



Gesellschaft für Baugeologie
und -meßtechnik mbH
Baugrundinstitut



Geotechnischer Bericht

Projekt **Neubau einer Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz**

Auftraggeber **Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH**
Leitzstr. 45
70469 Stuttgart

Auftragnehmer/Gutachter **gbm Gesellschaft für Baugeologie und –meßtechnik mbH**
Pforzheimer Str. 128b
D- 76275 Ettlingen
Telefon: +49 (0) 7243-7632-0
Telefax: +49 (0) 7243-7632-50
Email: ettlingen@gbm-baugrundinstitut.de

Projektnummer **e-326924**

SachbearbeiterIn **Diplom-Geologe Athanassios Pourikas**

Erstellt **12.02.2025**

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Veranlassung	5
2 Verwendete Unterlagen	5
3 Örtliche Situation und Bauvorhaben	7
4 Durchgeführte Untersuchungen.....	7
4.1 Felduntersuchungen	7
4.2 Bodenmechanische Laborversuche.....	9
4.3 Umwelttechnische Laborversuche	10
5 Baugrund-/Grundwasserverhältnisse	10
5.1 Geologischer Überblick	10
5.2 Geotechnisches Baugrundmodell.....	11
5.3 Grundwasser	12
5.4 Bodenmechanische Laborergebnisse.....	14
5.4.1 Korngrößenverteilung	14
5.4.2 Konsistenzgrenzen	15
5.4.3 Wassergehalte.....	15
5.5 Umwelttechnische Laborergebnisse	16
6 Bautechnische Klassifizierung.....	17
6.1 Geotechnische Kategorie	17
6.2 Seismische Verhältnisse	17
6.3 Frosteinwirkung.....	17
6.4 Hydrogeologische Verhältnisse	17
6.5 Versickerung von Niederschlagswasser.....	18
7 Geotechnische Eigenschaften.....	18
7.1 Bodenklassifikation.....	18
7.2 Charakteristische Bodenkennwerte	18
8 Homogenbereiche	19
9 Bautechnische Empfehlungen	20
9.1 Allgemeines	20
9.2 Neubau des Transportgleises	20
9.2.1 Vorgaben und Anforderungen für den Gleisbau	20
9.2.2 Hinweise zum Gleisbau	21
9.3 Straßenbau	22
9.4 Umsetzfundament.....	24

9.4.1	Allgemeines	24
9.4.2	Gründung	24
10	Erdbautechnische Empfehlungen	25
10.1	Hinweise zur Bauausführung	25
10.2	Baugrube	25
10.3	Wasserhaltungsmaßnahmen	26
10.4	Bodenaustausch	26
10.5	Ausbildung der Gründungssohlen und Planien	27
10.6	Wiederverwendbarkeit der Aushubmaterialien	27
11	Ergänzende Hinweise	28

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lagepläne und Querprofile	
Anlage 1.1	Lageplan	1: 500
Anlage 1.2	Geotechnischer Schnitt	1: 200
Anlage 2	Aufschlussprotokolle	
Anlage 2.1	Profile Kleinrammbohrung (KRB)	1: 50
Anlage 2.2	Sondier Protokolle (DPH)	1: 50
Anlage 3	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	
Anlage 3.1	Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	
Anlage 3.2	Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12	
Anlage 3.3	Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1	
Anlage 4	Umwelttechnische Laboruntersuchungen	
Anlage 4.1	Prüfberichte Umweltuntersuchung Boden nach EbV	
Anlage 5	Erdstatische Berechnungen	
Anlage 6	Datenblätter der Homogenbereiche	

1 Veranlassung

Die Fa. TransnetBW GmbH beabsichtigt am Bahnhof Hergatz den Neubau einer Trafoumsetzstelle. Der Trafo soll auf die vorhandene Gleisstrecke 4560 bis zum Bf Hergatz antransportiert werden und von dort auf den nordwestlich nebenliegenden Weg umgesetzt werden. Zu diesem Zweck wird ein ca. 185 m langes Gleis gebaut, das mittels Weiche an das vorhandene Gleis 3 des Bahnhofs Hergatz angeschlossen wird. Zum weiteren Transport des Trafos wird im Anschluss an das neue Gleis der Bau einer ca. 300 m langen, asphaltierten Straße vorgesehen.

Als Grundlage für die Planung der Trafoumsatzstelle wurde das Ingenieurbüro gbm vom Ingenieurbüro Krebs und Kiefer, Stuttgart, beauftragt, die Baugrundverhältnisse im Bereich der Projektfläche zu erkunden und fachtechnisch zu bewerten. Des Weiteren soll eine abfalltechnische Voruntersuchung des Baugrunds durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Baugrunderkundung sind im vorliegenden Geotechnischen Bericht enthalten.

2 Verwendete Unterlagen

Zur Erstellung des Baugrundgutachtens standen gbm folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Bestandslageplan, Maßstab 1:250, trigeo Ingenieur- und Vermessungsgesellschaft mbH, übermittelt von Krebs+Kiefer GmbH Ingenieure Stuttgart am 21.03.2024
- [2] Plan, Umsetzfundament für 100 bis 600-MVA Transformatoren der Transnet BW, vom 02.12.2021
- [3] Statische Berechnung Umsatzfundament F60-4 für 100 bis 600 MVA Transformatoren nach EC 2, Römeringenieure, Dortmund, 12.2021
- [4] Geologische Übersichtskarte von Bayern (dIGK25). Portal des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (www.umweltatlas.bayern.de).
- [5] BayernAtlas – Kartenviewer des Freistaates Bayern mit Karten, Luftbildern und Themenkarten. Geoportal Bayern, Portal des Bayerischen Staatsministeriums der Finanzen und für Heimat. (www.geoportal.bayern.de).
- [6] Karte zu Frosteinwirkungszonen in Deutschland. Bundesanstalt für Straßenwesen (Bast) (www.bast.de)
- [7] Erdbebenzonenabfrage. GFZ Helmholtz-Zentrum Potsdam (www-app5.gfz-potsdam.de).
- [8] EC 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben, DIN EN 1998-1
- [9] DIN EN 1997-1:2014-03: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013
- [10] DIN EN 1997-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln.
- [11] ZTVE-StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (2017).

- [12] Arbeitsblatt DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., April 2005.
- [13] RIL 836 – Erdbauwerke und sonstige geotechnischen Bauwerke planen, bauen und instandhalten – Version 1.0, gültig ab 01.05.2022.
- [14] Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01, Fassung 2005)
- [15] Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung-AVV)*, Vorschriften-sammlung der Gewerbeaufsicht Baden-Württemberg, AbfR 2.2.21, 2020
- [16] Ersatzbaustoffverordnung vom 09. Juli 2021
- [17] Deponieverordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S.900), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 09. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598) geändert worden ist.
- [18] RStO 12 – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2014

3 Örtliche Situation und Bauvorhaben

Das Projektgebiet befindet sich nordwestlich des Bahnhofs Hergatz und erstreckt sich zwischen der Bregenzer Straße im Osten und einer Fußgängerüberführung im Westen. Abbildung 3-1 zeigt einen Übersichtslageplan mit dem in Rot hervorgehobenen Untersuchungsbereich. Nach [5] liegt das Untersuchungsgebiet auf einer mittleren Höhe von ca. 555 m NN.



Abbildung 3-1: Übersichtslageplan (Ausrichtung nach Norden). Das untersuchte Gebiet ist Rot umrandet. Quelle [5]

Nach aktuellem Planungsstand [1] ist der Neubau eines ca. 185 m langen Gleises geplant, um den mit dem Trafo beladenen Gleiswagen an die vorgesehene Verladestelle heranfahren zu können. Der Anschluss an das vorhandene DB Netz (Gleis 3, Bf Hergatz) soll durch den Bau einer Weiche erfolgen.

Das Gleis wird in einem Teilbereich von ca. 80 m befahrbar ausgeführt (z.B. Dresdner Oberbau). Innerhalb des Gleiskörpers wird ein Einzelfundament aus Stahlbeton erstellt, das als „Umsetzfundament“ dienen soll. Das soll gemäß [2] eine Länge von 5,50 m sowie eine Breite von 3,40 m aufweisen.

Für den weiteren Trafotransport bis zu Bregenzer Straße ist der Bau einer ca. 300 m langen und 5,0 m breiten, asphaltierten Straße geplant.

4 Durchgeführte Untersuchungen

4.1 Felduntersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse in der geplanten Baufläche wurden im Zeitraum vom 17.09.2024 bis 19.09.2024 8 Kleinrammbohrungen (KRB), und 3 Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) durchgeführt.

Die Kleinrammbohrungen wurden alle bis in Tiefen von 1,50 m bis 8,0 m abgeteuft. Zur Ermittlung der Lageverhältnisse wurden darüber hinaus drei Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2:2012 durchgeführt, die Endteufen von 5,8 m bis 7,8 m u. GOK erreichten.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist im Detaillageplan der Anlage 1 dargestellt. Die Schichtenprofile der Kleinrammbohrungen sind der Anlage 2.1, die Protokolle der Schweren Rammsondierungen der Anlage 2.2 zu entnehmen.

Die Aufschlusspunkte wurden nach Abschluss der Erkundungsarbeiten lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Tabelle 4-1 zeigt die Ansatzhöhen und Endteufen der Aufschlüsse, die entnommenen Bodenproben sowie die durchgeführten bodenmechanische und umwelttechnische Versuche.

Tabelle 4-1: Übersicht Aufschlüsse, Bodenproben und Versuche.

Aufschluss	Ansatzpunkt [m ü. NN]	Endteufe [m]	Proben	Entnahmetiefe [m]	Laborversuche
KRB 1	555,29	3,00	UwP1	0,10-1,00	Teilprobe von MP1,
			P1	0,10-1,00	Wassergehalt, Siebung
			P2	1,00-1,90	-
			P3	1,90-3,00	Wassergehalt, Siebung + Sedimentation
KRB 2	555,30	4,90	UwP1	0,10-1,00	Teilprobe von MP1,
			P1	0,10-1,40	Wassergehalt, Siebung
			P2	1,40-2,70	Wassergehalt, Siebung, Fließ- und Ausrollgrenzen
			P3	2,70-3,70	
			P4	3,70-4,30	Fließ- und Ausrollgrenzen
			P5	4,30-4,90	Wassergehalt, Siebung + Sedimentation
KRB 3	555,26	8,0	UwP1	0,10-1,00	Teilprobe von MP1,
			P1	0,10-1,00	
			P2	1,00-1,50	
			P3	1,50-3,00	Wassergehalt, Siebung + Sedimentation
			P4	3,10-4,40	Wassergehalt, Siebung + Sedimentation
			P5	4,40-5,50	
			P6	5,50-6,50	Wassergehalt, Siebung + Sedimentation
			P7	6,50-8,00	Wassergehalt, Siebung + Sedimentation
KRB 4	555,18	2,50	UwP1	0,10-1,00	Teilprobe von MP2,
			P1	0,10-1,00	

Aufschluss	Ansatzpunkt [m ü. NN]	Endteufe [m]	Proben	Entnahmetiefe [m]	Laborversuche
			P2	1,00-1,60	Wassergehalt, Siebung + Sedimentation
			P3	1,60-2,50	Fließ- und Ausrollgrenzen
KRB 5	554,92	3,00	UwP1	0,10-1,00	Teilprobe von MP2,
			P1	0,10-0,60	
			P2	0,60-1,00	
			P3	1,00-1,60	Fließ- und Ausrollgrenzen
			P4	1,60-3,00	Fließ- und Ausrollgrenzen
KRB 6	554,97	3,00	UwP1	0,30-0,90	Teilprobe von MP2
			P1	0,30-0,90	Wassergehalt, Siebung
			P2	0,90-2,00	Wassergehalt, Siebung + Sedimentation, Fließ- und Ausrollgrenzen
			P3	2,00-3,00	Fließ- und Ausrollgrenzen
KRB 7	555,26	3,00	UwB1	0,10-0,60	Teilprobe von MP2
			P1	0,10-1,00	
KRB 8	555,63	3,00	UwB 1	0,10-0,90	Teilprobe von MP2
			P1	0,10-0,90	Wassergehalt, Siebung
			P2	1,00-3,00	Wassergehalt, Siebung + Sedimentation, Fließ- und Ausrollgrenzen
DPH 2	555,30	5,40	-	-	
DPH 3	555,26	5,40	-	-	
DPH 4	555,18	5,40	-	-	
UwP: Gestörte Umweltbodenprobe P: gestörte Bodenprobe					

4.2 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Bestimmung von Bodenkennwerten wurden Proben entnommen und im Bodennlabor gemäß DIN EN ISO 17892 bzw. gemäß den gültigen Normen und Merkblättern untersucht. Der Untersuchungsumfang ist in Tabelle 4-1 dargestellt.

4.3 Umwelttechnische Laborversuche

Die umwelttechnischen Untersuchungen (Probennahme, chemoanalytischen Laboruntersuchungen) dienen dem Ziel, mögliche Belastungen des auszuhebenden Bodenmaterials zu bestimmen, um darauf basierend eine orientierende Vorabdeklaration (Verwertung oder Beseitigung) vornehmen zu können.

Zu diesem Zweck wurden pro Aufschluss (KRB) eine Bodeneinzelprobe bis zu einer Tiefe von 1,0 m unter GOK entnommen. Anschließend wurden aus den Bodeneinzelproben zwei Mischproben MP1 (KRB1 bis KRB 4) und MP 2 (KRB4 bis KRB 8) gebildet und nach der Ersatzbaustoffverordnung (EbV) [16] untersucht.

Die umwelttechnisch untersuchten Proben sind in Tabelle 4-2 aufgelistet. Die Probenentnahmestellen sind dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen.

Tabelle 4-2: Probenahme und durchgeführte umwelttechnische Untersuchungen.

Probenahme				Durchgeführte Untersuchungen	
Aufschluss	Einzelproben	Material	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Probe	umwelttechnische Untersuchungen
KRB 1	UwP 1	Boden	0,10-1,00	MP 1	Gem. EbV [16]
KRB 2	UwP 1	Boden	0,10-1,00		
KRB 3	UwP1	Boden	0,10-1,00		
KRB 4	UwP1	Boden	0,10-1,00		
KRB 5	UwP1	Boden	0,10-1,00	MP2	Gem. EbV [16]
KRB 6	UwP1	Boden	0,10-1,00		
KRB 7	UwP1	Boden	0,10-1,00		

5 Baugrund-/Grundwasserverhältnisse

5.1 Geologischer Überblick

Nach der Geologischen Übersichtskarte von Bayern [4] liegt die Baumaßnahme im Bereich der pleistozänen Grundmoräne.

Die Grundmoräne ist in der Regel als Geschiebemergel ausgebildet und stellt ein fest gelagertes Gemenge aus Ton, Schluff, Sand mit Geröllen und Geschieben dar. Die Grundmoräne kann stark kiesig oder stark tonig entwickelt sowie durch Aufnahme von Lokalmaterial geprägt sein.

Bei sandiger und/oder kiesiger Ausbildung der Grundmoräne führen die Schichten in der Regel Grundwasser, das oft gespannt, oder auch artesisch gespannt sein kann.

5.2 Geotechnisches Baugrundmodell

Durch Interpolation der punktuellen Aufschlüsse wurde unter Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge ein 2-dimensionales Baugrundmodell entwickelt. Der Aufbau, die Zusammensetzung sowie die bautechnischen Eigenschaften des Untergrundes werden nachfolgend beschrieben. Das für das Bauvorhaben zugrunde gelegte Baugrundmodell ist in der Anlage 1.2 wiedergegeben.

Aus den Ergebnissen der durchgeführten Kernbohrungen und Rammsondierungen wurde ein Baugrundmodell mit folgenden Bauwerkselementen und Gesteinsschichten abgeleitet:

Schicht 1: Auffüllung

In allen durchgeführten Aufschlüssen wurden Auffüllungen angetroffen, die aufgrund ihrer Kornzusammensetzung bzw. bautechnischer Eigenschaften in folgenden Teilschichten unterteilt werden:

Schicht 1.1 Grobkörnige Erdmassen (Kies-Sand)

Diese Schicht aus grau bis graubraun gefärbten, schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen, schwach steinigen, Kiesen der Bodengruppe [GU, GU*] wurde direkt an der Oberfläche in eine Mächtigkeit von 0,30 m bis 1,40 m aufgeschlossen. Lokal sind Eisenbahnschotter und Ziegelbruch beigemischt. Die obersten 0,10 m dieser Auffüllung, sind lokal als Oberboden ausgebildet und somit leicht humos. Der Boden kann nach der ZTV-E Stb. 17- 1 [11] in die Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 eingeteilt werden.

Schicht 1.2: Feinkörnige Erdmassen

Unter der grobkörnigen Auffüllung wurden im Bereich von KRB 5 bis KRB 7 (östlicher Teilbereich der Untersuchungsfläche) eine ca. 0,60 m bis 0,90 m mächtige, braun gefärbte Auffüllung aufgeschlossen. Gemäß Feldansprache handelt es sich hierbei um einen sandigen Schluff/Ton mit vereinzelt kiesigen bzw. steinigen Beimengungen (saSi/Cl nach DIN EN ISO 14688). Das Bodenmaterial kann den Bodengruppen [TL] nach DIN 18196 zugewiesen werden. Der Boden kann nach der ZTV-E Stb. 17 [11] in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 eingeteilt werden. Die Konsistenz der Schicht ist überwiegend steif.

Schicht 2: Deckschicht

Unter der Auffüllung stehen als gewachsener Baugrund Deckschichten an. Es handelt sich dabei um entfestigtem Geschiebemergel und/oder um Abschlammungen aus Hangbereichen. Aus geotechnischer Sicht handelt es sich um sandig-kiesigen und bereichsweise steinigen Schluff/Ton bzw. und schluffig-tonigen Sand mit lokal schwach kiesigen und steinigen Anteilen. Die Zustandsform der Deckschicht ist von weicher bis steifer und steifer Konsistenz.

Aus dem Verlauf der Körnungskurven (s. Anlage 3.1) lassen sich Feinkornanteile zwischen 39,7 Gew.-% und 60,1 Gew.-% ermitteln. Somit ist die Deckschicht den Bodengruppen TL, TM und SU*/ST* nach DIN 18196 zuzuordnen. Nach der ZTV-E Stb. 17 [11] ist der Boden der Deckschicht in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen.

Die Böden der Deckschicht weisen eine geringe Plastizität auf und sind sehr wasserempfindlich. Eine Entfestigung tritt bereits bei geringer Wasseraufnahme ein.

Erfahrungsgemäß können in der Deckschicht nichtbindige Lagen vorhanden sein, die Schichtwasser führen können. Die Deckschicht reicht bis in Tiefen von 1,80 bis 3,10 m unter Gelände.

Schicht 3: Geschiebemergel

Unter der Deckschicht folgen die Böden der Grundmoräne. Diese wurden überwiegend als bindige bis gemischt-körnige weitgestufte Böden (Geschiebemergel) angetroffen. Aus geotechnischer Sicht handelt es sich um sandig-kiesiger und bereichsweise steiniger Schluff/Ton bzw. und schluffig-tonigen Sand mit lokal schwach kiesigen und steinigen Anteilen (siehe auch Korngrößenverteilungen in Anlage 3.1). Aus dem Verlauf der Körnungskurven (s. Anlage 3.1) lassen sich Feinkornanteile zwischen 33,0 Gew.-% und 49,2 Gew.-% ermitteln. Somit ist der Geschiebemergel den Bodengruppen TL, SU*/ST* nach DIN 18196 zuzuordnen. Nach der ZTV-E Stb. 17 ist der Boden der Deckschicht in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen.

Erfahrungsgemäß muss im Geschiebemergel immer wieder und unregelmäßig mit nichtbindigen Schichten gerechnet werden, die Grund- bzw. Schichtwasser führen.

Der bindige Geschiebemergel wurde mit unterschiedlichen Konsistenzen von weich bis steif und steif angetroffen. Zur Tiefe hin treten im Geschiebemergel auch Bereiche mit halbfester bis fester Konsistenz auf. Erfahrungsgemäß ist in Bereichen mit halbfester und fester Konsistenz und bei hohem Karbonatanteil eine schwache karbonatische Bindung und dann felsähnliche Festigkeit des Geschiebemergels möglich. Während der Erkundung wurde an solche Stellen bzw. beim Antreffen von Steinen und Blöcken aufgrund des erhöhten Eindringwiderstandes der Bohrvorgang vor dem Erreichen der geplanten Bohrtiefen abgebrochen (KRB 2, KRB 4).

Die Böden des Geschiebemergels weisen ebenfalls eine geringe Plastizität auf und sind sehr wasserempfindlich. Eine Entfestigung tritt bereits bei geringer Wasseraufnahme ein.

Der Geschiebemergel enthält als Moränenboden Steine und Blöcke. Des Weiteren kommen in der Moräne zuweilen auch große Geschiebe (Fildlinge) von über 0,1 m³ Rauminhalt vor.

Erfahrungsgemäß können im Geschiebemergel nichtbindige Lagen vorhanden sein, die Schichtwasser führen können.

Der Geschiebemergel wurde bis zur Endteufe der ausgeführten Aufschlüsse erkundet.

5.3 Grundwasser

Mit Ausnahme der Aufschlüsse KRB 1 und KRB 7 (die aufgrund eines Bohr-Hindernisses nur eine Tiefe von 1,50 m unter GOK erreichte) wurde in den restlichen Aufschlüssen Grund-/Schichtwasser bzw. nasses Bohrgut in Höhenlagen von 2,90 m bis 2,05 m unter GOK (\approx 552,38 m NN bis 553,53 m NN) aufgeschlossen. Bei einer zwischen KRB 1 und KRB 2 befindlichen Grundwassermessstelle (s. Lageplan Anlage 1.1) wurde am 18.09.2024 ein Grundwasserspiegel bei 553,29 m NN (\approx 2,03 m unter GOK) gemessen.

Die gemessenen, unterschiedlichen und z.T. stark voneinander abweichenden Messungen deuten eher auf Schichtwasser als auf einen einheitlichen Grundwasserspiegel hin. Die sowohl lateral als auch vertikal festgestellte, unterschiedliche und stark abweichende Wassergehalte der Bodenschichten bestätigen ebenfalls diese Annahme.

Bei KRB 3 wurde ca. 1 Stunde nach Beenden der Bohrarbeiten ein Anstieg des Grund-/Schichtwasserspiegels um ca. 6 cm beobachtet, was auf gespannte Schichtwassers mindestens in diesem Bereich hindeutet.

Die ca. 450 m südöstlich des Projektgebiets fließende Leiblach stellt den generellen Vorfluter im Gebiet dar. Zusätzlich wird das Gebiet von einem Bach (Käsbach?) entwässert, der bei ca. km 18,4 der Strecke 4560 das Bahnhofsgelände von Nord nach Süd quert und in diesem Bereich eingedolt ist.

Nach dem BayernAtlas [5], liegt die Projektfläche in einem wassersensiblen Bereich, d.h. durch den Einfluss von Wasser geprägtes Gebiet. Nutzungen können hier durch über die Ufer tretende Flüsse und Bäche, zeitweisen hohen Wasserabfluss in sonst trockenen Tälern oder zeitweise hoch anstehendes Grundwasser beeinträchtigt werden. An kleineren Gewässern, an denen keine Überschwemmungsgebiete oder Hochwassergefahrenflächen vorliegen kann, die Darstellung der wassersensiblen Bereiche Hinweise auf mögliche Überschwemmungen und hohe Grundwasserstände geben und somit zu Abschätzung der Hochwassergefahr herangezogen werden.



