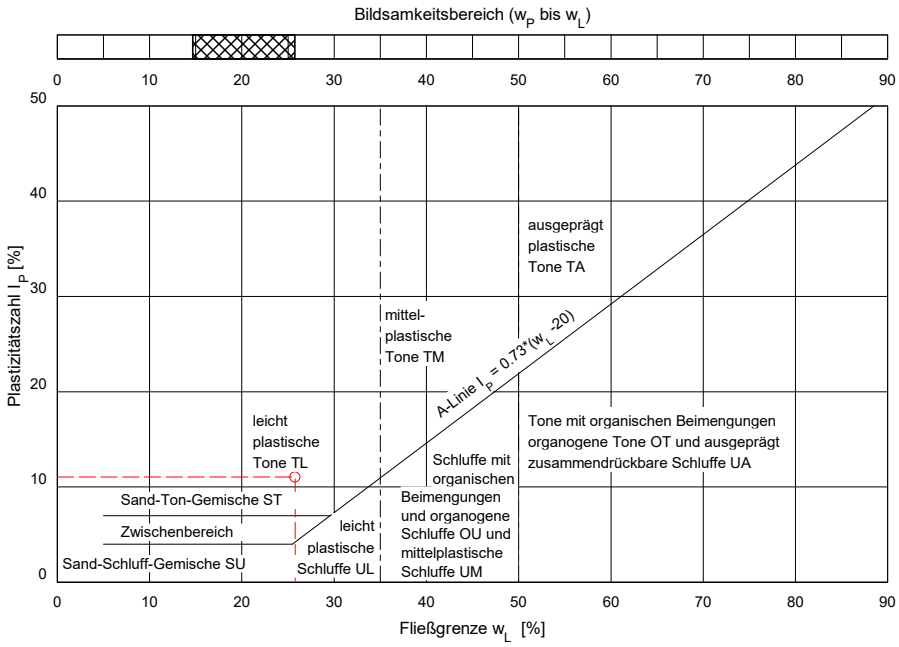
Natürlicher Wassergehalt :	w	=	14,15	%		
Größtkorn :				mm		
Masse des Überkorns :				g		
Trockenmasse der Probe :				g		
Überkornanteil :	ü	=	10,10	%		
Anteil ≤ 0.4 mm :	m_d / m	=	89,90	%		
Anteil ≤ 0.002 mm :	m_T / m	=		%		
Wassergehalt (Überkorn)	$w_Ü$	=	0,00	%		
korr. Wassergehalt : $w_K = \frac{w - w_Ü * ü}{1.0-ü}$		=	15,74	%		

Bodengruppe		=	TL		
Fließgrenze	w_L	=	25,77	%	
Ausrollgrenze	w_P	=	14,73	%	
Plastizitätszahl	$I_P = w_L - w_P$	=	11,04	%	
Konsistenzzahl	$I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P}$	=	0,91	≙	steif
Liquiditätszahl	$I_L = 1 - I_C$	=	0,09		
Aktivitätszahl	$I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d}$	=			

Zustandsform







© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 01
Anlage : 4
zu : 25221489

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 01
Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch : JHi
am : 04.07.2025
Bemerkung : Wn[%] = 5,2
Probe: 253165

Entnahmestelle : BS1 - E1
Entnahmetiefe : 0,2 - 2,0 m unter GOK
Bodenart : Kies, stark sandig, schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.06.2025 durch :

Anteil < 0.063 mm

			Teilprobe 1	Teilprobe 2
Abtrennen der Feinteile	vor	Behälter und Probe m1 [g]	2226,30	
		Behälter m2 [g]	397,30	
		Probe m1 -m2 = mu1 [g]	1829,00	
	nach	Behälter und Probe m3 [g]	1941,20	
		Probe m1 -m3 = mu2 [g]	285,10	
		< 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma	15,59	
		Mittelwert bei Doppelbest. = ma'	15,59	

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 1543,00 g
Anteil < 0,063 mm ma : 284,93 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 1827,93 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 84,41
%-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 15,59

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	45,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	64,90	3,55	96,4
3	16,000	234,10	12,81	83,6
4	8,000	210,00	11,49	72,2
5	4,000	169,70	9,28	62,9
6	2,000	145,90	7,98	54,9
7	1,000	132,00	7,22	47,7
8	0,500	147,50	8,07	39,6
9	0,250	231,10	12,64	27,0
10	0,125	143,30	7,84	19,1
11	0,063	60,20	3,29	15,8
	Schale	4,10	0,22	15,6

Summe aller Siebrückstände : S = 1542,80 g
Größtkorn [mm] : 35,90
Siebverlust : SV = me - S = 0,20 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,01 %

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	
Schluff	15,80
Sandkorn	39,10
Feinsand	8,25
Mittelsand	17,84
Grobsand	13,01
Kieskorn	45,10
Feinkies	13,27
Mittelkies	19,41
Grobkies	12,42
Steine	0,00

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
5,0	
10,0	
15,0	
20,0	0,140
25,0	0,215
40,0	0,515
50,0	1,234
80,0	12,974
85,0	17,332
100,0	35,874

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 01
Anlage : 4
zu : 25221489

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. :	L25221489 - KGV 01
Bauvorhaben :	Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch :	JHi
am :	04.07.2025
Bemerkung :	Wn[%] = 5,2 Probe: 253165

Entnahmestelle :	BS1 - E1
Entnahmetiefe :	0,2 - 2,0 m unter GOK
Bodenart :	Kies, stark sandig, schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme :	gestört
Entnahme am :	23.06.2025 durch :

Frostschutzschicht 0/32 nach ZTV SoB - StB 20 (1)

Korngröße	Rückstand	Siebdurchgang	Sollbereich 1		Sollbereich 2	
			unterschritten	überschritten	unterschritten	überschritten
[mm]	[%]	[%]	[%]		[%]	
45,000	0,00	100,0	100,0 - 100,0			
31,500	3,55	96,4	90,0 - 100,0			
16,000	12,81	83,6	47,0 - 87,0			
2,000	7,98	54,9	15,0 - 75,0			
0,063	3,29	15,8	0,0 - 7,0	☒		

