Weichenverbindung Köln-Dellbrück

Strecke 2663, km 4,750 bis km 5,330

Baugrund- und Gründungsgutachten

Auftraggeber ›	DB InfraGO AG I.IFI-W 2 AH - Regionalbereich West Picassoplatz 1c 50679 Köln
GTU-Projektnummer ›	1524081
Datum ›	19.11.2024
Bearbeiter ›	Dipl.- Ing. Andreas Tröger
	Sabrina Goldbach, M.Sc.

GTU Ingenieurgesellschaft mbH Sahlkamp 149 D-30179 Hannover Telefon › +49 (0) 511/90899-0
Telefax › +49 (0) 511/90899-25 E-Mail › gtu.hannover@gtu-online.de Internet › www.gtu-online.de
Geschäftsführer › Dipl.-Ing. Klaus Scharf, Dipl.-Ing. Axel Manthey, Julian Lehn, M. Sc.
Handelsregister › Gerichtsstand Hannover, Amtsgericht Hannover, HRB 51753, USt.-ID-Nr.: DE115664111, St.-Nr.: 25/205/17241
Zertifizierung › Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2015, Zertifikat-Nr. MQ23-020
Bankverbindung › Commerzbank AG, IBAN DE41250400660332097500, BIC COBADEFFXXX

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 › Veranlassung, Unterlagen, Bauvorhaben, Untersuchungen 5
1.1 › Veranlassung 5
1.2 › Unterlagen 5
1.3 › Geplantes Bauvorhaben 6
1.4 › Art und Umfang der Untersuchungen 6
1.4.1 › Felduntersuchungen 6
1.4.2 › Bodenmechanische Laboruntersuchungen 8
1.4.3 › Chemische Analytik 8
2 › Baugrund 10
2.1 › Kampfmittel 10
2.2 › Geologischer Überblick 10
2.3 › Beschreibung der angetroffenen Bodenarten 10
3 › Hydrogeologische Verhältnisse 11
4 › Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse 12
4.1 › Geotechnische Kenngrößen 12
4.2 › Bautechnische Eigenschaften der Bodenarten 13
5 › Empfehlungen für die Gründung der Oberleitungsmasten 14
5.1 › Gründungsart 14
5.2 › Bemessung der vertikalen Tragfähigkeit 15
5.3 › Bemessung der horizontalen Tragfähigkeit 16
5.4 › Flachgründung 17
5.5 › Herstellung und Trockenhaltung der Baugruben 19

6 › Folgerungen für den Einbau der Weichenverbindung 20
6.1 › Allgemeines 20
6.2 › Anforderungen an das Tragsystem 20
6.3 › Bemessung des Tragschichtsystems und erforderliche Maßnahmen 21
6.4 › Abzusichernder Tragbereich 22
6.5 › Dynamische Stabilität 22
6.6 › Bemessung nach Frost 24
6.7 › Bemessung nach Tragfähigkeit und Verformbarkeit 24
6.8 › Entwässerung/Anforderungen an die Schutzschicht 25
6.9 › Filterstabilität 25
7 › Hinweise und Empfehlungen 26

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 **Pläne**
Anlage 1.1 Übersichtskarte
Anlage 1.2 Lageplan mit Ansatzpunkten der Baugrundaufschlüsse

Anlage 2 **Darstellung der Baugrundaufschlüsse**

Anlage 3 **Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche**
Anlage 3.1 Übersichtstabelle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen
Anlage 3.2 Korngrößenverteilungen

Anlage 4 **Homogenbereiche**
Anlage 4.1 Übersichtstabelle
Anlage 4.2 Körnungsbänder

Anlage 5 **Bemessungsprofile**
Anlage 5.1 Kennwerte
Anlage 5.2 Bemessungsprofile OLA-Masten

Anhang **Dokumentation der Baugrunderkundungen**

Anhang A Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen (unkorrigiert)
Anhang B Protokolle der schweren Rammsondierungen
Anhang C Prüfbericht der chemischen Analytik

1 › Veranlassung, Unterlagen, Bauvorhaben, Untersuchungen

1.1 › Veranlassung

Die DB InfraGO AG, Regionalbereich West, plant den Ausbau des Personennahverkehrs. In diesem Zusammenhang ist in Köln-Dellbrück der Neubau einer Weichenverbindung sowie die Errichtung von zwölf Oberleitungsmasten (OLA-Masten) vorgesehen.

Die GTU Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover, wurde von der DB InfraGO AG mit der der Bestellung 0016 / UCU / 42344547 mit der Durchführung von Baugrunderkundungen, der Durchführung von bodenmechanischen und umweltchemischen Laborversuchen und der Erstellung eines Baugrund- und Gründungsgutachtens beauftragt.

Das nachstehende Gutachten präsentiert die Ergebnisse der ausgeführten Untersuchungen.

1.2 › Unterlagen

Neben den gegenwärtig gültigen Normen, Richtlinien und Vorschriften für Erd- und Grundbau wurden zur Bearbeitung dieses Gutachtens folgende Unterlagen verwendet:

[U1] Einzelvertrag A320998 zum Rahmenvertrag Nr. 20FEI46027

[U2] Oberleitungslageplan, Variante 2 (Vorzugvariante), Bauzustand 0, Bf Köln-Dellbrück, Strecke 2663, km 4,530 – 5,410, BPS rail GmbH, Dresden, Datum 28.05.2024

[U3] Projekt Weichenverbindung Köln-Dellbrück S11, Strecke Köln-Mülheim - Bergisch Gladbach Fahrdynamische und oberbautechnische Prüfung, Weichenverbindung Köln-Dellbrück, Variante 2, Strecke 2663; km 4,9+58 - km 5,0+49, Lageplan, M. 1:1000, aufgestellt von Obermeyer Infrastruktur GmbH & Co. KG, Köln, Datum 04.2024

[U4] Betriebliche Aufgabenstellung Bestandsnetzmaßnahme, Weichenverbindung Köln-Dellbrück Strecke 2663, Datum 14.01.2022

[U5] IVL-Pläne der Maßnahme als digitale CAD-Dateien

[U6] GEOportal.NRW, Themenkarte: IS GK 100 WMS- Informationssystem Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100.000 - Darstellungsdienst

[U7] Stammdaten der Grundwasser-Messtelle 073701713,ELWAS-WEB, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, Datum 11.11.2024

Für die fachliche Bearbeitung des vorliegenden Berichtes werden die derzeit gültigen DIN - Normen im "Weißdruck" sowie dem Stand der Technik entsprechende Merkblätter und Veröffentlichungen berücksichtigt.

1.3 › Geplantes Bauvorhaben

Nach den uns vorliegenden Unterlagen ist im Zuge des Projektes „Weichenverbindung Köln-Dellbrück“, Variante 2, der Neubau einer Weichenverbindung sowie der Neubau von zwölf OLA-Masten vorgesehen. Zudem ist die Erneuerung der bestehenden Gleise in dem Streckenabschnitt geplant.

Nach Vorgabe der Projektleitung ist für die Weichenverbindung das Kriterium „Erneuerung/Verbesserung“ gemäß Richtlinie 836.4101 anzusetzen. Die Streckengeschwindigkeit in dem zu begutachtenden Abschnitt beträgt 80 km/h ≤ VzG ≤ 160 km/h.

Die OLA-Masten sollen bevorzugt auf Rammrohren gegründet werden.

Weitere Angaben zum geplanten Vorhaben lagen gemäß zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor.

1.4 › Art und Umfang der Untersuchungen

1.4.1 ›Felduntersuchungen

Im September 2024 wurden von der GTU Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover, zur Erkundung der Baugrundverhältnisse Kleinrammbohrungen (RKS, Ø 80 mm, DIN EN ISO 22475-1) sowie schwere Rammsondierungen (RS, DIN EN ISO 22476-2) niedergebracht. An allen Erkundungspunkten der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen wurde zur Sicherstellung der Leitungsfreiheit bis in eine Tiefe von rd. 1,2 m unter GOK vorgeschachtet.

Die geplanten Handdrehbohrungen im Gleisbereich konnten aufgrund von Umweltauflagen des Artenschutzes der Zaunfeldeidechse nicht ausgeführt werden. Aufgrund dessen mussten auch die Aufschlüsse BS/DPH 1 und BS/DPH 2 in größerer Entfernung zum Gleisbereich als geplant niedergebracht werden. Weiterhin konnten in diesem Bereich und im Bereich der BS/DPH 3 keine Erkundungen rechts der Bahn ausgeführt werden.

Aufgrund des erkundeten sehr homogenen Baugrundaufbaus könne trotz dieses Umstandes belastbare Angaben für die Planung abgegeben werden.

Eine Übersicht über die durchgeführten Aufschlüsse bietet die nachfolgende Tabelle 1.

Tabelle 1 Zusammenstellung der durchgeführten Baugrundaufschlüsse

Aufschluss		Koordinaten (DB_Ref)		Datum	Ansatzhöhe [m NHN]	Endteufe
Art	Nr.	Rechtswert	Hochwert			[m u. GOK]
Kleinbohrung DIN EN ISO 22475-1	BS 1	3236397,61	5649402,49	11.09.2024	56,92	2,7 [1)]
	BS 2	3236402,77	5649419,37	11.09.2024	57,56	2,5 [1)]
	BS 3	3236409,52	5649417,20	10.09.2024	57,69	1,5 [1)]
	BS 4	3236412,74	5649424,97	11.09.2024	57,71	4,2 [1)]
	BS 5	3236426,46	5649458,49	11.09.2024	59,21	3,4 [1)]
	BS 6	3236433,46	5649477,43	10.09.2024	59,08	2,0 [1)]
	BS 7	3236437,01	5649505,93	10.09.2024	59,52	2,9 [1)]
	BS 8	3236443,27	5649518,83	10.09.2024	59,95	2,1 [1)]
schwere Rammsondierung DIN EN ISO 22476-2	DPH 1	3236397,61	5649402,49	11.09.2024	56,92	3,2 [1)]
	DPH 2	3236402,77	5649419,37	11.09.2024	57,56	3,2 [1)]
	DPH 3	3236409,52	5649417,20	10.09.2024	57,69	3,3 [1)]
	DPH 4	3236411,92	5649435,73	11.09.2024	57,78	5,8 [1)]
	DPH 5	3236426,46	5649458,49	11.09.2024	59,21	1,5 [1)]
	DPH 6	3236433,46	5649477,43	10.09.2024	59,08	2,0 [1)]
	DPH 7	3236437,01	5649505,93	10.09.2024	59,52	3,3 [1)]
	DPH 8	3236443,27	5649518,83	10.09.2024	59,95	3,7 [1)]

[1)] Abbruch wegen Geräteauslastung bzw. Bohrhindernis

Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind in Anlage 2 graphisch in Form von Bohrprofilen und Sondierdiagrammen dargestellt. Die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen und Schürfe sind als Schichtenverzeichnisse in Anhang A und die Protokolle der schweren Rammsondierungen in Anhang B enthalten.

1.4.2 ›Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den Kleinrammbohrungen, einschließlich Vorschachtungen, wurden gestörte Bodenproben (GP) entnommen und im bodenmechanischen Labor der GTU visuell begutachtet.

An ausgewählten Proben aus repräsentativen Schichtbereichen wurden zur Feststellung der bodenmechanischen Eigenschaften bodenmechanische Laborversuche durchgeführt.

Die Protokolle der Versuchsergebnisse sind in Anlage 3 zusammengestellt. Eine Übersicht der Laborversuche enthält die Anlage 3.1. Die Korngrößenverteilungen sind in Anlage 3.2 aufgetragen.

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche werden zur Verifizierung der organoleptischen Ansprache in die in Anlage 2 dargestellten Bohrprofile aufgenommen. Die im Anhang A beigefügten Schichtenverzeichnisse beinhalten lediglich die unkorrigierte Feldansprache.

1.4.3 ›Chemische Analytik

Im Zuge der orientierenden Schadstoffuntersuchung wurden aus dem Probenmaterial der Kleinrammbohrungen zwei repräsentative Mischproben aus den Auffüllungen und den gewachsenen Böden zusammengestellt. Zur Festlegung der Verwertungsmöglichkeiten wurden die Mischproben gemäß den Vorgaben der Ersatzbaustoffverordnung analysiert. In der Tabelle 2 ist die Zusammenstellung der Mischproben dargestellt.

Tabelle 2 Übersicht der untersuchten Bodenmischproben

Probe	Enthaltene Proben	Tiefe [m]	Bodenart	Untersuchung
MP 1	BS 1, GP 2 BS 2, GP 2 BS 3, GP 2-3 BS 4, GP 2 BS 5, GP 2 BS 6, GP 2 BS 7, GP 2 BS 8, GP 2-3	0,5 bis 1,3 0,6 bis 1,2 0,5 bis 1,4 0,7 bis 1,2 0,3 bis 0,8 0,6 bis 1,3 0,8 bis 1,3 0,6 bis 1,8	Sand, Auffüllung	EBV Anl. 1 Tab. 3 BM-0*
MP 2	BS 1, GP 3-4 BS 2, GP 3-4 BS 3, GP 4 BS 4, GP 3-4 BS 5, GP 3-5 BS 6, GP 3 BS 7, GP 3-4 BS 8, GP 4	1,3 bis 2,7 1,2 bis 2,5 1,2 bis 1,5 1,2 bis 3,5 0,8 bis 3,4 1,3 bis 2,0 1,3 bis 2,9 1,8 bis 2,1	Sand	

Die Mischproben wurde zur orientierenden Schadstoffuntersuchung an die GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Hildesheim, versendet und gemäß Ersatzbaustoffverordnung analysiert. Die zur Einstufung maßgeblichen Parameter der chemischen Untersuchungen sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Die Prüfberichte des chemischen Labors sowie die detaillierte Auswertung ist als Anhang C beigefügt.

Tabelle 3 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen

Probe	Material	EBV Materialklasse	Maßgeblicher Parameter	Gehalte	AVV Abfall-schlüssel
MP 1	rollige Auffüllung	BM-F3	Blei Zink	219 mg/kg 425 mg/kg	17 05 04
MP 2	Sand	BM-0*	-	-	17 05 04

Das Auffüllungsmaterial der MP 1 wird aufgrund von erhöhten Werten von Blei (219 mg/kg) und Zink (425 mg/kg) der Einbauklasse BM-F3 gemäß Ersatzbaustoffverordnung zugeordnet. Die Sande in MP 2 weisen keine auffälligen Parameter auf und werden in die Einbauklasse BM-0* eingestuft.

Sollte eine Entsorgung der untersuchten Böden in Betracht gezogen werden, kann diese unter dem AVV-Abfallschlüssel 17 05 04 für nicht gefährlichen Abfall erfolgen.

Die Analysen nach Ersatzbaustoffverordnung enthalten keine Analytik für die Herbizide. Hierdurch könnte sich die finale Einstufung für eine Entsorgung ändern.

2 › Baugrund

2.1 › Kampfmittel

Es liegt nach [U4] keine Auswertung aus vorherigen Maßnahmen vor. Bevor Bauarbeiten durchgeführt werden, sollte die Kampfmittelsituation geprüft werden.

2.2 › Geologischer Überblick

Entsprechend der uns vorliegenden geologischen Karte [U6] sind in dem zu untersuchenden Bereich regionalgeologisch holozäne bzw. pleistozäne Flugsande sowie Sand und Kiese der jüngeren Mittelterrasse zu erwarten.

Erfahrungsgemäß sind die im Bereich der Bahnanlagen und kreuzender Wege anstehenden oberen Bodenschichten i.d.R. durch Abtragung, Umlagerung und Durchmischung in ihrer ursprünglichen Form verändert und werden oft von künstlichen Auffüllungen unterschiedlicher Dicke und Zusammensetzung bedeckt, die auch Fremdstoffe enthalten können.

Das Bauvorhaben liegt in der Erdbebenzone 1 und weist die Untergrundklasse T auf.

2.3 › Beschreibung der angetroffenen Bodenarten

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundungen stehen im Bereich des Bauvorhabens überwiegend Sande mit wechselnden Schluffanteilen sowie schluffige Kiese an.

Im Abschnitt der geplanten Gleise wurden schluffige bis schluffarme, teils tonige, aufgefüllte Sande und lokal schluffige, sandige Kiese angetroffen. Diese rolligen Auffüllungen werden von schluffigen und schluffarmen Sanden und Kiesen unterlagert. Diese Böden sind locker und mit zunehmender Tiefe mitteldicht bzw. dicht gelagert.

Im direkten Bereich der Weichenverbindung konnten die Handdrehbohrungen nicht ausgeführt werden. Hier werden die Erkundungen der OLA-Masten zugrunde gelegt. Im Bereich der

Weichenverbindung sind unter den locker gelagerten rolligen Auffüllungen des Gleisbereich Sande und untergeordnet Kiese angetroffen worden, die mitteldicht bis dicht gelagert sind.

Der vereinfachte Baugrundaufbau für die OLA-Masten ist in den Bemessungsprofilen der Anlage 5 dargestellt. In den Bemessungsprofilen sind auch die für die im Rahmen der vorliegenden Baumaßnahme durchzuführenden erdstatischen Berechnungen erforderlichen charakteristischen Werte der bodenmechanischen Kenngrößen sowie die Bemessungswerte zum Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit der Stahlrohrpfähle/Stahlträgerprofile sowie der Bohrpfähle angegeben. Die angegebenen Steifemodule sind in Abhängigkeit vom jeweiligen Belastungsbereich anzusetzen. Anhand von zusätzlichen Erkenntnissen können sich Änderungen in den anzusetzenden Kenngrößen ergeben.

3 › Hydrogeologische Verhältnisse

Die hydrogeologischen Verhältnisse werden durch die Grundwasserstände, den Geländeverlauf sowie die anstehenden Bodenarten und deren Schichtenfolge bestimmt.

In den Kleinrammbohrungen wurde bis zur Bohrendteufe kein Grund- oder Schichtenwasser festgestellt.

In der Unterlage [U7] sind Angaben zu den mittleren Grundwasserständen angegeben.

Demnach liegt der Grundwasserstand durchschnittlich bei 37,64 m NHN und im Höchststand bei 39,27 m NHN. Der Grundwasserstand kann auf rd. 41,0 m angesetzt werden. Das Grundwasser hat somit keinen Einfluss auf die Baumaßnahme.

Das Bauvorhaben liegt nach [U4] in einem Trinkwasserschutzgebiet (Zone III B) und außerhalb von Hochwassersrisikogebieten. Weiterhin befinden sich in der Nähe die Naturschutzgebiete „Dellbrücker Heide“ und „Thielenbruch und Thurner Wald“.

4 › Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

4.1 › Geotechnische Kenngrößen

Für die im Rahmen der vorliegenden Baumaßnahme durchzuführenden erdstatischen Berechnungen können die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen charakteristischen Werte der boden-mechanischen Kenngrößen verwendet werden.

Die Festlegung der Bodenkenngrößen erfolgte anhand der im bodenmechanischen Labor der GTU Ingenieurgesellschaft vorgenommenen Bodenansprache und der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche bzw. deren Bewertung und Interpretation. Gleichzeitig werden die Erfahrungen mit vergleichbaren Bodenarten berücksichtigt.

Tabelle 4 Geotechnische Kenngrößen (charakteristische Werte)

Bodenart	**Lagerungs-dichte/ Konsistenz**	**Wichte** γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	**Scherparameter** φ'_k [°]	c'_k [kN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	**Steife-modul** $E_{s,k}$ [MN/m²]
rollige Auffüllungen	locker	18	10	30	0	-	20 – 30
Sande	mitteldicht	19	11	32,5	0	-	40 – 60
	dicht	20	12	35	0	-	60 – 80
Kies	mitteldicht	19	11	35	0	-	50 – 70
	dicht	20	12	37,5	0	-	70 – 90

Der Steifemodul ist spannungsabhängig und somit sowohl von der Tiefe als auch von der Einwirkung (Bauwerkslast) abhängig. Anhand von zusätzlichen Erkenntnissen können sich Änderungen in den Kennwerten ergeben.

