



Rheinbahn AG
Lierenfelder Straße 42
40231 Düsseldorf

ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG
Ingenieur Consult Geotechnik

Beratende Ingenieure für Baugrund, Grundbau,
Hydrogeologie und Altlasten
Baugrundlaboratorium

Düsseldorf, 19.04.2018
La-Mi-Fr
Projekt-Nr.: 60845
Auftrag-Nr.: 12685

**Düsseldorf-Pempelfort, Nordstraße / Blücherstraße
Straßenbahnlinien 701, 705 und 707
Barrierefreier Ausbau der Haltestelle Dreieck**

Geotechnischer Bericht

Bearbeiter: Dr.-Ing. Patrick Lammertz
Dipl.-Geol. Dr. Paul Miessner

(Tel.: -25)
(Tel.: -27)

Borbecker Straße 22
40472 Düsseldorf

Tel.: 0211/ 4 72 01-0
Fax: 0211/ 4 72 01-33

mail@icg-duesseldorf.de
www.icg-duesseldorf.de

Geschäftsführende Gesellschafter:
Dipl.-Ing. Roland Haarer
Dr.-Ing. Patrick Lammertz

Kommanditgesellschaft in Düsseldorf
AG Düsseldorf HRA 14683

Persönlich haftende Gesellschafterin:
ICG Verwaltungsgesellschaft mbH
AG Düsseldorf HRB 40138

Bankverbindungen:

IBAN: DE40 3005 0110 0010 1904 11

BIC: DUSSEDDXXX

Stadtparkasse Düsseldorf

IBAN: DE50 3602 0030 0000 1449 32

BIC: NBAGDE3E

National-Bank Essen

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2	Unterlagen	4
3	Standortbeschreibung	5
4	Baugrund	6
4.1	Erkundungsprogramm	6
4.2	Baugrundaufbau	7
4.2.1	Bahnsteig 1 (Anlage 2.1)	7
4.2.2	Bahnsteig 2 (Anlage 2.2)	9
4.2.3	Bahnsteig 3 (Anlage 2.3)	10
4.3	Bodenmechanische Laborversuche	11
4.4	Homogenbereiche	12
4.5	Bodenmechanische Kennwerte	13
4.6	Sensorische Beurteilung der Bodenproben	14
4.7	Erdbeben	15
5	Grundwasser	15
6	Geotechnische Stellungnahme	16
6.1	Bahnsteig / Gehweg	16
6.2	Gleisbereich	17
7	Schlussbemerkung	18

Anlagenverzeichnis	Anlage
Lageplan mit Lage der Erkundungspunkte	1
Bohrprofile und Rammdiagramme	2.1 bis 2.3
Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	3
Glühverlust nach DIN 18128	4
Homogenbereiche	5

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Rheinbahn AG plant im Düsseldorfer Bezirk Pempelfort den barrierefreien Ausbau der Straßenbahnhaltestelle Dreieck. Hierzu sollen die drei an der Nordstraße und der Blücherstraße vorhandenen Seitenbahnsteige an selber Stelle erneuert werden.

Die neuen Seitenbahnsteige weisen planmäßig eine Länge von ca. 40 m und eine Breite von ca. 2,5 bis 3,0 m auf. Die Oberkanten der Bahnsteige liegen etwa 25 cm über der Schienenoberkante. Im Zuge der geplanten Baumaßnahme ist außerdem eine Anpassung der Gleisanlagen auf der Nordstraße vorgesehen.

Die ICG Düsseldorf erhielt mit der Bestellung 12919891 vom 04.10.2017 den Auftrag, die Baugrundverhältnisse zu untersuchen und einen Geotechnischen Bericht auszuarbeiten.

Des Weiteren wurde die ICG mit einer orientierenden Altlastenuntersuchung und der Ausarbeitung eines Aushub- und Entsorgungskonzeptes beauftragt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in einem separaten Bericht behandelt.

2 Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden der ICG von der Rheinbahn AG folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- [1] Barrierefreier Ausbau Haltestelle „Dreieck“ – Lageplan, Maßstab 1:250, - Entwurf - Stand: 13.04.2017

- [2] Barrierefreier Ausbau Haltestelle „Dreieck“ – Querschnitt (Bstg. 1), Maßstab 1:50, - Entwurf - Stand: 13.04.2017
- [3] Barrierefreier Ausbau Haltestelle „Dreieck“ – Querschnitt (Bstg. 2), Maßstab 1:50, - Entwurf - Stand: 13.04.2017
- [4] Barrierefreier Ausbau Haltestelle „Dreieck“ – Querschnitt (Bstg. 3), Maßstab 1:50, - Entwurf - Stand: 13.04.2017
- [5] Barrierefreier Ausbau der Haltestelle Dreieck - Erläuterungsbericht. – Aufsteller: Spiekermann GmbH, Düsseldorf; 28.03.2017

3 Standortbeschreibung

Die Straßenbahnhaltestelle Dreieck befindet sich im Düsseldorfer Stadtteil Pempelfort im Kreuzungsbereich von Nordstraße / Münsterstraße und Blücherstraße / Collenbachstraße. Die Entfernung zum westlich gelegenen Rheinufer beträgt ca. 950 m. Die aktuelle Geländeoberfläche im Bereich der drei Bahnsteige liegt etwa zwischen 36,9 und 37,2 mNHN.