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	0,00
Schluff	15,80
Sandkorn	39,10
Feinsand	8,25
Mittelsand	17,84
Grobsand	13,01
Kieskorn	45,10
Feinkies	13,27
Mittelkies	19,41
Grobkies	12,42
Steine	0,00

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
5,0	
10,0	
15,0	
20,0	0,140
25,0	0,215
40,0	0,515
50,0	1,234
80,0	12,974
85,0	17,332
100,0	35,874

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 01
Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch : JHi
am : 04.07.2025
Bemerkung : Wn[%] = 5,2
Probe: 253165

Bestimmung der Korngrößenverteilung

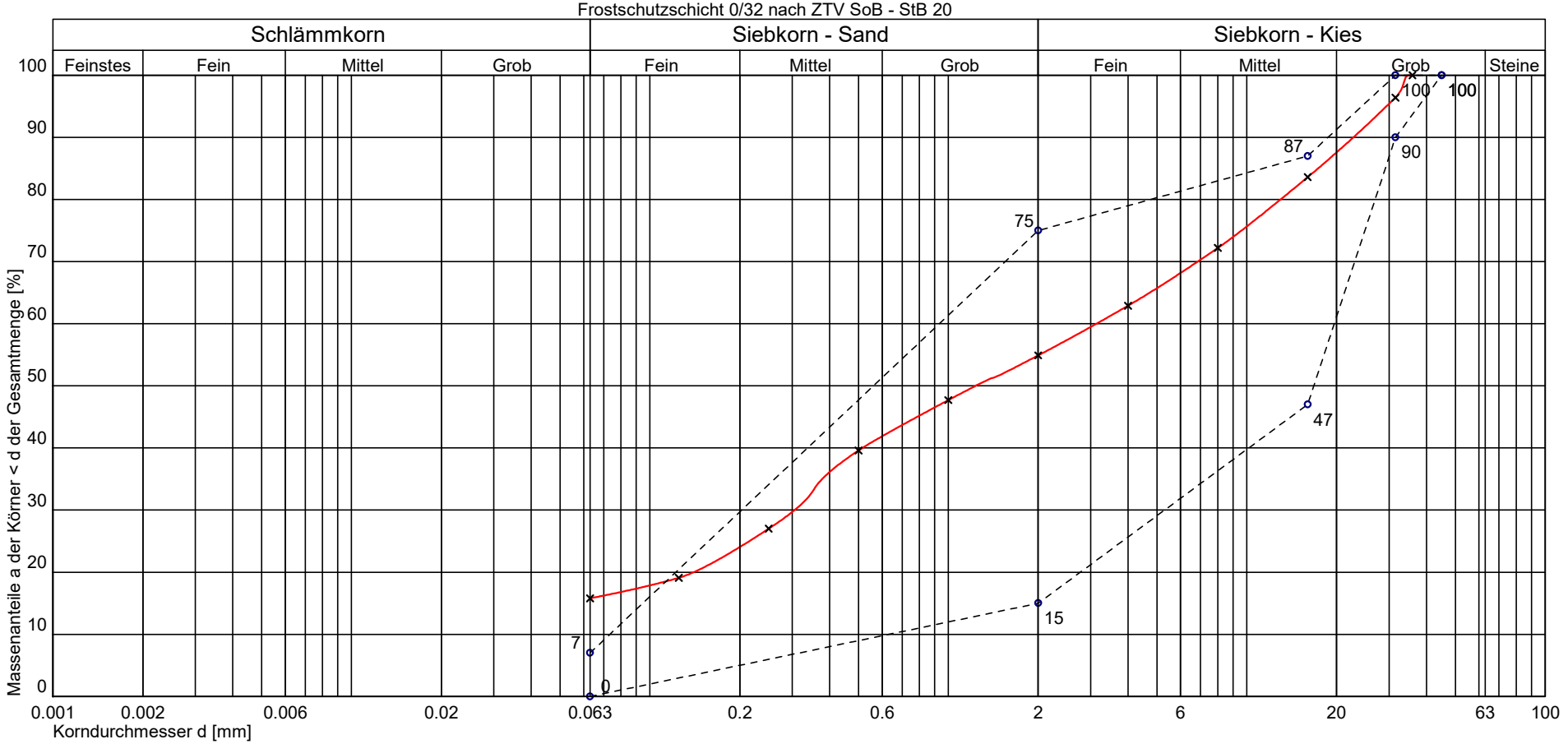
Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Entnahmestelle : BS1 - E1
Entnahmetiefe : 0,2 - 2,0 m unter GOK
Bodenart : Kies, stark sandig, schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.06.2025 durch :

Ingenieurbüro für Bau- und Geotechnik
Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Frostschutzschicht 0/32 nach ZTV SoB - StB 20



Kurve Nr.:				Bemerkungen
Arbeitsweise				
U = d60/d10 / C_C / Median				
Bodengruppe (DIN 18196)	GU* / GT*			
Geologische Bezeichnung				
kf-Wert	3,925 * 10^{-5} [m/s] nach USBR/Bialas			
Kornkennziffer:	0 10 0 0 0 mG-fG,gg',ms,gs',fs',u			

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 01
Anlage : 4
zu : 25221489

IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH
Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 02
Anlage : 4
zu : 25221489

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 02
Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch : JHi
am : 04.07.2025
Bemerkung : Wn[%] = 5,2
Probe: 253165

Entnahmestelle : BS1 - E2
Entnahmetiefe : 2,0 - 3,0 m unter GOK
Bodenart : Kies, sandig, schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.06.2025 durch :

Anteil < 0.063 mm

			Teilprobe 1	Teilprobe 2
Abtrennen der Feinteile	vor	Behälter und Probe m1 [g]	907,90	
		Behälter m2 [g]	397,40	
		Probe m1 -m2 = mu1 [g]	510,50	
	nach	Behälter und Probe m3 [g]	824,30	
		Probe m1 -m3 = mu2 [g]	83,60	
	< 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma		16,38	
	Mittelwert bei Doppelbest. = ma'		16,38	