4.2 › Bautechnische Eigenschaften der Bodenarten

Zur bautechnischen Klassifizierung und zur Beurteilung der angetroffenen Bodenarten hinsichtlich der Erd- und Gründungsarbeiten sind in der nachfolgenden Tabelle die Bodengruppen nach DIN 18 196 und die Homogenbereiche nach DIN 18 300 (Erdarbeiten) und DIN 18 304 (Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten) angegeben. Bei der Einteilung in Homogenbereiche werden sowohl die bodenmechanischen Laborversuche als auch die bodenmechanischen Kenngrößen berücksichtigt.

Eine zusammenfassende Übersicht der Homogenbereiche mit der Angabe ihrer Eigenschaften und Kennwerte ist in der Anlage 4 dargestellt. Bei den aufgeführten Eigenschaften und Kennwerten handelt es sich nicht um charakteristische Kennwerte für Berechnungen, sondern um Spannbreiten, die zur Abschätzung der Bearbeitbarkeit der angetroffenen Bodenschichten verwendet werden können.

Tabelle 5 Bodengruppen und Homogenbereiche

Bodenart	**Bodengruppe nach DIN 18 196**	**Homogenbereich**	
		DIN 18 300	**DIN 18 304**
rollige Auffüllungen	[GE], [SE], [SU], [GU], [SU*], [GU*], [ST*]	Erd-1 [1)]	RRP-1
Sande und Kiese	SE, SU, ST*, GU	Erd-2 [1)]	RRP-2

[1)] lokal (Bodengruppen [SU*], [GU*], [ST*], SU*, GU*, ST*) stark frostempfindlich und sehr empfindlich gegenüber Wasserzutritt und dynamischen Beanspruchungen

Die Rammbarkeit der einzelnen Homogenbereiche ist in den Bemessungsprofilen der Anlage 5 zusammengestellt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Boden unterhalb der in den Bemessungsprofilen der Anlage 5.2 angegebenen Tiefe nicht mehr rammbar ist. Es sind daher Hilfsmaßnahmen, z.B. Vorbohrungen, erforderlich.

Die beschriebene Rammbarkeit beruht auf Erfahrungswerten und schließt die Einschätzungen und Erfahrungen von Fachfirmen bei der Durchführung von Rammarbeiten in ähnlichen Böden nicht aus. Für die Auswahl der Rammgeräte und des Rammgutes sind Fachfirmen heranzuziehen auszuführen.

5 › Empfehlungen für die Gründung der Oberleitungsmasten

5.1 › Gründungsart

OLA-Masten können grundsätzlich auf Pfählen oder auf Einzelfundamenten flach gegründet werden. Genaue Angaben zu den Gründungen beziehungsweise den Fundamentabmessungen der OLA-Masten lagen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor. Berechnungen zu Flachgründungen werden daher nur abschätzend durchgeführt und sind nach Vorlage der weiteren Planung mit den tatsächlichen Lasten und Fundamentabmessungen erneut durchzuführen.

Bei einer Ausführung von Rammpfählen wird eine vermessungstechnische Überwachung der benachbarten Gleise während und nach den Rammarbeiten empfohlen. Es sind bei Bedarf Nachstopfarbeiten (Handstopfungen) vor dem Ende der jeweiligen Sperrpause einzuplanen. In Abhängigkeit von den Ergebnissen der vermessungstechnischen Überwachung der Gleisanlage ist nach Fertigstellung aller Gründungspfähle der Oberleitungsmaste ggf. eine Nachstopfung auch der nicht unmittelbar benachbarten Gleise vorzusehen. Weiterhin ist bei einer Rammrohrgründung zu beachten, dass der Boden unterhalb der in den Bemessungsprofilen der Anlage 5.2 angegebenen Tiefe nicht mehr rammbar ist. Es sind demzufolge bei einer geplanten Rammrohrgründung Hilfsmaßnahmen, z.B. Vorbohrungen, erforderlich.

Bei der Ausführung von Rammpfählen ist mit Lärmemissionen zu rechnen. Im Rahmen der weiteren Planung ist zu prüfen, ob diese in der Nachbarschaft zu dem bebauten Gebiet tolerierbar sind.

Alternativ zu der Rammpfahlgründung ist auch eine Gründung auf erschütterungsarmen Bohrpfählen möglich.

Da die Aufschlusstiefen der Erkundungen im September 2024 für Tiefgründungen nicht ausreichend sind, werden zur Bewertung des Baugrunds in den Bemessungsprofilen der Anlage 5.2 Archivbohrungen der Unterlage [U6] herangezogen.

5.2 › Bemessung der vertikalen Tragfähigkeit

Die Bemessung der vertikalen Tragfähigkeit der Pfahlgründung erfolgt nach den Vorgaben der Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ EA-Pfähle 2012, 2. Auflage[1] bzw. dem Jahresbericht 2014 des Arbeitskreises „Pfähle“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) und den dort angegebenen Erfahrungswerten.

Nach den EA-Pfähle 2012 müssen sowohl Bohrpfähle als auch Rammpfähle mindestens 2,5 m in eine tragfähige Schicht einbinden. Die Mächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb der Pfahlfußfläche muss d ≥ 1,5 m, mindestens jedoch den dreifachen Pfahlfußdurchmesser beim Bohrpfahl bzw. mindestens dem fünffachen Pfahldurchmesser beim Rammpfahl betragen.

Nach den EA-Pfähle 2012 gelten nichtbindige Böden bei Spitzendrücken der Drucksonde von $q_c \geq 7{,}5$ MN/m² und bindige Böden bei einer undrainierten Schwerfestigkeit von $c_{u,k} \geq 100$ kN/m² als ausreichend tragfähig.

Der Pfahlwiderstand setzt sich aus dem Pfahlspitzenwiderstand und der Pfahlmantelreibung zusammen und kann in Anlehnung an das Verfahren der DIN EN 1997-1:2014-03, EC 7, Teil 1, einschl. DIN EN 1997-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang und DIN 1054:2021-04 entweder aus Pfahlprobebelastungen oder mittels Erfahrungswerten, die aus Probebelastungsergebnissen gewonnen wurden, ermittelt werden.

In den Bemessungsprofilen der Anlage 5 sind zur Bemessung von Stahlrohrpfählen bis DN 500 und Stahlträgerprofilen (Stahlträgerprofile mit Flanschbreiten b_F von 290 mm bis 500 mm und Profilhöhen von 300 mm bis 1000 mm) neben den bodenmechanischen Kennwerten die charakteristischen Pfahlwiderstandswerte (Bruchwert der Mantelreibung und des Spitzendrucks) für nichtbindige Böden gemäß dem Jahresbericht 2014 des Arbeitskreises „Pfähle“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), Tabelle 5.5a bis 5.5.c zusammengestellt.

Für offene Stahlrohrprofile mit einem Pfahldurchmesser D ≤ 0,5 m und doppelten Stahlträgerprofilen kann gemäß dem o.g. Jahresbericht eine vollständige Pfropfenbildung angesetzt werden (Modell 1).

[1] Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, EA-Pfähle, 2.Auflage, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. 2012

Ergänzend zu den Kennwerten gemäß dem o.g. Jahresbericht 2014 EA-Pfähle werden auch die Kennwerte gemäß EA-Pfähle in den Bemessungsprofilen der Anlage 5 angegeben.

Die von den Abmessungen des Stahlrohrpfahls/ Stahlträgerprofils abhängigen Modelfaktoren des Jahresbericht 2014 des Arbeitskreises „Pfähle“ und der EA-Pfähle sind in den angegebenen Bemessungswerten nicht enthalten.

Die in der Anlage 5 angegebenen Werte gelten für gerammte Pfähle. Für einvibrierte Pfähle müssen die Werte auf 75 % abgemindert werden. Die angegebenen Werte gelten weiterhin für eingerammte Pfähle ohne Einbringhilfe. Sollten jedoch Einbringhilfen erforderlich werden, was im vorliegenden Fall zu erwarten ist, sind in diesem Fall je nach gewähltem Verfahren die Werte anzupassen.

In den Bemessungsprofilen der Anlage 5 sind ebenfalls zur Bemessung von Bohrpfählen (Einzelpfahl) mit Pfahldurchmessern von d = 0,3 – 3,0 m die charakteristischen Pfahlwiderstandswerte (Bruchwert der Mantelreibung und des Spitzendrucks) angegeben.

Im Falle der Bohrpfähle wird auf Erfahrungswerte zurückgegriffen, die entsprechend den EA-Pfähle 2012, 2. Auflage, Tabelle 5.12 bis Tabelle 5.15 anzusetzen sind.

5.3 › Bemessung der horizontalen Tragfähigkeit

Für den Nachweis des Abtrags horizontaler Lasten ist nach der Entwurfsplanung zu prüfen, ob die Pfähle als starr oder biegeweich zu betrachten sind. Auf dieser Grundlage ist die Versagens- und Nachweisform zu wählen.

Bei biegeweichen Pfählen kann der Abtrag horizontaler Lasten durch die elastische Bettung erfolgen. Dabei kann der charakteristische Wert des Bettungsmoduls $k_{s,k}$ für die beteiligten Schichten nach folgender Formel abgeschätzt werden:

$$k_{s,k} = E_{s,k} / D; \text{ für } D \leq 1{,}0 \text{ m, sonst } D = 1{,}0 \text{ m}$$

mit

$k_{s,k}$	Bettungsmodul [MN/m³]
$E_{s,k}$	Steifemodul des Bodens [MN/m²]
D	Pfahldurchmesser [m]

Dabei ist der Bettungsmodulverlauf von der Geländeoberkante mit $k_{s,k}$ = 0 MN/m³ über eine Tiefe von 1 m linear ansteigend anzusetzen.

Der Anwendungsbereich der Formel ist durch eine rechnerische maximale charakteristische horizontale Pfahlkopfverschiebung von entweder 2 cm oder 0,03 · D begrenzt; der kleinere Wert ist maßgebend.

Die anzusetzenden Steifemodule der beteiligten Schichten sind den entsprechenden Bemessungsprofilen der Anlage 5 zu entnehmen. Dabei sollten insbesondere die unteren Grenzwerte berücksichtigt werden.

Es ist weiterhin nachzuweisen, dass, besonders in Oberflächennähe und in Dammbereichen, die charakteristische Normalspannung $\sigma_{h,k}$ zwischen Pfahl und Boden den Wert der charakteristischen passiven Erdwiderstandsspannung $e_{ph,k}$ insbesondere bei Dämmen unter Berücksichtigung der Böschungsneigung nicht überschreitet. Sofern diese Forderung örtlich nicht erfüllt wird, ist der Verlauf des Bettungsmoduls über die Pfahllänge zu modifizieren.

Die horizontale Spannung $\sigma_{h,k}$ (seitliche Bodenreaktion), die sich vor dem Pfahl einstellt, wird aus dem Produkt von Bettungsmodul $k_{s,k}$ und Verformung s_h des Pfahls errechnet.

Bei starren Pfählen sind unter Einhaltung der Gleichgewichtsbedingungen die Auflagerkräfte zu bestimmen und den maximalen Erdwiderständen gegenüberzustellen.

5.4 › Flachgründung

Die OLA-Masten können nach den vorliegenden Baugrund- und Grundwasserverhältnissen auch in frostfreier Tiefe (t ≥ 0,8 m) auf Einzelfundamenten flach gegründet werden. In dieser Tiefe stehen locker gelagerte kiesig, sandige Auffüllungen im Übergang zu mitteldicht und mit zunehmender Tiefe dicht gelagerten, teils schluffigen Sand- und Kiesschichten an. Sollten im Bereich der Gründungssohle organische Beimengungen angetroffen werden, sind die zu entfernen und ein Bodenaustausch mit Böden der Bodengruppen GW, GI, SW und SI durchzuführen.

Die Gründungssohle ist mit geeignetem Gerät sorgfältig statisch nachzuverdichten. Es wird nochmals darauf hingewiesen, dass die Böden der Bodengruppe [SU*], [GU*], [ST*], SU*, GU*,

ST*stark frostempfindlich und sehr empfindlich gegenüber Wasserzutritt und dynamischen Beanspruchungen sind. Die Gründungssohle darf nicht mit schwerem Gerät befahren werden.

Zur Vorbemessung der Gründung wurden Grundbruchberechnungen gemäß DIN EN 1997-1 nach dem Teilsicherheitskonzept für die Bemessungssituation BS-P (persistent situations) im Grenzzustand GEO-2 durchgeführt. Bei den OLA-Masten sind relevante horizontale Einwirkungen, z.B. aus den Verkehrslasten und Windlasten, zu erwarten. Daher wurde bei der Bestimmung des Sohlwiderstands das Verhältnis der horizontalen zu den vertikalen Einwirkungen variiert (mittige Belastung, Lastneigung variiert). Des Weiteren ist infolge einer Momentenbeanspruchung mit einer ausmittigen Belastung zu rechnen. In diesem Fall sind die in der nachfolgenden Tabelle genannten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes auf die reduzierte Fläche des Fundamentes anzuwenden. Die Einbindetiefe wurde als frostfrei mit t = 0,8 m unter GOK angenommen. Die Fundamentabmessungen wurden abgeschätzt und variierend mit Werten für die Seitenlängen von b = 1,0 m bis b = 3,0 m in die Berechnungen eingeführt.

Neben den Bemessungswerten des Sohlwiderstands sind die rechnerischen Setzungen in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Die Vorbelastung des Baugrunds wurde mit 15 kN/m² berücksichtigt.

Tabelle 6 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für zentrisch belastete Einzelfundamente

Verhältnis H/V	**Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ in kN/m²**		
	Breite: 1,0 m	Breite: 2,0 m	Breite: 3,0 m
0,2	325 (s = 0,4 cm)	490 (s = 1,0 cm)	500 (s = 1,4 cm)
0,3	250 (s = 0,3 cm)	340 (s = 0,7 cm)	465 (s = 1,3 cm)
0,4	180 (s = 0,2 cm)	235 (s = 0,4 cm)	310 (s = 0,8 cm)
ACHTUNG - Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.			

Mögliche Setzungsdifferenzen werden danach mit $\Delta s < 1$ cm abgeschätzt.

Für die endgültigen Lasten und Geometrien sind im Rahmen der weiteren Planung, unter Berücksichtigung außermittiger und/oder schräger Belastungen, die Nachweise in den

Grenzzuständen der Tragfähigkeit sowie der Gebrauchstauglichkeit gemäß DIN EN 1997-1 (EC 7-1) und DIN 1054 erneut zu erbringen.

5.5 › Herstellung und Trockenhaltung der Baugruben

Sofern es die Platzverhältnisse zulassen, und die Baugruben für die Flachgründungen der OLA-Masten außerhalb der Sicherungsbereiche 2 und 3 nach Ril 836.4305 liegen, können die erforderlichen Baugruben grundsätzlich geböscht hergestellt werden. Bei der Böschungsherstellung sind die Vorgaben der DIN 4124 uneingeschränkt zu beachten. Die Standsicherheit von Baugrubenwänden ist in allen Bauzuständen und unter allen Witterungsbedingungen zu gewährleisten. Unbelastete Baugrubenböschungen (bis maximal 5 m Höhe über Grundwasser) können nach DIN 4124:2012-01 mit abgeböschten Wänden hergestellt werden. Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit darf hierbei ein Böschungswinkel von 45° nicht überschritten werden.

Parallel zu den Grubenwänden ist ein mind. 0,6 m breiter, waagerechter Schutzstreifen vorzusehen. Dieser ist während des gesamten Offenstehens von Aushub, Maschinen, Baumaterial o.ä. lastfrei zu halten.

Anfallendes Oberflächenwasser ist so abzuführen, dass die Standsicherheit der Böschungen nicht beeinträchtigt wird. Der Sicherheitsabstand von Fahrzeugen zur Böschungskante ist gemäß DIN 4124 einzuhalten.

Steht nicht genügend Raum zur Verfügung, um die Baugruben unter Einhaltung der Vorgaben der DIN 4124 frei abgeböscht herzustellen oder liegen sie im Sicherungsbereich 2 bzw. 3, so sind die betreffenden Baugrubenwände zu verbauen.

Die Nachweise für den Baugrubenverbau sind für alle maßgebenden Bauzustände und Lastfälle gesondert zu erbringen. Für die Bemessung erforderlicher Baugrubenverbauten sind die bodenmechanischen Kenngrößen entsprechend Anlage 5 sowie für die Ausführung eines verformungsarmen Verbaus der erhöhte aktive Erddruck anzusetzen. Dieser ist in Abhängigkeit

von den zulässigen Verformungen des Verbaus entsprechend den Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ EAB, 6.Auflage 2021[2] zu berücksichtigen.

Zur Trockenhaltung der Baugruben ist eine offene Wasserhaltung ausreichend.

6 › Folgerungen für den Einbau der Weichenverbindung

6.1 › Allgemeines

Im Zuge der Maßnahme soll zwischen km 4,9+58,405 und km 5,0+49,000 eine Weichenverbindung neu hergestellt werden. Die geplante Weichenverbindung ist nach Vorgabe der Projektleitung in das Kriterium „Erneuerung/Verbesserung“ und die Einstufung VzG: 80 km/h < v ≤ 160 km/h gemäß Ril 836.4101A01, Tabelle 1 und 2 einzuordnen.

Der zu untersuchende Streckenabschnitt liegt nach Richtlinie 836.4101A04 in der Frosteinwirkungszone I.

Die in Höhe des Planums vorhandenen Böden sind überwiegend der Frostempfindlichkeitsklasse F 2 und F 3 zuzuordnen.

6.2 › Anforderungen an das Tragsystem

Als Grundlage für die weitere Beurteilung gilt für Erdbauwerke das Handbuch 83601. Entsprechend der Einstufung „Erneuerung/Verbesserung“ sowie der Zuordnung zur Frosteinwirkungszone I ergeben sich die in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellte Anforderungen an das Tragschichtsystem.

[2] Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB), Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), 6. Auflage 2021

Tabelle 7 Regelanforderungen an den Unterbau für Erneuerung/Verbesserung, Regelaufbau von Schutzschichten in der Frosteinwirkungszone I, Geschwindigkeit 80 km/h ≤ VzG ≤ 160 km/h

Erneuerung/Verbesserung – Schotteroberbau			
abzusichernder Tragbereich	2,0 m unter SO		
Verdichtung D_{Pr} **des neu herzustellenden Unterbaus** im abzusichernden Tragbereich und des Dammaufbaus	97% (GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST, OK) 95%, n_A ≤ 12% (GU*, GT*, SU*, ST*, U, T)		
Anforderung an den Untergrund/bestehenden Unterbau bis zur Tiefe des abzusichernden Tragbereichs nach Richtlinie 836.4101A01 Tabelle 1	Mindestens weiche Konsistenz mit I_c ≥ 0,6 bzw. lockere Lagerung mit D ≥ 0,2		
Frostempfindlichkeitsklasse	F1	F2	F3
Dicke frostsicherer Aufbau	-	40 cm	50 cm
Dicke der Schutzsicht	20 cm	20 cm	20 cm
Anforderungen an die Verformungsmodule nach Richtlinie 836.4101A02 Tabelle 1		OFTS	Planum
	E_{v2}	50 MPa	30 MPa
	E_{vd}	35 MPa	20 MPa (25 MPa für grobkörnige Böden)

6.3 › Bemessung des Tragschichtsystems und erforderliche Maßnahmen

Die Bemessung der maßgeblichen Schutzschichtdicke erfolgt auf der Grundlage der Richtlinie 836.4101, aus der Einhaltung der Regeldicke des frostsicheren Aufbaus sowie in Abhängigkeit der Mindestdicke nach Verformungskriterien. Die größere Dicke ist maßgebend.

Bei der Bemessung des Tragschichtsystems wird von folgendem Regelquerschnitt ausgegangen:

- 0,2 m Schiene
- 0,2 m Schwelle
- 0,3 m Schotter

Daraus ergibt sich die Oberfläche der Tragschicht (OFTS) zu rd. 0,7 m unter Schienenoberkante (SO).