Abbildung 2: Wassersensible Bereiche (hellbraune Flächen) aus [5] im Bereich der Projektfläche (rot)

Das Auftreten und der Andrang von oberflächennahem Schichtenwasser sind meist stark niederschlagsabhängig, jedoch ist im Geschiebemergel auch dauerhaft mit vorkommen von Grund- bzw. Schichtwasser zu rechnen.

5.4 Bodenmechanische Laborergebnisse

Für die weitere bodenmechanische Beurteilung und Klassifizierung des Baugrunds wurden an ausgewählten Proben Versuche zur Korngrößenverteilung, Konsistenz und Wassergehalt durchgeführt.

5.4.1 Korngrößenverteilung

Die Kornverteilungen wurden durch fünf Sieb- und neun Sieb-Schlamm-Analysen nach DIN EN ISO 17982, Teil 4 ermittelt. Die Versuchsergebnisse sind in nachfolgender Tabelle 5-1 dargestellt. Die zugehörigen Laborberichte sind der Anlage 3.1 zu entnehmen.

Tabelle 5-1: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Schicht	Kornanteil T / U / S / G [M-%]	Bodenart n. DIN 14688-1	Frostempfindlichkeitsklasse	Bodengruppe n. DIN 18196	Abgeleiteter Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert) [m/s]
KRB1-P1	0,10-1,00	1.1	-/24/23,9/52,1	G, s, u	F3	[GU*/GT*]	6·10 ⁻⁷
KRB2-P1	0,10-1,40		-/10,9/18,2/71,0	G, s, u	F2	[GU]	1·10 ⁻⁵
KRB8-P1	0,10-0,90		-/10,2/31,3/58,5	G, s*, u	F2	[GU]	1 * 10 ⁻⁵
KRB6-P1	0,30-0,90	1.2	-/65,7/22,2/12,1	U, s, g'	F3	TL/TM	< 1·10 ⁻⁷
KRB2-P2	1,40-2,70	2	-/41,4/57,7/1,2	S, u*	F3	TL/TM	2·10 ⁻⁷
KRB3-P3	1,50-3,00		17,1/35,5/47,1/0,3	S/U, t'	F3	SU*/TL	3·10 ⁻⁹
KRB4-P2	1,00-1,60		16,0/23,7/38,2/22,1	S, u, g, t	F3	TL	3·10 ⁻⁸
KRB6-P2	0,90-2,00		14,1/26,4/30,7/27,8	U, s*, g*, t	F3	SU*/TL	2·10 ⁻⁸
KRB8-P2	1,00-3,00		22,6/37,5/26,4/13,5	U, t, s, g'	F3	TL	< 1·10 ⁻⁷
KRB1-P3	1,90-3,00		14,7/26,2/30,1/29,1	G/S, u*, t	F3	GU*/GT*, TL	2·10 ⁻⁸
KRB2-P5	4,30-4,90	3	14,3/34,5/26,4/24,8	U, s*, g*	F3	GU*/GT*, TL	5·10 ⁻⁹
KRB3-P4	3,10-4,40		9,5/23,5/65,3/1,7	S, u, t	F3	SU*	1·10 ⁻⁷
KRB3-P6	5,50-6,50		10,9/31,6/34,7/22,8	U, s*, g, t'	F3	SU*, TL	1·10 ⁻⁸
KRB3-P7	6,50-8,0		18,0/31,1/29,7/21,1	U, t, s, g	F3	TL, TM	5·10 ⁻⁹

5.4.2 Konsistenzgrenzen

An nachfolgenden Proben wurden jeweils die Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 ermittelt. Die detaillierten Ergebnisse sind der Anlage 3.2 zu entnehmen.

Tabelle 5-2: Laborergebnisse Zustandsgrenzen

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Schichtzuordnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Konsistenz	Konsistenzzahl I_c	Plastizitätszahl I_p [%]
KRB 2-P2	1,40-2,70	2	TM, TA	halbfest	1,60	23,0
KRB5-P3	1,00-1,80		TL/ST	weich	0,67	9,8
KRB6-P2	0,90-2,00		TL	weich	0,69	15,8
KRB8-P2	1,00-3,00		TL/ST	steif	0,89	9,4
KRB2-P4	3,70-4,30	3	ST/TL	halbfest	2,20	10,0
KRB4-P3	1,60-2,50		TL	breiig	0,10	15,7
KRB5-P4	1,80-3,0		TL	breiig	0,15	20,1
KRB6-P3	2,00-3,00		ST/TL	weich	0,55	11,8

Es ist zu erwähnen, dass bei den untersuchten Bodenproben um bindige, gemischtkörnige Böden mit einem Feinkornanteil von 40 bis 60 Gew.-%. Somit betreffen die in Tabelle 5-2 dargestellte Ergebnisse nur die feinkörnige Matrix der untersuchten Bodenprobe (Korngröße < 0,4 mm) und nicht die Gesamtprobe.

5.4.3 Wassergehalte

In der nachfolgenden Tabelle 5-3 sind die natürlichen Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1 aufgelistet. Die detaillierten Versuchsergebnisse sind der Anlage 3.3 zu entnehmen.

Tabelle 5-3: Laborergebnisse zum natürlichen Wassergehalt.

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Schicht	Schichtbeschreibung	Wassergehalt [%]
KRB1-P1	0,10-1,00	1.1	Auffüllung: Grobkörnige Erdmassen	6,1
KRB2-P1	0,10-1,40			7,8
KRB8-P1	0,10-0,90			4,7
KRB6-P1	0,30-0,90	1.2	Auffüllung: Feinkörnige, Erdmassen	13,6

Probe	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Schicht	Schichtbeschreibung	Wassergehalt [%]
KRB2-P2	1,40-2,70	2	Deckschicht	20,3
KRB3-P3	1,50-3,00			18,3
KRB4-P2	1,00-1,60			13,1
KRB6-P2	0,90-2,00			14,0
KRB8-P2	1,00-3,00			16,4
KRB1-P3	1,90-3,00	3	Geschiebemergel (Grundmoräne)	6,9
KRB2-P5	4,30-4,90			10,6
KRB3-P4	3,10-4,40			21,3
KRB3-P6	5,50-6,50			11,0
KRB3-P7	6,50-8,0			7,9

5.5 Umwelttechnische Laborergebnisse

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Umweltuntersuchung des Bodens dargestellt. Die ausgewiesenen vollständigen Laborprüfberichte können der Anlage 4.1 entnommen werden.

Von jeder KRB wurde bis zu einer Tiefe von 1,0 m unter GOK eine Bodeneinzelprobe entnommen aus denen zwei Mischproben (MP1 und MP2) gebildet wurden, die gemäß EbV [16] untersucht wurden. Da alle Bodenproben als BM-Material eingestuft werden konnten, kann das Material wieder eingebaut werden und darf nach Kreislaufwirtschaftsgesetz nicht entsorgt werden.

Tabelle 5-4: Ergebnisse und Bewertung der chemischen Analysen der entnommenen Bodenproben nach EbV.

Probe	Labor-Nummer	Analyse	maßgebende Parameter	Messwert	Klasse nach EbV	AVV-Nummer
MP 1 (KRB1, KRB 2, KRB 3, KRB 4)	UST-24- 0084179-01	Feststoff	Zink	792	BM-F3	170504
		Eluat	-	-		
MP 2 (KRB 5, KRB 6, KRB 6, KRB 8)	UST-24- 00084179- 02	Feststoff	-		BM-F0	170504
		Eluat	-			

Die Zuordnung der AVV-Nummer erfolgt nach [15] zu 170504.

6 Bautechnische Klassifizierung

6.1 Geotechnische Kategorie

Aufgrund der geotechnischen Eigenschaften des Baugrunds und der Wechselwirkungen zwischen Bauwerk und Untergrundschichten ist das Bauvorhaben entsprechend DIN EN 1997-1:2014-03 (EC7 – Teil 1) [9] der Geotechnischen Kategorie 2 zuzuordnen.

6.2 Seismische Verhältnisse

Nach Eurocode 8 [8] wird dem Untersuchungsgebiet die Baugrundklasse C und die Untergrundklasse S zugeordnet. Die seismische Einwirkung wird durch ein Bemessungsspektrum nach DIN EN 1998-1/NA beschrieben. Dieses ermittelt sich auf Grundlage der ortsabhängigen spektralen Antwortbeschleunigung $S_{aP,R}$, der am Standort vorliegenden geologischen Untergrundklasse (Klassen R, S, T) und der Baugrundklasse (A, B, C).

Nach DIN EN 1998-1/NA:2023-11 ist für das Projektgebiet die Baugrundklasse C (grobkörnige (rollige) bzw. gemischtkörnige Lockergesteine in mitteldichter Lagerung bzw. in mindestens steifer Konsistenz oder feinkörnige (bindige) Lockergesteine in mindestens steifer Konsistenz) maßgebend.

Die spektrale Antwortbeschleunigung ist für ganz Deutschland in Abhängigkeit der geografischen Koordinaten online beim Deutschen Geoforschungszentrum GFZ [7] abrufbar. Hiernach liegt am eine spektrale Antwortbeschleunigung im Plateaubereich von $S_{aP,R} = 1,417 \text{ m/s}^2$ vor.

Damit können nach DIN EN 1998-1 die elastischen Antwortspektren unter Berücksichtigung des vom Tragwerksplaner festzulegenden Bedeutungsbeiwerts γ_I nach Tabelle NA.5 und des Untergrundparameters bestimmt werden.

Die Bemessungs-Bodenbeschleunigung a_g für das Untergrundverhältnis A-R lässt sich unter Berücksichtigung des vom Tragwerksplaner festzulegenden Bedeutungsbeiwerts γ_I nach Tabelle NA.5 wie folgt berechnen:

$$a_g = \gamma_I \cdot a_{gR} = \gamma_I \cdot S_{aP,R} / 2,5$$

wobei a_{gR} die Referenz-Spitzenbodenbeschleunigung für das Untergrundverhältnis A-R für eine Referenz-Wiederkehrperiode von $T_{NCR}=475$ Jahre ist.

6.3 Frosteinwirkung

Das Untersuchungsgebiet liegt nach [6] in der Frosteinwirkungszone II.

6.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Im Baugrund muss mit Grundwasser/Schichtwasser in nicht bindigen und schwach bindigen Schichten mit erhöhtem Grobkornanteil innerhalb der Schichten 2 (Deckschicht) und 3 (Geschiebemergel) gerechnet werden. Das Grundwasser/Schichtwasser kann gespannt oder artesisch gespannt sein. Aufgrund fehlender langfristiger Erhebungen für die möglichen Grundwasserhöhen am Standort des geplanten Bauvorhabens können keine charakteristischen Grundwasserhöhen für den Niedrig- (GW_{min}) und den Hochstand (GW_{max}) angegeben werden.

Aus diesen Gründen sowie der Tatsache, dass die Projektfläche gemäß [5] als wassersensibler Bereich zuzuordnen ist, wird für das Projektgebiet als Bemessungswasserstand die **Oberkante Gelände** empfohlen.

Die Art der Wassereinwirkung nach DIN 18533 und die entsprechenden Maßnahmen können erst im Zuge der konkreten Planung angegeben werden.

Für den Bemessungswasserstand kann die niedrigste das jeweilige Bauwerk umgebende Geländehöhe angesetzt werden, wenn durch eine Drainage oder durchlässige Hinterfüllung in höheren Bereichen ein Anstieg von Schicht- und Stauwasser verhindert und eine Entwässerung zum Geländetiefpunkt hin dauerhaft gewährleistet wird.

Mögliches gespanntes Grundwasser im Untergrund ist z.B. bei tiefer auszuführenden Erdarbeiten zu beachten.

6.5 Versickerung von Niederschlagswasser

Die Wasserdurchlässigkeit der überwiegend vorhandenen bindigen Böden liegen außerhalb des entwässerungstechnisch erforderlichen Durchlässigkeitsbereichs von $k \geq 10^{-4}$ m/s nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-138. Zum anderen ist der Bemessungswasserstand auf OK Gelände anzunehmen, so dass für das geplante Baugebiet eine Versickerung nicht geeignet ist.

7 Geotechnische Eigenschaften

7.1 Bodenklassifikation

Auf der Grundlage der Laborergebnisse und der Feldansprache können die angetroffenen Schichten, wie folgt klassifiziert werden:

Tabelle 7-1: Geotechnische Klassifikation des Untergrundes

Schicht Nr.	Schichtbezeichnung	Lagerungsdichte/ Konsistenz	Bodengruppe nach DIN 18196	Frostempfindlichkeits- klasse nach ZTVE-StB 12
1.1	Auffüllung: Erdmassen, gemischtkörnig	mitteldicht	[GU, GU*]	F2/F3
1.2	Auffüllung: Erdmassen, feinkörnig	steif	[TL, TM]	F3
2	Deckschichten	weich bis steif, steif	TL, TM, SU*/ST*	F3
3	Geschiebemergel (Grundmoräne)	steif, lokal weich bzw. halbfest bis fest	TL, SU*/ST	F3

7.2 Charakteristische Bodenkennwerte

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Baugrunderkundung, nach Erfahrungswerten und den Angaben der DIN 1055-2:2010-11 können für geotechnische Berechnungen die in Tabelle 7-2 dargestellten charakteristischen Bodenkenngrößen für die relevanten Bodenschichten im Bereich des Baugeländes angesetzt werden.

Tabelle 7-2: Charakteristische Bodenkennwerte

Schicht-Nr.	Schichtenbezeichnung	γ_k/γ_k [kN/m ³]	ϕ_k' [°]	c_k' [kN/m ²]	c_u [kN/m ²]	$E_{k,s}$ [kN/m ²]
1.1	Auffüllung: Erdmassen, grobkörnig	19,5/9,5	30,0	0,0	-	15-25 (20)
1.2	Auffüllung: Erdmassen, feinkörnig	20/10	22,5-27,5 (25,0)	0,0-2,0 (1,0)	-	8,0-12,0 (10,0)
2	Deckschichten, weich bis steif, lokal halbfest	20/10	30,0	0,0-2,0 (1,0)	-	6,0-12,0 (9,0)
3	Geschiebemergel (Grundmoräne) staif-halbfest	19,0/9,0	25,0-30,0 (27,5)	0,0-5,0 (3,0)	-	15-30 (25,0)

*: Klammerwerte können für statische Berechnungen angesetzt werden.

8 Homogenbereiche

Gemäß den gültigen ATV-Normen der VOB-Teil C (Ausgabe 2019 und Ergänzung 2023) ist der Baugrund in Bezug auf Bauleistungen in Homogenbereiche einzuteilen. Die Einteilung der Homogenbereiche ergibt sich aus den in den einzelnen Normen geforderten Angaben zu geomechanischen und umwelttechnischen Parametern. Seitens des Baugrundgutachters kann zum jetzigen Zeitpunkt nur abgeschätzt werden, welche Bauleistungen anfallen und welche ATV-Normen bzgl. der Einteilung des Baugrundes in Homogenbereiche zur Anwendung kommen. Hierbei handelt es sich voraussichtlich

- DIN 18300: Erdarbeiten

Eine im Sinne der DIN 18300:2019 und dem Ergänzungsband von 2023 umfassende Charakterisierung der Homogenbereiche ist der Anlage 5 zu entnehmen. Die folgende Tabelle 8-1 gibt eine Übersicht für die nach Planung relevanten Baugrundeinheiten (Homogenbereiche).

Tabelle 8-1: Homogenbereiche des untersuchten Baugrunds.

Stratigraphie	Schicht-Nr.	Homogenbereichsnummer Erdarbeiten
Auffüllungen	1	ERD-1
Deckschicht	2	ERD-2
Grundmoräne	3	ERD-3

Die Einteilung in Homogenbereiche muss mit fortgeschrittener Planung, insbesondere unter Berücksichtigung von Bauzuständen und -phasen, überprüft und ggf. fortgeschrieben werden.

9 Bautechnische Empfehlungen

9.1 Allgemeines

Die Baumaßnahme umfasst

- Der Neubau eines Gleises zum Transport des Trafos
- Neubau Anschluss Straße mit Herstellung der Verbindung zwischen Transportgleis und Bregenzer-Straße, und
- Bau des Umsatzfundamentes

Angaben zur Gründungstiefen bzw. Lage von Planien bzw. Gründungslasten liegen derzeit nicht vor. Das Grundwasser kann je Jahreszeit oberflächennahe liegen.

Im Folgenden werden bautechnische Empfehlungen und Hinweise zur Gründung/Herstellung der geplanten Bauwerke gemacht.

9.2 Neubau des Transportgleises

9.2.1 Vorgaben und Anforderungen für den Gleisbau

Für die Beurteilung der erkundeten Untergrundverhältnisse sowie für die nachfolgenden Empfehlungen zum Neubau des Gleises gehen wir vom Kriterium „Neubau/Schotteroberbau“ und einer Streckengeschwindigkeit von $v \leq 80$ km/h. Die Projektfläche liegt nach Ril 836.4101A04 im Frosteinwirkungsgebiet II.

Gemäß der Tabelle 1 des Ril-Moduls 836.4101A01 (s.a. Tabelle 9-1) beträgt der abzusichernde Tragbereich der geplanten bzw. des verbessernden Gleise 1,5 m unter SO. Der abzusichernde Tragbereich gilt für die gesamte Planumsbreite inklusive der Berücksichtigung des Druckausbreitungswinkels. Die Regelanforderungen an die erforderliche Dichte der Böden im abzusichernden Tragbereich sowie an die Verformungsmoduln auf der Oberfläche Tragschicht (OFTS) und auf dem Planum (PI) sind in Tabelle 9-1 und Tabelle 9-2 dargestellt.

Tabelle 9-1: Regelanforderungen an die Verdichtung für Neubau von Gleisanlagen mit Schotteroberbau gem. Tabelle 1 der Ril 836.4101A01

Einstufung	Abzusichernder Tragbereich (Tiefe u. SO)	Untergrund/bestehender Unterbau (im Druckbereich bis zur Tiefe des abzusichernden Tragbereiches)
$v \leq 80$ km/h	1,5 m	mindestens weich (Konsistenz $I_c \geq 0,6$) für bindige Böden, bzw. locker gelagert (Lagerungsdichte $D > 0,2$) für nicht bindige Böden

Tabelle 9-2: Regelanforderungen an den Verformungsmodul für den Neubau des Transportgleises gem. Tabelle 2 der Ril 836.4101A01

Einstufung	Abzusichernder Tragbereich (Tiefe u. SO)	Regelwert E_{v2}/E_{vd} [MN/m ²] OK Schutzschicht (OFTS)	Regelwerte E_{v2}/E_{vd} ¹⁾ [MN/m ²] Planum
$v \leq 80$ km/h	1,5 m	80/40	45/25

Schutzschichten (Tragschichten) sind als Regel vorzusehen. Die Ausführung von Schutzschichten ist in der Ril 836.4104 geregelt. Schutzschichten sollen aus geeigneten Baustoffgemischen nach Festlegungen der DBS 918062 auf dem Planum von Erdbauwerken hergestellt werden. In Tabelle 9-3 ist die Regelausbildung von Schutzschichten bei Schotteroberbau dargestellt. Als Mindestanforderung an die Verdichtungsgrade für Schutzschichten in Eisenbahnfahrwegen ist im Regelfall $D_{PR} = 100\%$ nachzuweisen (Ril 836.4104, Abs. 2). Die Regelbreite von Schutzschichten ergibt sich aus der Forderung, dass die Schutzschicht über die volle Breite zwischen Bahnachse und Planumskante eingebaut werden muss.

Tabelle 9-3: Regelausbildung von Schutzschichten bei Schotteroberbau, gemäß Ril. 836.4101A03

Geotechnische Voraussetzungen	Randbedingung	Regelschutzschichtausbildung	zusätzliche Anforderungen
unabhängig vom Untergrund	$v \leq 80 \text{ km/h}$	Schutzschicht (PSS): KG 1 bzw. KG 2, Baustoffgemische für FSS gemäß TL SoB-Stb 07	bei KG 1, KG 2 keine, für Baustoffgemische Nachweis der Trennstabilität zum Untergrund

9.2.2 Hinweise zum Gleisbau

Es ist anzunehmen, dass die Gradienten des neuen Gleises etwa auf gleicher Höhe wie das bestehende Gleis 3 des Bahnhofs Hergatz liegt. Das SO von Gleis 3 wurde im Bereich des Anschlusses (ca. Fußgängerüberführung) bei ca. 555,40 m NN gemessen.

Für die nachfolgenden Bemessungen wird von einem Einbau von S 54-Schienen auf Betonschwellen ausgegangen. Ausgehend von einer Schotterbettdicke von 0,30 m kommt die Oberfläche der neuen Tragschicht (OFTS) bei ca. 0,65 m unter Schienenoberkante (SO) zu liegen.

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Erkundung KRB 1 bis KRB 4 im untersuchten Bereich stehen unterhalb des geplanten Planums und bis zur Tiefe des abzusichernden Tragbereiches ($=1,5 \text{ m u. SO}$) Auffüllungen (Schicht 1.1), sowie die Deckschichten (Schicht 2) mit einer Konsistenz von $I_c \geq 0,6$ (weiche bis steife bzw. steife Konsistenz). Die Anforderung der Ril 836.4101A01 für die Dichte des Bodens im abzusichernden Tragbereich wird somit erfüllt.

Ferner sind die unter dem geplanten Schotterbett anstehende Schichten überwiegend als stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3) zu bezeichnen. Aus diesem Grund ist in Anlehnung an die Ril 836 der Einbau einer Trag- bzw. Schutzschicht unter dem Schotterbett erforderlich. Die maßgebliche Trag- bzw. Schutzschichtdicke ergibt sich aus der Einhaltung der Regeldicke des Frostsicheren Aufbaus bzw. Oberbaus gem. Ril 836.4101A02 und ist in Tabelle 9-4 dargestellt.

Tabelle 9-4: Dicke des frostsicheren Aufbaus und der Trag- bzw. Schutzschichten nach Ril 836.4101A02 für Frosteinwirkungszone II

Kriterium	Dicke frostsicherer Aufbau nach Ril 836.4101A02 [m]	Dicke Frost- bzw. Schutzschicht nach Ril 836.4101A02 [m]
Neubau	0,65	0,35

Unter Berücksichtigung der Untergrundverhältnisse ist der Einbau einer Schutzschicht aus Korngemisch 1 (KG 1) nach DBS 918062 erforderlich. Auf der der OK Trag- bzw. Schutzschicht sind die erforderlichen Verformungskriterien einzuhalten (vgl. Tabelle 9-2).

Bei Einbau der Trag- bzw. Schutzschichten in den der in Tabelle 9-4 dargestellten Regeldicken (0,35) kommt das Planum (=UK Schutzschicht) in einer Tiefe von ca. 1,0 m unter SO zu liegen. Nach Ril 836.4101A01 ist auf dem Planum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen (s. a. Tabelle 9-2).