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 426,90 g
Anteil < 0,063 mm ma : 83,60 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 510,50 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 83,62
%-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 16,38

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	0,00	0,00	100,0
3	16,000	114,40	22,41	77,6
4	8,000	73,70	14,44	63,2
5	4,000	55,00	10,77	52,4
6	2,000	40,50	7,93	44,4
7	1,000	34,00	6,66	37,8
8	0,500	36,60	7,17	30,6
9	0,250	32,60	6,39	24,2
10	0,125	23,40	4,58	19,6
11	0,063	13,60	2,66	17,0
	Schale	1,30	0,25	16,7

Summe aller Siebrückstände : S = 425,10 g
Größtkorn [mm] : 26,91
Siebverlust : SV = me - S = 1,80 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,35 %

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	
Schluff	17,00
Sandkorn	27,40
Feinsand	5,56
Mittelsand	9,83
Grobsand	12,01
Kieskorn	55,60
Feinkies	13,99
Mittelkies	29,65
Grobkies	11,96
Steine	0,00

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
5,0	
10,0	
15,0	
20,0	0,135
25,0	0,275
40,0	1,257
50,0	3,287
80,0	17,322
85,0	19,182
100,0	26,890

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

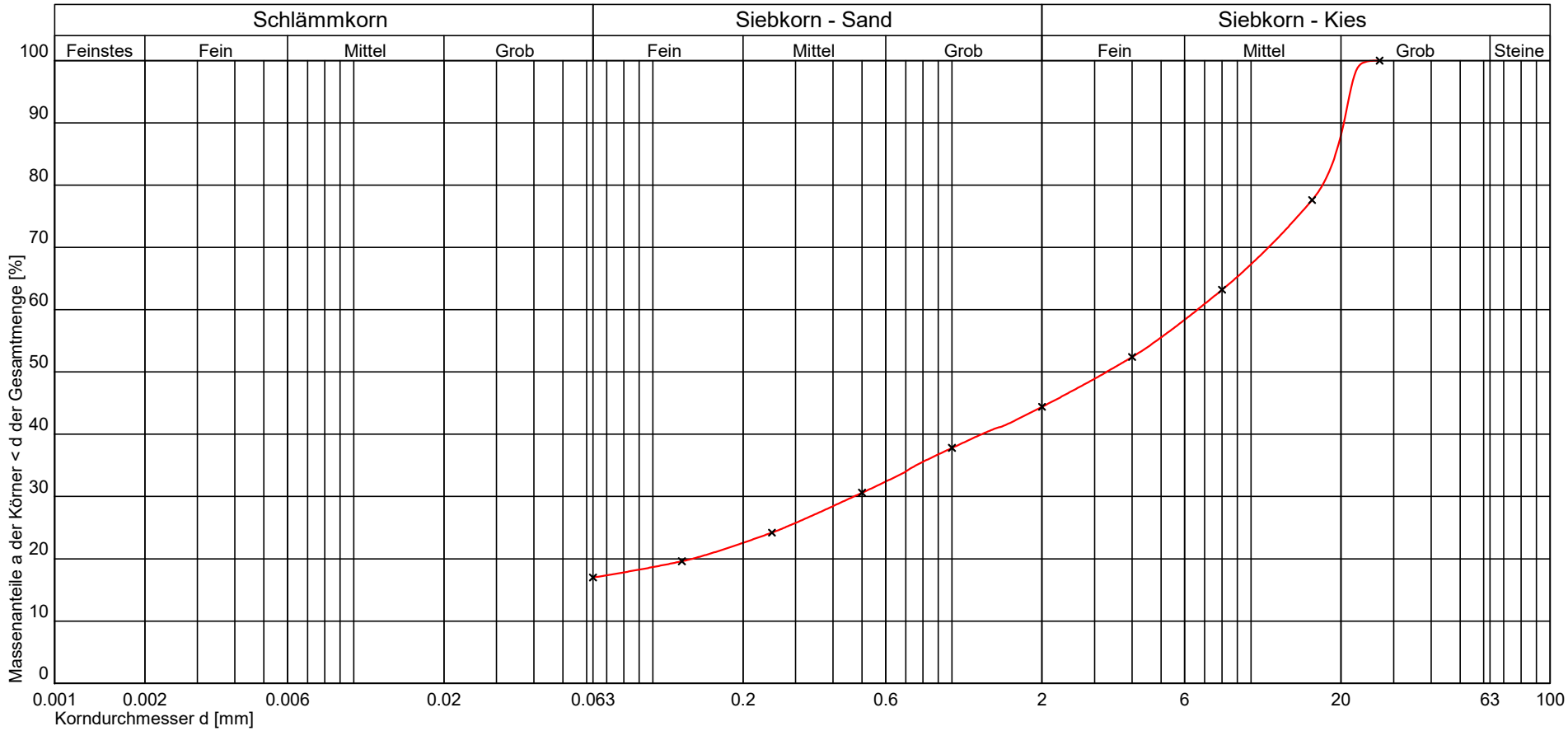
Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 02
Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch : JHi
am : 04.07.2025
Bemerkung : Wn[%] = 5,2
Probe: 253165

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Entnahmestelle : BS1 - E2
Entnahmetiefe : 2,0 - 3,0 m unter GOK
Bodenart : Kies, sandig, schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.06.2025 durch :



Kurve Nr.:			
Arbeitsweise			
U = d60/d10 / C_C / Median			
Bodengruppe (DIN 18196)	GU* / GT*		
Geologische Bezeichnung			
kf-Wert	3,622 * 10^{-5} [m/s] nach USBR/Bialas		
Kornkennziffer:	0 10 0 0 0 mG,fg',gg',gs',ms',fs',u		

Bemerkungen

Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 02
Anlage : 4
zu : 25221489

IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH
Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 03
Anlage : 4
zu : 25221489

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 03
Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch : JHi
am : 04.07.2025
Bemerkung : Wn[%] = 2,7
Probe: 253168