Angaben zu derzeit vorhandenen Gleislagefehlern in den Bestandsgleisen bzw. zu Bereichen mit erhöhtem Unterhaltungsaufwand liegen nicht vor.

6.4 › Abzusichernder Tragbereich

Entsprechend dem Handbuch 83601 reicht der abzusichernde Tragbereich bis 2,0 m unter SO, unabhängig davon, ob es sich um Neubau oder Verbesserung bzw. aufgefüllte Böden (Dammkörper, Bodenaustausch) oder im Untergrund anstehende Böden handelt.

Gemäß den Anforderungen der Richtlinie 836.4101A01, Tabelle 1, die in Tabelle 7 zusammengestellt sind, ist sicherzustellen, dass sich im abzusichernden Tragbereich Böden mit einer mindestens weichen Konsistenz ($I_c \geq 0,6$) bzw. einer lockeren Lagerung ($I_D \geq 0,2$) befinden. Dies ist im vorliegenden Fall gegeben.

6.5 › Dynamische Stabilität

Die dynamische Stabilität des Unterbaus bzw. Untergrundes von Bestandsstrecken mit Schotteroberbau und Streckengeschwindigkeiten ≤ 200 km/h kann grundsätzlich anhand der Planungshilfe 2. Ausgabe „Vereinfachte Bewertung der dynamischen Stabilität von bestehenden Strecken“ qualitativ beurteilt werden, sofern Baugrunduntersuchungen entsprechend der Richtlinie 836.1002 und 836.7001 vorliegen. Ziel der qualitativen Beurteilung ist es, die Notwendigkeit weitergehender Untersuchungen abzuschätzen.

Die dynamische Stabilität ist Teil der Gebrauchstauglichkeit von Eisenbahnstrecken. Neben den Einwirkungen wird die dynamische Stabilität maßgeblich durch das Vorhandensein schwingempfindlicher Böden (zumeist Weichschichten), deren Eigenschaften und ihrer Überdeckung beeinflusst. In die qualitative Beurteilung der dynamischen Stabilität gehen entsprechend der Planungshilfe ein:

- die Bewertung der örtlichen Situation (Streckenzustand)
- die Bewertung der vorgesehenen Nutzungsänderungen

- die Charakteristik der Weichschicht
- das Verhältnis Überdeckung zu Mächtigkeit der Weichschicht.

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Einzelbewertungen kann die dynamische Stabilität zusammenfassend beurteilt werden.

Im Sinne der Planungshilfe gelten folgende Böden als schwingempfindlich (Weichschicht):

- organische Böden nach DIN 18196 wie Torfe (HN, HZ), Mudden oder Faulschlämme (F) mit geringen Dichten und hohen Wassergehalten,
- breiige und weiche feinkörnige Böden nach DIN 18196 mit organischen Beimengungen,
- bindige mineralische Böden mit einer weichen bis breiigen Konsistenz mit $I_c < 0,6$ bzw. $c_{u,k} \leq 40$ kN/m² im ungestörten Zustand,
- fallweise auch Böden mit Beimengungen humoser Art (OH) bzw. mit kalkigen, kieseligen Bildungen (OK) in Abhängigkeit vom organischen Anteil.

Nach Richtlinie 836.3001, Absatz 5(2) gelten darüber hinaus auch noch verlagerungsempfindliche Sande mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $C_U < 2,0$ und einer bezogenen Lagerungsdichte $I_D < 0,5$ als schwingungsempfindlich.

Die in den beiden zu untersuchenden Streckenabschnitten erkundeten Böden stellen keine schwingungsempfindlichen Böden gemäß der o.g. Planungshilfe dar. Die dynamische Stabilität ist somit gewährleistet und es sind keine weiteren Untersuchungen erforderlich.

6.6 › Bemessung nach Frost

In den Kleinrammbohrungen wurden überwiegend Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 und F3 angetroffen. Dementsprechend ist grundsätzlich ein frostsicherer Aufbau erforderlich. Es wird empfohlen, im kompletten Bereich eine Frostempfindlichkeitsklasse F3 anzusetzen.

Bei dem Kriterium „Erneuerung/Verbesserung“ ist eine Dicke des frostsicherer Aufbaus von 50 cm und eine Schutzschichtdicke von 20 cm vorzusehen.

Bei eine Schottermächtigkeit von 30 cm und einer erforderlichen Mindestdicke der Schutzschicht von 20 cm ist der frostsichere Aufbau gegeben

6.7 › Bemessung nach Tragfähigkeit und Verformbarkeit

Gemäß Richtlinie 836.4101A01 wird im abzusichernden Tragbereich (Tiefe 2,0 m unter SO) für das Kriterium „Erneuerung/Verbesserung“ eine mindestens weiche Konsistenz mit $I_c > 0,6$ für bindige Böden bzw. eine mindestens lockere Lagerung mit $I_D \geq 0,2$ für nichtbindige Böden gefordert. Als abzusichernder Tragbereich ist die gesamte Planumsbreite, unter Berücksichtigung des Druckausbreitungswinkels, anzusetzen. Nach den Ergebnissen der ausgeführten Baugrunderkundungen stehen im abzusichernden Tragbereich Böden an, die diese Anforderungen sicher erfüllen. Es sind daher unter Berücksichtigung des abzusichernden Tragbereiches keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich.

Entsprechend Richtlinie 836.4101A02 ist auf dem Planum der Weichenverbindung ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 30$ MN/m² bzw. $E_{vd} \geq 25$ MN/m² (vgl. Tabelle 7) nachzuweisen.

Erfahrungsgemäß können diese Werte auf dem Planum durch statische Nachverdichtung mit geeignetem Gerät erreicht werden.

Die verfahrenstechnischen Randbedingungen, insbesondere zur Art und Weise der Verdichtung (Verdichtungsgerät, Anzahl der Übergänge) sind generell vorab anhand eines Probefeldes den örtlichen Bedingungen anzupassen und zu optimieren.

6.8 › Entwässerung/Anforderungen an die Schutzschicht

Im Bereich der neu zu bauenden Weichenverbindung stehen sandige und keisige Böden an, die zur planmäßigen Versickerung von Niederschlagswasser grundsätzlich geeignet sind.

Als Materialien für Schutzschichten sind nach der Ril 836 die Korngemische KG 1 und KG 2 gemäß DBS 918062 zu verwenden. Für Schutzschichten beim Schotteroberbau wird das Korngemisch KG 1 dort verwendet, wo ein wasserempfindlicher Untergrund vorliegt, der vor dem Oberflächenwasser geschützt werden soll bzw. bei nicht oder schlecht versickerungsfähigem Untergrund. Das wasserdurchlässige Korngemisch KG 2 soll hingegen vorrangig dort eingesetzt werden, wo ein versickerungsfähiger und wasserdurchlässiger Untergrund vorliegt, bei dem das Oberflächenwasser ungehindert im Untergrund versickern kann.

Im vorliegenden Fall wird der Einbau des Korngemisches KG 2 empfohlen.

6.9 › Filterstabilität

Bei Verwendung von KG-Material als Schutzschichtmaterial ist die Filterstabilität der Schutzschicht gegenüber dem neuen Gleisschotter gegeben.

Die Filterstabilität des Schutzschichtmaterials ist anhand der Korngrößenverteilung des planerisch gewählten Schutzschichtmaterials gegenüber den im Planum anstehenden Böden nachzuweisen bzw. durch die Verlegung eines Trennvlieses zu gewährleisten.

7 › Hinweise und Empfehlungen

Es gelten nur die zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung gültigen Normen „Weißdruck“ bzw. der „Stand der Technik“.

Das Gutachten gilt nur für den vorliegenden Planungsstand. Planungsänderungen sind dem Gutachter mitzuteilen. Sondervorschläge, gründungstechnische Detailfragen und Planungsänderungen sind im Rahmen einer zusätzlichen Begutachtung bzw. geotechnischen Beratung zu prüfen bzw. zu beurteilen.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei den durchgeführten Baugrunderkundungen nur um punktuelle Aufschlüsse handelt. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu. Es ist daher nicht auszuschließen (wenn auch aufgrund des sehr homogenen Baugrundaufbaus nicht zu erwarten), dass kleinräumig Abweichungen von den beschriebenen Baugrundverhältnissen vorliegen könnten, die dem Gutachter umgehend anzuzeigen sind. Die Einbauempfehlungen sind dann ggf. entsprechend anzupassen.

Für die Erdarbeiten sind generell die Bestimmungen der ZTV E-StB 17 bzw. dem Handbuch 83601 zu beachten.

Zur Prüfung und Bestätigung der in vorliegendem Gutachten enthaltenen Angaben sollten die Gründungsarbeiten durch den Gutachter begleitet werden.

Das Gutachten gilt für den vorliegenden Planungsstand. Planungsänderungen sowie weitere technische Detailfragen sind im Rahmen einer Gründungsberatung zu prüfen und zu beurteilen.

Hannover, 19.11.2024

GTU Ingenieurgesellschaft mbH

Digital unterschrieben von Andreas Tröger
Datum: 2024.11.19 18:13:36 +01'00'

ppa. Dipl.-Ing. Andreas Tröger
Abteilungsleiter Geotechnik

Anlage 1

Pläne

Anlage 1.1	Übersichtskarte
Anlage 1.2	Lageplan mit Ansatzpunkten der Baugrundaufschlüsse

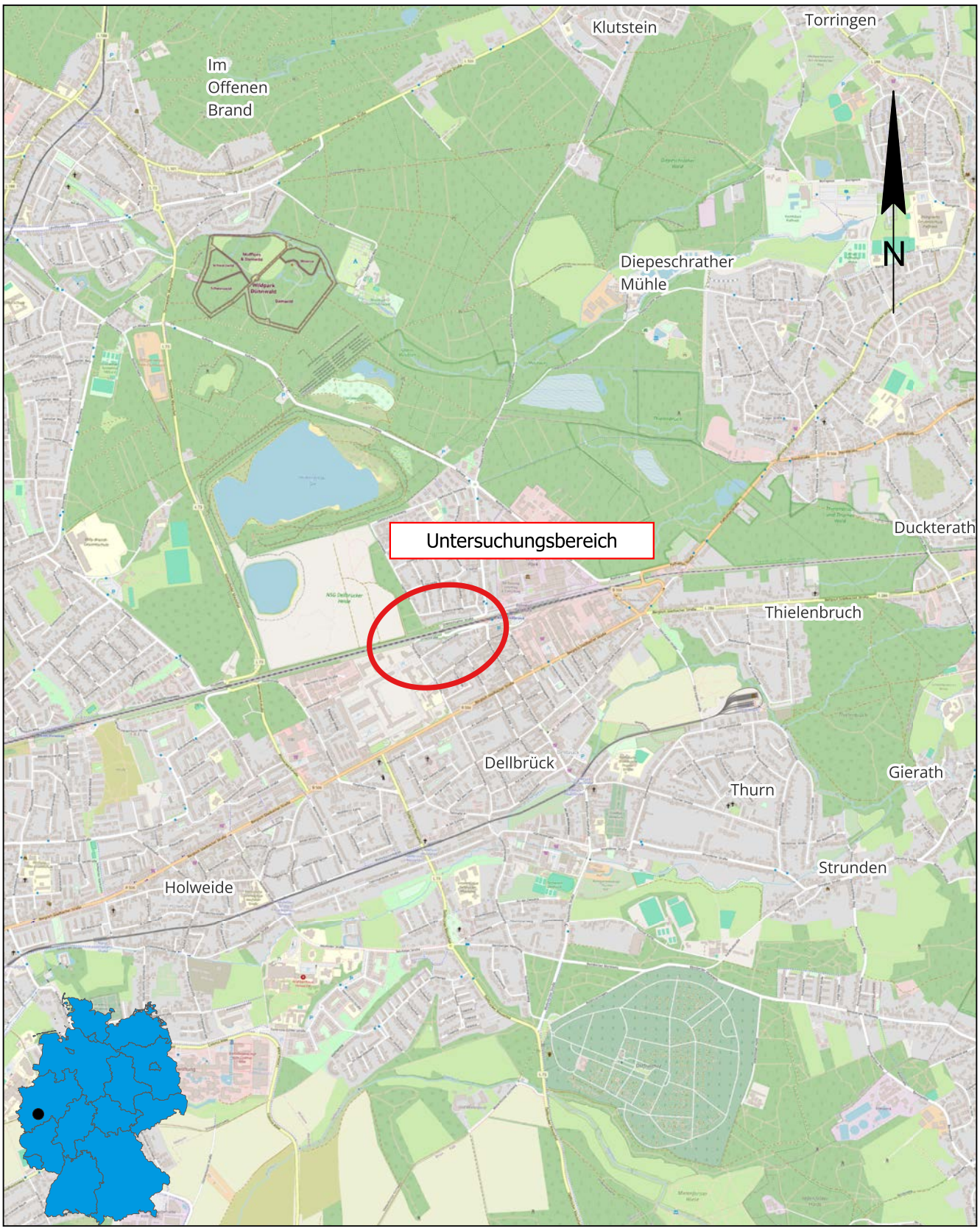
Übersichtskarte

GTU Ingenieurgesellschaft

Projekt: Weichenverbindung Köln-Dellbrück
Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330

Baugrund- und Gründungsgutachten

GTU 1524081

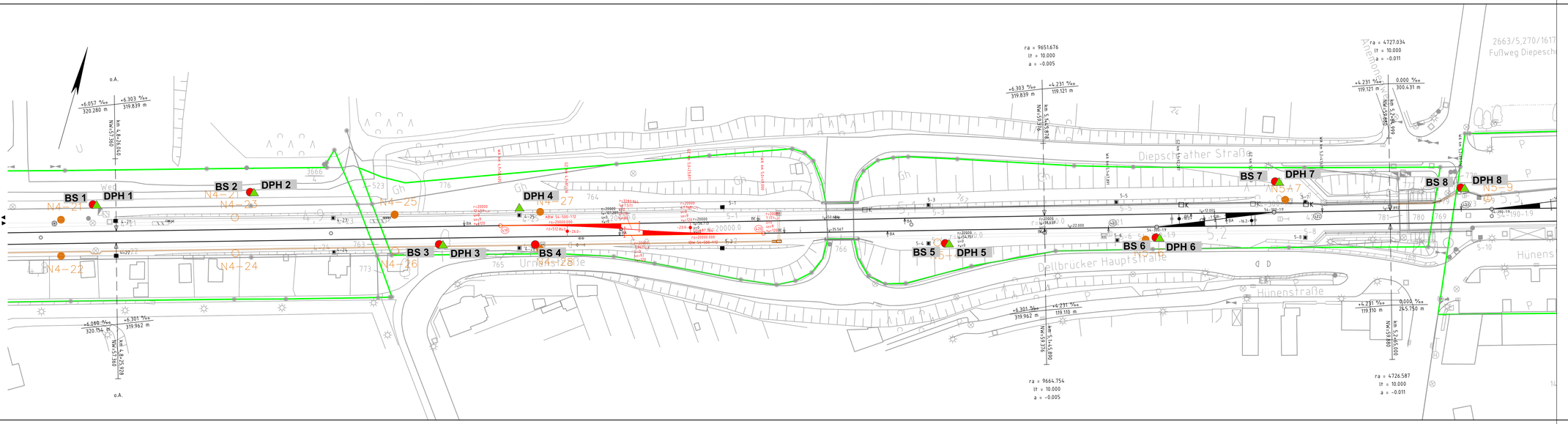


Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Maßstab 1:25000

0 0,4 0,8 1,2 1,6 km

P:\15 Geotechnik\1524\1524081 Weichenverbindung Köln-Dellbrück\Auftragsbearbeitung\8.1 Anlagen Zeichner (TZ)\Anlage 1\Anlage 1.1\1524081.qgz



Legende

DPH ▲ Schwere Rammsondierung

BS ● Kleinbohrung

GTU Ingenieurgesellschaft

GTU Ingenieurgesellschaft mbH
Sehlkamp 149
30179 Hannover
Tel.: 0511 / 90899 - 0; Fax: -25
e-mail: gtu.hannover@gtu-online.de

	Datum	Name
bearbeitet	10/2024	Tröger
gezeichnet	10/2024	Alshiz
geprüft:		

Auftraggeber:

DB InfraGO AG
I.IFI-W 2 AH - Regionalbereich West
Picassoplatz 1c
50679 Köln

Anlage	1.2
Blatt-Nr.:	1/1
GTU	1524081

Datum	Zeichen

nachgeprüft

Weichenverbindung Köln-Dellbrück
Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330

Baugrund- und Gründungsgutachten

Lageplan mit Ansatzpunkten der Baugrundaufschlüsse

Maßstab 1 : 500

Anlage 2

Darstellung der Baugrundaufschlüsse

Legende der verwendeten Kurzzeichen und Signaturen

nach DIN 4022, Teil 1 und DIN 4023

GTU

Kurzzeichen, Zeichen und Farbkennzeichnungen nach DIN 4023

Benennung		Kurzzeichen		
Bodenart	Beimengungen			Zeichen
Kies	kiesig	G	g	
Grobkies	grobkiesig	gG	gg	
Mittelkies	mittelkiesig	mG	mg	
Feinkies	feinkiesig	fG	fg	
Sand	sandig	S	s	
Grobsand	grobsandig	gS	gs	
Mittelsand	mittelsandig	mS	ms	
Feinsand	feinsandig	fS	fs	
Schluff		U	u	
Ton		T	t	
Torf, Humus		H	h	
Mudde		F		
Auffüllung		A		A
Steine		X	x	
Fels		Z		
Mutterboden		Mu		Mu
Geschiebelehm		Lg		
Geschiebemergel		Mg		
Löss		Lö		
Lösslehm		Löl		
Klei, Schlick		Kl		
Sandstein		Sst		
Tonstein		Tst		
Mergelstein		Mst		
Kalkstein		Kst		

Grundwasserstände

▼NHN +118,0
18.10.24

Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch

▼ 118,0
(18.10.24)

Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung

▽ 118,0
(18.10.24)

Grundwasser am 18.10.2024 in 118,0 m unter Gelände angebohrt

118,0
(18.10.24)

Anstieg des Grundwassers

Konsistenz des Bodens nach DIN 4023

klüftig	steif
fest	weich - steif
halbfest - fest	weich
halbfest	breiig - weich
steif - halbfest	breiig
	nass

Legende Drucksondierung

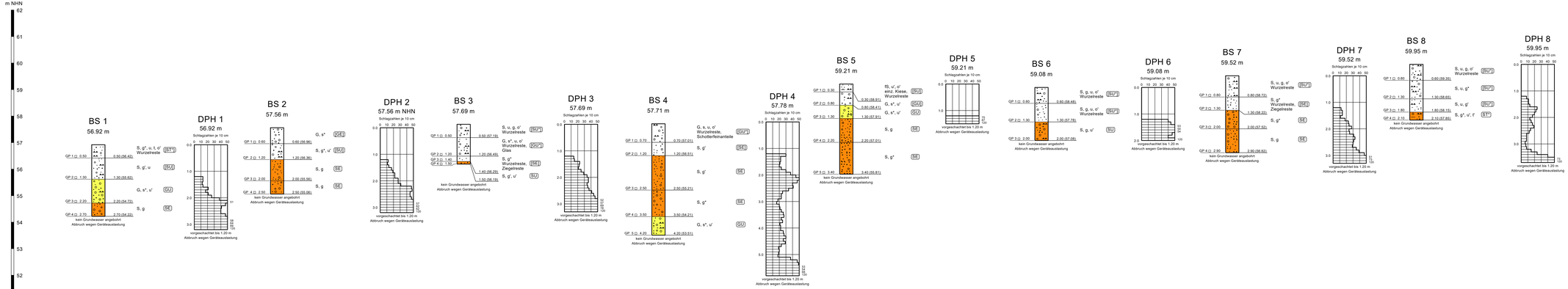
Lagerungsdichte & Konsistenzen aus qc (MPa)

< 3	sehr locker
3 - 8	locker
8 - 15	mitteldicht
15 - 25	dicht
> 25	sehr dicht
< 0,5	breiig
0,5 - 1	weich
1 - 2	steif
2 - 8	halbfest
> 8	fest