Aufgrund der Erkundungsergebnisse kann für den Untergrund/Unterbau unterhalb des (neuen) Planums in Anlehnung an Ril 836.4101A05, Bild A5.1 ein mittlerer Bemessungswert der Verformung von $E_H = 10 \text{ MN/m}^2$ bis 20 MN/m^2 (im Mittel: 15 MN/m^2) angenommen werden. Nach Ril 836.4101A05, Bild A 5.2 wird bei einem angenommenen Bemessungswert auf dem (neuen) Planum von $12,5 \text{ MN/m}^2$ eine

Schutzschichtstärke von $d_T = 0,70 \text{ m}$

erforderlich um den geforderten Verformungsmodul auf OKFTS zu erreichen. In Verbindung mit dem Einbau von Betonschwellen und Schotterbett wird dadurch ein Aushub bis ca. 1,35 m unter Schienenoberkante (SO) erforderlich.

Der für das (neue) Planum angenommener, mittlerer Bemessungswert der Verformung des Planums von $E_{v2} = E_H = 15 \text{ MN/m}^2$ ist durch die Ausführung von statischen Plattendruckversuchen nachzuweisen. Sollte sich bei den Prüfungen ein Verformungsmodul von $E_{v2} < 15 \text{ MN/m}^2$ ergeben, so ist die Dicke der Schutzschicht zu erhöhen.

Beim Einbau von Schutzschichten aus KG 1-Material, müssen diese an eine entsprechende Entwässerungsanlage angeschlossen werden. Die Entwässerungsanlagen müssen im zeitlichen Vorlauf vor der Umbaumaßnahme unter Berücksichtigung der maßgebenden Tiefenlage der Tragschichten, neu hergestellt werden.

Da die Projektfläche in einem wassersensiblen Bereich liegt, sollen die Entwässerungsanlagen so konzipiert werden, dass diese neben Oberflächenwasser auch Sicker-, Stau- und Schichtwasser beseitigen können. Nach Ril 836.4601 soll ungebundenes Bodenwasser sowie Schicht- und Stau- und Kapillarwasser dem Boden mittels Tiefenentwässerungen entzogen, weitergeleitet und zur Vorflut abgeführt werden. Die Anforderungen an Tiefenentwässerungen sind in den Modulen 836.4602 geregelt. Bei der Planung der Entwässerungsanlagen sind evtl. bestehende Entwässerungsanlagen mit zu berücksichtigen.

9.3 Straßenbau

Die Gradientenhöhe der geplanten Straße ist zu diesem Zeitpunkt nicht bekannt. Wir gehen davon aus, dass die Straßengradiente auf gleicher Höhe mit der SOK des geplanten Gleises bzw. der OK der Bregenzer Straße gebaut wird.

Die Belastungsklasse der geplanten Verkehrsfläche zwischen Gleis und Bregenzer Straße ist derzeit nicht bekannt. Wir gehen von einer Belastungsklasse von Bk 1,8 bzw. 3,2 aus. Eine Überprüfung der Belastungsklasse durch den Planer ist notwendig

Der durchgeführte Aufschluss hat gezeigt, dass der vorhandene Straßenaufbau nicht den Anforderungen der RStO 12 erfüllt. Oberflächennah und bis zur frostfreien Tiefe von 0,80 m stehen überwiegend gemischt und feinkörnige Böden, die der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen sind.

Die durchgeführte Baugrunderkundung im Bereich der geplanten Straße hat gezeigt das im Untergrund und im Bereich des Planums mässig bis stark frostempfindliche Böden (Schicht 1) der Fristempfindlichkeitsklassen F2 und F3 nach ZTVT-StB anstehen. Dies ist bei Bemessung der Dicke des frostsicheren Oberbaus gemäß RStO, Abschn. 3.2.2 zugrunde zu legen.

Zusätzlich soll der Oberbau gemäß Abschnitt 3.2.3 der RStO eine Mehrdicke von

- 5 cm (wegen Frosteinwirkungszone II) und
- 5 cm (Schicht-/Grundwasser zeitweise höher als 1,5 m unter Planum)

(also insgesamt 10 cm) erhalten.

Auf der OK des Planums ist nach RStO 12 ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen. Geht man von einer Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus von 0,60 m + 0,10 m Mehrdicke = 0,70 m aus, so stehen in dieser Tiefe (= neues Planum) überwiegend die Auffüllungen der Schicht 1.1 (grobkörnige Erdmassen) an. Dieser Wert kann auch nach Verdichtung des Planums nicht erreicht werden, so dass besondere Maßnahmen vorzusehen sind. Hierzu gehören z.B. Maßnahmen zur Bodenverbesserung nach ZTVE-StB 17 (z.B. Bindemittelzugabe oder Bodenaustausch) oder Bodenverfestigung gemäß ZTVE-StB 17 bzw. ZTV Beton-StB 07. Empfohlen wird jedoch eine Erhöhung der Tragschichtdicke. Außerdem kann die Tragschicht durch Einbau von geeigneten Geogittern als Bewehrung oder durch Zugabe von Tragschichtbinder verbessert werden.

Aufgrund der innerörtlichen Lage und der Kleinflächigkeit der Maßnahme wird eine Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe kaum in Frage kommen (unwirtschaftlich, Verwehung von aggressivem Kalkstaub), so dass hierauf nicht weiter eingegangen wird.

Im Fall eines Bodenaustauschs werden nicht ausreichend tragfähige Schichten unterhalb des Erdplanums ausgeräumt und durch gut verdichtbares, lagenweise bei optimaler Verdichtung eingebautes, körniges Fremdmaterial ersetzt. Die Mächtigkeit des Bodenaustauschs richtet sich nach dem Verformungsmodul des Untergrunds und den Verdichtungseigenschaften des Austauschmaterials und sollte auf Testfeldern bestimmt werden. Der Bodenaustausch ist so zu bemessen, dass an dessen Oberkante ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht wird und darauf ein Regelaufbau nach RStO 12 hergestellt werden kann.

Der auf dem (neuen) Planum bei guter Witterung erreichbare Verformungsmodul wird bei dem anstehenden Boden auf ca. $E_{v2} \approx 15 \text{ MN/m}^2$ geschätzt. Bei einem Bodenaustausch auf derartigem Untergrund sind materialabhängig in etwa folgende Austauschdicken absehbar, um einen Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Planum zu erreichen:

- Siebschutt, nicht oder wenig bindig: $D \approx 40 \text{ cm}$
- STS FSS 0/45: $D \approx 30 \text{ cm}$
- Beton-RC-Material: $D \approx 25 \text{ cm}$

Die Erhöhung der Mächtigkeit der ungebundenen Tragschicht ist als Variante des Bodenaustausches zu betrachten. Hierbei wird die Tragschichtmächtigkeit so weit erhöht, dass der an Oberkante Tragschicht geforderte Verformungsmodul trotz zu geringem Verformungsmodul auf dem Erdplanum erreicht werden kann.

Vor der Herstellung des Oberbaus empfehlen wir jedoch, den tatsächlichen Verformungsmodul des Planums mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 zu überprüfen, um eine Dimensionierung des Bodenaustausches anhand tatsächlich gemessener Werte zu ermöglichen.

9.4 Umsetzfundament

9.4.1 Allgemeines

Für das Umsetzfundament mit den Abmessungen von $L \times B \times H = 5,50 \text{ m} \times 3,40 \times 1,0 \text{ m}$ ist gemäß [3] eine Auflast (inkl. Fundamentgewicht) von ca. 4500 kN vorgesehen. Es liegen keine Angaben zu relevanten Horizontallasten und Momenten vor. Die OK des Umsetzfundamentes wird auf etwa die gleiche Höhe wie das neue Gleis ($\approx 555,40 \text{ mm NN}$) angenommen. Im Folgenden werden bautechnische Empfehlungen und Hinweise zur Gründung des Umsetzfundamentes gemacht.

9.4.2 Gründung

Es wird von einer Flachgründung ausgegangen, bei der:

1. die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 gewährleistet ist und
2. keine bauwerksschädlichen Setzungen bzw. Setzungsunterschiede eintreten.

Ausgehend von einer Fundamentdicke von ca. 1,0 m kommt die Gründungsebene bei ca. 554,40 m und somit innerhalb der Schicht 1.1 (grobkörnige Erdmassen, mitteldicht gelagert) zu liegen. Darunter folgen, die Deckschicht (Schicht 2) und der Geschiebemergel (Schicht 3).

Zur Bemessung des Umsetzfundamentes bei einer Flachgründung wurden bei Annahme der Sicherheiten nach DIN 4017:2006 und EC 7, Lastfall BS-P Grundbruchberechnungen und Setzungsabschätzungen durchgeführt. Für die Grundbruchberechnungen wurde ein Kräfteverhältnis $H/V = 0,5$ angenommen. Zusätzlich wurde der Einbau eines Kieselpolsters (Bodenverbesserung) in Mächtigkeiten von 0,2 m, 0,5 m und 1,0m unter dem Fundament berücksichtigt

Die durchgeführten Berechnungen (s. Anlage 5) erlauben folgende Aussagen hinsichtlich einer Flachgründung des Umsetzfundamentes:

- Das Grundbruchkriterium wird erfüllt (Ausnutzungsgrad $< 1,0$)
- Die auftretenden (rechnerische) Setzungen hängen von der Dicke d des Kieselpolsters ab und betragen
 - ca. 4,4 cm ($d = 0,2 \text{ m}$)
 - ca. 4,1 cm ($d = 0,5 \text{ m}$)
 - ca. 3,2 cm ($d = 1,0 \text{ m}$)

Die Setzungen stellen charakteristische Werte in Form von vorsichtigen Schätzwerten des Mittelwertes dar (im Sinne von wahrscheinlichen Setzungen).

Bei den Berechnungen wurden mittig und lotrecht belastete Fundamente angenommen. Bei ausmittiger Lage der resultierenden Beanspruchung in der Sohlfläche der Einzelfundamente darf nur derjenige Teil der Gründungsfläche angesetzt werden, für den die Resultierende der Einwirkungen im Schwerpunkt steht.

Im Falle einer Flachgründung sind im Rahmen der weiteren Planung weitere „äußere“ Standsicherheitsnachweise nach Handbuch EC 7-1 zu führen (u. a. Nachweise der Gleitsicherheit und Kippsicherheit). Sämtliche Nachweise sind auch für den Anfangszustand bzw. die vorübergehende Bemessungssituation (BS-T) nach EC 7-1 unter Ansatz von undrained Scherparametern oder teilkonsolidierten Zuständen in Abhängigkeit des Bauablaufes zu führen.

10 Erdbautechnische Empfehlungen

10.1 Hinweise zur Bauausführung

Bei der Planung und Ausführung der Baumaßnahmen sind die Platzverhältnisse, Leitungen, die vorhandene Bebauung etc. zu berücksichtigen. Es sind Bauverfahren zu wählen, die ein Minimum an Beeinträchtigungen für die Bebauung und Umwelt erwarten lassen. Das Planum bzw. die Aushubsohle sind gegebenenfalls durch entsprechende Maßnahmen zu schützen (Schutzschicht, Abdecken etc.)

Um beim Aushub eine Auflockerung der Gründungssohle zu vermeiden, ist ein Bagger mit Profillöffel für die Endprofilierung einzusetzen. Sämtliche Aushub- bzw. Gründungssohlen sind intensiv nachzuverdichten. Dies gilt in besonderem Maß für vorhandene Auffüllungen. Zumindest die erste Schüttlage auf bindigem Baugrund ist statisch zu verdichten. Das weitere Vorgehen ist den Verhältnissen anzupassen. Zur Kontrolle der Verdichtung sind Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen vorzusehen. Hinsichtlich Erdaushub-, Planierungs- und Verdichtungsarbeiten wird grundsätzlich auf das Merkblatt für Maßnahmen zum Schutz des Erdplanums und auf die ZTVE-StB 17 hingewiesen. Bei der Durchführung sämtlicher Arbeiten sind die Anforderungen der ZTVE-StB 17, RStO 01, ZTVT-StB 95 der Ril 836, der Ril 820 sowie der weiteren gültigen Normen, Vorschriften und Richtlinien zu beachten.

10.2 Baugrube

Entsprechend den Vorgaben und Regelungen der DIN 4124:2012-01 dürfen Baugruben oberhalb des Grundwassers mit einer Tiefe bis 1,25 m mit senkrechten Wänden hergestellt werden.

Für unbelastete Böschungen über dem Grundwasser darf nach DIN 4124 ohne Nachweis der Standsicherheit ein Böschungswinkel von 45° nicht überschritten werden:

Allgemein ist bei nicht verbauten Baugruben und Fahrzeugen bis 12 t Gesamtgewicht ein lastfreier Streifen (Abstand zur Böschungsschulter) von 1,0 m zu gewährleisten. Lasten von mehr als 12 t erfordern einen Bereich von 2,0 m. Der Abstand von Aushubmaterial zur Böschungsschulter sollte 0,6 m nicht unterschreiten. Für belastete und für höhere Böschungen ist die Standsicherheit nachzuweisen.

Bei Schichtwasserandrang, der die Standsicherheit von freien Böschungen gefährdet, müssen die Böschungen abgeflacht oder durch einen Belastungsfilter gesichert werden. Zwischen Belastungsfilter und Boden ist ein Filtervlies (GRK 2) einzulegen. Belastungsfilter sollten für Baugruben als Eventualmaßnahmen vorgesehen werden.

Für die Herstellung der Umsatzfundamente ist eine Baugrubentiefe von bis zu ca. 2,0 m (bei 1 m Bodenaustausch unter Fundamentsohle) erforderlich. Aufgrund der Nähe zu den Gleisen ist es zu prüfen, ob zur Herstellung der Baugrube für die gleisnahen Bereich ein Verbau notwendig ist. Wir verweisen darauf hin, dass der Geschiebemergel erfahrungsgemäß zur Tiefe hin nicht rammbaar ist.

Für den Verbau und die Ausbildung der Baugruben sind die Hinweise der DIN 4124 sowie des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB) der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik zu beachten. Darüber hinaus sind im gleisnahen Bereich die Vorgaben der Module 4302 und 4305 der Ril 836 [13] zu beachten.

10.3 Wasserhaltungsmaßnahmen

Aufgrund der bereits beschriebenen Baugrundverhältnissen ist mit dem Austritt von Schicht- und Stauwasser zu rechnen. Weiterhin fließt den Baugruben Oberflächenwasser und Wasser aus Niederschlägen zu. Das zufließende Wasser ist in den Baugrubensohlen durch geeignete Entwässerungseinrichtungen zu fassen und über eine offene Wasserhaltung kontrolliert zu einer Vorflut abzuleiten. Es wird empfohlen, die anfallenden Wässer im Randbereich der Baugrubensohle mittels ca. 0,20 m tiefen Ringdrainage zu fassen, über Pumpensümpfe zu sammeln und von dort abzuleiten. In den Drainagegraben ist eine Baudrängeleitung von DN 100 einzulegen und mit Split oder Kies zu überschütten. Der Dränagestrang ist mit einem Filtervlies (GRK 2) zu umhüllen.

Zum Schutz von Wasserzulauf zur Baugrube aus dem umliegenden Gelände ist die Ausbildung eines kleinen Walles zu empfehlen. Es ist im Mittel von einem Wasserandrang $< 0,1$ l/s auszugehen. Nach Starkregen-/ Dauerregenereignissen ist temporär und lokal mit einem erhöhten Wasserandrang zu rechnen.

Für die Ausführung der Wasserhaltungsarbeiten gilt die DIN 18305. Sie ist so zu betreiben und zu unterhalten, dass während der Bauzustände eine ausreichende Sicherheit gegen Aufschwimmen der Bauteile und des Bodens DIN 1054 sichergestellt ist. Die Wasserhaltungsanlagen sind gegen Funktionsausfall zu schützen. Bei einer Einleitung in Gewässer muss das einzuleitende Wasser ggf. vorbehandelt werden.

10.4 Bodenaustausch

Der Bodenaustausch (Kiespolster) sollte mit einem gut abgestuften, frostsicheren Kies oder Schottergemisch (z.B. der Körnung 0/45 mm oder 0/56 mm) hergestellt werden. Sollte Material eingebaut werden, bei dem die Filterstabilität nicht gewährleistet ist, sollte ein Geotextil eingebaut werden.

Der Einbau der mineralischen Tragschicht hat lagenweise und mit einer Verdichtung der einzelnen Lagen auf $D_{Pr} \geq 0,97$ zu erfolgen. Auf der Oberkante des Bodenaustauschs sollte eine Proctordichte von $D_{Pr} \geq 1,0$ und ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100$ MN/m² vorliegen. Die zulässige Stärke der einzelnen Einbaulagen ist abhängig vom Größtkorn des Einbaumaterials und den verwendeten Gerätschaften zur Verdichtung zu wählen. Für Kiesmaterial sind Einbaustärken von $\leq 0,25$ m vorzusehen.

Vor Einbau des Austauschmaterials ist die Aushubsohle von einem Sachverständigen für Geotechnik abzunehmen. Die in der Baugrubensohle anstehenden Böden sind als frostempfindlich einzustufen. Die Erdbau- und Gründungsarbeiten sollten daher in einer frostfreien Witterungsperiode erfolgen.

Zwischen Fundament und Erdplanum/ Bodenaustauschkörper sollte eine mindestens 0,1 m mächtige Sauberkeitsschicht aus Magerbeton ausgebildet werden.

10.5 Ausbildung der Gründungssohlen und Planien

Die Gründungssohlen, sowie Planien, sind vor Erosion und Verringerung der Festigkeit des Baugrunds durch Wasser, durch Einwirkungen der Witterung und durch Einwirkungen des laufenden Baubetriebs zu schützen.

Es wird deshalb, nochmals darauf hingewiesen, dass in den Gründungssohlen zum Teil anstehende Böden (Schicht 1) bei Wasserzutritt schnell aufweichen und entfestigen sowie stark frostempfindlich sind (F3). Zum Schutz der Gründungs- bzw. Aushubsohlen ist deshalb bei ungünstiger Witterung in der Baugrube im Gründungsbereich eine mindestens ca. 50 cm dicke Schutzschicht zu belassen. Diese Schutzschicht darf erst unmittelbar vor dem Abdecken der Gründungssohlen mit Unterbeton (Sauberkeitsschicht) oder durch Bodenaustausch ausgehoben werden.

Der Abtrag der Schutzschicht ist mit einer zahnlosen Baggerschaufel durchzuführen. Bei ungünstiger Witterung ist der Unterbeton oder Bodenaustausch abschnittsweise in Tagesleistungen einzubauen. Die Gründungssohlen sind vor Frost zu schützen. Gefrorene oder einmal durchgefrorene Böden dürfen nicht überbaut werden.

Bei trotzdem verringerter Festigkeit des Baugrunds muss vor dem Überbauen der Gründungssohlen entweder die ursprüngliche Lagerungsdichte durch Verdichten oder, sofern dies nicht möglich ist, die ursprüngliche Tragfähigkeit des Baugrunds in anderer geeigneter Weise (z. B. durch Bodenaustausch) wieder hergestellt werden.

10.6 Wiederverwendbarkeit der Aushubmaterialien

Der humose Oberboden im Bereich der geplanten Gleisverlängerung sollte in gleicher Anwendung möglichst wiederverwertet werden.

Grundsätzlich sind die gemischtkörnigen Böden der Schicht 1 mittel bis stark frostempfindlich. Das Material der Schicht 1 ist auch bodenmechanisch inhomogen und besitzt für einen direkten Wiedereinbau unterhalb von tragenden Elementen oder zur Arbeitsraumverfüllung nur teilweise eine geeignete Kornabstufung. Die Eignung muss dementsprechend an dem ausgebauten Material für den vorgesehenen Zweck überprüft werden. Eine Trennung des Ausbaumaterials nach bautechnischer Eignung kann aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll sein, um eine möglichst große Wiederverwendbarkeit des Materials zu ermöglichen.

Alternativ zum Einbau als Tragschicht können die Böden ebenfalls zur Geländeprofilierung herangezogen werden, sofern die umwelttechnische Belastung dies zulässt.

Bei einer Abfuhr ist eine Deklarationsanalytik aus einem vor Witterungseinflüssen geschütztem Haufwerk entsprechend LAGA PN 98 durchzuführen und den Ergebnissen und den technischen Regeln der LAGA und Depo-nieverordnung [17] gemäß wiederzuverwenden oder zu entsorgen.

11 Ergänzende Hinweise

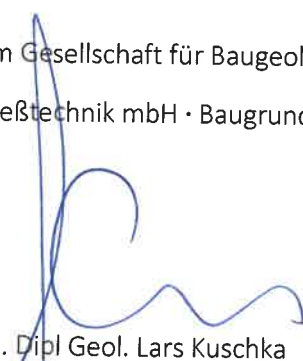
Die Aussagen und Bewertungen in diesem Gutachten dürfen nur im Zusammenhang mit dem vollständigen Gutachten (einschließlich Anlagen) verwendet werden. Das Gutachten basiert auf der ausgeführten Baugrunderkundung mittels Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen, entsprechend den Anforderungen der zum Zeitpunkt der Untersuchung vorliegenden Informationen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die anstehenden Böden und Gesteine natürlichen faziellen Schwankungen unterworfen sind, die bereichsweise unterschiedliche geotechnische Eigenschaften hervorrufen. Bei auftretenden signifikanten Abweichungen von den hier beschriebenen Verhältnissen oder in Zweifelsfällen ist der Gutachter zur Klärung des Sachverhaltes hinzuziehen.

Bei wesentlichen Änderungen der geplanten Baumaßnahme gegenüber den zugrunde gelegten Unterlagen zum Zeitpunkt der Begutachtung sind die entsprechenden Aussagen des Gutachtens durch den Baugrundgutachter zu überprüfen und ggf. zu modifizieren. Darüber hinaus sollten die Erdaushubarbeiten für die Gründungserstellung von einem Sachverständigen für Geotechnik überwacht werden.