Entnahmestelle : BS2 - E2
Entnahmetiefe : 0,8 - 1,0 m unter GOK
Bodenart : Sand, stark kiesig, schwach schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.06.2025 durch :

Anteil < 0.063 mm

			Teilprobe 1	Teilprobe 2
Abtrennen der Feinteile	vor	Behälter und Probe m1 [g]	1479,10	
		Behälter m2 [g]	453,70	
		Probe m1 -m2 = mu1 [g]	1025,40	
	nach	Behälter und Probe m3 [g]	1331,00	
		Probe m1 -m3 = mu2 [g]	148,10	
	< 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma		14,44	
	Mittelwert bei Doppelbest. = ma'		14,44	

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 877,30 g
Anteil < 0,063 mm ma : 148,10 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 1025,40 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 85,56
%-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 14,44

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	31,500	0,00	0,00	100,0
2	22,400	32,60	3,18	96,8
3	11,200	76,10	7,42	89,4
4	8,000	65,20	6,36	83,0
5	4,000	126,30	12,32	70,7
6	2,000	94,60	9,23	61,5
7	1,000	82,00	8,00	53,5
8	0,500	102,70	10,02	43,5
9	0,250	172,00	16,77	26,7
10	0,125	87,70	8,55	18,2
11	0,063	36,00	3,51	14,6
	Schale	2,00	0,20	14,5

Summe aller Siebrückstände : S = 877,20 g
Größtkorn [mm] : 29,43
Siebverlust : SV = me - S = 0,10 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,01 %

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	
Schluff	14,60
Sandkorn	46,90
Feinsand	8,80
Mittelsand	23,03
Grobsand	15,08
Kieskorn	38,50
Feinkies	16,26
Mittelkies	17,95
Grobkies	4,28
Steine	0,00

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
5,0	
10,0	
15,0	0,069
20,0	0,153
25,0	0,223
40,0	0,419
50,0	0,771
80,0	6,788
85,0	8,858
100,0	29,334

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 03
Anlage : 4
zu : 25221489

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 03
Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch : JHi
am : 04.07.2025
Bemerkung : Wn[%] = 2,7
Probe: 253168

Entnahmestelle : BS2 - E2
Entnahmetiefe : 0,8 - 1,0 m unter GOK
Bodenart : Sand, stark kiesig, schwach schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.06.2025 durch :

Frostschutzschicht 0/22 nach ZTV SoB - StB 20 (1)

Korngröße	Rückstand	Siebdurchgang	Sollbereich 1		Sollbereich 2	
			unterschritten	überschritten	unterschritten	überschritten
[mm]	[%]	[%]	[%]		[%]	
31,500	0,00	100,0	100,0 - 100,0			
22,400	3,18	96,8	90,0 - 100,0			
11,200	7,42	89,4	47,0 - 87,0	☒		
1,000	8,00	53,5	15,0 - 75,0			
0,063	3,51	14,6	0,0 - 7,0	☒		

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	0,00
Schluff	14,60
Sandkorn	46,90
Feinsand	8,80
Mittelsand	23,03
Grobsand	15,08
Kieskorn	38,50
Feinkies	16,26
Mittelkies	17,95
Grobkies	4,28
Steine	0,00

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
5,0	
10,0	
15,0	0,069
20,0	0,153
25,0	0,223
40,0	0,419
50,0	0,771
80,0	6,788
85,0	8,858
100,0	29,334

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 03
Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch : JHi
am : 04.07.2025
Bemerkung : Wn[%] = 2,7
Probe: 253168

Bestimmung der Korngrößenverteilung

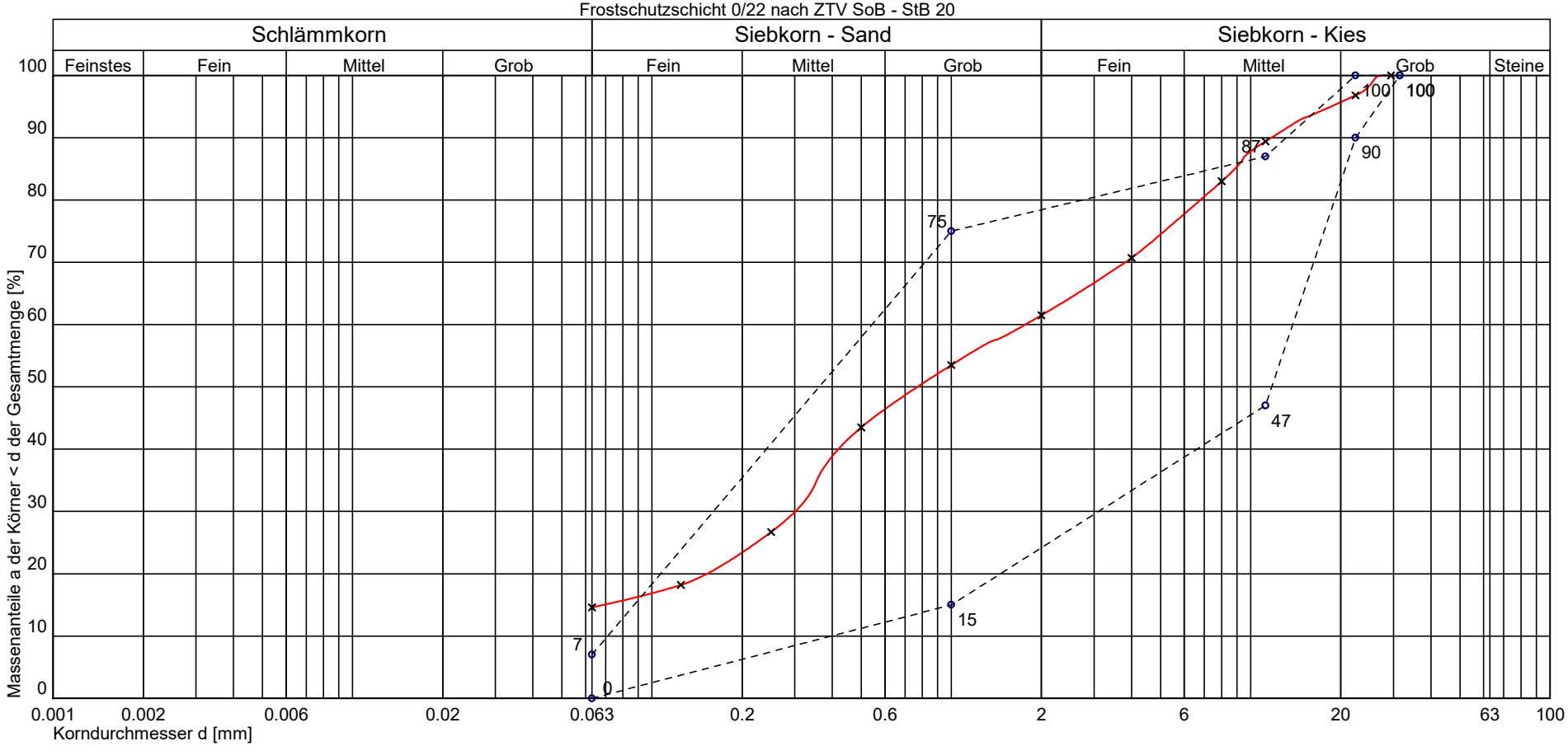
Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Entnahmestelle : BS2 - E2
Entnahmetiefe : 0,8 - 1,0 m unter GOK
Bodenart : Sand, stark kiesig, schwach schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.06.2025 durch :