Hauptanteile werden mit großen, Nebenanteile mit kleinen Buchstaben aufgeführt

Beispiel: Umfang bzw. Einfluss des Nebenanteils
s* (stark sandig), s (sandig), s' (schwach sandig)

Beispiel für Benennung:
fS, ms*, g, u' (Feinsand, stark mittelsandig, kiesig, schwach schluffig)



GTU Ingenieurgesellschaft mbH
Sahlkamp 149
30179 Hannover
Tel.: 0511 / 90899 - 0, Fax: -25
e-mail: gtu.hannover(at)gtu-online.de

	Datum	Name
bearbeitet	10/2024	Tröger
gezeichnet	10/2024	Alshiz
geprüft:		

Auftraggeber:

DB InfraGO AG
I.IFI-W 2 AH - Regionalbereich West
Picassoplatz 1c
50679 Köln

Anlage	2
Blatt-Nr.:	1
GTU	1524081

	Datum	Zeichen
nachgeprüft		

Weichenverbindung Köln-Dellbrück
Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330

Baugrund- und Gründungsgutachten

Darstellung der Baugrundaufschlüsse

Maßstab in der Höhe: M 1 : 50

Anlage 3

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Anlage 3.1 Übersichtstabelle

Anlage 3.2 Korngrößenverteilungen

Übersichtstabelle der bodenmechanischen Laborversuche

Anlage 3.1

GTU Ingenieurgesellschaft

Projekt-Nr.: 1524081

Projektname: Weichenverbindung Köln - Dellbrück, Strecke 2663, km 4,750 - 5,330, Baugrund- und Gründungsgutachten

Aufschluß		Tiefe	Lab.-	Feldansprache	Bodenart	Boden-	C_U	C_C	w_n	V_{ca}	V_{gl}	Zustands-	Kornverteilung	
Nr.	Probe	[m]	Nr.			gruppe	[-]	[-]	[1]	[1]	[1]	grenzen	Nr.	Art
BS 1	GP 2	0,5 - 1,3	2206 - 1524	fS, ms'	S, g', u	SU*	14,1	3,0					Anl. 3.2.1	SA + KV
	GP 3	1,3 - 2,2	2207 - 1524	fS, g*	G, s*, u'	GU	29,5	0,3					Anl. 3.2.1	KV
BS 2	GP 2	0,6 - 1,2	2208 - 1524	fS, ms, g	S, g*, u'	SU	-	-					Anl. 3.2.2	KV
	GP 4	2,0 - 2,5	2209 - 1524	fS, ms, g	S, g	SE	4,4	0,7					Anl. 3.2.2	KV
BS 3	GP 2	0,5 - 1,2	2210 - 1524	S, u g	G, s*, u	GU*	373,7	1,3					Anl. 3.2.3	SA + KV
	GP 4	1,4 - 1,5	2211 - 1524	mS, fs, g'	S, g', u'	SU	4,1	1,3					Anl. 3.2.3	KV
BS 4	GP 3	1,2 - 2,5	2212 - 1524	mS, fs, g'	S, g'	SE	3,0	0,9					Anl. 3.2.4	KV
	GP 5	3,5 - 4,2	2213 - 1524	mS, g*	G, s*, u'	GU	54,5	0,4					Anl. 3.2.4	KV
BS 5	GP 2	0,3 - 0,8	2214 - 1524	mS, fs, u*, g	G, s*, u'	GU	16,5	0,3					Anl. 3.2.5	KV
	GP 3	0,8 - 1,3	2215 - 1524	mS, g*	G, s*, u'	GU	19,1	1,0					Anl. 3.2.5	KV
BS 6	GP 3	1,3 - 2,0	2216 - 1524	mS, fs, g'	S, g, u'	SU	-	-					Anl. 3.2.6	KV
BS 7	GP 4	2,0 - 2,9	2217 - 1524	mS, fs', gs*, g	S, g	SE	4,2	0,8					Anl. 3.2.7	KV
BS 8	GP 4	1,8 - 2,1	2218 - 1524	S, u, g	S, g*, u', t'	ST*	197,8	7,7					Anl. 3.2.8	SA + KV

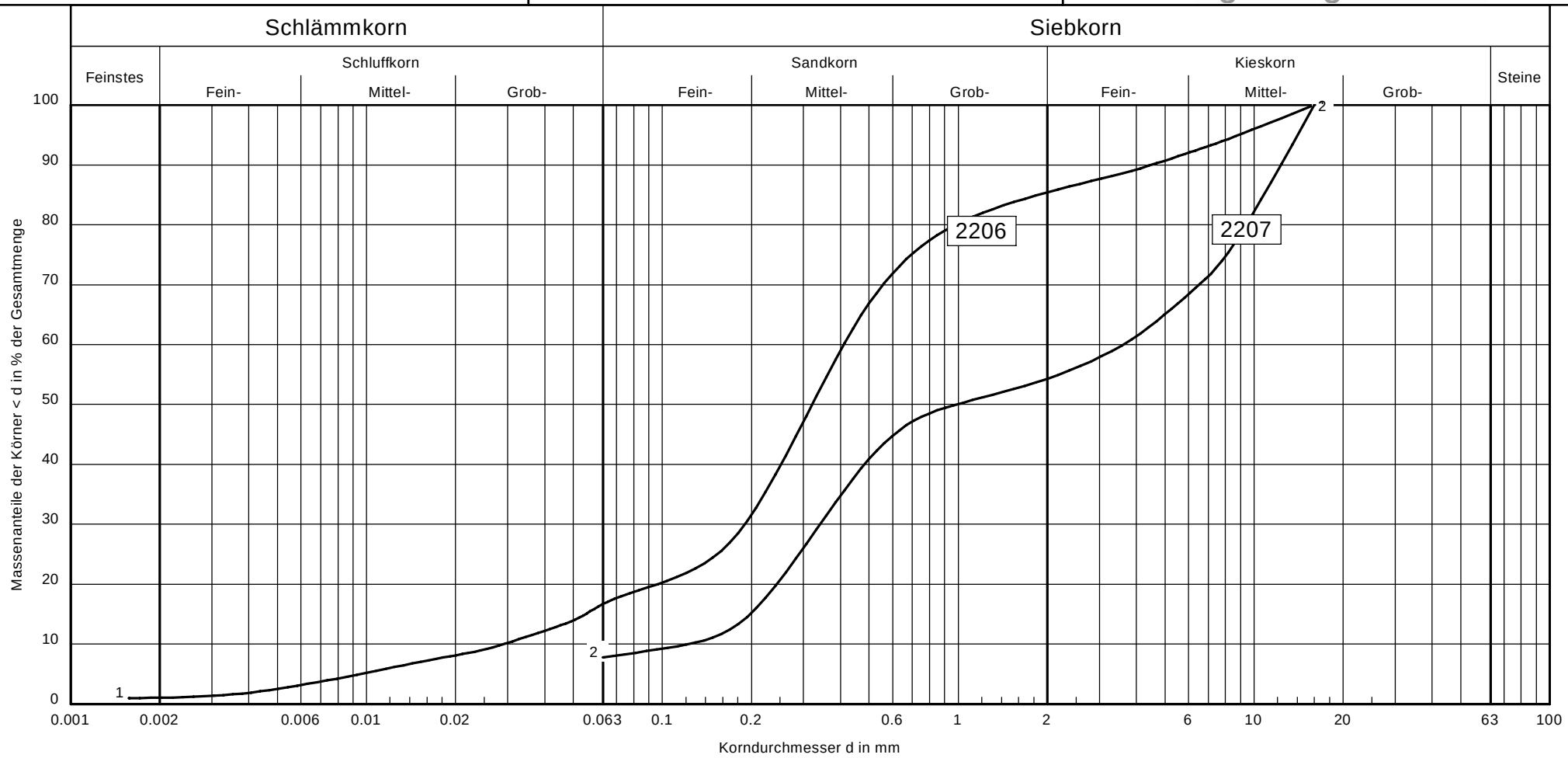
GTU 1524081
Weichenverbindung Köln - Dellbrück
Strecke 2663, km 4,750 - 5,330
Anl. 3.2.1

Bearbeiter: A. Tamele Datum: 07.11.2024

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4

GTU Ingenieurgesellschaft



Nr.	Labor-Nr.	Entnahmestelle	Proben-Nr.	Tiefe [m]	Entnahme am	Bodenart	Bodengruppe:	Cu / Cc	Frostsicherheit	Arbeitsweise
1	2206 - 1524	BS 1	GP 2	0,5 - 1,3	11.09.2024	S, g', u	SU*	14.1/3.0	F3	Sieb - / Schlämmanalyse
2	2207 - 1524	BS 1	GP 3	1,3 - 2,2	11.09.2024	G, s*, u'	GU	29.5/0.3	F2	Nasssiebung

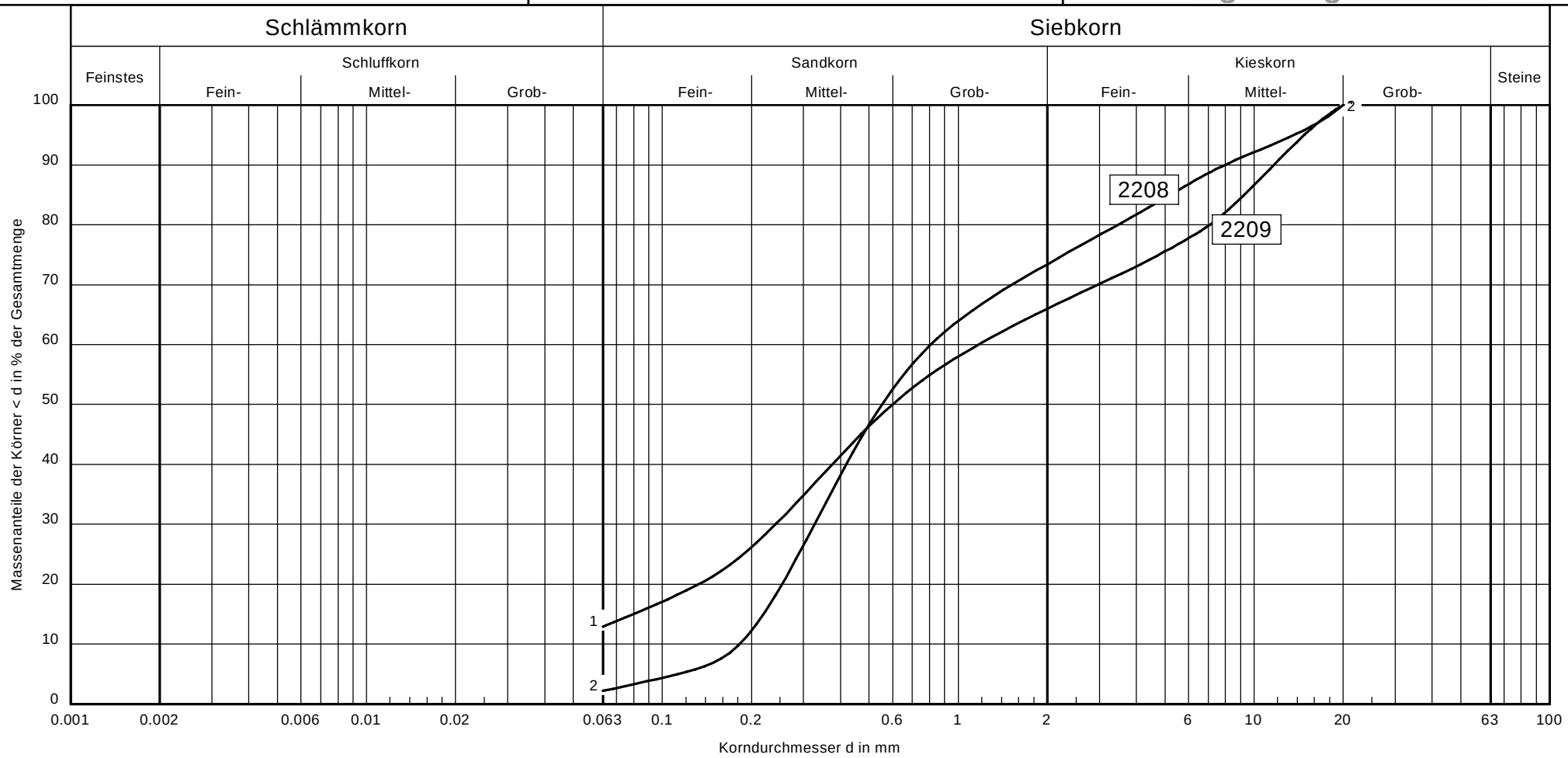
GTU 1524081
Weichenverbindung Köln - Dellbrück
Strecke 2663, km 4,750 - 5,330
Anlage 3.2.2

Bearbeiter: A. Tamele Datum: 07.11.2024

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4

GTU Ingenieurgesellschaft



Nr.	Labor-Nr.	Entnahmestelle	Proben-Nr.	Tiefe [m]	Entnahme am	Bodenart	Bodengruppe:	Cu / Cc	Frostsicherheit	Arbeitsweise
1	2208 - 1524	BS 2	GP 2	0,6 - 1,2	11.09.2024	S, g*, u'	SU	-/-	F2	Nasssiebung
2	2209 - 1524	BS 2	GP 4	2,0 - 2,5	11.09.2024	S, g	SE	4.4/0.7	F1	Nasssiebung

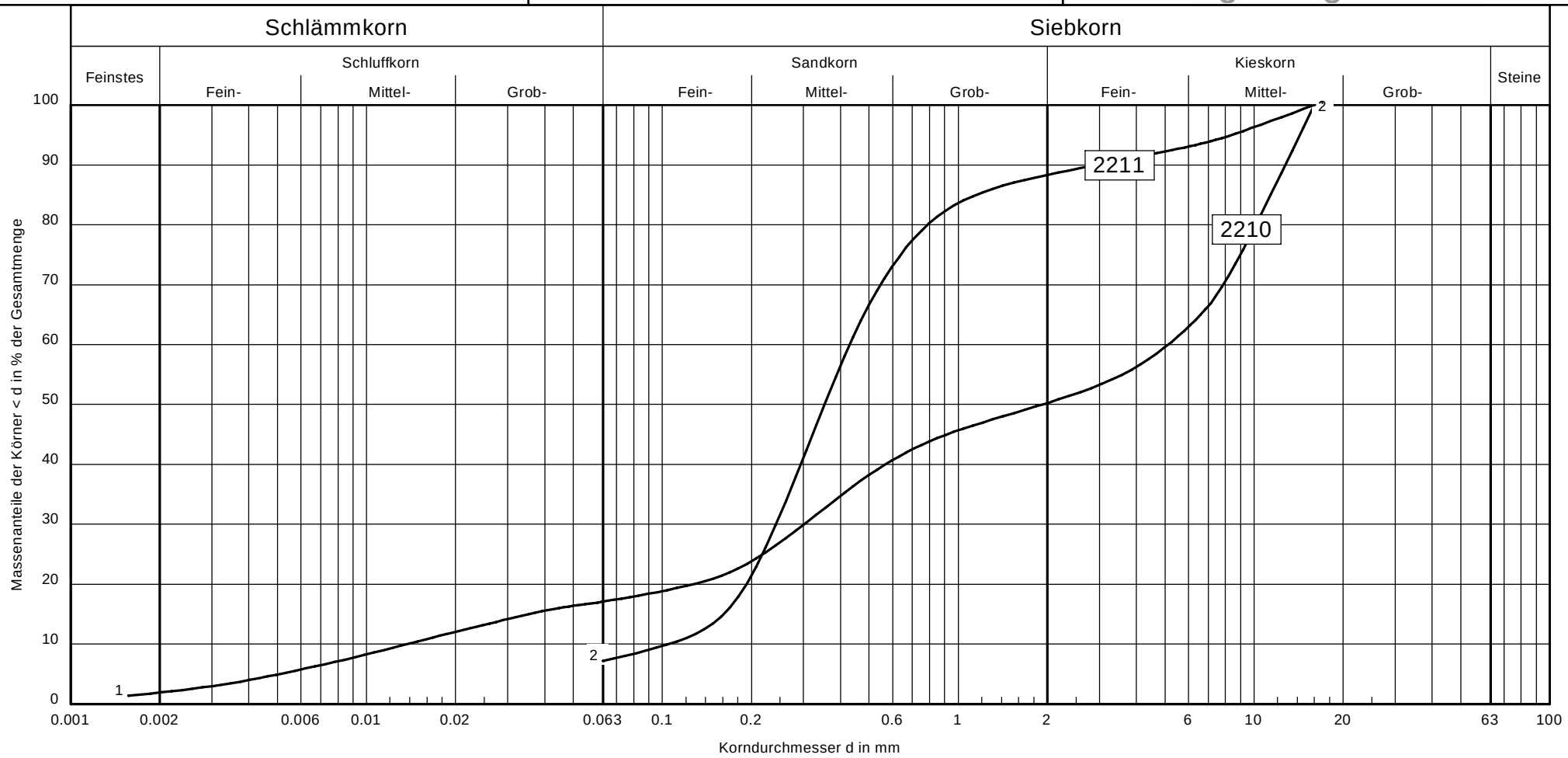
GTU 1524081
Weichenverbindung Köln - Dellbrück
Strecke 2663, km 4,750 - 5,330
Anlage 3.2.3

Bearbeiter: A. Tamele Datum: 07.11.2024

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4

GTU Ingenieurgesellschaft



Nr.	Labor-Nr.	Entnahmestelle	Proben-Nr.	Tiefe [m]	Entnahme am	Bodenart	Bodengruppe:	Cu / Cc	Frostsicherheit	Arbeitsweise
1	2210 - 1524	BS 3	GP 2	0,5 - 1,2	10.09.2024	G, s*, u	GU*	373.7/1.3	F3	Sieb - / Schlämmanalyse
2	2211 - 1524	BS 3	GP 4	1,4 - 1,5	10.09.2024	S, g', u'	SU	4.1/1.3	F1	Nasssiebung

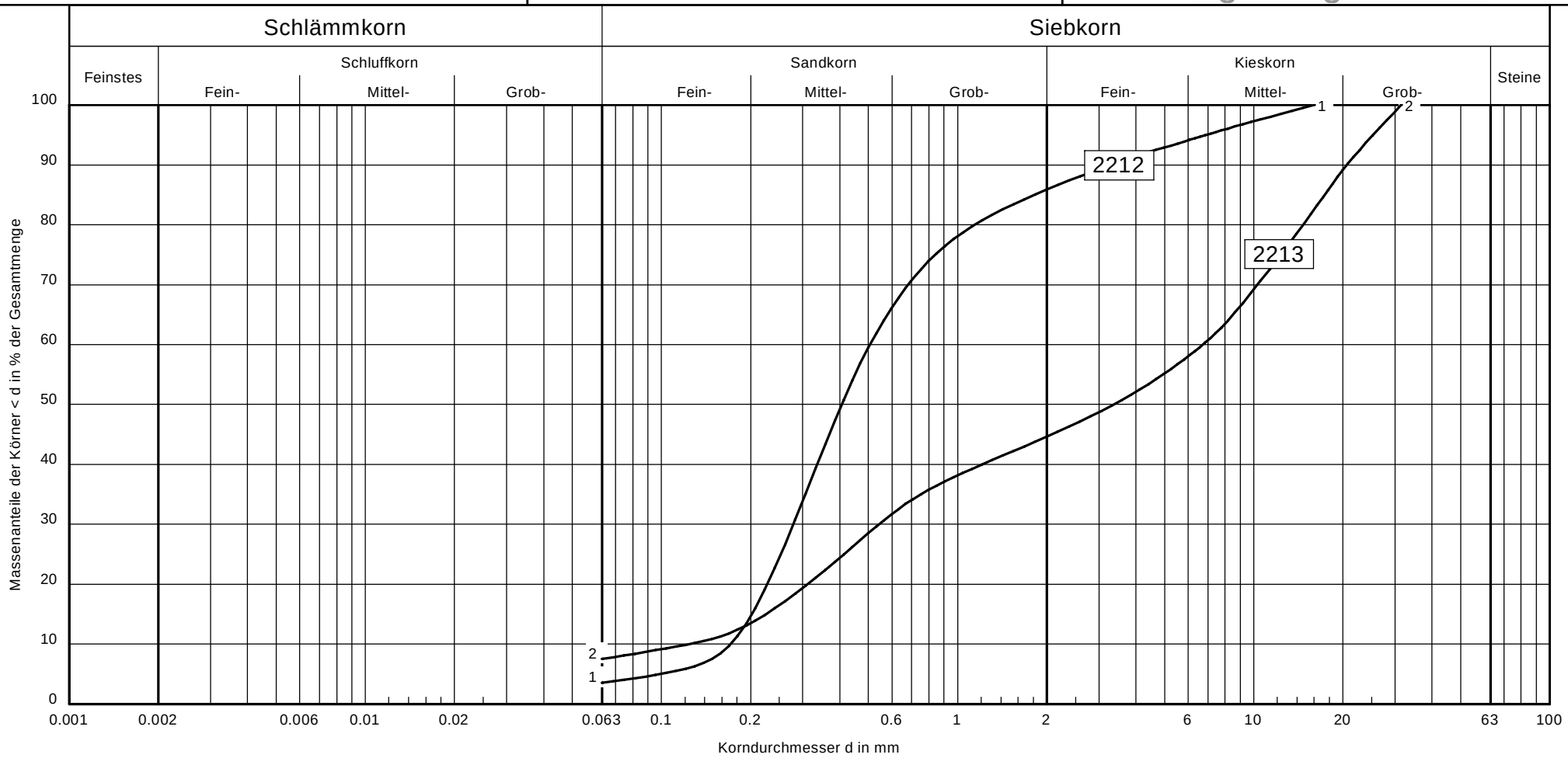
GTU 1524081
Weichenverbindung Köln - Dellbrück
Strecke 2663, km 4,750 - 5,330
Anlage 3.2.4