Ettlingen, den 12.02.2025

gbm Gesellschaft für Baugeologie und
-meßtechnik mbH · Baugrundinstitut



ppa. Dipl. Geol. Lars Kuschka

Projektbearbeiter:



i. A. Dipl.-Geol. Athanassios Pourikas



Gesellschaft für Baugeologie
und -meßtechnik mbH
Baugrundinstitut

Anlagen

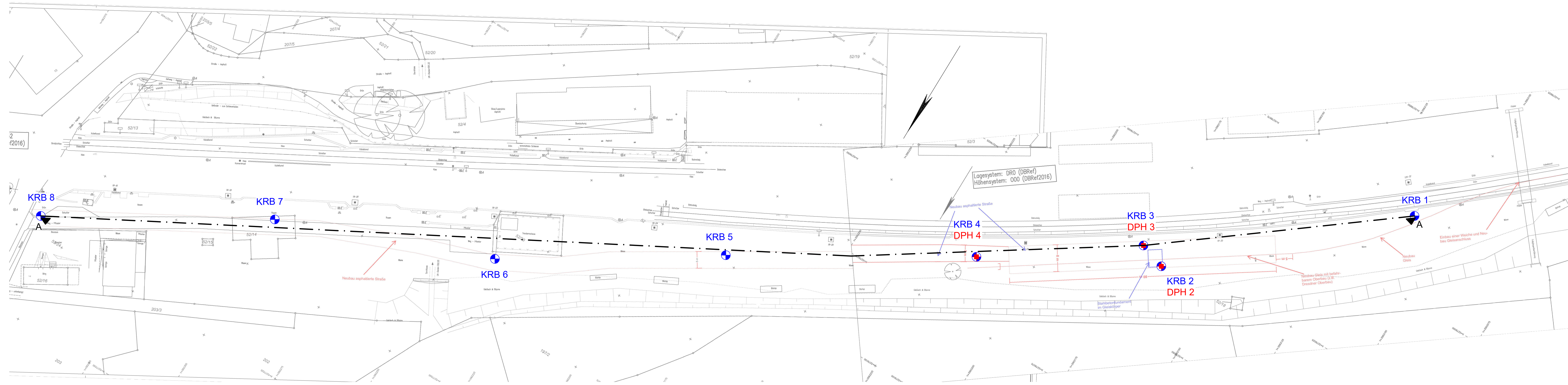


Anlage 1

Lageplan und Geotechnische Querschnitt

Legende

- **KRB 1** Kleinrammbohrung, mit Nr.
- + **DPH 2** Rammsondierung (schwere Rammsonde), mit Nr.
- A ▲ ▲ A Schnittlinie



Lagesystem: DRO (DBRef)
Höhensystem: 000 (DBRef2016)

Neubau asphaltierte Straße

Neubau Gleis mit befahrbarem Oberbau (z.B. Dresdner Oberbau)

Neubau Gleis

Einbau einer Weiche und Neubau Gleisanschluss

Plangrundlage: trigeo Ingenieur- und Vermessungsgesellschaft mbH, US Hergatz - Bestandsplan (Plannummer 1 und Plannummer 2) (pdf), Stand: 11.09.2023

Auftraggeber: **Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH**
Leitzstr. 45
70469 Stuttgart

Gesellschaft für Baugelogie und -meßtechnik mbH Baugrundinstitut Pförzheimer Str. 128b 76275 Ettlingen	Projekt-Nr. e-326924								
	<table border="1"> <tr> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> <tr> <td>01/2025</td> <td>VI</td> </tr> <tr> <td>01/2025</td> <td>Ps</td> </tr> <tr> <td>01/2025</td> <td>Kk</td> </tr> </table>	Datum	Name	01/2025	VI	01/2025	Ps	01/2025	Kk
	Datum	Name							
	01/2025	VI							
01/2025	Ps								
01/2025	Kk								
Plan-Nr. Anlage 1.1									
Maßstab: 1: 500									

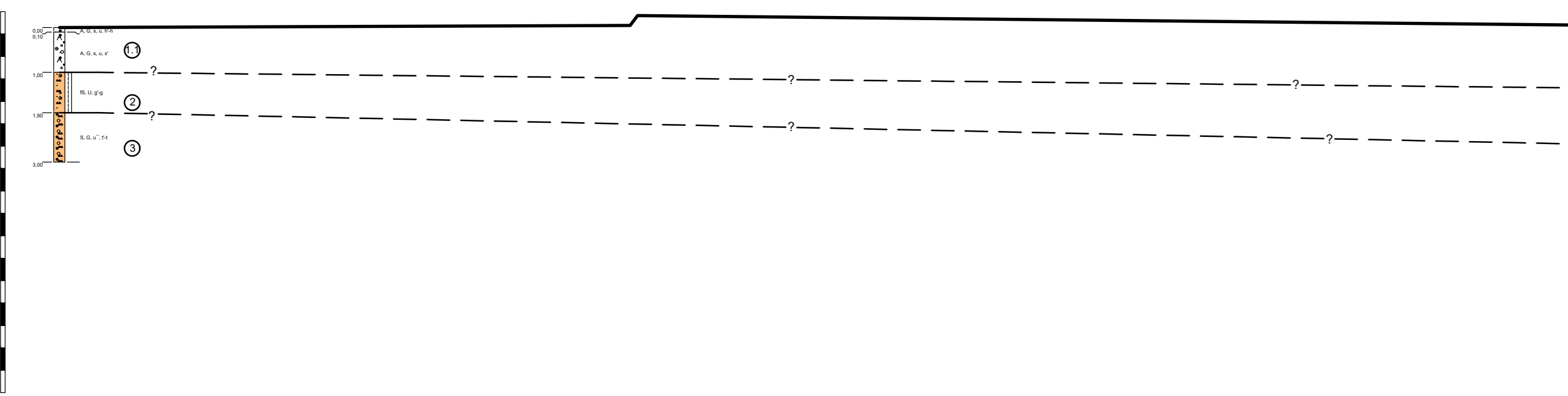
Neubau Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz

Lageplan mit Baugrundaufschlüssen

Pfdrdatum: 11.02.2025
 p:\3000\3200\326924_e-326924_bgu_trafoumsetzstelle_hergatz\13_cad\pdm_01_gutachten_lp_ls_20250129.dwg

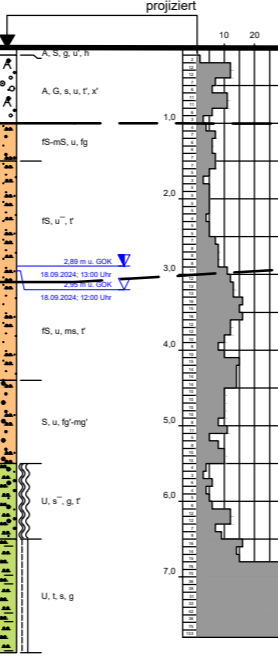
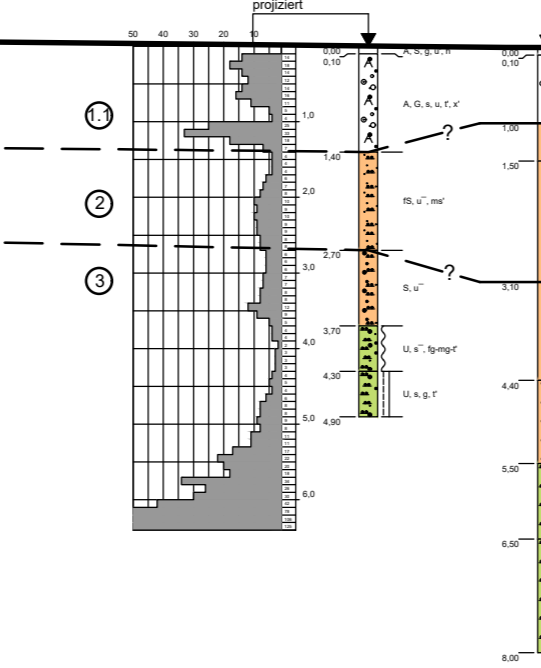
A (SW)

KRB 1; Ansatzhöhe: 555,290 mNN
in Schnittebene

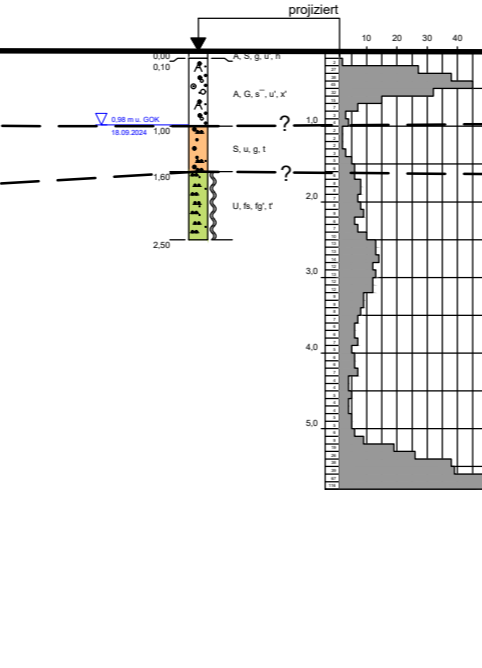


KRB / DPH 2; Ansatzhöhe: 555,300 mNN
6,781 m in Schnittebene projiziert

KRB / DPH 3; Ansatzhöhe: 555,260 mNN
0,131 m in Schnittebene projiziert

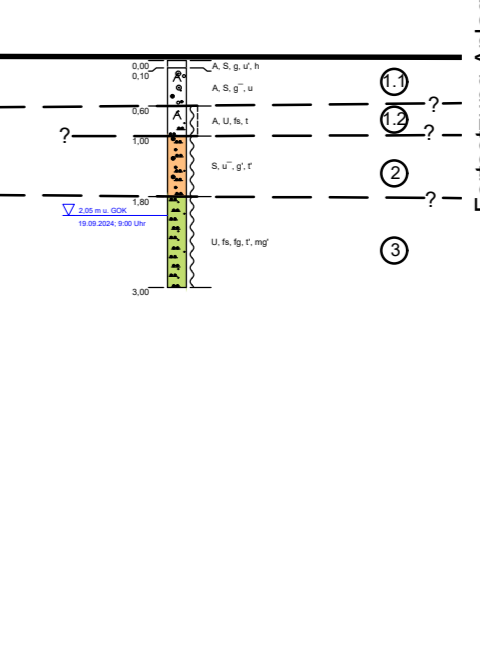


KRB / DPH 4; Ansatzhöhe: 555,180 mNN
1,601 m in Schnittebene projiziert



A (NE)

KRB 5; Ansatzhöhe: 554,920 mNN
1,604 m in Schnittebene projiziert



Fortsetzung Anlage 1.2, Blatt 2

Legende

— Schichtgrenze ermittelt

-?- Schichtgrenze vermutet


1.1 Auffüllung - grobkörnige Erdmassen (Kies-Sand)

1.2 Auffüllung - feinkörnige Erdmassen

2 Deckschicht

3 Geschiebemergel

Auftraggeber:
Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH
Leitzstr. 45
70469 Stuttgart

Planverfasser:  Gesellschaft für Baugeloge und -meßtechnik mbH Baugrundmittel Pforzheimer Str. 128b 76275 Ettlingen	Projekt-Nr.	e-326924	
	Datum	01/2025	VI
	Gezeichnet	01/2025	Ps
	Bearbeitet	01/2025	Ps
	Geprüft	01/2025	KK

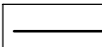
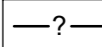

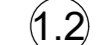

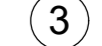
Neubau Trafo Umsetzstelle am Bahnhof
Hergatz

Plan-Nr.
Anlage 1.2
Blatt 1

Maßstab:
1: 100
1: 200

Geotechnischer Schnitt

Legende

-  Schichtgrenze ermittelt
-  Schichtgrenze vermutet
-  1.1 Auffüllung - grobkörnige Erdmassen (Kies-Sand)
-  1.2 Auffüllung - feinkörnige Erdmassen
-  2 Deckschicht
-  3 Geschiebemergel

A (SW)

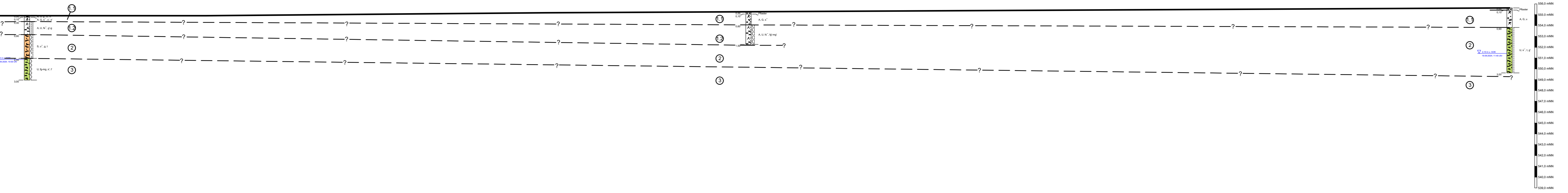
A (NE)


Fortsetzung Anlage 1.2, Blatt 1

KRB 6; Ansatzhöhe: 554,970 mNN
6,135 m in Schmittebene projiziert

KRB 7; Ansatzhöhe: 555,260 mNN
2,408 m in Schmittebene projiziert

KRB 8; Ansatzhöhe: 555,630 mNN
in Schmittebene



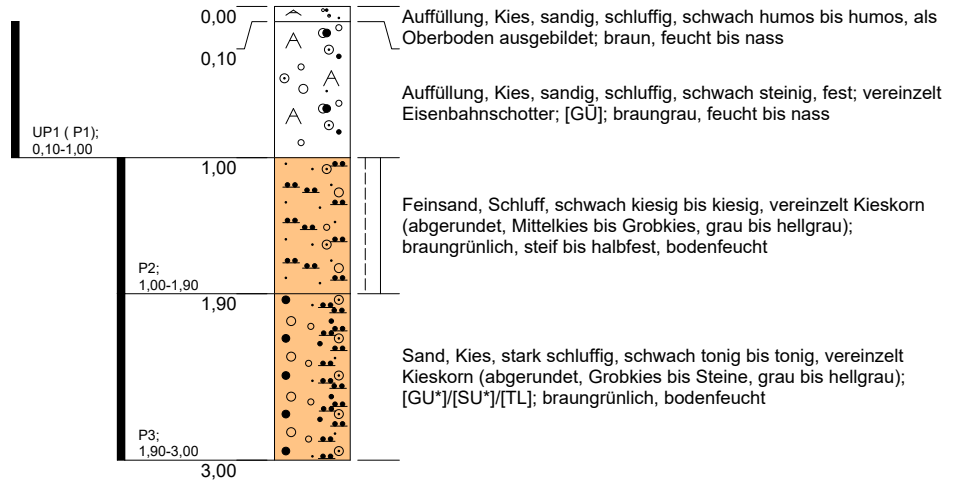
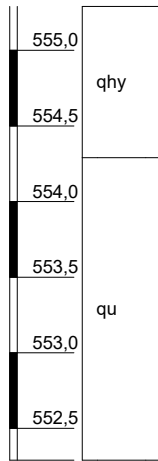
Auftraggeber: Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH Leitzstr. 45 70469 Stuttgart													
 Gesellschaft für Baugeloge und -messtechnik mbH Baugrundmittel Pforzheimer Str. 128b 76275 Ettlingen	Projekt-Nr.: e-326924												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="font-size: small;">Datum</th> <th style="font-size: small;">Name</th> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">01/2025</td> <td style="font-size: x-small;">VI</td> </tr> <tr> <th style="font-size: small;">Gezeichnet</th> <th style="font-size: small;">Name</th> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">01/2025</td> <td style="font-size: x-small;">Ps</td> </tr> <tr> <th style="font-size: small;">Bearbeitet</th> <th style="font-size: small;">Name</th> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">01/2025</td> <td style="font-size: x-small;">KK</td> </tr> </table>	Datum	Name	01/2025	VI	Gezeichnet	Name	01/2025	Ps	Bearbeitet	Name	01/2025	KK
	Datum	Name											
	01/2025	VI											
Gezeichnet	Name												
01/2025	Ps												
Bearbeitet	Name												
01/2025	KK												
Neubau Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz													
Geotechnischer Schnitt	Plan-Nr.: Anlage 1.2 Blatt 2 Maßstab: 1: 100 1: 200												


Anlage 2

Aufschlussprotokolle

KRB 1

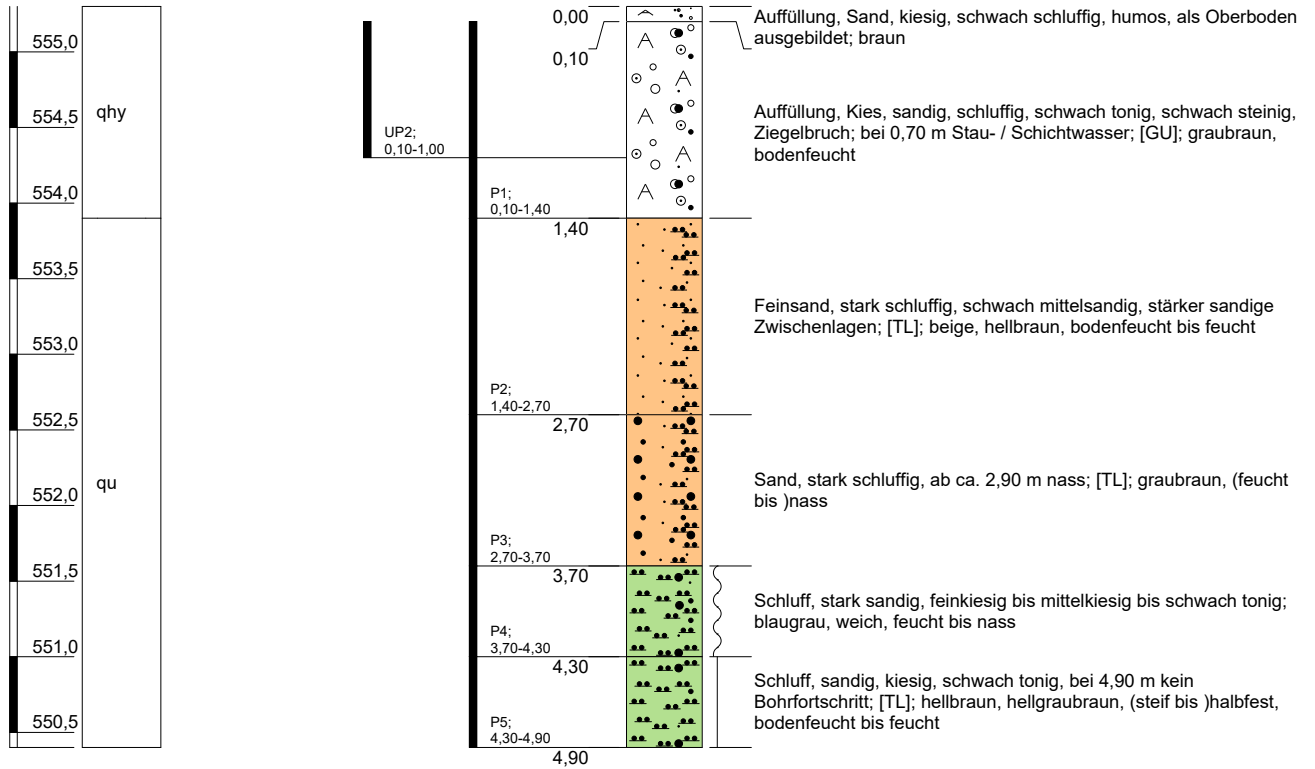
[mNN]




Projekt: Neubau einer Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz (e-326924)					
Auftraggeber: Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH					
Ort:	Hergatz	Rechtswert:	3562109,68		
Aufschluss:	KRB 1	Hochwert:	5278978,68		
Ansatzhöhe:	555,29 mNN	Bearbeitet:	Pourikas	17.09.2024	
Endteufe:	3,00 m	Gezeichnet:	Vlasek	25.09.2024	
Maßstab:	1:50	Geprüft:	Pourikas	27.01.2025	

KRB 2

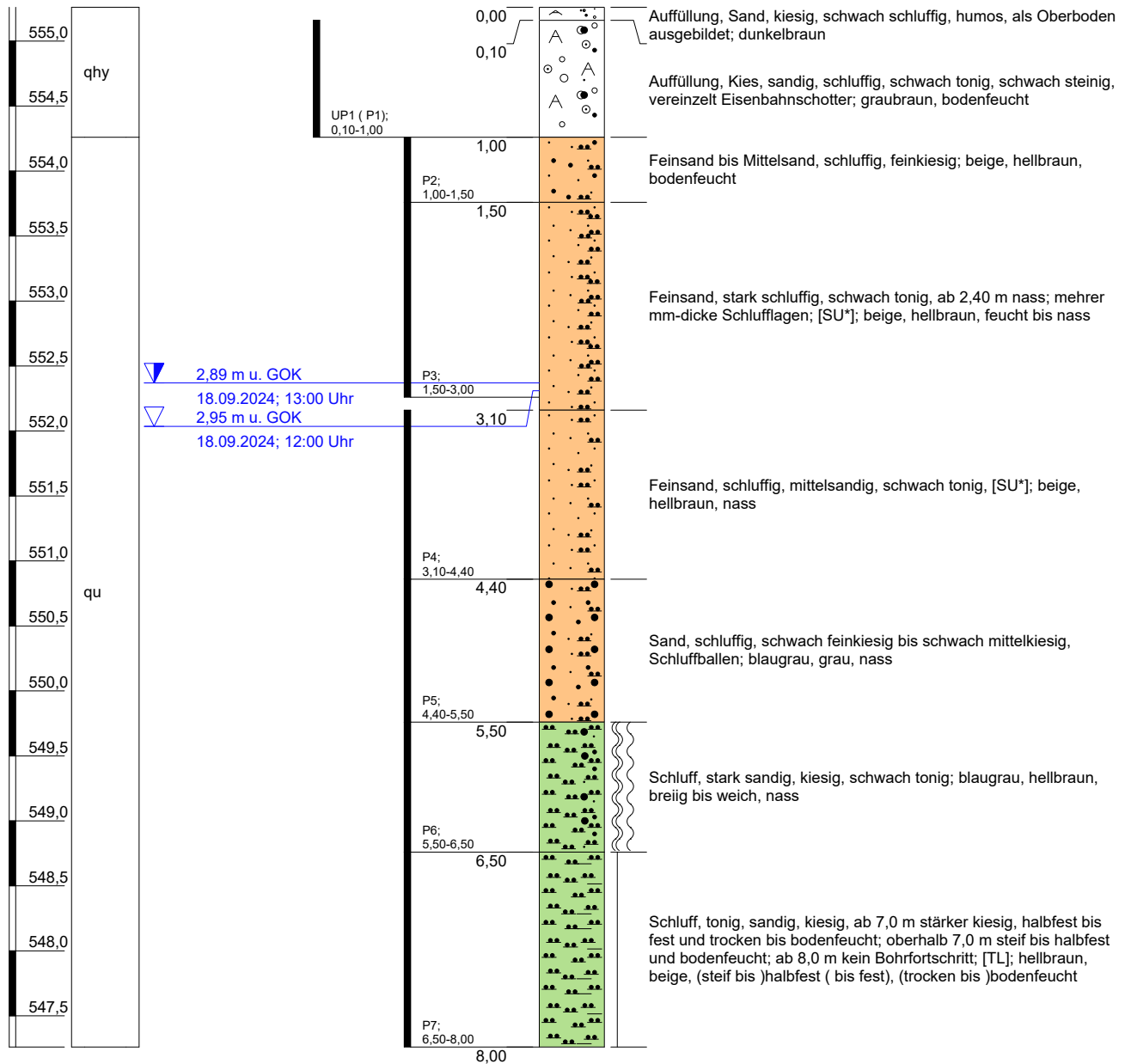
[mNN]




Projekt: Neubau einer Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz (e-326924)				
Auftraggeber: Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH				
Ort:	Hergatz	Rechtswert:	3562166,59	
Aufschluss:	KRB 2	Hochwert:	5279031,11	
Ansatzhöhe:	555,30 mNN	Bearbeitet:	Benda 18.09.2024	
Endteufe:	4,90 m	Gezeichnet:	Vlasek 25.09.2024	
Maßstab:	1:50	Geprüft:	Pourikas 27.01.2025	