Ingenieurbüro für Bau- und Umwelttechnik GmbH
Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Frostschutzschicht 0/22 nach ZTV SoB - StB 20



Kurve Nr.:				Bemerkungen
Arbeitsweise				
U = d60/d10 / C_C / Median				
Bodengruppe (DIN 18196)	SU / ST			
Geologische Bezeichnung				
kf-Wert	4,786 * 10^{-5} [m/s] nach USBR/Bialas			
Kornkennziffer:	0 2 3 5 0 mS-gS,fs',mg,fg,u'			

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 03
Anlage : 4
zu : 25221489

Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 04
Anlage : 4
zu : 25221489

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 04
Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch : JHi
am : 04.07.2025
Bemerkung : Wn[%] = 4,1
Probe: 253169

Entnahmestelle : BS2 - E3
Entnahmetiefe : 1,0 - 2,8 m unter GOK
Bodenart : Kies, sandig, schwach schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.06.2025 durch :

Anteil < 0.063 mm

			Teilprobe 1	Teilprobe 2
Abtrennen der Feinteile	vor	Behälter und Probe m1 [g]	1923,00	
		Behälter m2 [g]	402,80	
		Probe m1 -m2 = mu1 [g]	1520,20	
	nach	Behälter und Probe m3 [g]	1717,60	
		Probe m1 -m3 = mu2 [g]	205,40	
	< 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma		13,51	
	Mittelwert bei Doppelbest. = ma'		13,51	

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 1314,80 g
Anteil < 0,063 mm ma : 205,40 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 1520,20 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 86,49
%-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 13,51

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	85,40	5,62	94,4
3	16,000	296,30	19,49	74,9
4	8,000	258,30	16,99	57,9
5	4,000	232,00	15,26	42,6
6	2,000	138,90	9,14	33,5
7	1,000	103,30	6,80	26,7
8	0,500	77,00	5,07	21,6
9	0,250	58,90	3,87	17,8
10	0,125	38,80	2,55	15,2
11	0,063	23,20	1,53	13,7
	Schale	1,80	0,12	13,6

Summe aller Siebrückstände : S = 1313,90 g
Größtkorn [mm] : 36,50
Siebverlust : SV = me - S = 0,90 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,06 %

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	
Schluff	13,70
Sandkorn	19,80
Feinsand	3,16
Mittelsand	5,94
Grobsand	10,70
Kieskorn	66,50
Feinkies	17,79
Mittelkies	29,62
Grobkies	19,09
Steine	0,00

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
5,0	
10,0	
15,0	0,115
20,0	0,382
25,0	0,807
40,0	3,348
50,0	5,667
80,0	19,356
85,0	23,065
100,0	36,462