Bearbeiter: A. Tamele Datum: 07.11.2024

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4

GTU Ingenieurgesellschaft



Nr.	Labor-Nr.	Entnahmestelle	Proben-Nr.	Tiefe [m]	Entnahme am	Bodenart	Bodengruppe:	Cu / Cc	Frostsicherheit	Arbeitsweise
1	2212 - 1524	BS 4	GP 3	1,2 - 2,5	12.09.2024	S, g'	SE	3.0/0.9	F1	Nasssiebung
2	2213 - 1524	BS 4	GP 5	3,5 - 4,2	12.09.2024	G, s*, u'	GU	54.5/0.4	F2	Nasssiebung

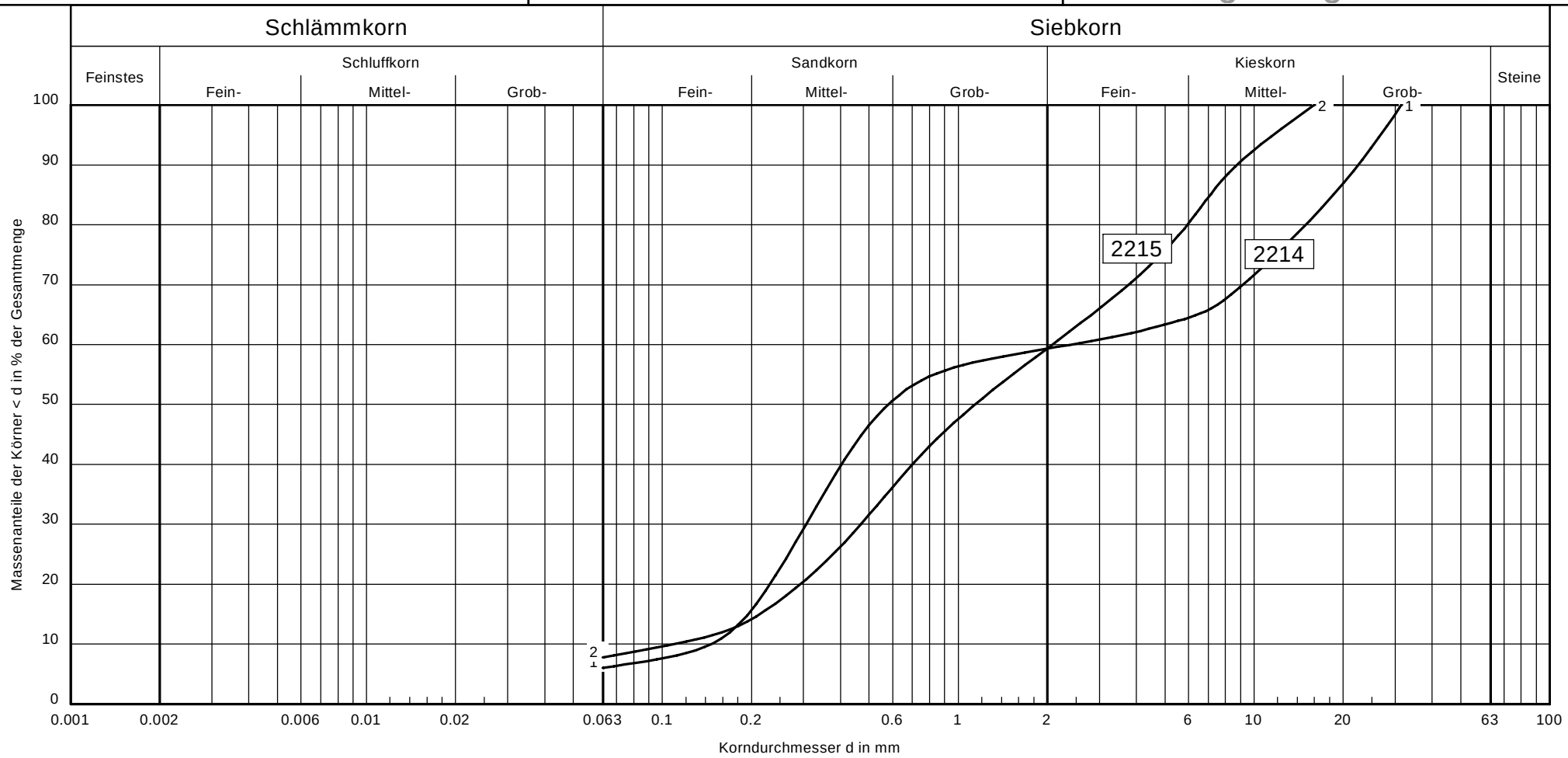
GTU 1524081
Weichenverbindung Köln - Dellbrück
Strecke 2663, km 4,750 - 5,330
Anlage 3.2.5

Bearbeiter: A. Tamele Datum: 07.11.2024

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4

GTU Ingenieurgesellschaft



Nr.	Labor-Nr.	Entnahmestelle	Proben-Nr.	Tiefe [m]	Entnahme am	Bodenart	Bodengruppe:	Cu / Cc	Frostsicherheit	Arbeitsweise
1	2214 - 1524	BS 5	GP 2	0,3 - 0,8	11.09.2024	G, s*, u'	GU	16.5/0.3	F2	Nasssiebung
2	2215 - 1524	BS 5	GP 3	0,8 - 1,3	11.09.2024	G, s*, u'	GU	19.1/1.0	F2	Nasssiebung

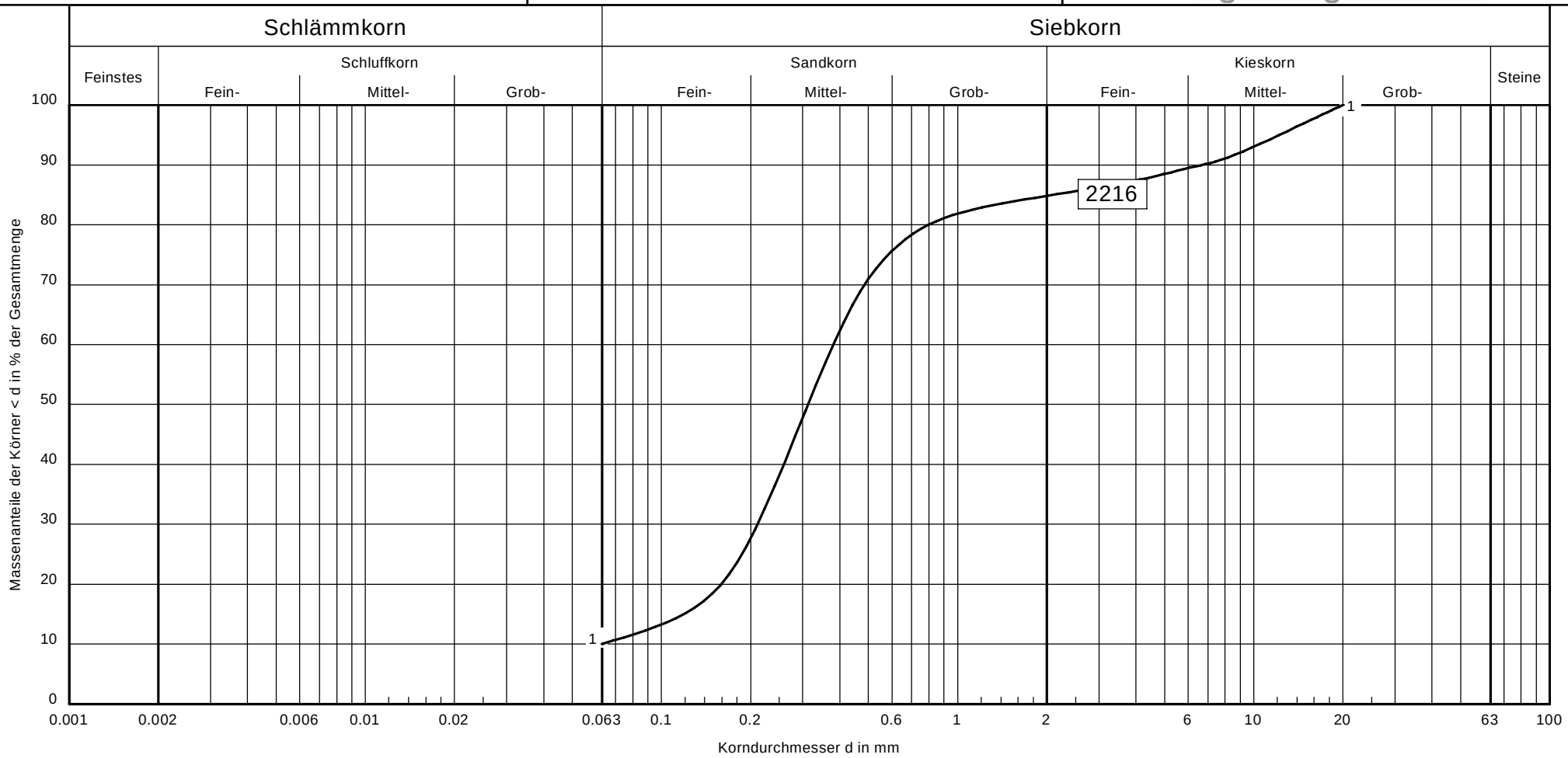
GTU 1524081
Weichenverbindung Köln - Dellbrück
Strecke 2663, km 4,750 - 5,330
Anlage 3.2.6

Bearbeiter: A. Tamele Datum: 07.11.2024

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4

GTU Ingenieurgesellschaft



Nr.	Labor-Nr.	Entnahmestelle	Proben-Nr.	Tiefe [m]	Entnahme am	Bodenart	Bodengruppe:	Cu / Cc	Frostsicherheit	Arbeitsweise
1	2216 - 1524	BS 6	GP 3	1,3 - 2,0	09.09.2024	S, g, u'	SU	-/-	F2	Nasssiebung

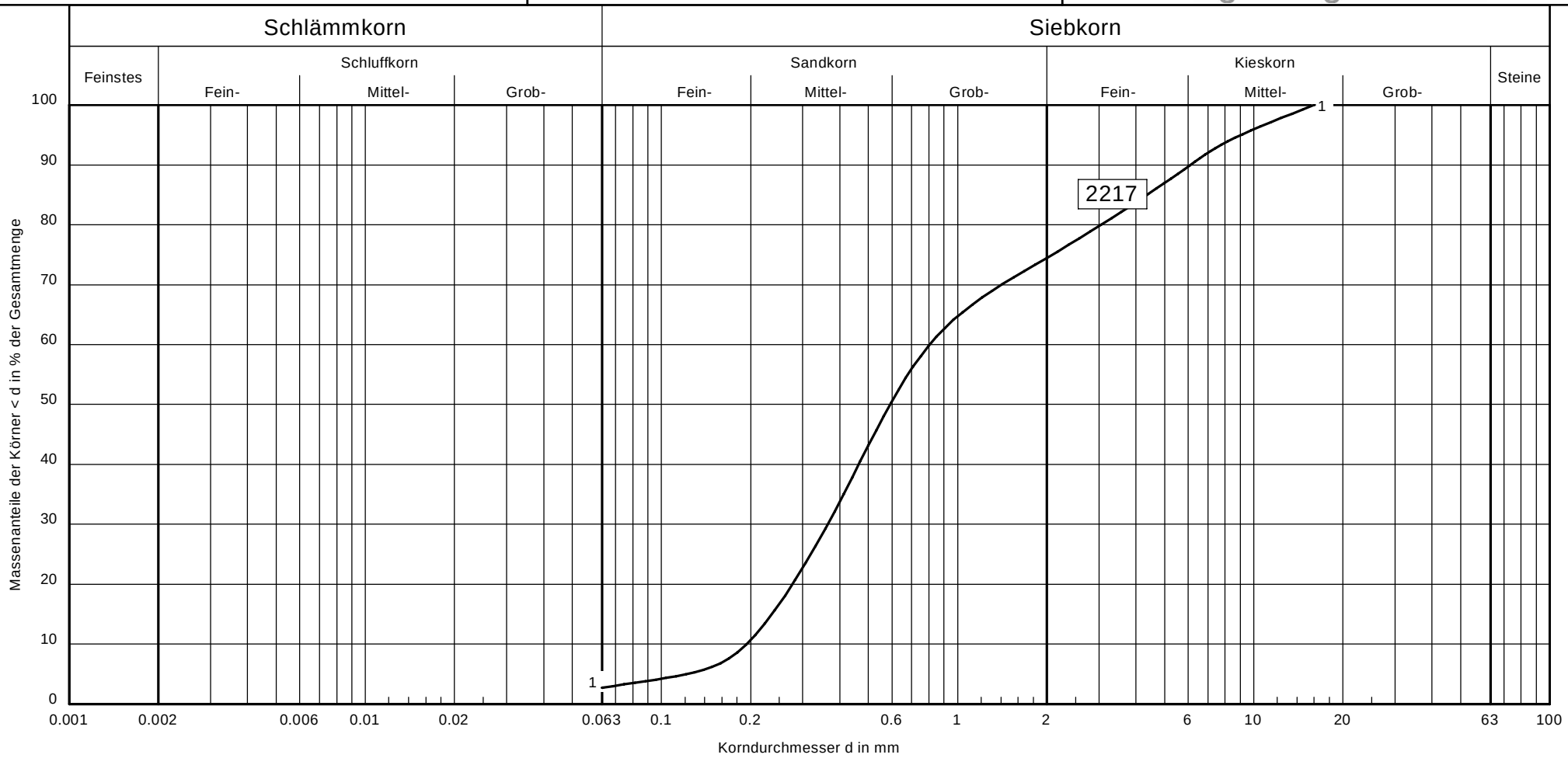
GTU 1524081
Weichenverbindung Köln - Dellbrück
Strecke 2663, km 4,750 - 5,330
Anlage 3.2.7

Bearbeiter: A. Tamele Datum: 07.11.2024

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4

GTU Ingenieurgesellschaft



Nr.	Labor-Nr.	Entnahmestelle	Proben-Nr.	Tiefe [m]	Entnahme am	Bodenart	Bodengruppe:	Cu / Cc	Frostsicherheit	Arbeitsweise
1	2217 - 1524	BS 7	GP 4	2,0 - 2,9	10.09.2024	S, g	SE	4.2/0.8	F1	Nasssiebung

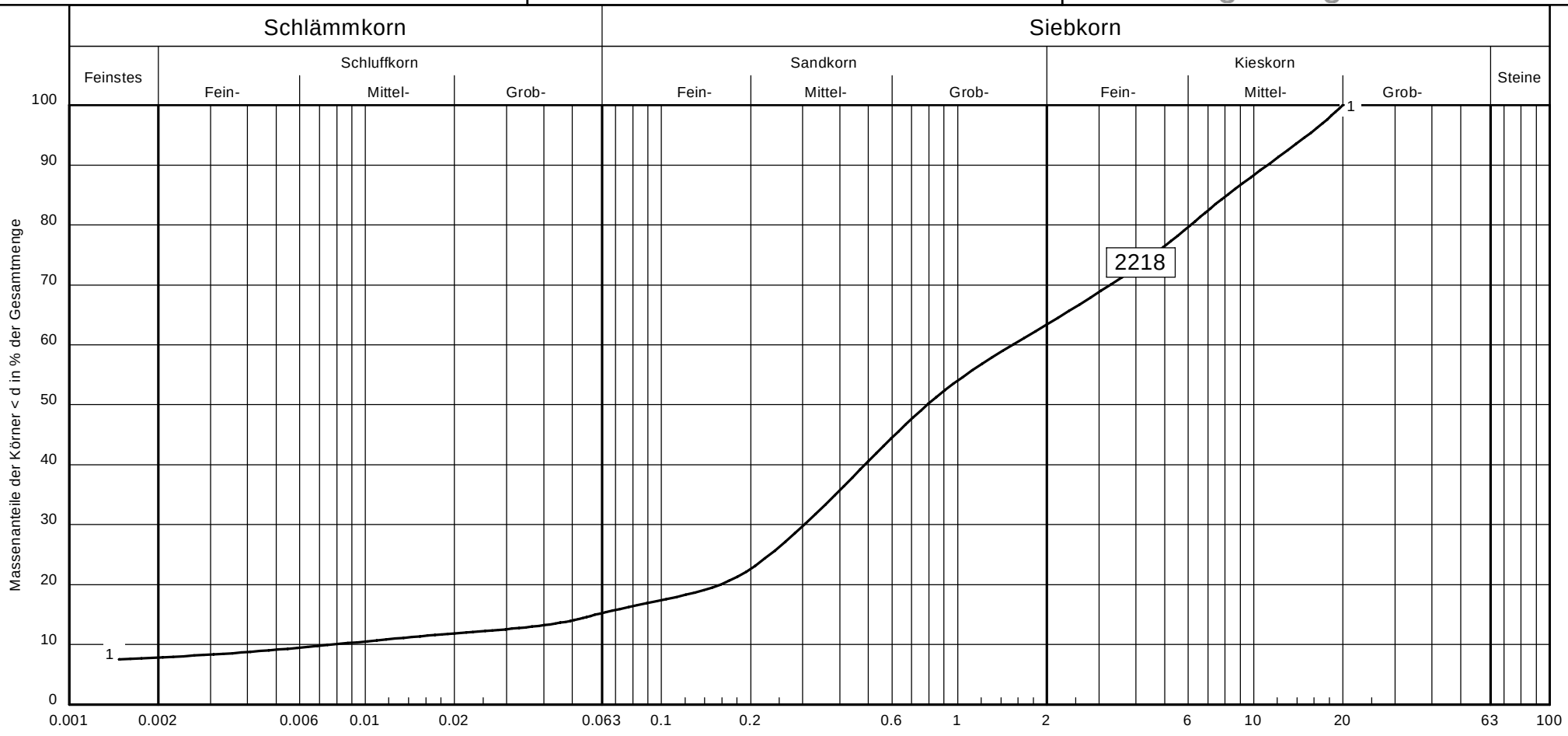
GTU 1524081
Weichenverbindung Köln - Dellbrück
Strecke 2663, km 4,750 - 5,330
Anlage 3.2.8