KRB 3

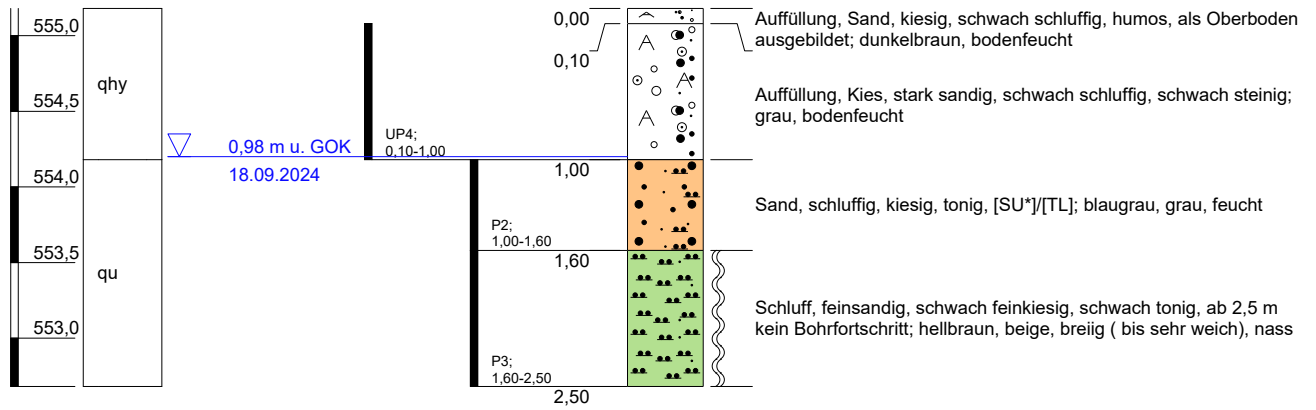
[mNN]




Projekt: Neubau einer Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz (e-326924)						
Auftraggeber: Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH						
Ort:	Hergatz	Rechtswert:	3562174,40			
Aufschluss:	KRB 3	Hochwert:	5279028,59			
Ansatzhöhe:	555,26 mNN	Bearbeitet:	Benda			18.09.2024
Endteufe:	8,00 m	Gezeichnet:	Vlasek			25.09.2024
Maßstab:	1:50	Geprüft:	Pourikas	27.01.2025		

KRB 4

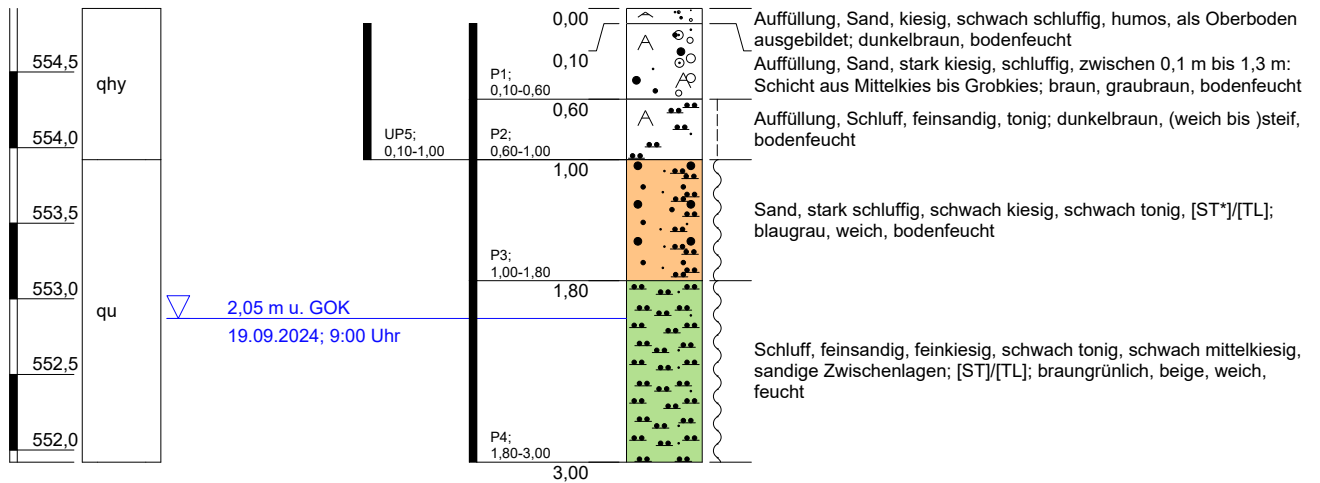
[mNN]




Projekt: Neubau einer Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz (e-326924)				
Auftraggeber: Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH				
Ort:	Hergatz	Rechtswert:	3562215,35	
Aufschluss:	KRB 4	Hochwert:	5279057,60	
Ansatzhöhe:	555,18 mNN	Bearbeitet:	Benda 18.09.2024	
Endteufe:	2,50 m	Gezeichnet:	Vlasek 25.09.2024	
Maßstab:	1:50	Geprüft:	Pourikas 27.01.2025	

KRB 5

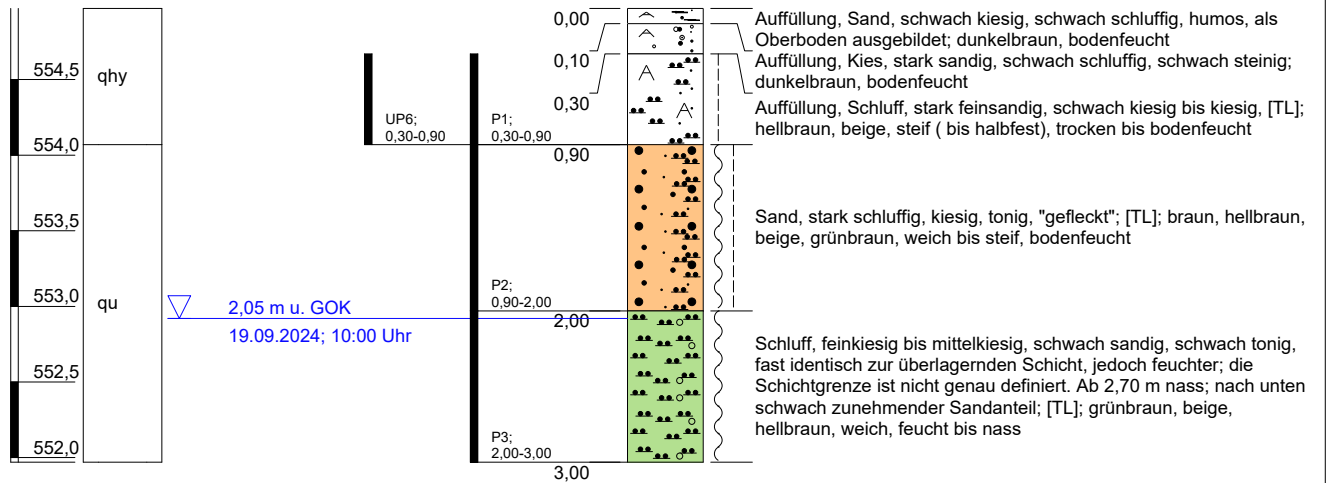
[mNN]



Projekt: Neubau einer Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz (e-326924)				
Auftraggeber: Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH				
Ort:	Hergatz	Rechtswert:	3562279,73	
Aufschluss:	KRB 5	Hochwert:	5279096,35	
Ansatzhöhe:	554,92 mNN	Bearbeitet:	Benda 19.09.2024	
Endteufe:	3,00 m	Gezeichnet:	Vlasek 25.09.2024	
Maßstab:	1:50	Geprüft:	Pourikas 27.01.2025	

KRB 6

[mNN]

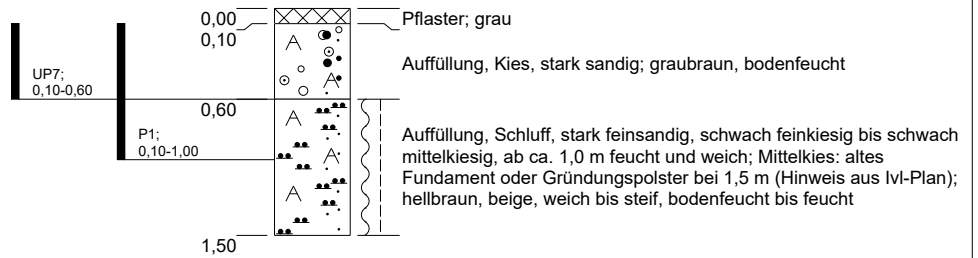
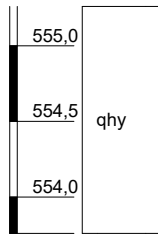



Projekt: Neubau einer Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz (e-326924)				
Auftraggeber: Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH				
Ort:	Hergatz	Rechtswert:	3562338,21	
Aufschluss:	KRB 6	Hochwert:	5279133,39	
Ansatzhöhe:	554,97 mNN	Bearbeitet:	Benda	19.09.2024
Endteufe:	3,00 m	Gezeichnet:	Vlasek	25.09.2024
Maßstab:	1:50	Geprüft:	Pourikas	27.01.2025



KRB 7

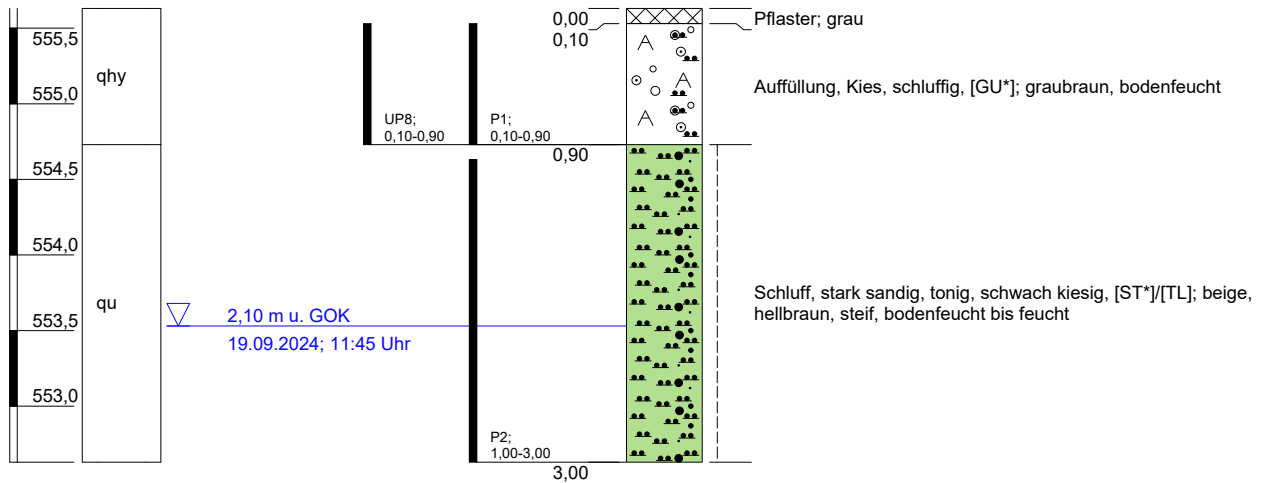
[mNN]



Projekt: Neubau einer Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz (e-326924)						
Auftraggeber: Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH						
Ort:	Hergatz	Rechtswert:	3562400,67			
Aufschluss:	KRB 7	Hochwert:	5279157,71			
Ansatzhöhe:	555,26 mNN	Bearbeitet:	Benda			19.09.2024
Endteufe:	1,50 m	Gezeichnet:	Vlasek			25.09.2024
Maßstab:	1:50	Geprüft:	Pourikas	27.01.2025		

KRB 8

[mNN]



Projekt: Neubau einer Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz (e-326924)

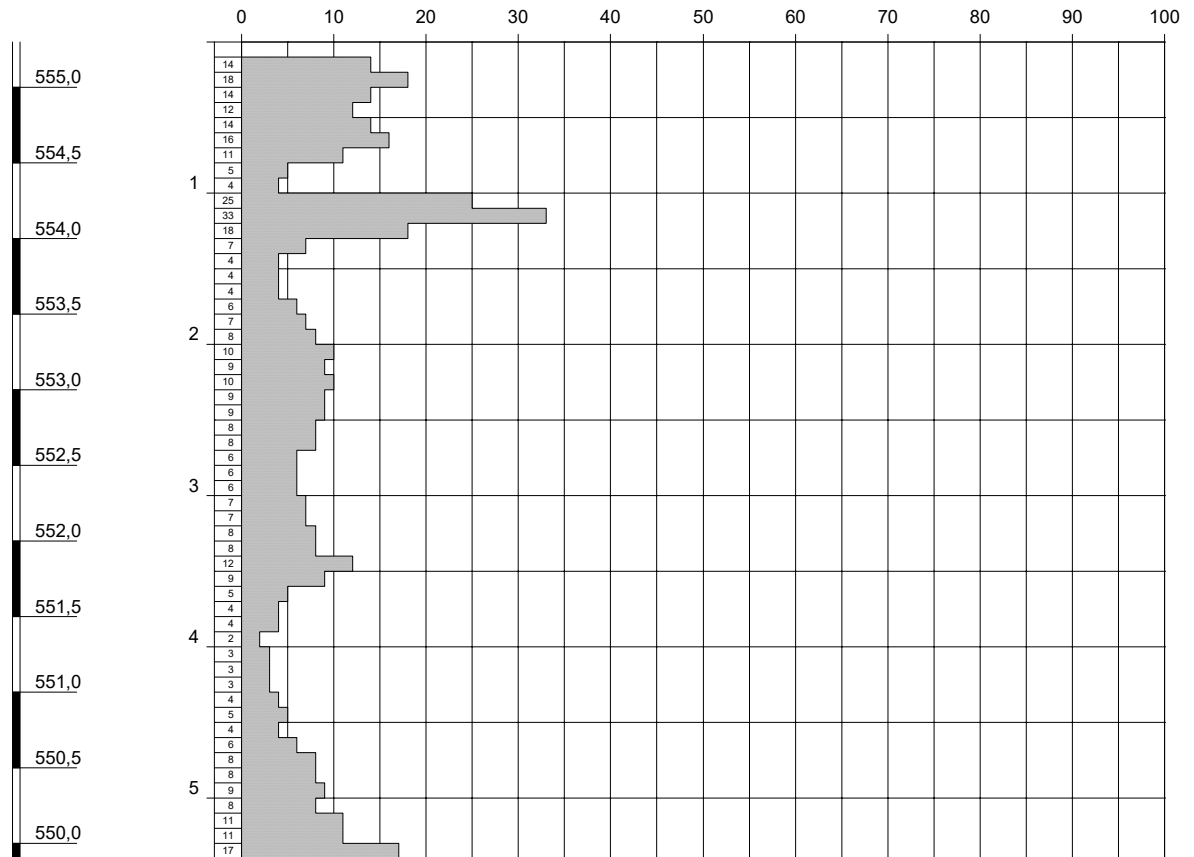
Auftraggeber: Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH			
Ort:	Hergatz	Rechtswert:	3562461,09
Aufschluss:	KRB 8	Hochwert:	5279193,39
Ansatzhöhe:	555,63 mNN	Bearbeitet:	Benda 19.09.2024
Endteufe:	3,00 m	Gezeichnet:	Vlasek 25.09.2024
Maßstab:	1:50	Geprüft:	Pourikas 27.01.2025




DPH 2

[mNN]

(Schlagzahl je 10 cm Eindringtiefe)

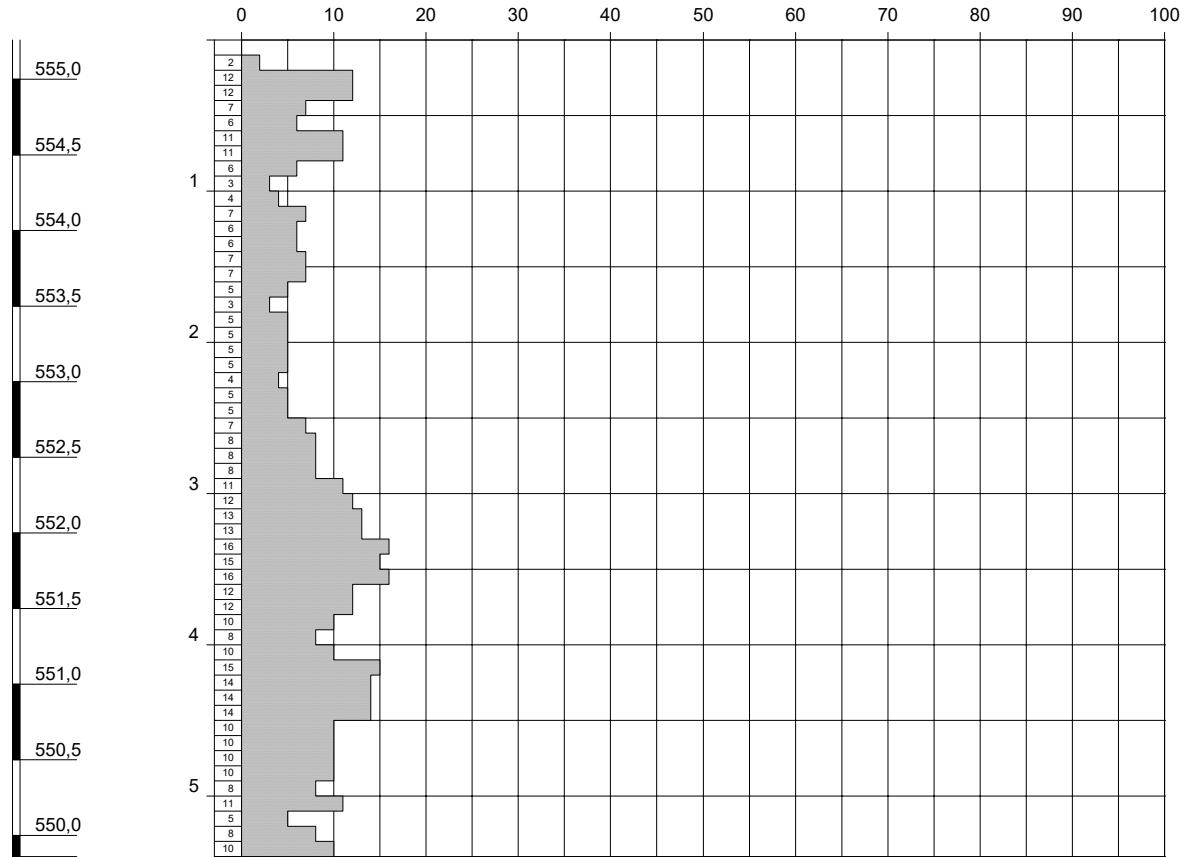


Projekt: Neubau einer Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz (e-326924)				
Auftraggeber: Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH				
Ort:	Hergatz	Rechtswert:	3562166,59	
Aufschluss:	DPH 2	Hochwert:	5279031,11	
Ansatzhöhe:	555,30 mNN	Bearbeitet:	Benda 19.09.2024	
Endteufe:	6,40 m	Gezeichnet:	Vlasek 25.09.2024	
Maßstab:	1:50	Geprüft:	Pourikas 27.01.2025	

DPH 3

[mNN]

(Schlagzahl je 10 cm Eindringtiefe)



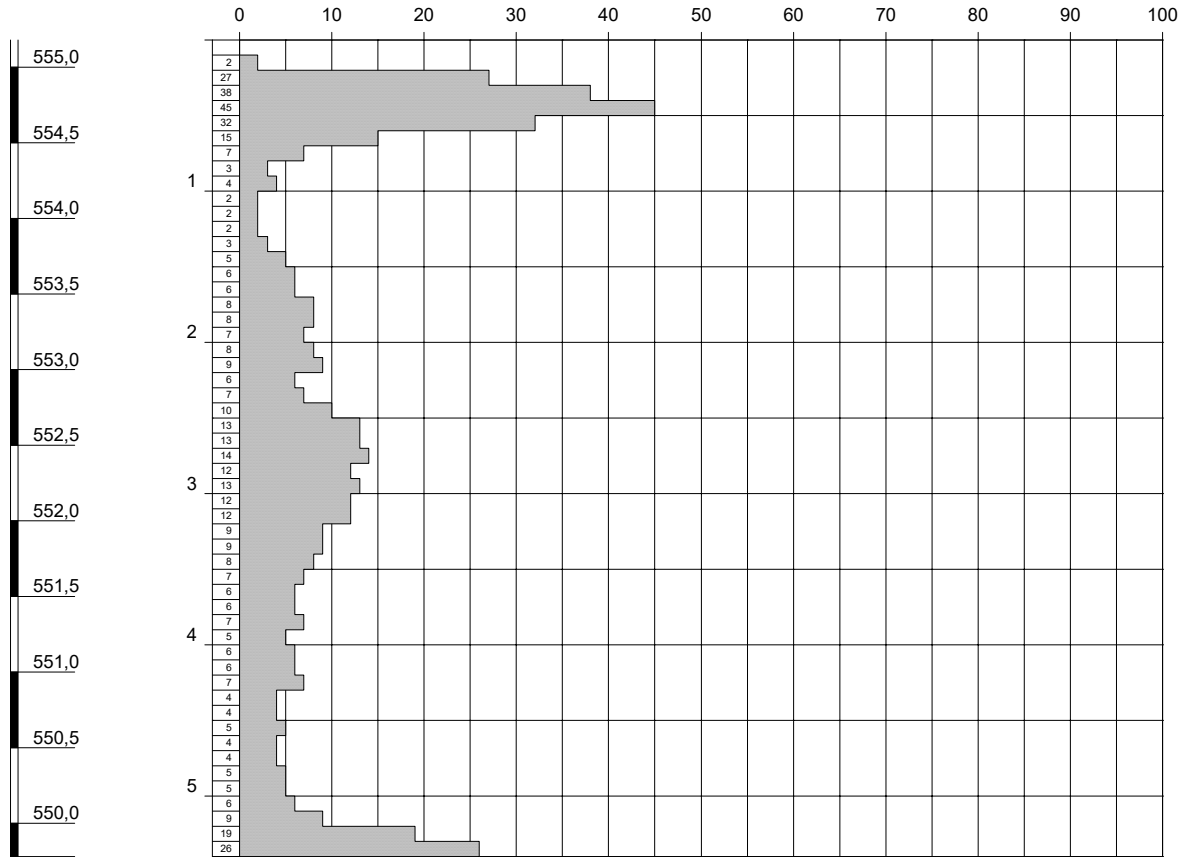
Projekt: Neubau einer Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz (e-326924)			
Auftraggeber: Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH			
Ort:	Hergatz	Rechtswert:	3562174,40
Aufschluss:	DPH 3	Hochwert:	5279028,59
Ansatzhöhe:	555,26 mNN	Bearbeitet:	Benda 19.09.2024
Endteufe:	7,80 m	Gezeichnet:	Vlasek 25.09.2024
Maßstab:	1:50	Geprüft:	Pourikas 27.01.2025




DPH 4

[mNN]

(Schlagzahl je 10 cm Eindringtiefe)



Projekt: Neubau einer Trafo Umsetzstelle am Bahnhof Hergatz (e-326924)				
Auftraggeber: Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH				
Ort:	Hergatz	Rechtswert:	3562215,35	
Aufschluss:	DPH 4	Hochwert:	5279057,60	
Ansatzhöhe:	555,18 mNN	Bearbeitet:	Benda 19.09.2024	
Endteufe:	5,80 m	Gezeichnet:	Vlasek 25.09.2024	
Maßstab:	1:50	Geprüft:	Pourikas 27.01.2025	