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

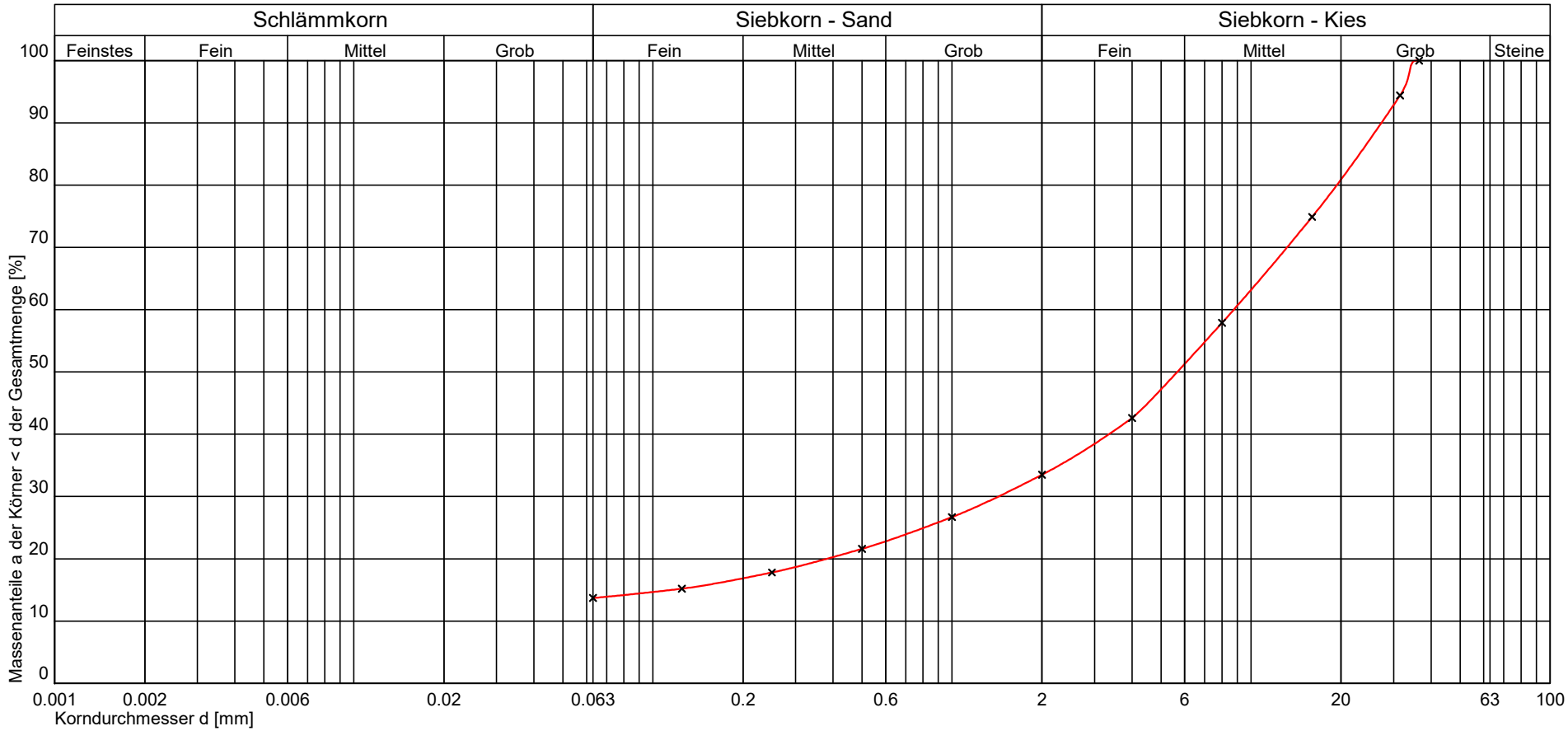
Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 04
Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch : JHi
am : 04.07.2025
Bemerkung : Wn[%] = 4,1
Probe: 253169

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Entnahmestelle : BS2 - E3
Entnahmetiefe : 1,0 - 2,8 m unter GOK
Bodenart : Kies, sandig, schwach schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.06.2025 durch :



Kurve Nr.:				Bemerkungen
Arbeitsweise				
U = d60/d10 / C_C / Median				
Bodengruppe (DIN 18196)	GU / GT			
Geologische Bezeichnung				
kf-Wert	3,932 * 10^{-4} [m/s] nach USBR/Bialas			
Kornkennziffer:	0 2 3 5 0 mG,gg,fg,gs',ms',u'			

Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 04
Anlage : 4
zu : 25221489

Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 05
Anlage : 4
zu : 25221489

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 05
Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch : JHi
am : 04.07.2025
Bemerkung : Wn[%] = 4,2
Probe: 253170

Entnahmestelle : BS3 - E1
Entnahmetiefe : 0,3 - 0,8 m unter GOK
Bodenart : Sand, kiesig, schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.06.2025 durch :

Anteil < 0.063 mm

Abtrennen der Feinteile			Teilprobe 1	Teilprobe 2
	vor	Behälter und Probe m1 [g]	2084,20	
		Behälter m2 [g]	436,40	
		Probe m1 -m2 = mu1 [g]	1647,80	
	nach	Behälter und Probe m3 [g]	1840,20	
		Probe m1 -m3 = mu2 [g]	244,00	
	< 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma		14,81	
	Mittelwert bei Doppelbest. = ma'		14,81	

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 1403,80 g
Anteil < 0,063 mm ma : 244,00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 1647,80 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 85,19
%-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 14,81

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	31,500	0,00	0,00	100,0
2	22,400	34,10	2,07	97,9
3	11,200	123,80	7,51	90,4
4	8,000	44,50	2,70	87,7
5	4,000	146,40	8,88	78,8
6	2,000	109,80	6,66	72,2
7	1,000	101,00	6,13	66,0
8	0,500	191,00	11,59	54,4
9	0,250	403,30	24,48	30,0
10	0,125	190,00	11,53	18,4
11	0,063	54,70	3,32	15,1
	Schale	3,10	0,19	14,9

Summe aller Siebrückstände : S = 1401,70 g
Größtkorn [mm] : 29,56
Siebverlust : SV = me - S = 2,10 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,13 %

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	
Schluff	15,10
Sandkorn	57,10
Feinsand	10,24
Mittelsand	32,71
Grobsand	14,15
Kieskorn	27,80
Feinkies	12,42
Mittelkies	12,35
Grobkies	3,03
Steine	0,00

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
5,0	
10,0	
15,0	
20,0	0,146
25,0	0,197
40,0	0,341
50,0	0,422
80,0	4,484
85,0	6,167
100,0	29,555

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 05
Anlage : 4
zu : 25221489

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. :	L25221489 - KGV 05	Entnahmestelle :	BS3 - E1
Bauvorhaben :	Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg		
		Entnahmetiefe :	0,3 - 0,8 m unter GOK
Ausgeführt durch :	JHi	Bodenart :	Sand, kiesig, schluffig (gem. BA)
am :	04.07.2025		
Bemerkung :	Wn[%] = 4,2	Art der Entnahme :	gestört
	Probe: 253170	Entnahme am :	23.06.2025 durch :

Frostschutzschicht 0/22 nach ZTV SoB - StB 20 (1)

Korngröße	Rückstand	Siebdurchgang	Sollbereich 1		Sollbereich 2	
			unterschritten	überschritten	unterschritten	überschritten
[mm]	[%]	[%]	[%]		[%]	
31,500	0,00	100,0	100,0 - 100,0			
22,400	2,07	97,9	90,0 - 100,0			
11,200	7,51	90,4	47,0 - 87,0	☒		
1,000	6,13	66,0	15,0 - 75,0			
0,063	3,32	15,1	0,0 - 7,0	☒		

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	0,00
Schluff	15,10
Sandkorn	57,10
Feinsand	10,24
Mittelsand	32,71
Grobsand	14,15
Kieskorn	27,80
Feinkies	12,42
Mittelkies	12,35
Grobkies	3,03
Steine	0,00