Bearbeiter: A. Tamele Datum: 07.11.2024

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4

GTU Ingenieurgesellschaft



Nr.	Labor-Nr.	Entnahmestelle	Proben-Nr.	Tiefe [m]	Entnahme am	Bodenart	Bodengruppe:	Cu / Cc	Frostsicherheit	Arbeitsweise
1	2218 - 1524	BS 8	GP 4	1,8 - 2,1	09.09.2024	S, g*, u', t'	ST*	197.8/7.7	F3	Sieb - / Schlämmanalyse

Anlage 4

Homogenbereiche

Anlage 4.1 Übersichtstabelle

Anlage 4.2 Körnungsbänder

Übersicht Homogenbereiche (DIN 18300 und DIN 18304)

Eigenschaften und Kennwerte

GTU Ingenieurgesellschaft

Projekt: Weichenverbindung Köln-Dellbrück, Strecke2663 km 4,750 bis km 5,330, Baugrund- und Gründungsgutachten GTU 1524081

Eigenschaften / Kennwerte		Erd-1	Erd-2
		RRP-1	RRP-2
Ortsübliche Bezeichnung	[-]	rollige Auffüllungen	Sande und Kiese
Kornverteilung DIN 18123	[-]	Anlage 4.2.1	Anlage 4.2.2
Anteil Steine und Blöcke [1)] DIN EN ISO 14688-2	[%]	< 5	< 5
Bodengruppe DIN 18196	[-]	[GE], [SE], [SU], [GU], [SU*], [GU*], [ST*]	SE, SU, ST*, GU
Wichte im feuchten Zustand [2)] DIN 18125-1 oder -2	[kN/m³]	17 - 19	19 - 21
Undränierte Scherfestigkeit [2)] DIN 18137, DIN 18136, DIN 4094-4	[kN/m²]	-	-
Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1	[%]	nicht relevant	nicht relevant
Plastizitätszahl DIN 18122-1, DIN 18196	[%]	-	-
Konsistenzzahl / Konsistenz DIN 18122-1, DIN EN ISO 14688-2	[-]	-	-
Bezogene Lagerungsdichte [2)] DIN EN ISO 14688-2	[-]	I_D = 0,15 – 0,35 locker	I_D = 0,35 – 0,85 mitteldicht, dicht
Organischer Anteil [2)] DIN 18128, DIN EN ISO 14688-2	[%]	< 4	< 2
Abrasivität [2)] NF P18-579	[g/t]	250 – 1250	250 – 1250

[1)] höhere Anteile sind nicht auszuschließen

[2)] kein Laborversuch durchgeführt, sondern aus Erfahrungswerten abgeschätzt

GTU 1524081
Weichenverbindung Köln-Dellbrück, Strecke 2668
km 4,750 bis km 5,330
Anlage 4.2.1

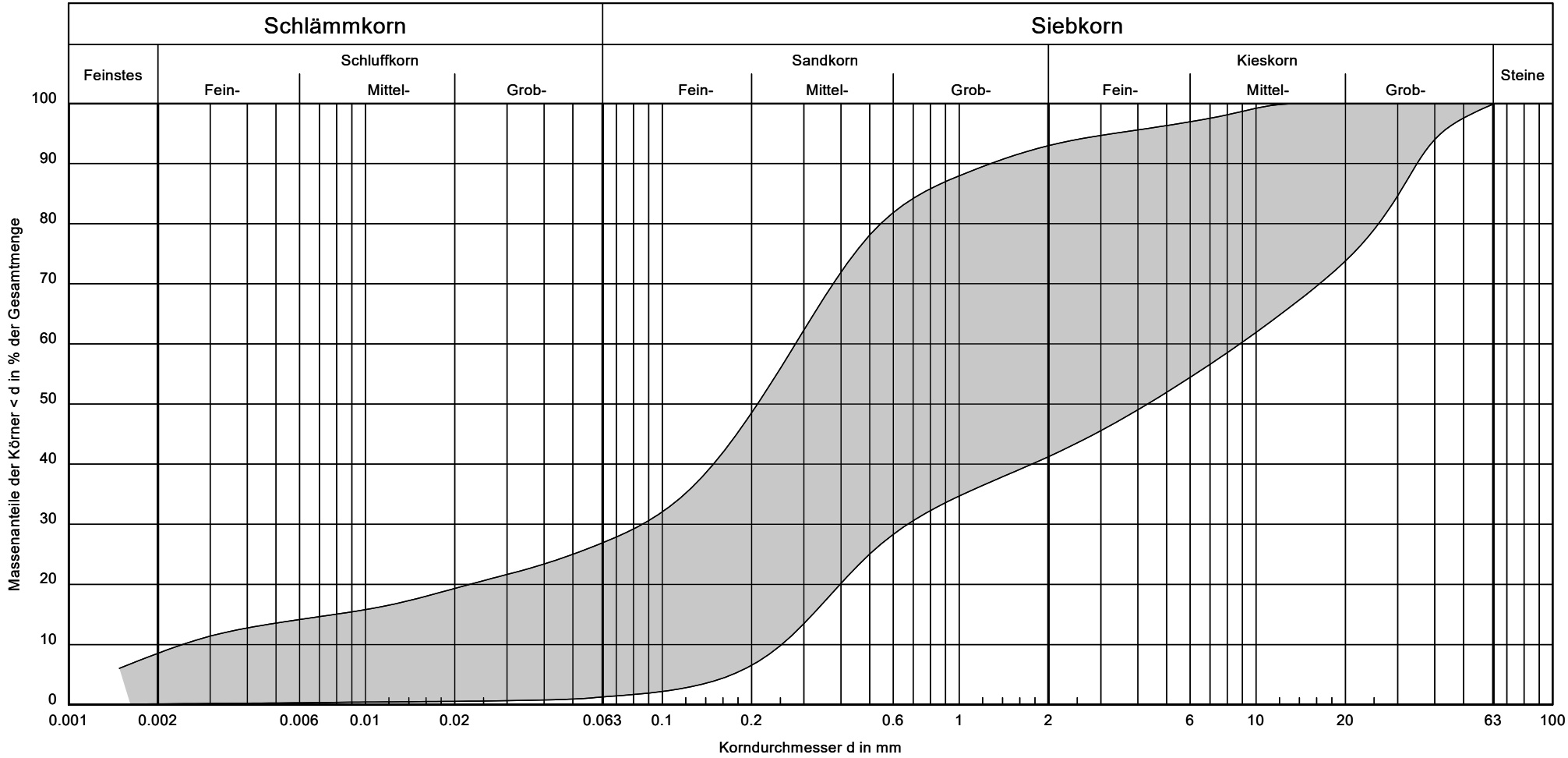
Bearbeiter: S. Goldbach Datum: 18.11.2024

Körnungsband

Homogenbereiche Erd-1

rollige Auffüllungen

GTU Ingenieurgesellschaft



GTU 1524081
Weichenverbindung Köln-Dellbrück, Strecke 2668
km 4,750 bis km 5,330
Anlage 4.2.2

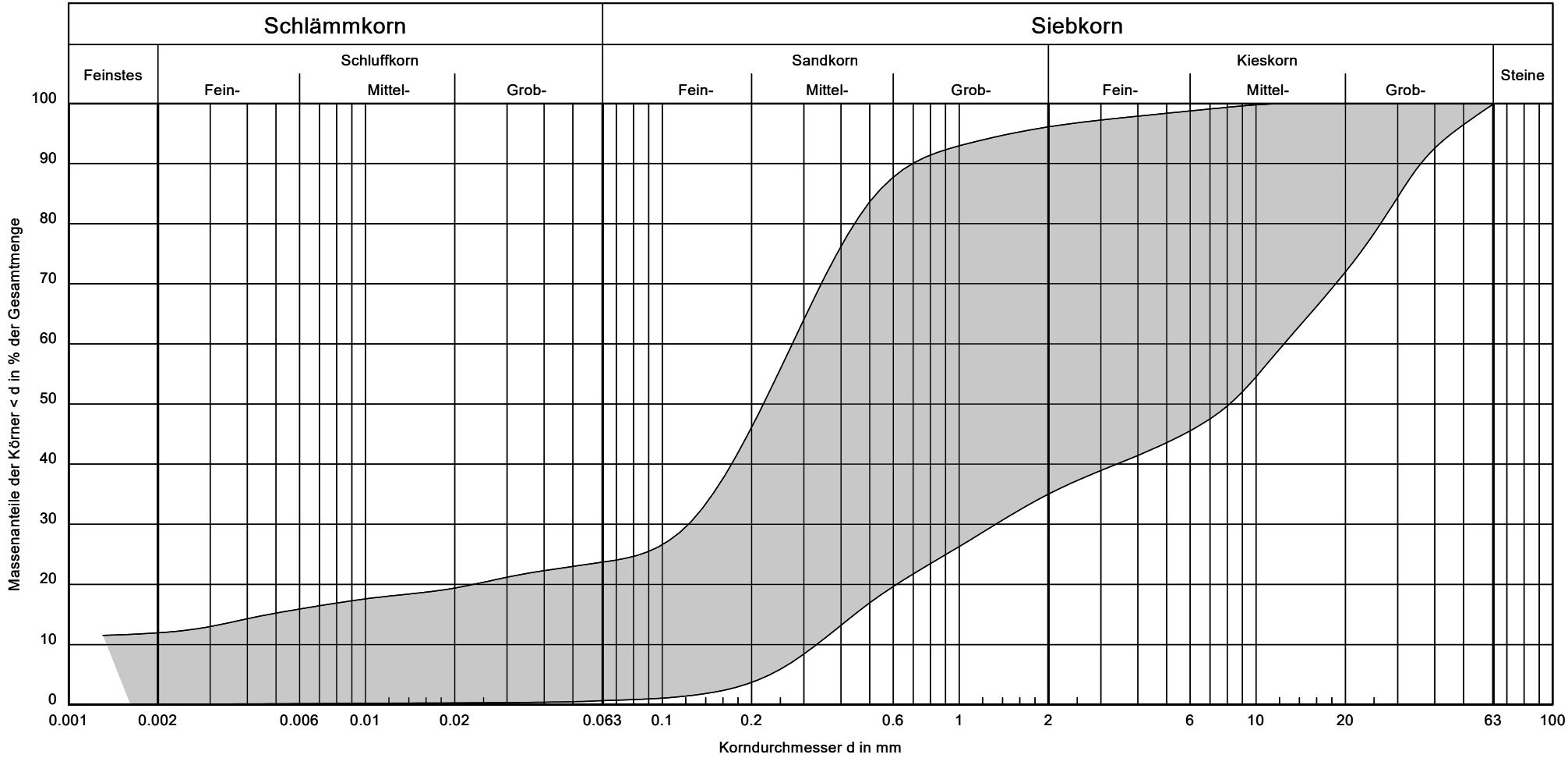
Bearbeiter: S. Goldbach Datum: 18.11.2024

Körnungsband

Homogenbereiche Erd-2

Sande und Kiese

GTU Ingenieurgesellschaft



Anlage 5

Bemessungsprofile

Anlage 5.1 Kennwerte

Anlage 5.2 Bemessungsprofile OLA-Masten

Weichenverbindung Köln-Dellbrück, Strecke 2663, km 4,750 bis km 5,330, Baugrund- und Gründungsgutachten
Bemessungsprofile - Oberleitungsmasten

GTU Ingenieurgesellschaft

Boden-schicht	Bodenart	Lagerungs-dichte/ Konsistenz	Wichte		Scherparameter			Steife-modul	Kennwert EA-Pfähle				Kennwerte Jahresbericht 2014 EA-Pfähle						Rammbarkeit	charakteristische Pfahlmantel-reibung Bohrpfahl	charakteristischer Pfahlspitzenwiderstand Bohrpfahl		
									charakteristische Pfahlmantelreibung Stahlträger/Stahlrohr		charakteristischer Pfahlspitzen-widerstand Stahlträger/Stahlrohr		charakteristische Pfahlmantelreibung Stahlträger/ Stahlrohr DN bis 500 mm		charakteristischer Pfahlspitzenwiderstand Stahlträger [6]/ Stahlrohr DN bis 500 mm								
			γ_k	γ'_k	φ'_k	c'_k	$c_{u,k}$	$E_{s,k}$	$q_{s,k}$ [kN/m²]		$q_{b,k}$ [kN/m²]		$q_{s,k}$ [kN/m²]		$q_{Pfropfen,k}$/ $q_{b,k}$ [kN/m²]							$q_{s,k}$	$q_{b,k}$		
			[kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[MN/m²]	1)	2)	s / D_{eq} = 0,035	s / D_{eq} = 0,100	1)	2)	s / D_{eq} = 0,035		s / D_{eq} = 0,100					[kN/m²]	s / D = 0,02 [kN/m²]	s / D = 0,03 [kN/m²]	s / D = 0,10 (= s_g) [kN/m²]
															3)	4)	3)	4)							
0.0	Gleisschotter	-	19	11	40	0	-	>120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mittelschwer	-	-	-	-
1.2	rollige Auffüllung	locker	18	10	30	0	-	20 - 30	12	16	-	-	6	10	-	-	-	-	leicht	22	-	-	-
2.1	Sand	mitteldicht	19	11	32,5	0	-	40 - 60	42	58	2800	5300	22	33	1500	5240	2840	10000	mittelschwer	72	720	920	2070
2.2	Sand	dicht	20	12	35	0	-	60 - 80	65	95	4000	7600	35	50	2100	7900	4000	1500	mittelschwer bis sehr schwer	105	1050	1350	3000
3.1	Kies	mitteldicht	19	11	35	0	-	50 - 70	42	58	2800	5300	22	33	1500	5240	2840	10000	mittelschwer bis schwer	72	720	920	2070
3.2	Kies	dicht	20	12	37,5	0	-	70 - 90	65	95	4000	7600	35	50	2100	7900	4000	1500	schwer bis nicht rammbahr	105	1050	1350	3000

Die Modelfaktoren der EA-Pfähle und des Jahresberichts 2014 EA-Pfähle für Stahlträger/ Stahlrohre in Abhängigkeit von der Profilhöhe und Profilbreite sowie der Flanschbreite des Stahlträgers bzw. vom Durchmesser des Stahlrohres sind in der Tabelle nicht berücksichtigt.

[1)] bei einer Grenzsetzung von $s_{sg}^* = 0{,}5 \cdot R_{s,k}(s_{sg}^*)$ [MN] ≤ 1,0 cm

[2)] bei einer Grenzsetzung von $s_{sg} = s_g = 0{,}1\ D_{eq}$

[3)] charakteristischer Pfahlwiderstand auf den Pfropfen ($q_{Pfropfen,k}$)

[4)] charakteristischer Pfahlwiderstand auf die Profilaufstandsfläche ($q_{b,k}$)

[5)] Keine Angaben im Jahresbericht 2014 des Arbeitskreises „Pfähle“ enthalten, es werden die Werte der EA-Pfähle 2012 angesetzt

[6)] Für einfache Stahlträgerprofile ist bei dem Pfahlspitzenwiderstand nur der Wert auf die Profilaufstandfläche anzusetzen

Weichenverbindung Köln-Dellbrück, Strecke 2663,
km 4,750 bis km 5,330, Baugrund- und Gründungsgutachten
Bemessungsprofile - Oberleitungsmasten

GTU Ingenieurgesellschaft

Tiefe [m u. GOK]	Tiefe [m NHN]	Bodenart	Lagerungsdichte	Bodenschicht
Strecke 2663, km 4,811 - N4-21 / N4-22				
Höhe Ansatzpunkt: 56,92 m NHN				
bei den Erkundungen angetroffener GW-Stand				
kein GW			kein GW	
1,30	55,62	rollige Auffüllung	locker	1.2
2,20	54,72	Kies	mitteldicht	3.1
3,20 *)	53,72	Sand	dicht	2.2
Strecke 2663, km 4,871 - N4-23 / N4-24				
Höhe Ansatzpunkt: 57,56 m NHN				
bei den Erkundungen angetroffener GW-Stand				
kein GW			kein GW	
1,20	56,36	rollige Auffüllung	locker	1.2
1,70	55,86	Sand	mitteldicht	2.1
3,20 *)	54,36	Sand	dicht	2.2
Strecke 2663, km 4,926 - N4-25 / N4-26				
Höhe Ansatzpunkt: 57,69 m NHN				
bei den Erkundungen angetroffener GW-Stand				
kein GW			kein GW	
1,40	56,29	rollige Auffüllung	locker	1.2
3,30 *)	54,39	Sand	dicht	2.2
Strecke 2663, km 4,976 - N4-27 / N4-28				
Höhe Ansatzpunkt: 57,71 m NHN				
bei den Erkundungen angetroffener GW-Stand				
kein GW			kein GW	
1,20	56,51	rollige Auffüllung	locker	1.2
3,50	54,21	Sand	dicht	2.2
5,10	52,61	Kies	mitteldicht	3.1
5,80 *)	51,91	Kies	dicht	3.2
Strecke 2663, km 5,113 - N5-4				
Höhe Ansatzpunkt: 59,21 m NHN				
bei den Erkundungen angetroffener GW-Stand				
kein GW			kein GW	
0,80	58,41	rollige Auffüllung	locker	1.2
1,30	57,91	Kies	mitteldicht	3.1
3,40 *)	55,81	Sand	dicht	2.2
Strecke 2663, km 5,185 - N5-6				
Höhe Ansatzpunkt: 59,08 m NHN				
bei den Erkundungen angetroffener GW-Stand				
kein GW			kein GW	
1,30	57,78	rollige Auffüllung	locker	1.2
2,00 *)	57,08	Sand	dicht	2.2
Strecke 2663, km 5,233 - N5-7				
Höhe Ansatzpunkt: 59,52 m NHN				
bei den Erkundungen angetroffener GW-Stand				
kein GW			kein GW	
1,30	58,22	rollige Auffüllung	locker	1.2
1,60	57,92	Sand	mitteldicht	2.1
2,90 *)	56,62	Sand	dicht	2.2
Strecke 2663, km 5,303 - N5-9				
Höhe Ansatzpunkt: 59,95 m NHN				
bei den Erkundungen angetroffener GW-Stand				
kein GW			kein GW	
1,80	58,15	rollige Auffüllung	locker	1.2
3,30	56,65			
3,70 *)	56,25	Sand	mitteldicht	2.1

*) Abbruch wegen Gerätauslastung, für die tieferen Schichten kann die letzte Bodenschicht angenommen werden

Anhang A

Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen (unkorrigiert)

GTU Sahlkamp 149 30179 Hannover Tel.: 0511/ 9 08 99 - 0 Fax.: 0511/ 9 08 99 - 25	**Schichtenverzeichnis** für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Projekt-Nr.: 1524081 Anhang A

Vorhaben: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330,

Bohrung BS 1 / Blatt: 1 Höhe: 56.92 m NHN | Datum: 11.09.2024

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1)] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1)] / h) [1)] Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.50	a) Sand, stark kiesig, schluffig, tonig, organisch b) Wurzelreste c) / d) / e) dunkelbraun f) Oberboden / g) / h) [SU*] / i) O				erdfeucht, vorgeschachtet	GP	1	0.50
1.30	a) Feinsand, schwach mittelsandig b) einz. Kiese c) / d) / e) hellbraun f) Sand / g) / h) [SE] / i) O				erdfeucht, vorgeschachtet bis 1.20 m	GP	2	1.30
2.20	a) Feinsand, stark kiesig b) c) / d) sehr schwer bohrbar / e) hellbraun f) Sand / g) / h) SE / i) O				erdfeucht	GP	3	2.20
2.70	a) Sand, kiesig b) c) / d) sehr schwer bohrbar / e) hellbraun f) Sand / g) / h) SE / i) O				erdfeucht, Abbruch wegen Bohrhindernis	GP	4	2.70
	a) b) c) / d) / e) f) / g) / h) / i)							

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

GTU Sahlkamp 149 30179 Hannover Tel.: 0511/ 9 08 99 - 0 Fax.: 0511/ 9 08 99 - 25	**Schichtenverzeichnis** für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Projekt-Nr.: 1524081 Anhang A