Anlage 3

Bodenmechanische Laboruntersuchungen

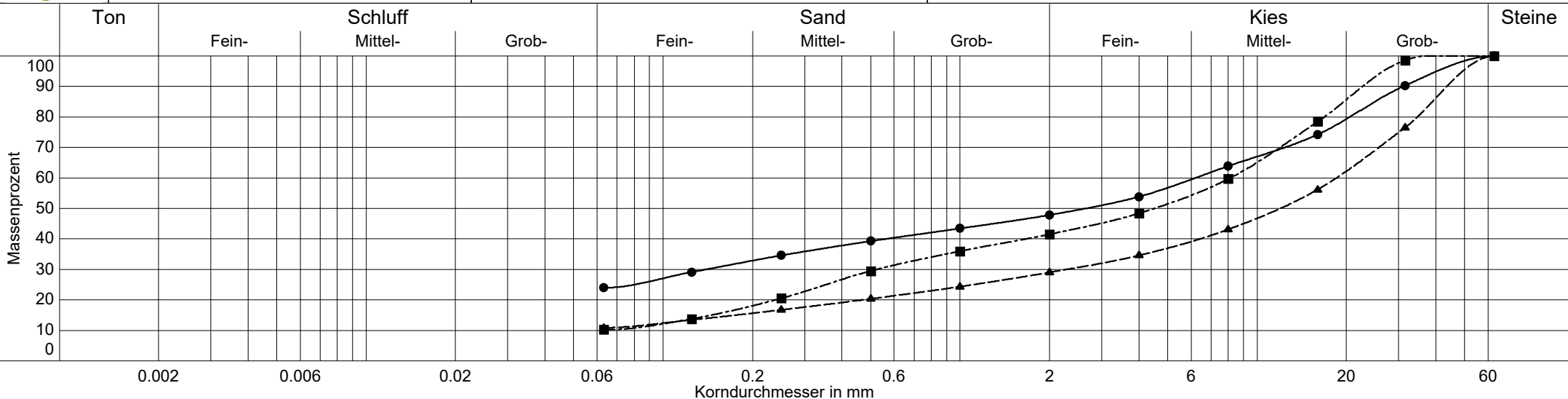


gbm Labor GmbH
 Pforzheimer Str. 128b
 76275 Ettlingen
 Datum : 06.02.2025

Korngrößenverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Trafo-Umsatzstelle in Hergatz
 Projektnummer: e-326924
 Probenbezeichnung : KRB1-P1
 Bearbeiter : Seus Melanie



GK: 34mm

Labornummer	—●— BM24-314	—▲— BM24-317	—■— BM24-330
Entnahmetiefe	0,1-1,0 m	0,10-1,40 m	0,10-0,90 m
Ungleichförm. Cu	-	-	-
Krümmungszahl Cc	-	-	-
Anteil < 0.063 mm	24.0 %	10.9 %	10.2 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/24.0/23.9/52.1 %	0.0/10.9/18.2/71.0 %	0.0/10.2/31.3/58.5 %
Frostempfindl.klasse	F3	F2	F2
kf nach Kaubisch	6.6E-07 m/s	1.5E-05 m/s	1.7E-05 m/s
kf nach USBR	-	6.3E-04 m/s	1.3E-04 m/s
kf nach Hazen	-	-	-
kf nach Beyer	-	-	-
kf nach Seiler	-	-	-
kf nach Seelheim	-	-	-
Bodenart n. DIN 14688-1	G,s,u	G,s,u	G,s,u
Bodengruppe DIN 18196	GÜ	GU	GU
d10 / d60	- /6.202 mm	- /18.506 mm	- /8.127 mm

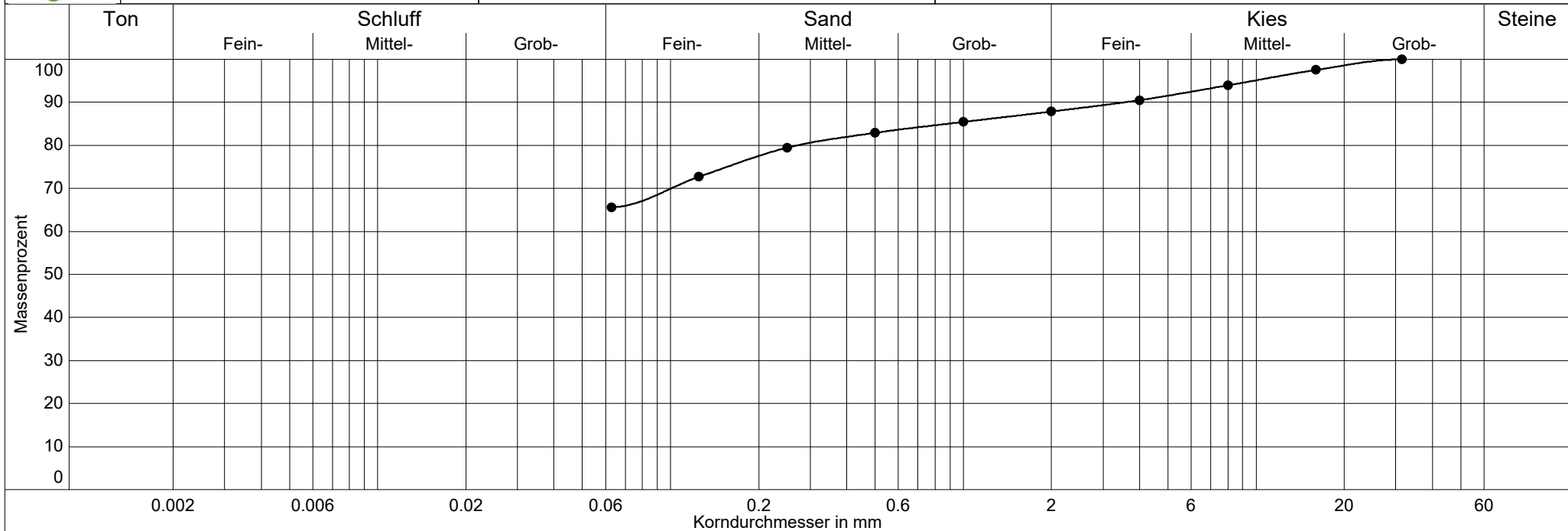


gbm Labor GmbH
 Pforzheimer Str. 128b
 76275 Ettlingen
 Datum : 21.11.2024

Korngrößenverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Trafo-Umsatzstelle in Hergatz
 Projektnr.: e-326924 Anlage 3.1.2
 Probenbezeichnung : KRB6-P1
 Bearbeiter : Seus Melanie



GK: 21,0mm

Labornummer	—●— BM24-327		
Entnahmetiefe	0,3-0,9 m		
Ungleichförm. Cu	-		
Krümmungszahl Cc	-		
Anteil < 0.063 mm	65.7 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/65.7/22.2/12.1 %		
Frostempfindl.klasse	F3		
kf nach Kaubisch	-(0.063 >= 60%)		
kf nach USBR	-		
kf nach Hazen	-		
kf nach Beyer	-		
kf nach Seiler	-		
kf nach Seelheim	-		
Bodenart n. DIN 14688-1	U,s,g´		
Bodengruppe DIN 18196	U		
d10 / d60	- / -		

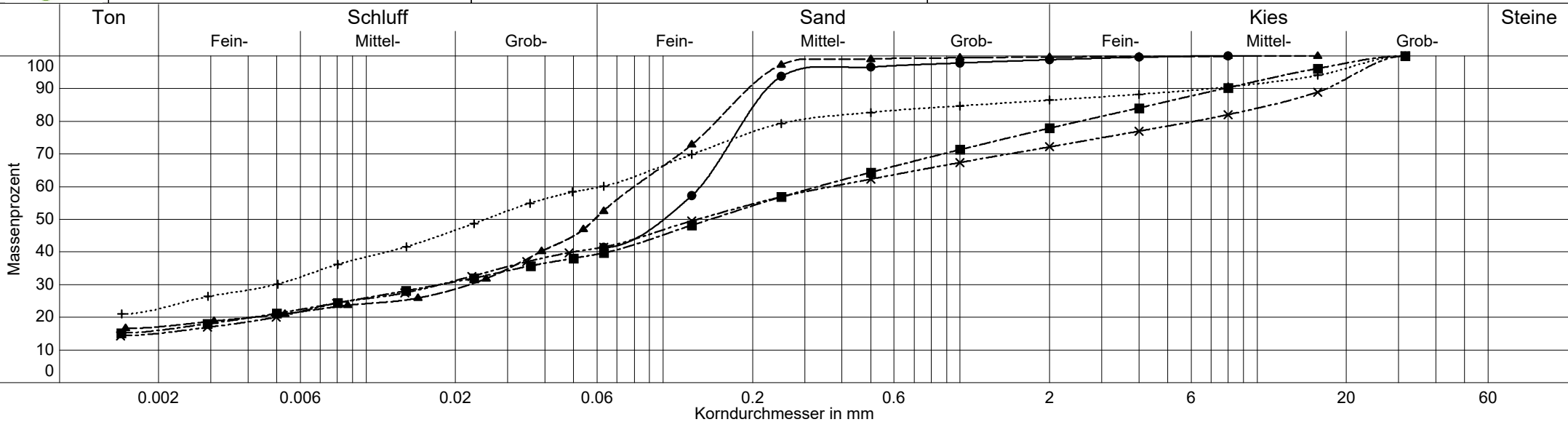


gbm Labor GmbH
 Pforzheimer Str. 128b
 76275 Ettlingen
 Datum : 06.02.2025

Korngrößenverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Trafo-Umsatzstelle in Hergatz
 Projektnummer: e-326924
 Probenbezeichnung : KRB2-P2
 Bearbeiter : Seus Melanie



GK: 5,0mm

Labornummer	—●— BM24-316	---▲--- BM24-320	---■--- BM24-323	---×--- BM24-328+..... BM24-331
Entnahmetiefe	1,40-2,70 m	1,50-3,00 m	1,00-1,60 m	0,9-2,0 m	1,0-3,0 m
Ungleichförm. Cu	-	-	-	-	-
Krümmungszahl Cc	-	-	-	-	-
Anteil < 0.063 mm	41.4 %	52.6 %	39.7 %	41.5 %	60.1 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/41.4/57.5/1.2 %	17.1/35.5/47.1/0.3 %	16.0/23.7/38.2/22.1 %	15.1/26.4/30.7/27.8 %	22.6/37.5/26.4/13.5 %
Frostempfindl.klasse	F3	F3	F3	F3	F3
kf nach Kaubisch	2.0E-08 m/s	3.0E-09 m/s	2.7E-08 m/s	2.0E-08 m/s	-(0.063 >= 60%)
kf nach USBR	-	1.2E-08 m/s	1.2E-08 m/s	1.8E-08 m/s	-
kf nach Hazen	-	-	-	-	-
kf nach Beyer	-	-	-	-	-
kf nach Seiler	-	-	-	-	-
kf nach Seelheim	-	-	-	-	-
Bodenart n. DIN 14688-1	S _u	S _u ,t'	S,u,g,t	U,t,s,g	U,t,s,g'
Bodengruppe DIN 18196	U	U	S _U	TL	TL
d10 / d60	- /0.134 mm	- /0.080 mm	- /0.331 mm	- /0.367 mm	- /0.062 mm

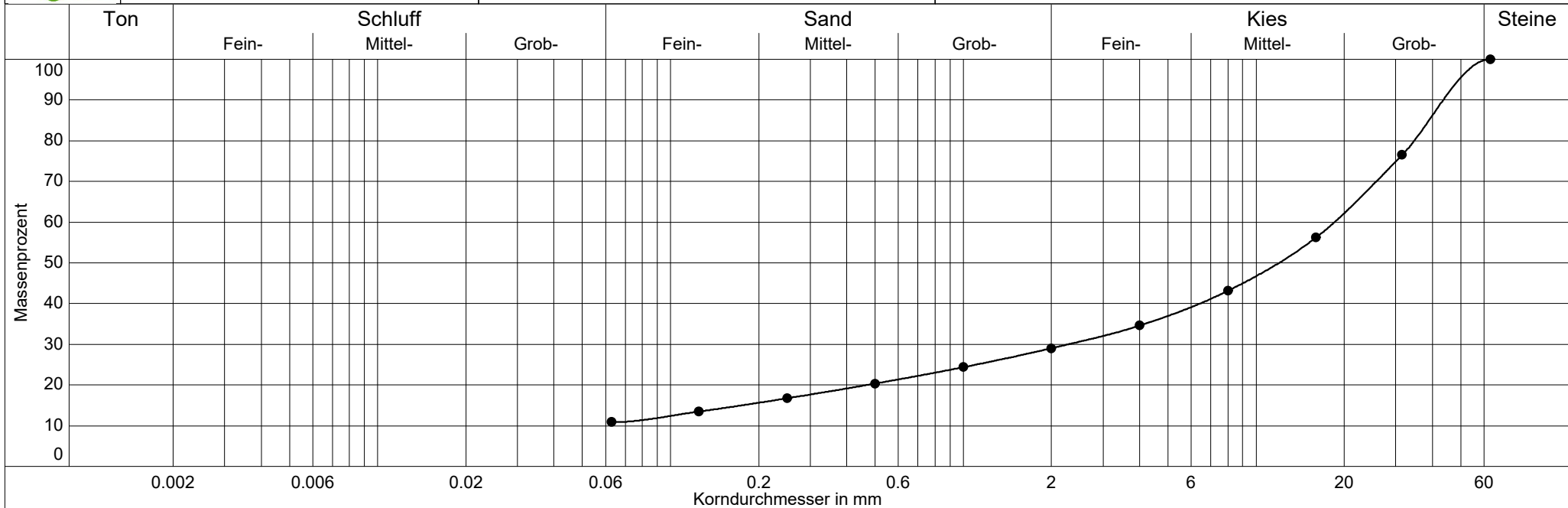


gbm Labor GmbH
 Pforzheimer Str. 128b
 76275 Ettlingen
 Datum : 21.11.2024

Korngrößenverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Trafo-Umsatzstelle in Hergatz
 Projektnr.: e-326924
 Probenbezeichnung KRB2-P2
 Bearbeiter : Seus Melanie



GK: 43mm
 Schlämme nicht möglich

Labornummer	—●— BM24-317		
Entnahmetiefe	1,40-2,70 m		
Ungleichförm. Cu	-		
Krümmungszahl Cc	-		
Anteil < 0.063 mm	10.9 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/10.9/18.2/71.0 %		
Frostempfindl.klasse	F2		
kf nach Kaubisch	1.5E-05 m/s		
kf nach USBR	6.3E-04 m/s		
kf nach Hazen	-		
kf nach Beyer	-		
kf nach Seiler	-		
kf nach Seelheim	-		
Bodenart n. DIN 14688-1	G,s,u		
Bodengruppe DIN 18196	GU		
d10 / d60	- /18.516 mm		



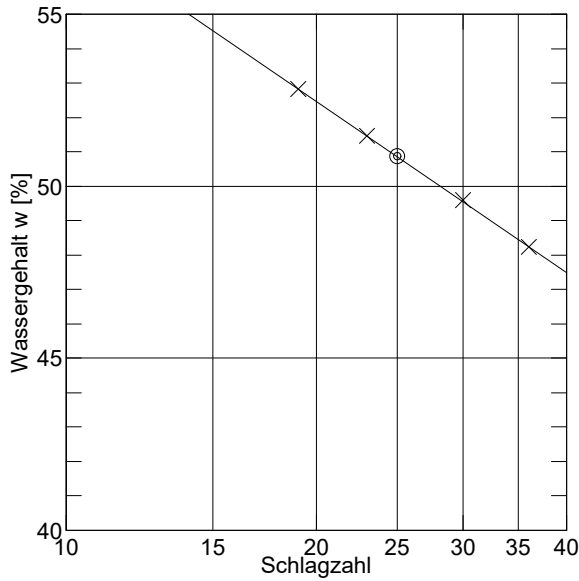
gbm Labor GmbH
Pforzheimer Str. 128
76275 Ettlingen

Projekt : Trafo- Umsatzstelle in Hergatz
Projektnummer: e-32694
Probenbezeichnung: KRB2-P2
Labornummer : BM24-317
Entnahmetiefe : 1,40-2,70
Datum : 21.11.2024

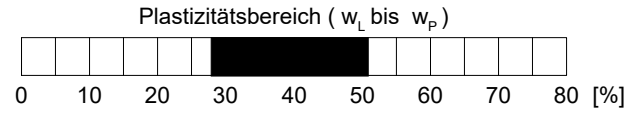
Fließ- und Ausrollgrenzen

DIN EN ISO 17892-12

Behälter-Nr.	Fließgrenze					Ausrollgrenze				
	P1	P2	P3	P4		W1	W2	W3		
Zahl der Schläge	36	30	23	19						
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	43.98	45.01	43.79	43.31		72.64	62.72	64.99	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	38.39	38.91	37.80	37.25		70.40	60.54	62.95	
Behälter	m_B [g]	26.80	26.61	26.16	25.78		62.40	52.69	55.62	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	5.59	6.10	5.99	6.06		2.24	2.18	2.04	
Trockene Probe	m_t [g]	11.59	12.30	11.64	11.47		8.00	7.85	7.33	Mittel
Wassergehalt	$\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	48.2	49.6	51.5	52.8		28.0	27.8	27.8	27.9



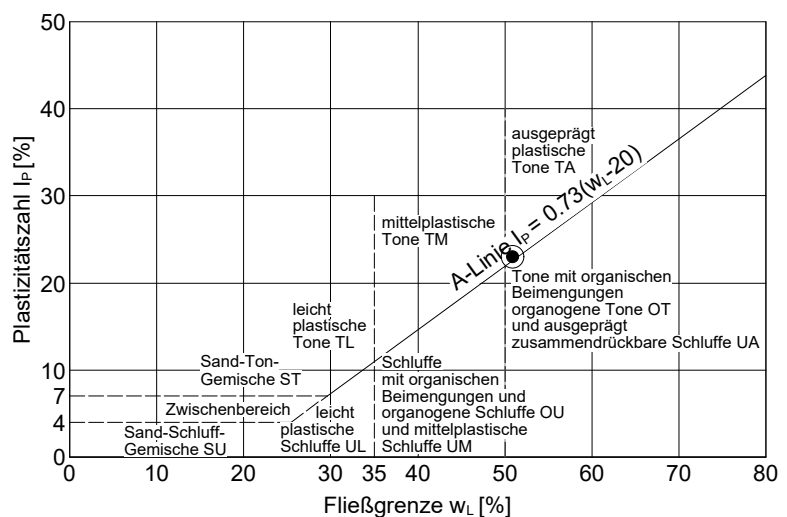
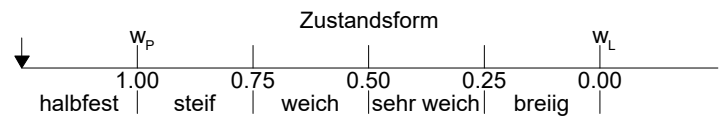
Überkornanteil $\ddot{u} = 44.1\%$
Wassergeh. Überkorn $w_{\ddot{u}} =$
Wassergehalt $w_N = 7.8\%$, $w_{N\ddot{u}} = 13.9\%$
Fließgrenze $w_L = 50.9\%$
Ausrollgrenze $w_P = 27.9\%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 23.0\%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_P} = -0.609$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_P} = 1.609$



Bearbeiter : Seus Melanie



gbm Labor GmbH
Pforzheimer Str. 128
76275 Ettlingen

Projekt : Trafo-Umsatzstelle in Hergatz

Projektnummer: e-326924

Probenbezeichnung: KRB2-P4

Fließ- und Ausrollgrenzen

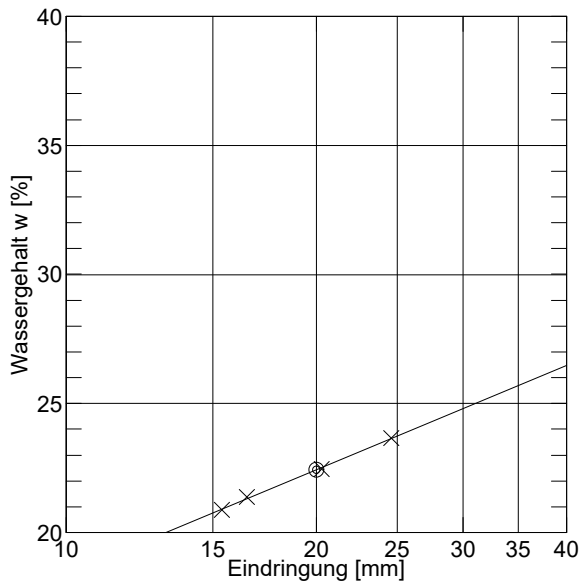
DIN EN ISO 17892-12

Labornummer : BM24-318

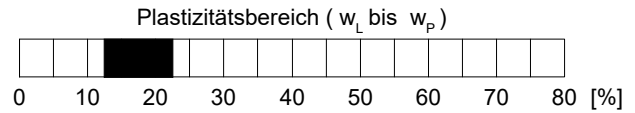
Entnahmetiefe : 3,70-4,30 m

Datum : 28.11.2024

Behälter-Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
		P2	P3	P4	P5	C1	C2	C3	
Eindringung	[mm]	15.4	16.5	20.3	24.6				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	59.20	59.02	63.16	65.87	96.37	93.75	91.44	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	53.57	53.23	56.30	58.94	94.57	92.25	90.05	
Behälter	m_B [g]	26.59	26.13	25.76	29.64	80.37	80.07	78.66	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	5.63	5.79	6.86	6.93	1.80	1.50	1.39	
Trockene Probe	m_t [g]	26.98	27.10	30.54	29.30	14.20	12.18	11.39	Mittel
Wassergehalt	$\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	20.9	21.4	22.5	23.7	12.7	12.3	12.2	12.4



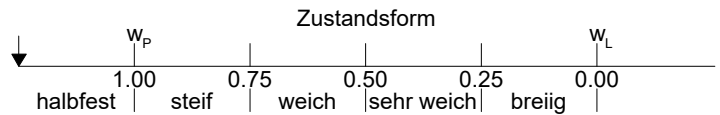
Wassergehalt $w_N =$
 Fließgrenze $w_L = 22.4 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 12.4 \%$



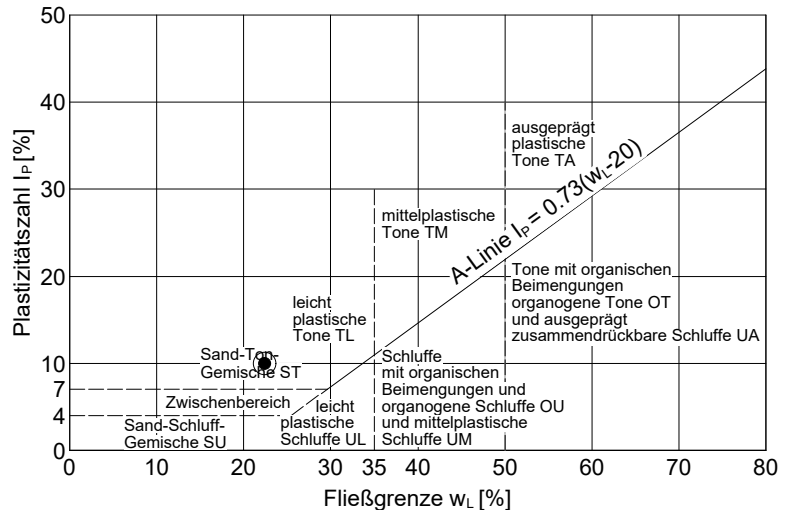
Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 10.0 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = -1.240$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 2.240$