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
5,0	
10,0	
15,0	
20,0	0,146
25,0	0,197
40,0	0,341
50,0	0,422
80,0	4,484
85,0	6,167
100,0	29,555

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 05
Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch : JHi
am : 04.07.2025
Bemerkung : Wn[%] = 4,2
Probe: 253170

Bestimmung der Korngrößenverteilung

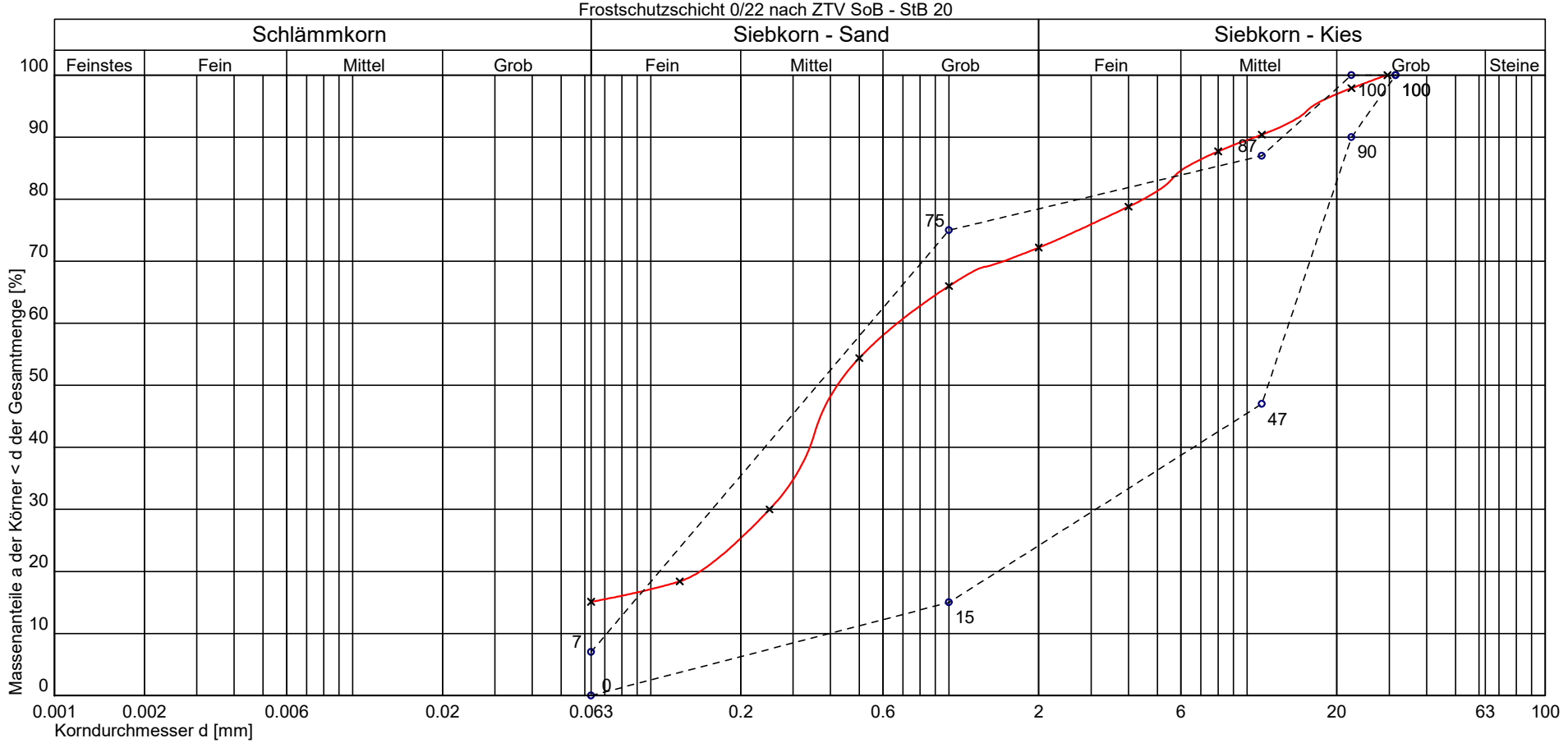
Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Entnahmestelle : BS3 - E1
Entnahmetiefe : 0,3 - 0,8 m unter GOK
Bodenart : Sand, kiesig, schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.06.2025 durch :

Ingenieurbüro für Bau- und Umwelttechnik Hengersberg
Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Frostschutzschicht 0/22 nach ZTV SoB - StB 20



Kurve Nr.:				Bemerkungen
Arbeitsweise				
U = d60/d10 / C_C / Median				
Bodengruppe (DIN 18196)	SU* / ST*			
Geologische Bezeichnung				
kf-Wert	4,318 * 10^{-5} [m/s] nach USBR/Bialas			
Kornkennziffer:	0 1 5 4 0 mS,gs',fs',fg',mg',u			

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 05
Anlage : 4
zu : 25221489

IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH
Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 06
Anlage : 4
zu : 25221489

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Naß-/Trockensiebung

nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 06
Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg
Ausgeführt durch : JHi
am : 04.07.2025
Bemerkung : Wn[%] = 6,8
Probe: 253171

Entnahmestelle : BS3 - E3
Entnahmetiefe : 3,0 - 5,0 m unter GOK
Bodenart : Kies, stark sandig, schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.06.2025 durch :

Anteil < 0.063 mm

			Teilprobe 1	Teilprobe 2
Abtrennen der Feinteile	vor	Behälter und Probe m1 [g]	1635,40	
		Behälter m2 [g]	445,50	
		Probe m1 -m2 = mu1 [g]	1189,90	
	nach	Behälter und Probe m3 [g]	1352,60	
		Probe m1 -m3 = mu2 [g]	282,80	
	< 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma		23,77	
	Mittelwert bei Doppelbest. = ma'		23,77	

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 907,10 g
Anteil < 0,063 mm ma : 282,80 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 1189,90 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 76,23
%-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 23,77