Vorhaben: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330,

Bohrung BS 2 / Blatt: 1 Höhe: 57.56 m NHN | Datum: 11.09.2024

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1)] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1)] / h) [1)] Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.60	a) Kies, grobsandig, mittelsandig, feinsandig b) c) / d) / e) dunkelbraun f) Kies / g) / h) [GE] / i) +				erdfeucht, vorgeschachtet	GP	1	0.60
1.20	a) Feinsand, mittelsandig, kiesig b) c) / d) / e) dunkelbraun f) Sand / g) / h) [SE] / i) +				erdfeucht, vorgeschachtet bis 1.20 m	GP	2	1.20
2.00	a) Feinsand, mittelsandig, kiesig b) c) / d) schwer bohrbar / e) hellbraun f) Sand / g) / h) SE/SW / i) O				erdfeucht	GP	3	2.00
2.50	a) Feinsand, mittelsandig, schwach kiesig b) c) / d) sehr schwer bohrbar / e) orange f) Sand / g) / h) SE / i) O				erdfeucht, Abbruch wegen Bohrhindernis	GP	4	2.50
	a) b) c) / d) / e) f) / g) / h) / i)							

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

GTU Sahlkamp 149 30179 Hannover Tel.: 0511/ 9 08 99 - 0 Fax.: 0511/ 9 08 99 - 25	**Schichtenverzeichnis** für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Projekt-Nr.: 1524081 Anhang A

Vorhaben: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330,

Bohrung BS 3 / Blatt: 1 Höhe: 57.69 m NHN | Datum: 10.09.2024

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1)] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1)] / h) [1)] Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.50	a) Sand, schluffig, kiesig, organisch b) Wurzelreste c) / d) / e) dunkelbraun f) Oberboden / g) / h) [UL] / i) O				erdfeucht, vorgeschachtet	GP	1	0.50
1.20	a) Sand, schluffig, kiesig, organisch b) Wurzelreste, Glass c) / d) / e) dunkelbraun f) Sand / g) / h) [SU*] / i) O				erdfeucht, vorgeschachtet bis 1.20 m	GP	2	1.20
1.40	a) Sand, stark kiesig b) Wurzelreste, Ziegelreste c) / d) sehr schwer bohrbar / e) violett f) Sand / g) / h) [SE] / i) O				erdfeucht	GP	3	1.40
1.50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach kiesig b) c) / d) sehr schwer bohrbar / e) braun f) Sand / g) / h) SE / i) O				erdfeucht, Abbruch wegen Bohrhindernis	GP	4	1.50
	a) b) c) / d) / e) f) / g) / h) / i)							

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

GTU Sahlkamp 149 30179 Hannover Tel.: 0511/ 9 08 99 - 0 Fax.: 0511/ 9 08 99 - 25	**Schichtenverzeichnis** für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Projekt-Nr.: 1524081 Anhang A

Vorhaben: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330,

Bohrung BS 4 / Blatt: 1 Höhe: 57.71 m NHN | Datum: 12.09.2024

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1] / h) [1] Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
						Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.70	a) Kies, sandig, schluffig, organisch b) Wurzelreste, Schotterfeinanteile c) / d) / e) dunkelbraun f) Oberboden - Schotter / g) / h) / i) O				erdfeucht, vorgeschachtet	SP	GP1	0.70
1.20	a) Mittelsand, feinkiesig, mittelkiesig b) c) / d) / e) hellbraun f) Sand / g) / h) [SE] / i) O				erdfeucht, vorgeschachtet bis 1.20 m	GP	2	1.20
2.50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach kiesig b) c) / d) schwer bohrbar / e) hellbraun f) Sand / g) / h) SE / i) O				erdfeucht	GP	3	2.50
3.50	a) Mittelsand, stark kiesig b) c) / d) sehr schwer bohrbar / e) hellbraun f) Sand / g) / h) SE / i) O				erdfeucht	GP	4	3.50
4.20	a) Mittelsand, stark kiesig b) c) / d) sehr schwer bohrbar / e) hellbraun f) Sand / g) / h) SE / i) O				erdfeucht, Abbruch wegen Bohrhindernis	GP	5	4.20

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

GTU Sahlkamp 149 30179 Hannover Tel.: 0511/ 9 08 99 - 0 Fax.: 0511/ 9 08 99 - 25	**Schichtenverzeichnis** für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Projekt-Nr.: 1524081 Anhang A

Vorhaben: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330,

Bohrung BS 5 / Blatt: 1 Höhe: 59.21 m NHN | Datum: 11.09.2024

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1] / h) [1] Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
						Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.30	a) Feinsand, schwach schluffig, organisch b) einz. Kiese, Wurzelreste c) / d) / e) braun f) Oberboden / g) / h) [SU] / i) O				erdfeucht, vorgeschachtet	GP	1	0.30
0.80	a) Mittelsand, feinsandig, stark schluffig, kiesig b) c) / d) / e) dunkelbraun f) Sand / g) / h) [SU*] / i) O				feucht, vorgeschachtet	GP	2	0.80
1.30	a) Mittelsand, stark kiesig b) c) / d) / e) hellbraun f) Sand / g) / h) SE / i) O				erdfeucht, vorgeschachtet bis 1.20 m	GP	3	1.30
2.20	a) Mittelsand, schwach feinsandig, grobsandig b) c) / d) schwer bohrbar / e) hellbraun f) Sand / g) / h) SE / i) O				erdfeucht	GP	4	2.20
3.40	a) Mittelsand, grobsandig, stark kiesig b) c) / d) sehr schwer bohrbar / e) hellbraun f) Sand / g) / h) SE / i) O				erdfeucht, Abbruch wegen Bohrhindernis	GP	5	3.40

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

GTU Sahlkamp 149 30179 Hannover Tel.: 0511/ 9 08 99 - 0 Fax.: 0511/ 9 08 99 - 25	**Schichtenverzeichnis** für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Projekt-Nr.: 1524081 Anhang A

Vorhaben: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330,

Bohrung BS 6 / Blatt: 1 Höhe: 59.08 m NHN | Datum: 09.09.2024

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1] / h) [1] Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.60	a) Sand, kiesig, schluffig, organisch b) Wurzelreste c) / d) / e) dunkelbraun f) Oberboden / g) / h) [SU*] / i) O				erdfeucht, vorgeschachtet	GP	1	0.60
1.30	a) Feinsand, mittelsandig, kiesig, schluffig, organisch b) Wurzelreste c) / d) / e) braun f) Sand / g) / h) [SU*] / i) O				erdfeucht, vorgeschachtet bis 1.20 m	GP	2	1.30
2.00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach kiesig b) c) / d) sehr schwer bohrbar / e) braun f) Sand / g) / h) SE / i) O				erdfeucht, Abbruch wegen Bohrhindernis	GP	3	2.00
	a) b) c) / d) / e) f) / g) / h) / i)							
	a) b) c) / d) / e) f) / g) / h) / i)							

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

GTU
Sahlkamp 149
30179 Hannover
Tel.: 0511/ 9 08 99 - 0
Fax.: 0511/ 9 08 99 - 25

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt-Nr.: 1524081

Anhang A

Vorhaben: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330,

Bohrung BS 7 / Blatt: 1 Höhe: 59.52 m NHN

Datum: 10.09.2024

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung [1]					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.80	a) Sand, schluffig, kiesig, organisch				erdfeucht, vorgeschachtet	GP	1	0.80
	b) Wurzelreste							
	c)	d)	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) [SU*]	i) +				
1.30	a) Sand, stark feinsandig, mittelsandig, grobsandig, stark kiesig				trocken - erdfeucht, vorgeschachtet bis 1.20 m	GP	2	1.30
	b) Wurzelreste, Ziegelreste							
	c)	d)	e) hellbraun					
	f) Sand	g)	h) [SE]	i) +				
2.00	a) Mittelsand, schwach feinsandig, schwach grobsandig, stark kiesig				erdfeucht	GP	3	2.00
	b)							
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) hellbraun					
	f) Sand	g)	h) SE	i) O				
2.90	a) Mittelsand, schwach feinsandig, stark grobsandig, kiesig				feucht, Abbruch wegen Bohrhindernis	GP	4	2.90
	b)							
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) orange					
	f) Sand	g)	h) SE	i) O				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

GTU Sahlkamp 149 30179 Hannover Tel.: 0511/ 9 08 99 - 0 Fax.: 0511/ 9 08 99 - 25	**Schichtenverzeichnis** für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Projekt-Nr.: 1524081 Anhang A

Vorhaben: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330,

Bohrung BS 8 / Blatt: 1 Höhe: 59.95 m NHN | Datum: 09.09.2024

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1)] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1)] / h) [1)] Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.60	a) Sand, schluffig, kiesig, schwach organisch b) Wurzelreste c) / d) / e) braun f) Sand / g) / h) [SU*] / i) +				erdfeucht, vorgeschachtet	GP	1	0.60
1.30	a) Kies, schluffig, stark sandig - Sand, schluffig, stark kiesig b) c) / d) / e) braun f) Kies - Sand / g) / h) [GU*/SU*] / i) O				erdfeucht, vorgeschachtet bis 1.20 m	GP	2	1.30
1.80	a) Feinsand, mittelsandig, schluffig, schwach kiesig b) c) / d) schwer bohrbar / e) orange f) Sand / g) / h) [SU*] / i) O				erdfeucht	GP	3	1.80
2.10	a) Sand, schluffig, kiesig, U- Linsen b) c) / d) sehr schwer bohrbar / e) orangeweiß f) Sand / g) / h) SU* / i) O				erdfeucht, Abbruch wegen Bohrhindernis	GP	4	2.10
	a) b) c) / d) / e) f) / g) / h) / i)							

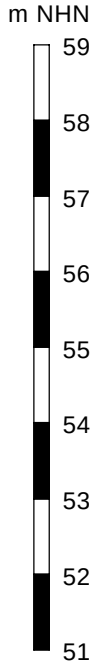
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Anhang B

Protokolle der schweren Rammsondierungen

Projekt: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330
Baugrund- und Gründungsgutachten

Datum: 11.09.2024
Sondierart: DPH

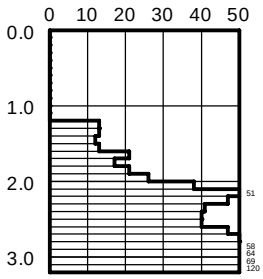


Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	0	1.70	21
0.20	0	1.80	17
0.30	0	1.90	21
0.40	0	2.00	26
0.50	0	2.10	38
0.60	0	2.20	51
0.70	0	2.30	47
0.80	0	2.40	41
0.90	0	2.50	40
1.00	0	2.60	40
1.10	0	2.70	47
1.20	0	2.80	50
1.30	13	2.90	58
1.40	13	3.00	64
1.50	12	3.10	69
1.60	13	3.20	120

DPH 1

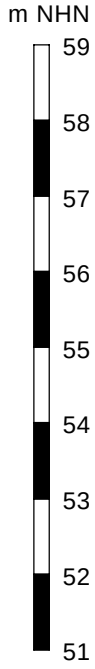
56.92 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



vorgeschachtet bis 1.20 m
Abbruch wegen Geräteauslastung

GTU Ingenieurgesellschaft	**Schwere Rammsondierung** nach DIN EN ISO 22476 Teil 2	Anhang B GTU 1524081
Projekt: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330 Baugrund- und Gründungsgutachten		Datum: 11.09.2024 Sondierart: DPH

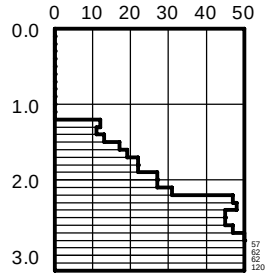


Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	0	1.70	19
0.20	0	1.80	22
0.30	0	1.90	22
0.40	0	2.00	27
0.50	0	2.10	27
0.60	0	2.20	31
0.70	0	2.30	47
0.80	0	2.40	48
0.90	0	2.50	45
1.00	0	2.60	45
1.10	0	2.70	47
1.20	0	2.80	50
1.30	12	2.90	57
1.40	11	3.00	62
1.50	13	3.10	62
1.60	17	3.20	120

DPH 2

57.56 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



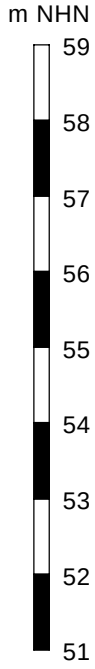
vorgeschachtet bis 1.20 m

Abbruch wegen Geräteauslastung

GTU Ingenieurgesellschaft	Schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476 Teil 2	Anhang B
		GTU 1524081

Projekt: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330
Baugrund- und Gründungsgutachten

Datum: 10.09.2024
Sondierart: DPH

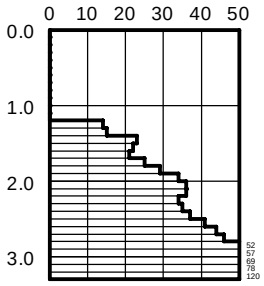


Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	0	1.80	25
0.20	0	1.90	29
0.30	0	2.00	34
0.40	0	2.10	36
0.50	0	2.20	36
0.60	0	2.30	34
0.70	0	2.40	35
0.80	0	2.50	37
0.90	0	2.60	41
1.00	0	2.70	44
1.10	0	2.80	46
1.20	0	2.90	52
1.30	14	3.00	57
1.40	15	3.10	69
1.50	23	3.20	78
1.60	22	3.30	120
1.70	21		

DPH 3

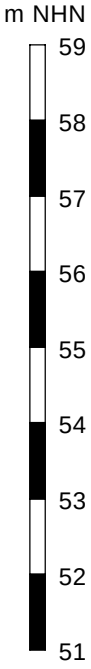
57.69 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



vorgeschachtet bis 1.20 m
Abbruch wegen Geräteauslastung

GTU Ingenieurgesellschaft	**Schwere Rammsondierung** nach DIN EN ISO 22476 Teil 2	Anhang B GTU 1524081
Projekt: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330 Baugrund- und Gründungsgutachten		Datum: 12.09.2024 Sondierart: DPH

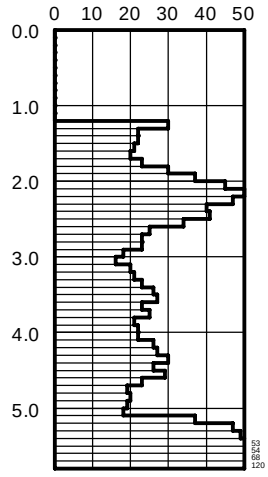


Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	0	3.00	18
0.20	0	3.10	16
0.30	0	3.20	20
0.40	0	3.30	21
0.50	0	3.40	23
0.60	0	3.50	26
0.70	0	3.60	27
0.80	0	3.70	23
0.90	0	3.80	25
1.00	0	3.90	21
1.10	0	4.00	22
1.20	0	4.10	22
1.30	30	4.20	26
1.40	22	4.30	27
1.50	22	4.40	30
1.60	21	4.50	26
1.70	20	4.60	29
1.80	23	4.70	23
1.90	30	4.80	19
2.00	37	4.90	20
2.10	45	5.00	19
2.20	50	5.10	18
2.30	47	5.20	37
2.40	40	5.30	47
2.50	41	5.40	49
2.60	34	5.50	53
2.70	25	5.60	54
2.80	23	5.70	68
2.90	23	5.80	120

DPH 4

57.78 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



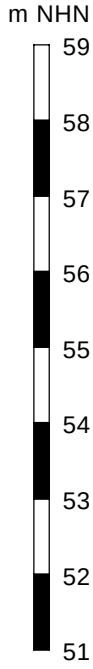
vorgeschachtet bis 1.20 m

Abbruch wegen Geräteauslastung

GTU Ingenieurgesellschaft	**Schwere Rammsondierung** nach DIN EN ISO 22476 Teil 2	Anhang B GTU 1524081
Projekt: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330 Baugrund- und Gründungsgutachten		Datum: 10.09.2024 Sondierart: DPH

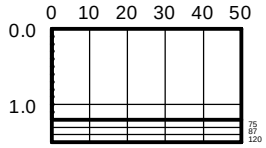
DPH 5

59.21 m NHN



Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	0	0.90	0
0.20	0	1.00	0
0.30	0	1.10	0
0.40	0	1.20	0
0.50	0	1.30	75
0.60	0	1.40	87
0.70	0	1.50	120
0.80	0		

Schlagzahlen je 10 cm



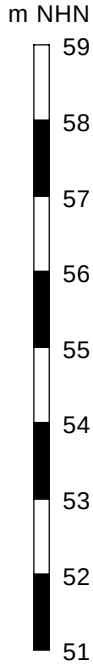
vorgeschachtet bis 1.20 m

Abbruch wegen Geräteauslastung

GTU Ingenieurgesellschaft	Schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476 Teil 2	Anhang B
		GTU 1524081
Projekt: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330 Baugrund- und Gründungsgutachten		Datum: 09.09.2024 Sondierart: DPH

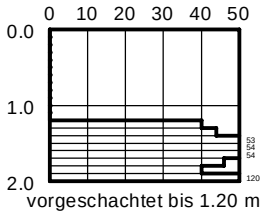
DPH 6

59.08 m NHN



Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	0	1.10	0
0.20	0	1.20	0
0.30	0	1.30	40
0.40	0	1.40	44
0.50	0	1.50	53
0.60	0	1.60	54
0.70	0	1.70	54
0.80	0	1.80	46
0.90	0	1.90	40
1.00	0	2.00	120

Schlagzahlen je 10 cm



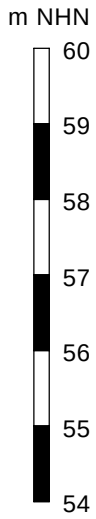
vorgeschachtet bis 1.20 m

Abbruch wegen Geräteauslastung

GTU Ingenieurgesellschaft	**Schwere Rammsondierung** nach DIN EN ISO 22476 Teil 2	Anhang B GTU 1524081
Projekt: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330 Baugrund- und Gründungsgutachten		Datum: 10.09.2024 Sondierart: DPH

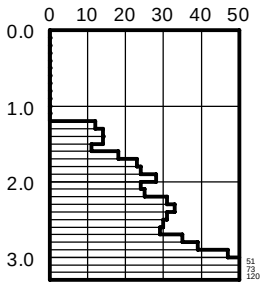
DPH 7

59.52 m NHN



Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	0	1.80	23
0.20	0	1.90	24
0.30	0	2.00	28
0.40	0	2.10	24
0.50	0	2.20	25
0.60	0	2.30	31
0.70	0	2.40	33
0.80	0	2.50	31
0.90	0	2.60	30
1.00	0	2.70	29
1.10	0	2.80	35
1.20	0	2.90	39
1.30	12	3.00	47
1.40	14	3.10	51
1.50	14	3.20	73
1.60	11	3.30	120
1.70	18		

Schlagzahlen je 10 cm



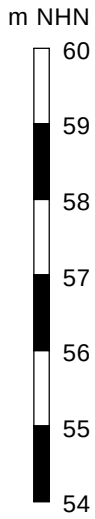
vorgeschachtet bis 1.20 m

Abbruch wegen Geräteauslastung

GTU Ingenieurgesellschaft	**Schwere Rammsondierung** nach DIN EN ISO 22476 Teil 2	Anhang B GTU 1524081
Projekt: Weichenverbindung Köln-Dellbrück; Strecke 2663, km 4.750 - km 5.330 Baugrund- und Gründungsgutachten		Datum: 09.09.2024 Sondierart: DPH

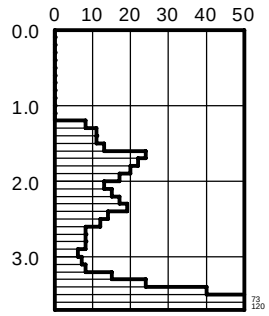
DPH 8

59.95 m NHN



Tiefe [m]	N_{10}	Tiefe [m]	N_{10}
0.10	0	2.00	17
0.20	0	2.10	13
0.30	0	2.20	15
0.40	0	2.30	17
0.50	0	2.40	19
0.60	0	2.50	14
0.70	0	2.60	12
0.80	0	2.70	8
0.90	0	2.80	8
1.00	0	2.90	8
1.10	0	3.00	6
1.20	0	3.10	7
1.30	8	3.20	8
1.40	11	3.30	15
1.50	11	3.40	24
1.60	13	3.50	40
1.70	24	3.60	73
1.80	22	3.70	120
1.90	20		

Schlagzahlen je 10 cm



vorgeschachtet bis 1.20 m

Abbruch wegen Geräteauslastung

Anhang C

Prüfbericht der chemischen Analytik

GTU Ingenieurgesellschaft mbH
Herr Brandtner
Hannoversche Straße 103

30916 Isernhagen

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14170-01-00

Prüfbericht-Nr.: 2024P607868 / 1

Auftraggeber	GTU Ingenieurgesellschaft mbH
Eingangsdatum	08.10.2024
Projekt	Weichenverbindung Köln-Delbrück
Material	Boden
Auftrag	1524081
Verpackung	PE-Eimer
Probenmenge	je Probe ca. 4,3 kg
unsere Auftragsnummer	**24605336**
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	Kurier (GBA)
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	08.10.2024 - 17.10.2024
Unteraufträge	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben 3 Monate, bzgl. EBV und BBodSchV 2021 abweichend 6 Monate und Wasserproben bis 2 Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.
Bemerkung	keine

Hildesheim, 17.10.2024

Dieser Prüfbericht wurde automatisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Projektbearbeitung
i. A. L. Knieke

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch ein Probenehmer eines der zur GBA Group gehörigen Unternehmen oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht oder auszugsweise vervielfältigt werden. Unsere AGB sind auf unserer Webside (gba-group.com) einzusehen.