Bemerkungen:
 Berechnung Überkornanteil nichts möglich,
 da kein w_N vorhanden



Bearbeiter : Seus Melanie



gbm Labor GmbH
Pforzheimer Str. 128
76275 Ettlingen

Projekt : Trafo-Umsatzstelle in Hergatz

Projektnummer: e-326924

Probenbezeichnung: KRB4-P3

Fließ- und Ausrollgrenzen

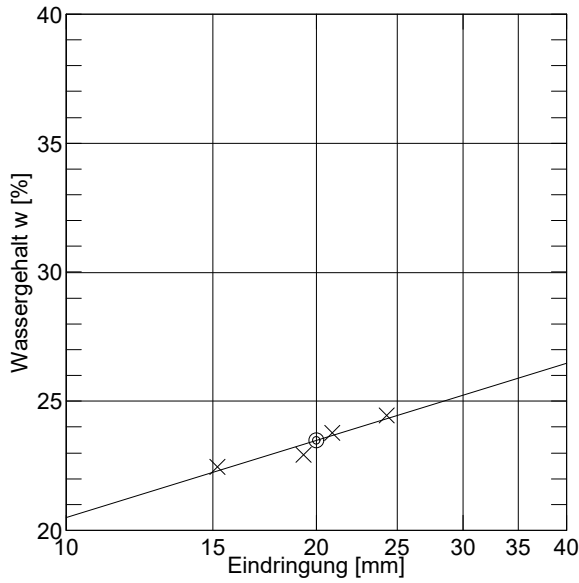
DIN EN ISO 17892-12

Labornummer : BM24-324

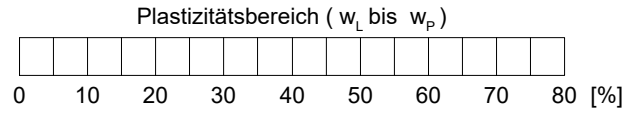
Entnahmetiefe : 1,60-2,50

Datum : 28.11.2024

Behälter-Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
		K3	K4	K5	K6				
Eindringung	[mm]	19.3	15.2	24.3	20.9				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	58.95	57.62	60.40	43.36				
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	55.71	54.84	57.01	40.23				
Behälter	m_B [g]	41.57	42.46	43.14	27.07				
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	3.24	2.78	3.39	3.13				
Trockene Probe	m_t [g]	14.14	12.38	13.87	13.16				
Wassergehalt	$\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	22.9	22.5	24.4	23.8				



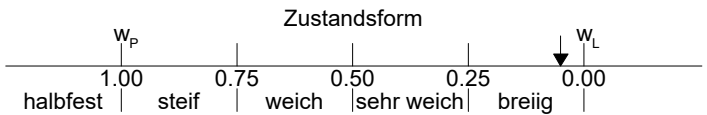
Überkornanteil \ddot{u} = 15.7 %
 Wassergeh. Überkorn $w_{\ddot{u}}$ =
 Wassergehalt w_N = 18.7 %, $w_{N\ddot{u}}$ = 22.2 %
 Fließgrenze w_L = 23.5 %
 Ausrollgrenze w_P =



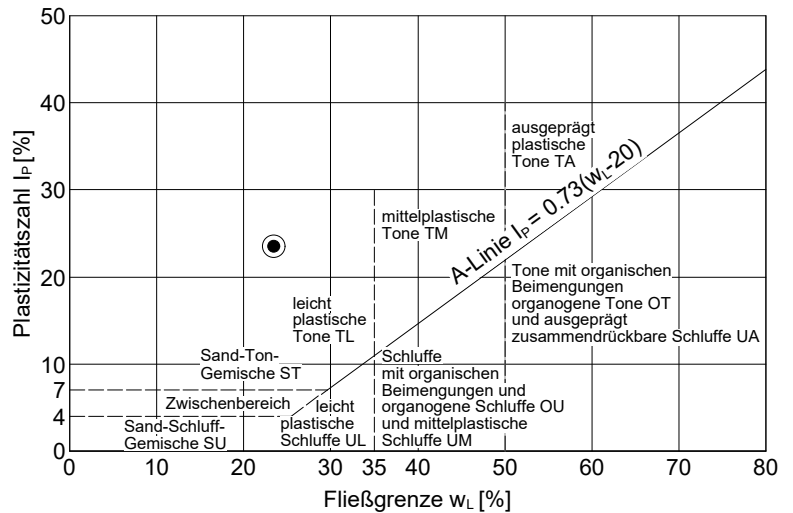
Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 23.5 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_p} = 0.945$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_p} = 0.055$



Bemerkungen:
 $w_{N\ddot{u}} = w_N < 0,4$
 w_P nicht möglich



Bearbeiter : Seus Melanie



gbm Labor GmbH
Pforzheimer Str. 128
76275 Ettlingen

Projekt : Trafo-Umsatzstelle in Hergatz

Projektnummer: e-326924

Probenbezeichnung: KRB5-P4

Fließ- und Ausrollgrenzen

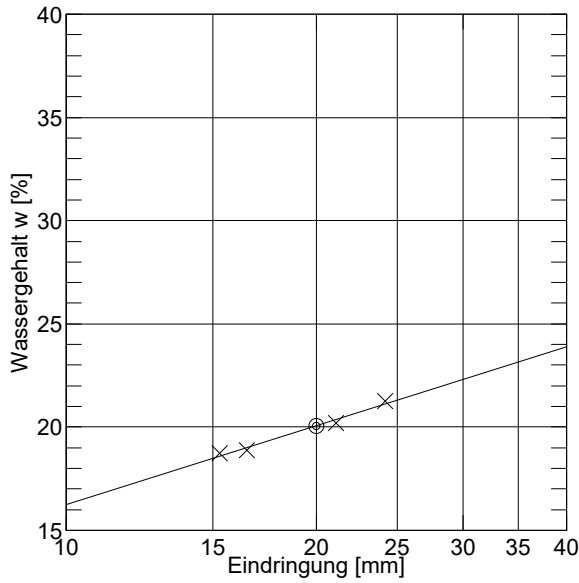
DIN EN ISO 17892-12

Labornummer : BM24-326

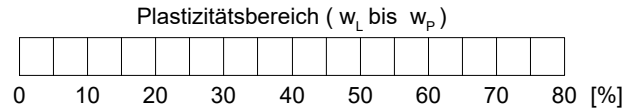
Entnahmetiefe : 1,80-3,0

Datum : 28.11.2024

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	T2	T1	T4	K23				
Eindringung [mm]	21.1	16.5	15.3	24.2				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	182.38	170.81	182.35	113.06				
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	177.05	167.12	177.03	108.55				
Behälter m_B [g]	150.65	147.58	148.62	87.33				
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	5.33	3.69	5.32	4.51				
Trockene Probe m_t [g]	26.40	19.54	28.41	21.22				
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	20.2	18.9	18.7	21.3				



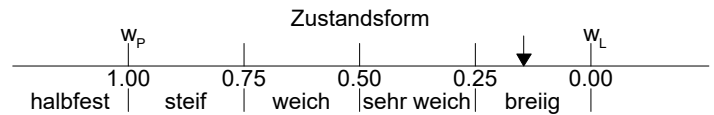
Überkornanteil \ddot{u} = 26.8 %
 Wassergeh. Überkorn $w_{\ddot{u}}$ =
 Wassergehalt w_N = 12.5 %, $w_{N\ddot{u}}$ = 17.1 %
 Fließgrenze w_L = 20.1 %
 Ausrollgrenze w_P =



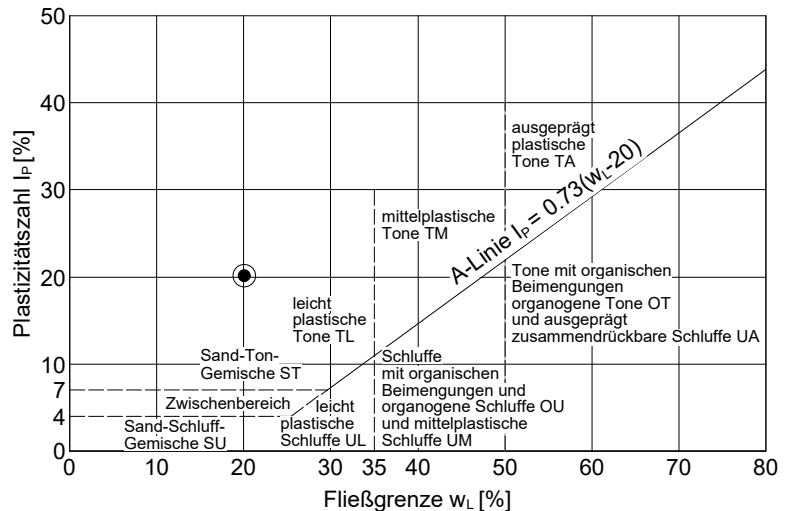
Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 20.1 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_p} = 0.851$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_p} = 0.149$



Bemerkungen:
 $w_{N\ddot{u}} = w < 0,4$
 w_P nicht möglich



Bearbeiter : Seus Melanie



gbm Labor GmbH
Pforzheimer Str. 128
76275 Ettlingen

Projekt : Trafo-Umsatzstelle in Hergatz

Projektnummer: e-326924

Probenbezeichnung: KRB6-P2

Labornummer : BM24-328

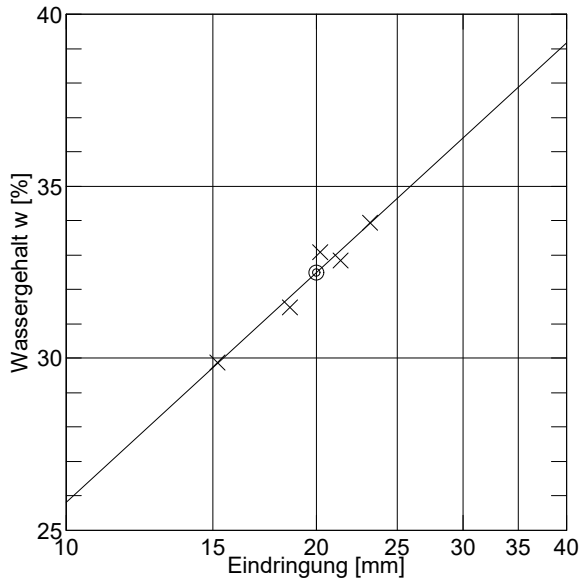
Entnahmetiefe : 0,90-2,00

Datum : 28.11.2024

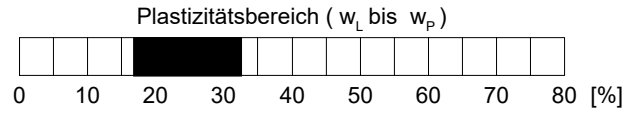
Fließ- und Ausrollgrenzen

DIN EN ISO 17892-12

Behälter-Nr.	Fließgrenze					Ausrollgrenze			
	K4	B8	B9	B10	B11	x3	x4	x8	
Eindringung [mm]	15.2	23.2	20.2	21.4	18.6				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	60.14	60.33	60.81	57.51	62.37	67.70	60.67	76.13	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	56.07	55.72	55.87	53.50	57.61	66.18	59.04	74.37	
Behälter m_B [g]	42.45	42.14	40.94	41.29	42.49	57.01	49.27	63.92	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	4.07	4.61	4.94	4.01	4.76	1.52	1.63	1.76	
Trockene Probe m_t [g]	13.62	13.58	14.93	12.21	15.12	9.17	9.77	10.45	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	29.9	33.9	33.1	32.8	31.5	16.6	16.7	16.8	16.7



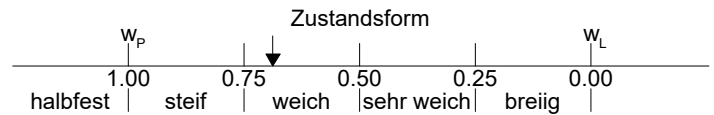
Überkornanteil \ddot{u} = 33.2 %
 Wassergeh. Überkorn $w_{\ddot{u}}$ =
 Wassergehalt w_N = 14.4 %, $w_{N\ddot{u}}$ = 21.6 %
 Fließgrenze w_L = 32.5 %
 Ausrollgrenze w_P = 16.7 %



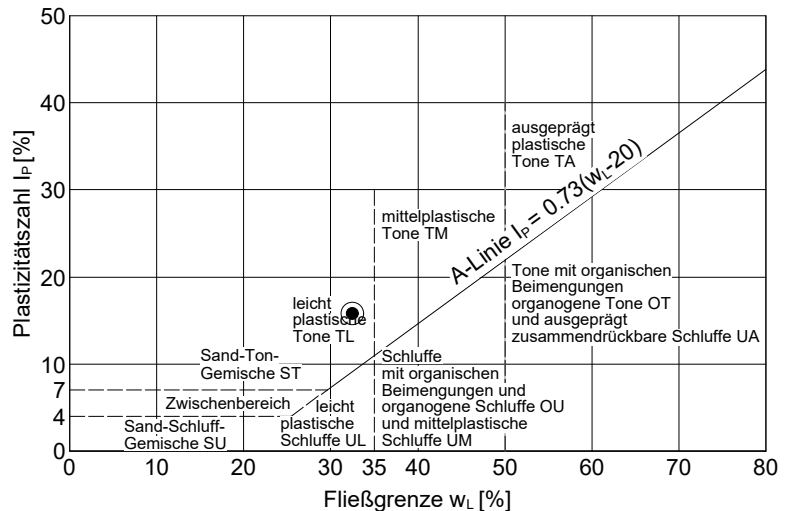
Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 15.8 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_P} = 0.310$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_P} = 0.690$



Bemerkungen:
WNü=WN<0,4



Bearbeiter : Seus Melanie



gbm Labor GmbH
Pforzheimer Str. 128
76275 Ettlingen

Projekt : Trafo-Umsatzstelle in Hergatz

Projektnummer: e-326924

Probenbezeichnung: KRB6-P3

Fließ- und Ausrollgrenzen

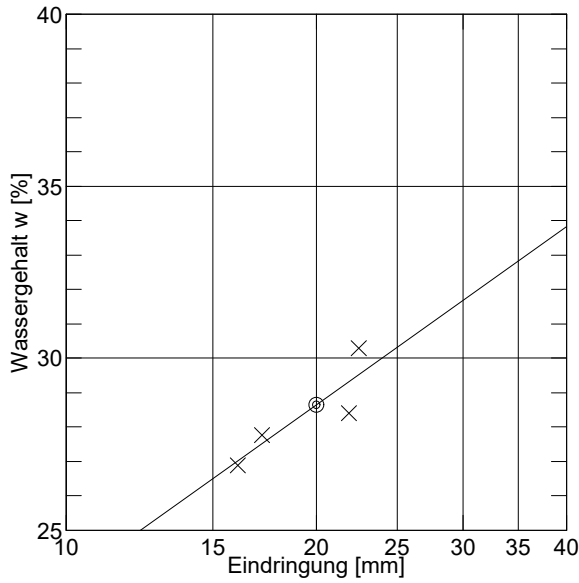
DIN EN ISO 17892-12

Labornummer : BM24-329

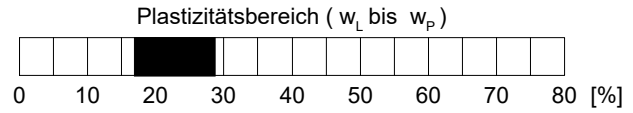
Entnahmetiefe : 2,00-3,00

Datum : 28.11.2024

Behälter-Nr.	Fließgrenze					Ausrollgrenze			
	K1	K3	K12	K14		X5	X6	X7	
Eindringung [mm]	21.9	17.2	16.1	22.5					
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	70.39	68.35	69.89	74.25		68.85	72.44	65.40	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	64.17	62.53	64.06	66.95		67.25	70.80	63.72	
Behälter m_B [g]	42.27	41.57	42.37	42.86		57.75	61.04	53.73	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	6.22	5.82	5.83	7.30		1.60	1.64	1.68	
Trockene Probe m_t [g]	21.90	20.96	21.69	24.09		9.50	9.76	9.99	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	28.4	27.8	26.9	30.3		16.8	16.8	16.8	16.8



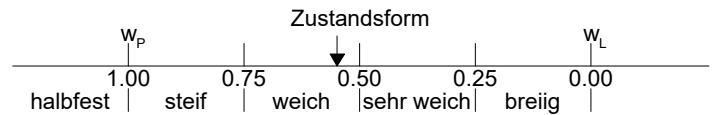
Überkornanteil \ddot{u} = 25.2 %
 Wassergeh. Überkorn $w_{\ddot{u}}$ =
 Wassergehalt w_N = 16.5 %, $w_{N\ddot{u}}$ = 22.1 %
 Fließgrenze w_L = 28.6 %
 Ausrollgrenze w_P = 16.8 %



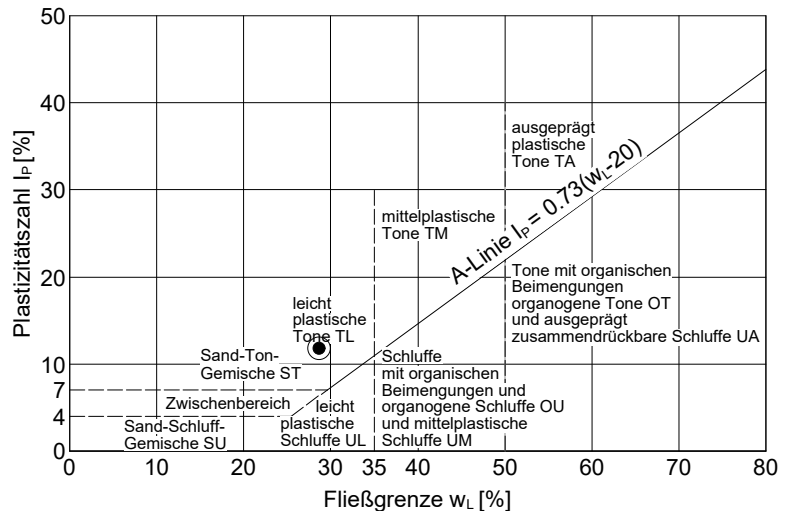
Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 11.8 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_P} = 0.449$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_P} = 0.551$



Bemerkungen:
WNü=WN<0,4



Bearbeiter : Seus Melanie



gbm Labor GmbH
Pforzheimer Str. 128
76275 Ettlingen

Projekt : Trafo-Umsatzstelle in Hergatz

Projektnummer: e-326924

Probenbezeichnung: KRB8-P2

Fließ- und Ausrollgrenzen

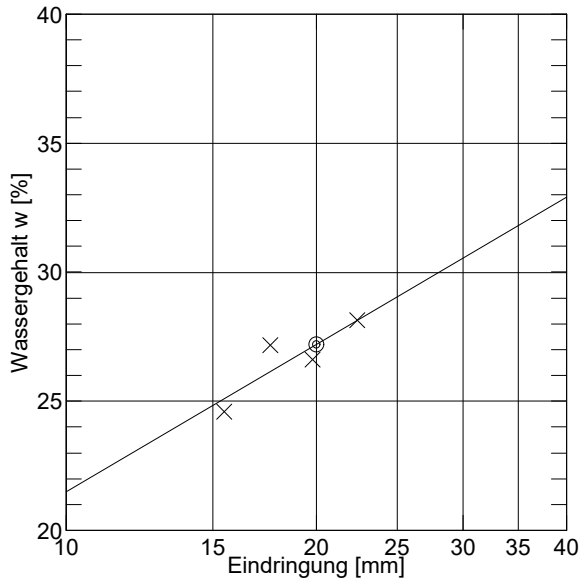
DIN EN ISO 17892-12

Labornummer : BM24-331

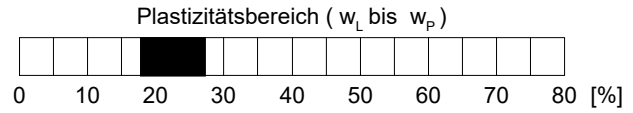
Entnahmetiefe : 1,00-3,00

Datum : 28.11.2024

Behälter-Nr.	Fließgrenze					Ausrollgrenze			
	P2	P3	P4	P5		A1	A2	A3	
Eindringung [mm]	19.8	15.5	17.6	22.4					
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	43.25	43.83	53.02	55.56		73.10	68.64	77.02	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	39.75	40.34	47.20	49.87		71.20	66.70	75.11	
Behälter m_B [g]	26.60	26.16	25.78	29.64		60.70	55.65	64.35	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	3.50	3.49	5.82	5.69		1.90	1.94	1.91	
Trockene Probe m_t [g]	13.15	14.18	21.42	20.23		10.50	11.05	10.76	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	26.6	24.6	27.2	28.1		18.1	17.6	17.8	17.8



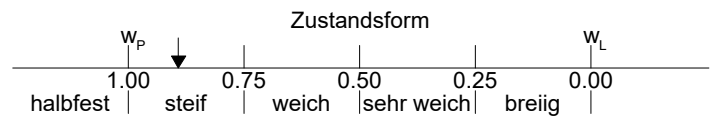
Überkornanteil $\ddot{u} = 12.9\%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\ddot{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 16.4\%$, $w_{N\ddot{u}} = 18.8\%$
 Fließgrenze $w_L = 27.2\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 17.8\%$



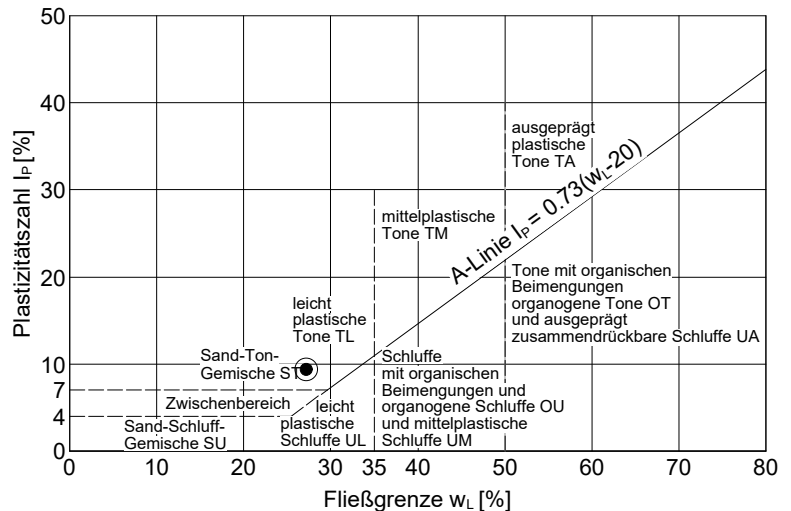
Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 9.4\%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_p} = 0.106$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_p} = 0.894$



Bemerkungen:
WNü=WN<0,4



Bearbeiter : Seus Melanie

Anlage 4

Umwelttechnische Laboruntersuchungen

gbm Gesellschaft für Baugologie und
Meßtechnik mbH Baugrundinstitut
Herr Atthanassios Pourikas
Pforzheimer Straße 128b
76275 Ettlingen

Standort Fellbach

Telefon: +49 711-16272-01
Telefax: +49 711-16272-999
E-Mail: DE.IE.fel.info@sgs.com
Internet: www.sgs.com/analytcs-de

Seite 1 von 5

Datum: 01.10.2024

Prüfbericht Nr.: UST-24-0084179/01-1

Auftrag-Nr.: UST-24-0084179
Ihr Auftrag: vom 24.09.2024
Projekt: e-326924
Eingangsdatum: 24.09.2024
Probenahme durch: Auftraggeber
Prüfzeitraum: 24.09.2024 - 01.10.2024
Probenart: Boden



Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgs.com/de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Der Prüfbericht wurde am 01.10.2024 um 17:26 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



Probenbezeichnung:
MP 1

Probe Nr.:

UST-24-0084179-01

Probenvorbereitung

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Probenvorbereitung	--	-		DIN 19747:2009-07
Siebung < 2 mm	--	ja		DIN 18123:2011-04