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	0,00	0,00	100,0
3	16,000	53,60	4,50	95,5
4	8,000	218,50	18,36	77,1
5	4,000	135,00	11,35	65,8
6	2,000	101,50	8,53	57,3
7	1,000	98,20	8,25	49,0
8	0,500	83,30	7,00	42,0
9	0,250	82,30	6,92	35,1
10	0,125	89,30	7,50	27,6
11	0,063	45,10	3,79	23,8
	Schale	0,30	0,03	23,8

Summe aller Siebrückstände : S = 907,10 g
Größtkorn [mm] : 21,80
Siebverlust : SV = me - S = 0,00 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,00 %

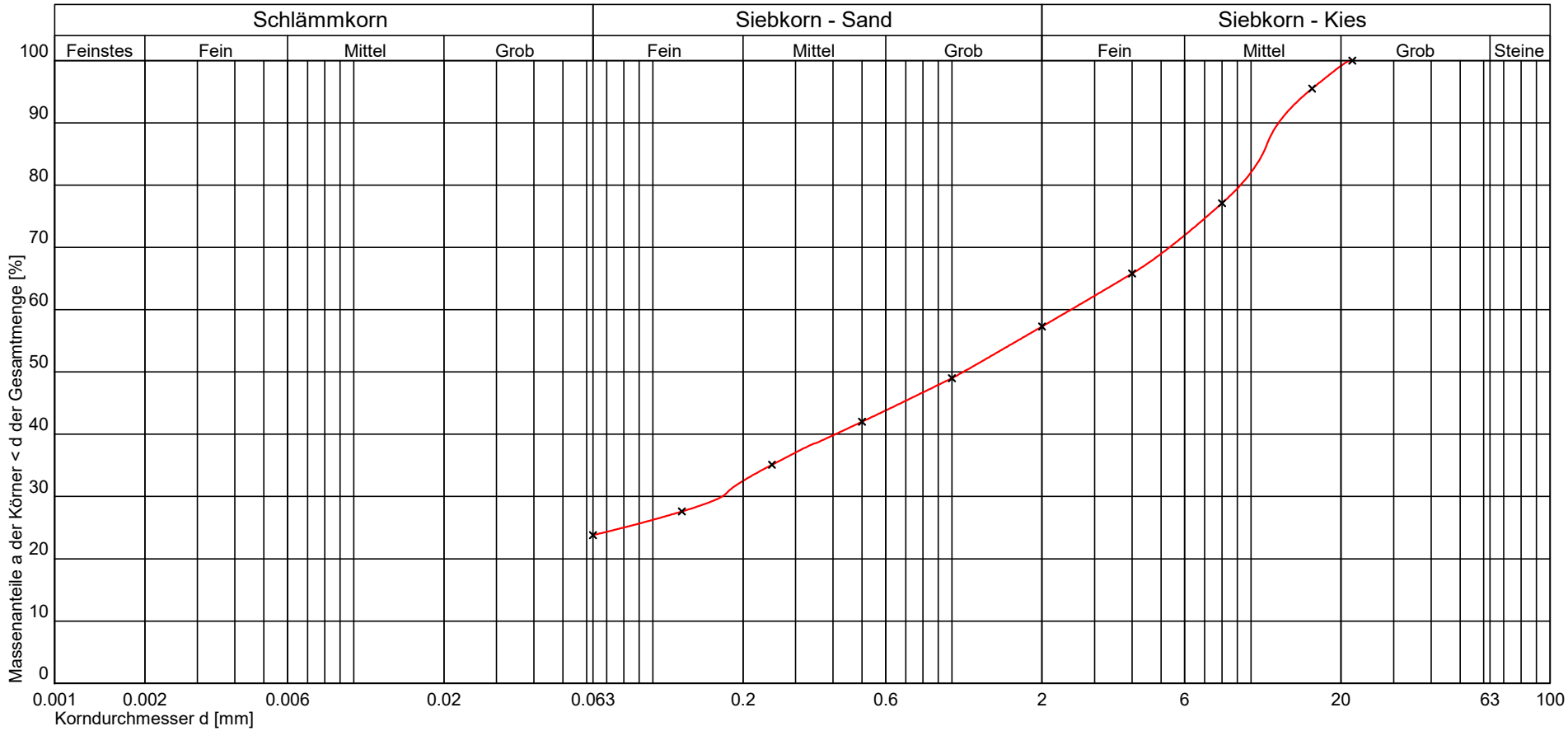
Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	
Schluff	23,80
Sandkorn	33,50
Feinsand	8,70
Mittelsand	11,31
Grobsand	13,49
Kieskorn	42,70
Feinkies	14,66
Mittelkies	27,22
Grobkies	0,82
Steine	0,00

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
5,0	
10,0	
15,0	
20,0	
25,0	0,080
40,0	0,407
50,0	1,090
80,0	9,216
85,0	10,932
100,0	21,792

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

© By IDAT-GmbH 1995 - 2011 V 4.10 2029

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 06 Bauvorhaben : Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena, Regensburg Ausgeführt durch : JHi am : 04.07.2025 Bemerkung : Wn[%] = 6,8 Probe: 253171	Bestimmung der Korngrößenverteilung **Naß-/Trockensiebung** nach DIN EN ISO 17892-4	Entnahmestelle : BS3 - E3 Entnahmetiefe : 3,0 - 5,0 m unter GOK Bodenart : Kies, stark sandig, schluffig (gem. BA) Art der Entnahme : gestört Entnahme am : 23.06.2025 durch :



Kurve Nr.:				Bemerkungen
Arbeitsweise				
U = d60/d10 / C_C / Median				
Bodengruppe (DIN 18196)	GU* / GT*			
Geologische Bezeichnung				
kf-Wert				
Kornkennziffer:	0 1 2 7 0 mG,fg',gs',ms',fs',u			

Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L25221489 - KGV 06
Anlage : 4
zu : 25221489

Anlage 5

BV: Erweiterung Business-Lounge Donau-Arena Regensburg
Fotoaufnahmen