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Daimlerring 37, 31135 Hildesheim
Telefon +49 (0)5121 75096-50
Fax +49 (0)5121 75096-55
E-Mail hildesheim@gba-group.de
www.gba-group.com

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Ole Borchert,
Alexander Kleinke,
Dr. Dominik Obeloer

Prüfbericht-Nr.: 2024P607868 / 1

Weichenverbindung Köln-Delbrück

unsere Auftragsnummer		24605336	24605336
Probe-Nr.		001	002
Material		Boden	Boden
Probenbezeichnung		**MP-1**	**MP-2**
Probeneingang		08.10.2024	08.10.2024
Analysenergebnisse	***Einheit***		
Probenvorbereitung		+	+
Anteil Fremdmaterial	Masse-%	<10,00	<10,00
Siebfraktion > 2 mm	Masse-%	45,4	42,9
Siebfraktion < 2 mm	Masse-%	54,6	57,1
Aussehen		steinig/ sandig	steinig/ sandig
Farbe		braun/ rot/ grau/ schwarz	braun/ grau
Trockenrückstand	Masse-%	94,9	97,0
TOC	Masse-% TM	1,2	0,095
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100	<100
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50	<50
EOX	mg/kg TM	0,37	<0,30
Summe PAK (16) (EBV)	mg/kg TM	2,026	n.n.
Naphthalin	mg/kg TM	<0,050 (n.n.)	<0,050 (n.n.)
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,050 (n.n.)	<0,050 (n.n.)
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,050 (n.n.)	<0,050 (n.n.)
Fluoren	mg/kg TM	<0,050 (n.n.)	<0,050 (n.n.)
Phenanthren	mg/kg TM	0,12	<0,050 (n.n.)
Anthracen	mg/kg TM	<0,050 (ngw.)	<0,050 (n.n.)
Fluoranthen	mg/kg TM	0,37	<0,050 (n.n.)
Pyren	mg/kg TM	0,32	<0,050 (n.n.)
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	0,15	<0,050 (n.n.)
Chrysen	mg/kg TM	0,20	<0,050 (n.n.)
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TM	0,23	<0,050 (n.n.)
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TM	0,096	<0,050 (n.n.)
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,17	<0,050 (n.n.)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	0,17	<0,050 (n.n.)
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	<0,050 (ngw.)	<0,050 (n.n.)
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TM	0,15	<0,050 (n.n.)

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Prüfbericht-Nr.: 2024P607868 / 1

Weichenverbindung Köln-Delbrück

unsere Auftragsnummer		24605336	24605336
Probe-Nr.		001	002
Material		Boden	Boden
Probenbezeichnung		**MP-1**	**MP-2**
Probeneingang		08.10.2024	08.10.2024
Analysenergebnisse	***Einheit***		
Summe PCB (7) (EBV)	mg/kg TM	0,0045	n.n.
PCB 28	mg/kg TM	<0,0030 (n.n.)	<0,0030 (n.n.)
PCB 52	mg/kg TM	<0,0030 (n.n.)	<0,0030 (n.n.)
PCB 101	mg/kg TM	<0,0030 (n.n.)	<0,0030 (n.n.)
PCB 118	mg/kg TM	<0,0030 (n.n.)	<0,0030 (n.n.)
PCB 153	mg/kg TM	<0,0030 (ngw.)	<0,0030 (n.n.)
PCB 138	mg/kg TM	<0,0030 (ngw.)	<0,0030 (n.n.)
PCB 180	mg/kg TM	<0,0030 (ngw.)	<0,0030 (n.n.)
Aufschluss mit Königswasser			
Arsen	mg/kg TM	9,3	5,5
Blei	mg/kg TM	219	19
Cadmium	mg/kg TM	1,1	0,19
Chrom ges.	mg/kg TM	13	12
Kupfer	mg/kg TM	70	10
Nickel	mg/kg TM	14	15
Quecksilber	mg/kg TM	0,29	<0,050
Thallium	mg/kg TM	<0,10	<0,10
Zink	mg/kg TM	425	46
Eluat 2:1			
Farbe		farblos	farblos
Trübung (quantitativ) - organisches Eluat	FNU	26	6,0
pH-Wert		8,7	8,5
Leitfähigkeit	µS/cm	230	100
Sulfat	mg/L	8,3	5,2
Arsen	µg/L	0,70	<0,50
Blei	µg/L	<1,0	<1,0
Cadmium	µg/L	<0,30	<0,30
Chrom ges.	µg/L	1,4	<1,0
Kupfer	µg/L	7,4	<1,0
Nickel	µg/L	<1,0	<1,0
Quecksilber	µg/L	<0,030	<0,030
Thallium	µg/L	<0,050	<0,050
Zink	µg/L	<10	<10

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Prüfbericht-Nr.: 2024P607868 / 1

Weichenverbindung Köln-Delbrück

unsere Auftragsnummer		24605336	24605336
Probe-Nr.		001	002
Material		Boden	Boden
Probenbezeichnung		**MP-1**	**MP-2**
Probeneingang		08.10.2024	08.10.2024
Analysenergebnisse	***Einheit***		
Summe PAK (15) ohne Naphthalin (EBV)	µg/L	0,05085	0,05735
Acenaphthylen	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (ngw.)
Acenaphthen	µg/L	<0,0075 (n.n.)	<0,0075 (n.n.)
Fluoren	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (ngw.)
Phenanthren	µg/L	0,0095	0,016
Anthracen	µg/L	<0,0075 (ngw.)	0,015
Fluoranthen	µg/L	0,0076	0,0076
Pyren	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (ngw.)
Benz(a)anthracen	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (n.n.)
Chrysen	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (n.n.)
Benzo(b)fluoranthen	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (n.n.)
Benzo(k)fluoranthen	µg/L	<0,0075 (n.n.)	<0,0075 (n.n.)
Benzo(a)pyren	µg/L	<0,0075 (n.n.)	<0,0075 (n.n.)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	<0,0075 (n.n.)	<0,0075 (ngw.)
Dibenz(a,h)anthracen	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (ngw.)
Benzo(g,h,i)perylen	µg/L	<0,0075 (ngw.)	<0,0075 (n.n.)
Summe Naphthalin, Methylnaphthaline (EBV	µg/L	0,015	0,01
Naphthalin	µg/L	<0,010 (ngw.)	<0,010 (ngw.)
1-Methylnaphthalin	µg/L	<0,010 (ngw.)	<0,010 (ngw.)
2-Methylnaphthalin	µg/L	<0,010 (ngw.)	<0,010 (ngw.)

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Prüfbericht-Nr.: 2024P607868 / 1

Weichenverbindung Köln-Delbrück

unsere Auftragsnummer		24605336	24605336
Probe-Nr.		001	002
Material		Boden	Boden
Probenbezeichnung		**MP-1**	**MP-2**
Probeneingang		08.10.2024	08.10.2024
Analysenergebnisse	***Einheit***		
Summe PCB (7) (EBV)	µg/L	n.n.	n.n.
PCB 28	µg/L	<0,00090 (n.n.)	<0,00090 (n.n.)
PCB 52	µg/L	<0,00090 (n.n.)	<0,00090 (n.n.)
PCB 101	µg/L	<0,00090 (n.n.)	<0,00090 (n.n.)
PCB 118	µg/L	<0,00090 (n.n.)	<0,00090 (n.n.)
PCB 153	µg/L	<0,00090 (n.n.)	<0,00090 (n.n.)
PCB 138	µg/L	<0,00090 (n.n.)	<0,00090 (n.n.)
PCB 180	µg/L	<0,00090 (n.n.)	<0,00090 (n.n.)

Prüfbericht-Nr.: 2024P607868 / 1
Weichenverbindung Köln-Delbrück

Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Aussehen			visuell 6
Farbe			organoleptisch 6
Trockenrückstand		Masse-%	DIN EN 14346: 2007-03[a] 6
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 15936: 2012-11[a] 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09[a] 6
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09[a] 6
EOX	0,30	mg/kg TM	DIN 38414-17: 2017-01[a] 5
Summe PAK (16) (EBV)		mg/kg TM	berechnet 6
Naphthalin	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Acenaphthylen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Acenaphthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Fluoren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Phenanthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Fluoranthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Benz(a)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Chrysen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Benzo(b)fluoranthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Benzo(k)fluoranthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Dibenz(a,h)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Benzo(g,h,i)perylen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05[a] 6
Summe PCB (7) (EBV)		mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03[a] 6
PCB 28	0,0030	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03[a] 6
PCB 52	0,0030	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03[a] 6
PCB 101	0,0030	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03[a] 6
PCB 118	0,0030	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03[a] 6
PCB 153	0,0030	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03[a] 6
PCB 138	0,0030	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03[a] 6
PCB 180	0,0030	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03[a] 6
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01[a] 6
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01[a] 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01[a] 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01[a] 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01[a] 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01[a] 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01[a] 5
Quecksilber	0,050	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01[a] 5

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Prüfbericht-Nr.: 2024P607868 / 1

Weichenverbindung Köln-Delbrück

Parameter	BG	Einheit	Methode
Thallium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01[a] 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01[a] 5
Eluat 2:1			DIN 19529: 2015-12[a] 6
Farbe			DIN EN ISO 7887: 2012-04[a] 6
Trübung (quantitativ) - organisches Eluat		FNU	DIN EN ISO 7027-1: 2016-11 6
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04[a] 6
Leitfähigkeit	20	µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11[a] 6
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 5
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5
Quecksilber	0,030	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5
Thallium	0,050	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5
Summe PAK (15) ohne Naphthalin (EBV)		µg/L	berechnet 6
Acenaphthylen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Acenaphthen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Fluoren	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Phenanthren	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Anthracen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Fluoranthen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Pyren	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Benz(a)anthracen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Chrysen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Benzo(b)fluoranthen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Benzo(k)fluoranthen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Benzo(a)pyren	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Dibenz(a,h)anthracen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Benzo(g,h,i)perylen	0,0075	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Summe Naphthalin, Methylnaphthaline (EBV)		µg/L	berechnet 6
Naphthalin	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
1-Methylnaphthalin	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
2-Methylnaphthalin	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09[a] 6
Summe PCB (7) (EBV)		µg/L	DIN 38407-37: 2013-11[a] 6
PCB 28	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11[a] 6
PCB 52	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11[a] 6
PCB 101	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11[a] 6
PCB 118	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11[a] 6

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Prüfbericht-Nr.: 2024P607868 / 1

Weichenverbindung Köln-Delbrück

Parameter	BG	Einheit	Methode
PCB 153	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11[a] 6
PCB 138	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11[a] 6
PCB 180	0,00090	µg/L	DIN 38407-37: 2013-11[a] 6
Probenvorbereitung			DIN 19747: 2009-07 in Verbindung mit der DIN EN 932-2: 1999-03[a] 6
Anteil Fremdmaterial		Masse-%	DIN 19747: 2009-07[a] 6
Siebfraktion > 2 mm		Masse-%	DIN 19747: 2009-07[a] 6
Siebfraktion < 2 mm		Masse-%	DIN 19747: 2009-07[a] 6

Die mit [a] gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren des ausführenden Untersuchungslabors. Die Bestimmungsgrenzer

Untersuchungslabor: 6GBA Hildesheim 5GBA Pinneberg

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Projekt: 1524081 Weichenverbindung Köln-Dellbrück
Strecke 2663, km 4,750 bis km 5,330
Baugrund- und Gründungsgutachten
Anhang C

GTU Ingenieurgesellschaft

Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut nach Anlage 1 Tabelle 3 EBV									Auswertung		
1	2	3	6	7	8	9	10		MP1		
Parameter	**Dim.**	**BM-0 BG-0**	**BM-0* BG-0***	**BM-F0* BG-F0***	**BM-F1 BG-F1**	**BM-F2 BG-F2**	**BM-F3 BG-F3**	**gefährlicher Abfall NRW**	**Analyse-ergebnis**	**Auswertung Sand**	**gefährlich/ nicht gefährlich**
Mineralische Fremdbestandteile	**Vol.-%**	**bis 10**	**bis 10**	**bis 50**	**bis 50**	**bis 50**	**bis 50**				
TOC		1	1	5	5	5	5		1,2	BM-F0*	
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg		600	600	600	600	2000		<100	BM-0*	
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg		300	300	300	300	1000	2.500	<50	BM-0*	ngA
EOX	mg/kg	1	1	3	3	3	10		0,37	BM-0	
PAK16	mg/kg	3	6	6	6	9	30	1.000	5,504	BM-0*	ngA
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3						50	0,17	BM-0	ngA
PCB6 und PCB-118	mg/kg	0,05	0,1	0,15	0,15	0,15	0,5	50	0,0045	BM-0	ngA
Arsen	mg/kg	10	20	40	40	40	150	1.000	9,3	BM-0	ngA
Blei	mg/kg	40	140	140	140	140	700	2.500	219	BM-F3	ngA
Cadmium	mg/kg	0,4	1	2	2	2	10	1.000	1,1	BM-F0*	ngA
Chrom ges.	mg/kg	30	120	120	120	120	600	1.000	13	BM-0	ngA
Kupfer	mg/kg	20	80	80	80	80	320	2.500	70	BM-0*	ngA
Nickel	mg/kg	15	100	100	100	100	350	1.000	14	BM-0	ngA
Quecksilber	mg/kg	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6	5	1.000	0,29	BM-0*	ngA
Thallium	mg/kg	0,5	1	2	2	2	7	1.000	<0,10	BM-0	ngA
Zink	mg/kg	60	300	300	300	300	1200	2.500	425	BM-F3	ngA
pH-Wert				6,5 - 9,5	6,5 -9,5	6,5 - 9,5	5,5- 12,0		8,7	BM-0	
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		350	350	500	500	2000		230	BM-0*	
Sulfat	mg/l	250	250	250	450	450	1000		8,3	BM-0	
Arsen	µg/l		13	12	20	85	100		0,7	BM-0*	
Blei	µg/l		43	35	90	250	470		<1,0	BM-0*	
Cadmium	µg/l		4	3	3	10	15		<0,30	BM-0*	
Chrom ges.	µg/l		19	15	150	290	530		1,4	BM-0*	
Kupfer	µg/l		41	30	110	170	320		7,4	BM-0*	
Nickel	µg/l		31	30	30	150	280		<1,0	BM-0*	
Quecksilber	µg/l		0,1						<0,030	BM-0*	
Thallium	µg/l		0,3						<0,050	BM-0*	
Zink	µg/l		210	150	160	840	1600		<10	BM-0*	
PAK15	µg/l		0,2	0,3	1,5	3,8	20		0,05085	BM-0*	
Naphthalin und Methylnaphthaline, gesamt	µg/l		2						0,015	BM-0*	
PCB6 und PCB-118	µg/l		0,01	0,02	0,02	0,02	0,04		0	BM-0	

Projekt: 1524081 Weichenverbindung Köln-Dellbrück
Strecke 2663, km 4,750 bis km 5,330
Baugrund- und Gründungsgutachten
Anhang C

GTU Ingenieurgesellschaft

Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut nach Anlage 1 Tabelle 3 EBV									Auswertung		
1	2	3	6	7	8	9	10		MP2		
Parameter	**Dim.**	**BM-0 BG-0**	**BM-0* BG-0***	**BM-F0* BG-F0***	**BM-F1 BG-F1**	**BM-F2 BG-F2**	**BM-F3 BG-F3**	**gefährlicher Abfall NRW**	**Analyse-ergebnis**	**Auswertung Sand**	**gefährlich/ nicht gefährlich**
Mineralische Fremdbestandteile	**Vol.-%**	**bis 10**	**bis 10**	**bis 50**	**bis 50**	**bis 50**	**bis 50**				
TOC		1	1	5	5	5	5		0,095	BM-0	
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg		600	600	600	600	2000		<100	BM-0*	
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg		300	300	300	300	1000	2.500	<50	BM-0*	ngA
EOX	mg/kg	1	1	3	3	3	10		<0,3	BM-0	
PAK16	mg/kg	3	6	6	6	9	30	1.000	0	BM-0	ngA
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3						50	<0,050	BM-0	ngA
PCB6 und PCB-118	mg/kg	0,05	0,1	0,15	0,15	0,15	0,5	50	0	BM-0	ngA
Arsen	mg/kg	10	20	40	40	40	150	1.000	5,5	BM-0	ngA
Blei	mg/kg	40	140	140	140	140	700	2.500	19	BM-0	ngA
Cadmium	mg/kg	0,4	1	2	2	2	10	1.000	0,19	BM-0	ngA
Chrom ges.	mg/kg	30	120	120	120	120	600	1.000	12	BM-0	ngA
Kupfer	mg/kg	20	80	80	80	80	320	2.500	10	BM-0	ngA
Nickel	mg/kg	15	100	100	100	100	350	1.000	15	BM-0	ngA
Quecksilber	mg/kg	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6	5	1.000	<0,050	BM-0	ngA
Thallium	mg/kg	0,5	1	2	2	2	7	1.000	<0,10	BM-0	ngA
Zink	mg/kg	60	300	300	300	300	1200	2.500	46	BM-0	ngA
pH-Wert				6,5 - 9,5	6,5 -9,5	6,5 - 9,5	5,5- 12,0		8,5	BM-0	
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		350	350	500	500	2000		100	BM-0*	
Sulfat	mg/l	250	250	250	450	450	1000		5,2	BM-0	
Arsen	µg/l		8	12	20	85	100		<0,50	BM-0*	
Blei	µg/l		23	35	90	250	470		<1,0	BM-0*	
Cadmium	µg/l		2	3	3	10	15		<0,30	BM-0*	
Chrom ges.	µg/l		10	15	150	290	530		<1,0	BM-0*	
Kupfer	µg/l		20	30	110	170	320		<1,0	BM-0*	
Nickel	µg/l		20	30	30	150	280		<1,0	BM-0*	
Quecksilber	µg/l		0,1						<0,030	BM-0*	
Thallium	µg/l		0,2						<0,050	BM-0*	
Zink	µg/l		100	150	160	840	1600		<10	BM-0*	
PAK15	µg/l		0,2	0,3	1,5	3,8	20		0,05735	BM-0*	
Naphthalin und Methylnaphthaline, gesamt	µg/l		2						0,01	BM-0*	
PCB6 und PCB-118	µg/l		0,01	0,02	0,02	0,02	0,04		0		