Original

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Trockenmasse	%	90,6	0,1	DIN EN 14346:2007-03
TOC	% TS	1,4	0,1	DIN EN 15936:2012-11
EOX	mg/kg TS	<0,5	0,5	DIN 38414-S 17:2017-01 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	75	50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Phenanthren	mg/kg TS	0,06	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoranthen	mg/kg TS	0,21	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Pyren	mg/kg TS	0,16	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,09	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Chrysen	mg/kg TS	0,11	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	0,11	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,07	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Summe PAK (16) nach EBV	mg/kg TS	1		DIN ISO 18287:2006-05 (F)

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
Summe PCB nach EBV	mg/kg TS	0,011		DIN EN 15308:2016-12 (F)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	--	0	DIN EN 13657:2003-01
Arsen	mg/kg TS	5,6	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Blei	mg/kg TS	16	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Cadmium	mg/kg TS	5,6	0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	18	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Kupfer	mg/kg TS	40	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Nickel	mg/kg TS	18	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Quecksilber	mg/kg TS	0,49	0,05	DIN EN ISO 12846:2012-08
Thallium	mg/kg TS	<0,25	0,1	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Zink	mg/kg TS	792	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Eluat (Wasser/Feststoff = 2 l/kg)	--	-		DIN 19529:2015-12
pH-Wert	--	8,0	0	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
Beitemperatur für pH-Wert	°C	21,2		DIN 38404-C4:1976-2
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	388	1	DIN EN 27888:1993-11
Sulfat	mg/l	7	0,5	DIN EN ISO 10304-1:2009-07

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Naphthalin	µg/l	n.n.	0,05	DIN 38407-F39:2011-09
Acenaphthylen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Acenaphthen	µg/l	<0,010	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Fluoren	µg/l	<0,010	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Phenanthren	µg/l	0,012	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Anthracen	µg/l	<0,010	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Fluoranthren	µg/l	0,012	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Pyren	µg/l	0,010	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Chrysen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Dibenz(a,h)anthracen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
1-Methylnaphthalin	µg/l	n.n.	0,05	DIN 38407-F39:2011-09
2-Methylnaphthalin	µg/l	n.n.	0,05	DIN 38407-F39:2011-09
Summe PAK (15) nach EBV	µg/l	0,049		DIN 38407-F39:2011-09
Summe Naphthaline (EBV)	µg/l	--		DIN 38407-F39:2011-09

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
PCB Nr. 28	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
PCB Nr. 52	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
PCB Nr. 101	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
PCB Nr. 118	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
PCB Nr. 138	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
PCB Nr. 153	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
PCB Nr. 180	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
Summe PCB nach EBV	µg/l	--		DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Arsen	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Blei	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Cadmium	mg/l	<0,0001	0,0001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Chrom (Gesamt)	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Kupfer	mg/l	0,002	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Nickel	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Quecksilber	mg/l	<0,00003	0,00003	DIN EN ISO 12846:2012-08
Thallium	mg/l	<0,0002	0,00007	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Zink	mg/l	0,005	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

(F) - Fremdvergabe; n.n. = nicht nachweisbar: Für Summenparameter gibt die am 01.08.2023 in Kraft getretene EBV in §10 Abs.(4) folgende Regel für die Summenbildung vor: Die Konzentrationen der Einzelsubstanzen werden addiert, wobei Einzelstoffkonzentrationen unterhalb der analytischen Nachweisgrenze unberücksichtigt bleiben (= "n.n.") und Konzentrationen oberhalb der Nachweisgrenze, aber unterhalb der Bestimmungsgrenze pauschal mit der Hälfte des Wertes der Bestimmungsgrenze in die Summenbildung eingehen (= "<BG"); BG: Bestimmungsgrenze

gbm Gesellschaft für Baugeologie und
Meßtechnik mbH Baugrundinstitut
Herr Atthanassios Pourikas
Pforzheimer Straße 128b
76275 Ettlingen

Standort Fellbach

Telefon: +49 711-16272-01
Telefax: +49 711-16272-999
E-Mail: DE.IE.fel.info@sgs.com
Internet: www.sgs.com/analytics-de

Datum: 01.10.2024

Seite 1 von 5

Prüfbericht Nr.: UST-24-0084179/02-1

Auftrag-Nr.: UST-24-0084179
Ihr Auftrag: vom 24.09.2024
Projekt: e-326924
Eingangsdatum: 24.09.2024
Probenahme durch: Auftraggeber
Prüfzeitraum: 24.09.2024 - 01.10.2024
Probenart: Boden



Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgs.com/de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Der Prüfbericht wurde am 01.10.2024 um 17:26 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



Probenbezeichnung:
MP 2

Probe Nr.:

UST-24-0084179-02

Probenvorbereitung

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Probenvorbereitung	--	-		DIN 19747:2009-07
Siebung < 2 mm	--	ja		DIN 18123:2011-04

Original

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Trockenmasse	%	93,0	0,1	DIN EN 14346:2007-03
TOC	% TS	0,5	0,1	DIN EN 15936:2012-11
EOX	mg/kg TS	<0,5	0,5	DIN 38414-S 17:2017-01 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Pyren	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Summe PAK (16) nach EBV	mg/kg TS	0,4		DIN ISO 18287:2006-05 (F)

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,003	0,003	DIN EN 15308:2016-12 (F)
Summe PCB nach EBV	mg/kg TS	0,011		DIN EN 15308:2016-12 (F)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	--	0	DIN EN 13657:2003-01
Arsen	mg/kg TS	3,5	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Blei	mg/kg TS	6,3	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	18	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Kupfer	mg/kg TS	11	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Nickel	mg/kg TS	14	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	0,05	DIN EN ISO 12846:2012-08
Thallium	mg/kg TS	<0,25	0,1	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Zink	mg/kg TS	32	3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Eluat (Wasser/Feststoff = 2 l/kg)	--	-		DIN 19529:2015-12
pH-Wert	--	8,1	0	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
Beitemperatur für pH-Wert	°C	20,6		DIN 38404-C4:1976-2
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	347	1	DIN EN 27888:1993-11
Sulfat	mg/l	13	0,5	DIN EN ISO 10304-1:2009-07

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Naphthalin	µg/l	n.n.	0,05	DIN 38407-F39:2011-09
Acenaphthylen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Acenaphthen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Fluoren	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Phenanthren	µg/l	<0,010	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Anthracen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Fluoranthren	µg/l	0,013	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Pyren	µg/l	0,010	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Chrysen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Dibenz(a,h)anthracen	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	n.n.	0,01	DIN 38407-F39:2011-09
1-Methylnaphthalin	µg/l	n.n.	0,05	DIN 38407-F39:2011-09
2-Methylnaphthalin	µg/l	n.n.	0,05	DIN 38407-F39:2011-09
Summe PAK (15) nach EBV	µg/l	0,028		DIN 38407-F39:2011-09
Summe Naphthaline (EBV)	µg/l	--		DIN 38407-F39:2011-09

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
PCB Nr. 28	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
PCB Nr. 52	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
PCB Nr. 101	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
PCB Nr. 118	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
PCB Nr. 138	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
PCB Nr. 153	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
PCB Nr. 180	µg/l	n.n.	0,001	DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS
Summe PCB nach EBV	µg/l	--		DIN 38 407-F 3:1998-07, Abweichung: GC-MS

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BG	Verfahren
Arsen	mg/l	0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Blei	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Cadmium	mg/l	0,0001	0,0001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Chrom (Gesamt)	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Kupfer	mg/l	0,002	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Nickel	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Quecksilber	mg/l	<0,00003	0,00003	DIN EN ISO 12846:2012-08
Thallium	mg/l	<0,0002	0,00007	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Zink	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

(F) - Fremdvergabe; n.n. = nicht nachweisbar: Für Summenparameter gibt die am 01.08.2023 in Kraft getretene EBV in §10 Abs. (4) folgende Regel für die Summenbildung vor: Die Konzentrationen der Einzelsubstanzen werden addiert, wobei Einzelstoffkonzentrationen unterhalb der analytischen Nachweisgrenze unberücksichtigt bleiben (= "n.n.") und Konzentrationen oberhalb der Nachweisgrenze, aber unterhalb der Bestimmungsgrenze pauschal mit der Hälfte des Wertes der Bestimmungsgrenze in die Summenbildung eingehen (= "<BG"); BG: Bestimmungsgrenze



Anlage 5

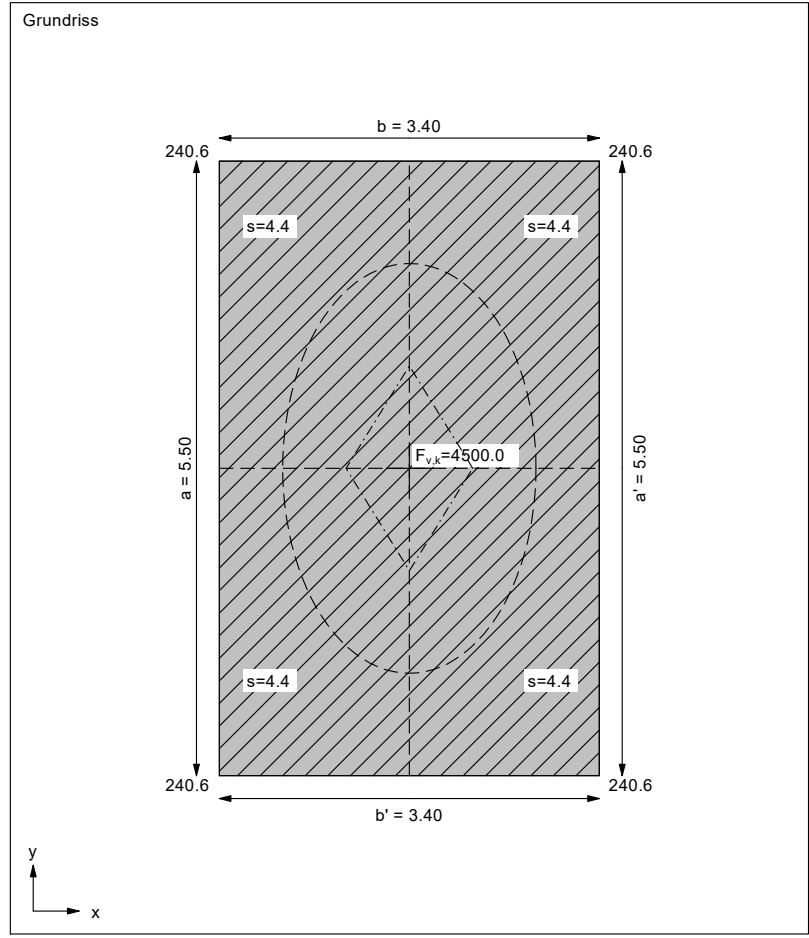
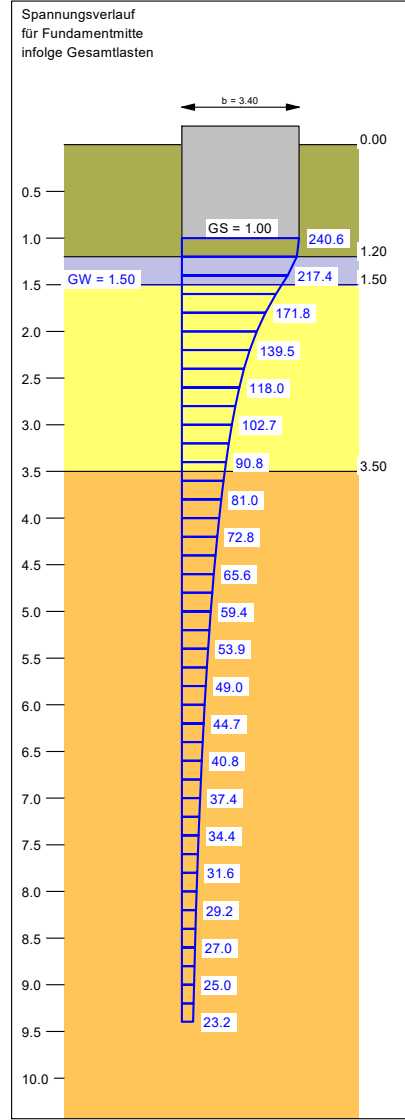
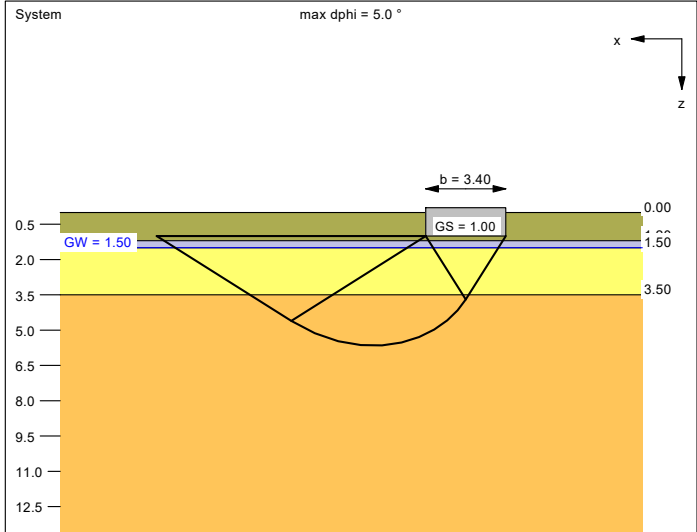
Geotechnische Berechnungen

Grundbruch- und Setzungenberechnungen Einzelfundament
Bodenverbesserung 0,2 m

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	21.0/13.0	35.0	0.0	0.00	100.0	Kies
	20.0/10.0	30.0	0.0	0.00	20.0	Schicht 1
	20.0/10.0	25.0	1.0	0.00	9.0	Schicht 2
	21.0/11.0	27.5	3.0	0.00	25.0	Schicht 3

Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 1.50 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 4500.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Länge $a = 5.500$ m
 Breite $b = 3.400$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 5.500$ m
 Breite $b' = 3.400$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 5.500$ m
 Breite $b' = 3.400$ m
 Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 519.5 / 371.08$ kN/m²
 $R_{n,k} = 9714.79$ kN
 $R_{n,d} = 6939.14$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 4500.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 6075.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.875
 cal $\varphi = 25.5^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal $c = 2.08$ kN/m²

cal $\gamma_2 = 12.01$ kN/m³
 cal $\sigma_d = 21.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 5.65 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 18.21 m
 Fläche log. Spirale = 43.65 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{d0} = 21.48$; $N_{d0} = 11.25$; $N_{b0} = 4.89$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.292$; $v_d = 1.266$; $v_b = 0.815$

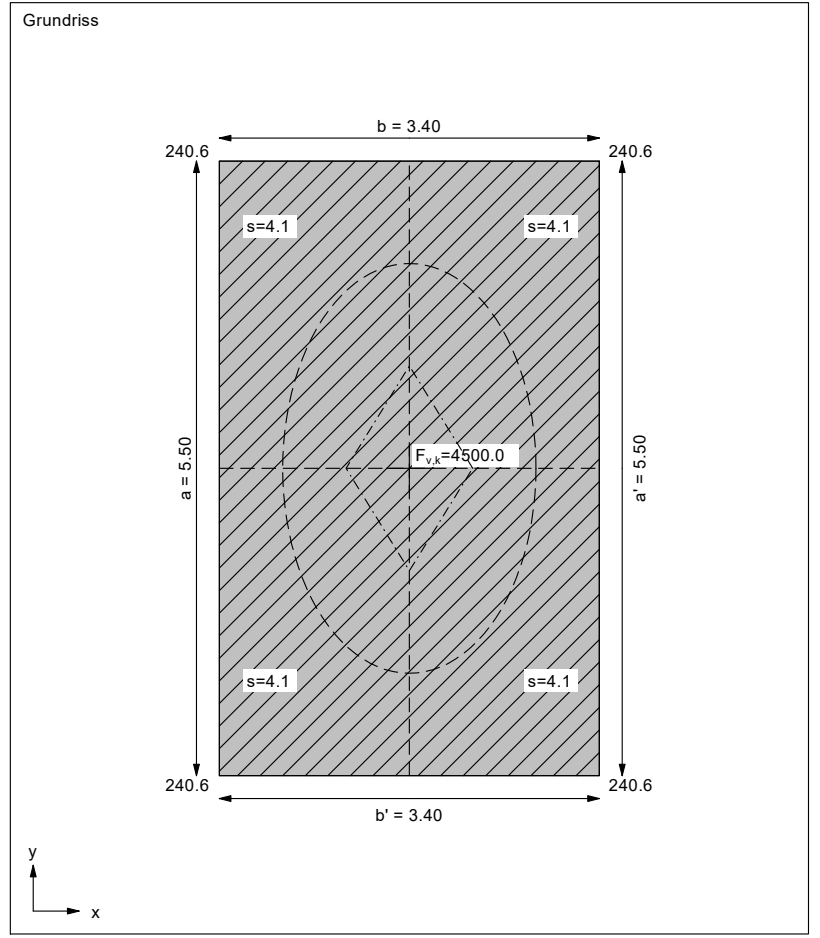
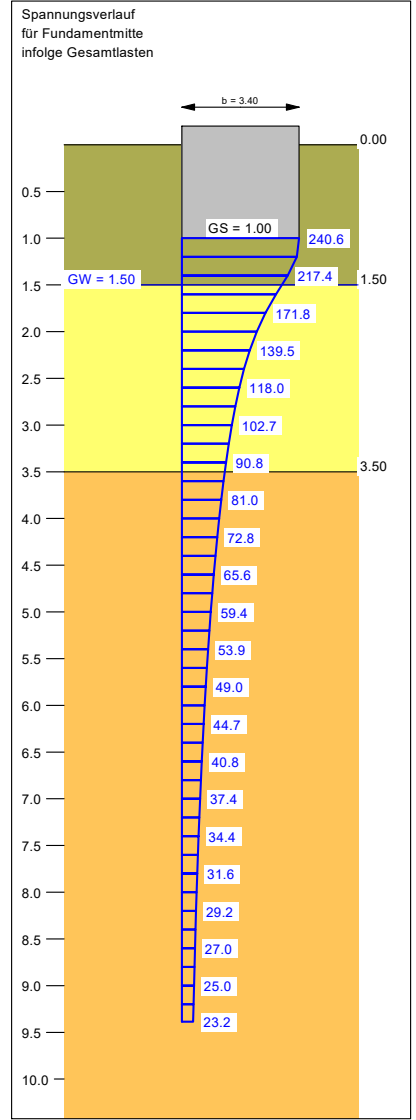
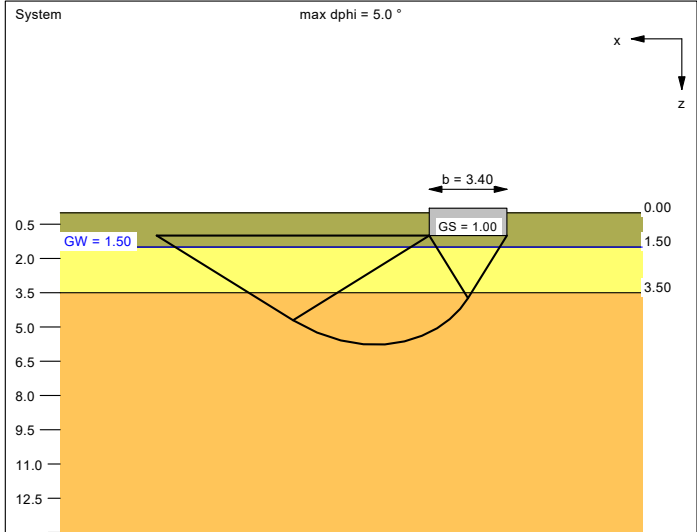
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 9.39$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 4.38 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 4.38 cm
 rechts oben = 4.38 cm
 links unten = 4.38 cm
 rechts unten = 4.38 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0
 Nachweis EQU:
 Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stab} = 4500.0 \cdot 3.40 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 6885.0$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 6885.0 = 0.000$

Grundbruch- und Setzungenberechnungen Einzelfundament
Bodenverbesserung 0,5 m

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	21.0/13.0	35.0	0.0	0.00	100.0	Kies
	20.0/10.0	25.0	1.0	0.00	9.0	Schicht 2
	21.0/11.0	27.5	3.0	0.00	25.0	Schicht 3

Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 1.50 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 4500.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Länge a = 5.500 m
 Breite b = 3.400 m

Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge a' = 5.500 m
 Breite b' = 3.400 m

Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge a' = 5.500 m
 Breite b' = 3.400 m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 575.9 / 411.35$ kN/m²
 $R_{n,k} = 10769.03$ kN
 $R_{n,d} = 7692.16$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 4500.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 6075.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.790
 cal $\varphi = 26.3^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 2.10 kN/m²

cal $\gamma_2 = 12.08$ kN/m³
 cal $\sigma_d = 21.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 5.76 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 18.79 m
 Fläche log. Spirale = 46.28 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{d0} = 22.76$; $N_{d0} = 12.25$; $N_{b0} = 5.56$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.298$; $v_d = 1.274$; $v_b = 0.815$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 9.39$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 4.11 cm
 Setzungen der KPs:
 links oben = 4.11 cm
 rechts oben = 4.11 cm
 links unten = 4.11 cm
 rechts unten = 4.11 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0

Nachweis EQU:
 Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stab} = 4500.0 \cdot 3.40 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 6885.0$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 6885.0 = 0.000$



Anlage 6

Homogenbereiche-Datenblätter

Datenblatt Homogenbereiche

1. Kennwerte der Homogenbereiche Boden ERD-1

Die angegebenen Kennwerte sind Mindestangaben. Die Kennwerte für die Homogenbereiche stellen keine charakteristischen Bemessungskennwerte für Standsicherheitsnachweise dar.

Parameter	Bodenschichten		
	ERD-1	ERD-2	ERD-3
Homogenbereiche			
Schichtbezeichnung nach Geotechnischen Bericht	Auffüllung, gemischt-, grob- und feinkörnige Auffüllung	Deckschichten	Geschiebemergel
Schichtnummer	1	2	3
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, Erdmassen	Deckschichten	Geschiebemergel
Bodengruppen nach DIN 18196	[GU, GU*, TL]	TL, TM, SU*/ST*	TL, SU*/ST*
Korngrößenverteilung	Anlage 3.1.1, 3.1.2	Anlage 3.1.3	3.1.4
Massenanteil Steine ²⁾	< 5 %	< 20 %	< 20 %
Massenanteil Blöcke ²⁾	< 5 %	< 5 %	< 5 %
Massenanteil große Blöcke ²⁾	<5 %	< 5 %	< 5 %
Konsistenzzahl	-	0,50...>1,0	0,5...>1,0
Konsistenz	-	weich bis steif, lokal steif	weich bis steif, steif, halbfest
Plastizitätszahl	-	0,10...0,25	0,08...0,22
Wassergehalte [Gew.-%]	6,1 bis 13,6	13,1 bis 20,3	6,9 bis 21,3
bezogene Lagerungsdichte	-	-	-
Dichte [g/cm ³] ²⁾	1,9-2,1	1,9 – 2,2	2,0 – 2,3
organischer Anteil	0-2%	0-1%	-
Benennung und Beschreibung organischer Anteil	-	Wurzelreste	-
Undrainierte Scherfestigkeit ²⁾	-	-	-

¹⁾ nach DIN EN ISO 14688-2

²⁾ Schätzwert