Von den drei vorhandenen Bahnsteigen liegen zwei Stück beidseitig der Straßenfahrbahn der Nordstraße und der dritte an der Blücherstraße. Ihre genauen Positionen können dem Lageplan der Anlage 1 entnommen werden. Alle drei Bahnsteige sind mit Pflastersteinen befestigt und gehen jeweils in den angrenzenden Fußgängerweg über. Die im Schienenbereich der Nordstraße vorhandene Fahrbahn ist mit einer Schwarzdecke befestigt. Auf der Blücherstraße sind im Bereich der Gleise Schlackenformsteine vorhanden.

4 Baugrund

4.1 Erkundungsprogramm

Durch die ICG wurden im Januar 2018 zur Erkundung des Baugrundaufbaus und der Baugrundsichtung im Bereich der vorhandenen Bahnsteige sowie zur Entnahme von Bodenproben folgende geotechnische Untersuchungen (direkte und indirekte Aufschlüsse) ausgeführt:

- 14 Kleinrammbohrungen (KRB) nach DIN EN ISO 22475-1 mit Tiefen von 0,7 bis 2,0 m, Bohrdurchmesser \varnothing 80, zur Erkundung des Baugrundaufbaus und der Bodenschichtung sowie zur Entnahme von Bodenproben.
- Indirekte Aufschlüsse in Form von 6 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 mit maximalen Aufschlusstiefen von 3,0 m zur Bestimmung der Festigkeit (Lagerungsdichte, Zustandsform) der anstehenden Böden.

Um eine mögliche Beschädigung der vorhandenen Versorgungsleitungen zu vermeiden wurde an den Ansatzpunkten der Baugrunderkundungen jeweils bis auf eine Tiefe von ca. 1,0 bis 1,5 m von Hand vorgeschachtet. Ein vorgesehener Erkundungspunkt musste daraufhin aufgrund von Versorgungsleitungen verschoben werden. An einem Bohrpunkt wurde etwa 0,7 m unterhalb der Geländeoberkante eine Betonschicht festgestellt, so dass auch dieser Ansatzpunkt erneut ausgeführt werden musste.

Den Kleinrammbohrungen wurden zur Durchführung von bodenmechanischen Laborversuchen und chemischen Untersuchungen insgesamt 63 Bodenproben entnommen.

Zudem erfolgte die Entnahme von Baustoffproben im Fahrbahnbereich der Nordstraße (Schwarzdecken) sowie der Blücherstraße (Fugenmasse zwischen den Schlackenformsteinen).

Die gewonnenen Boden- und Baustoffproben wurden vor Ort bzw. im Labor hinsichtlich ihrer granulometrischen Zusammensetzung sowie organoleptisch angesprochen und in Schichtenverzeichnisse gemäß DIN EN ISO 14688-1 eingetragen.

Die Lage der Untersuchungspunkte wurde anhand ihrer räumlichen Lage im Bezug zur Örtlichkeit eingemessen und ist im Lageplan der Anlage 1 dargestellt. Die Anlagen 2.1 bis 2.3 enthalten die zugehörigen Bohrprofile und Rammdiagramme.

Zur Klassifizierung der Böden sowie zur Beurteilung der bodenmechanischen Eigenschaften wurden an repräsentativen Bodenproben folgende bodenmechanische Laborversuche ausgeführt:

- 8 x Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
- 1 x Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18128

Die Ergebnisse dieser bodenmechanischen Laborversuche sind dem vorliegenden Bericht in den Anlagen 3 und 4 beigefügt.

4.2 Baugrundaufbau

4.2.1 Bahnsteig 1 (Anlage 2.1)

Unmittelbar unter der befestigten Geländeoberfläche, die in den Untersuchungspunkten etwa zwischen den Ordinaten 36,9 und 37,0 mNN verläuft, wurden zunächst 1,5 bis 1,9 m mächtige Auffüllungen angetroffen.

Die Auffüllungen bestehen aus teils kiesigen, teils schluffigen Sanden, die meist sehr schwache bis mäßige Fremdbestandteile aus Schlacke-, Beton-, Schwarzdecken- und Wurzelresten sowie Ziegelbruch und Schotter enthalten. Zudem wurden konzentriert abgelagerte Schichten aus teils steiniger Schlacke und Sandsteinstücken mit Dicken von bis zu 25 cm erkundet.

Die Geländeoberfläche ist mit ca. 8 cm dicken Betonpflastersteinen befestigt, die zementgebundenen Bettungssanden aufliegen. Die im Gleisbereich beprobte Schwarzdecke weist eine Dicke von ca. 6 cm auf. In KRB 3 und 4 wurde unterhalb der derzeitigen Oberflächenbefestigung eine alte Gehwegbefestigung aus ca. 15 cm dicken Schlackeformsteinen angetroffen.

Die aufgefüllten Sande weisen bei registrierten Schlagzahlen der schweren Rammsonde von etwa $N_{10H} = 3$ bis 8 eine lockere bis mitteldichte Lagerung ($I_D = 0,10$ bis $0,45$) auf. Die Lagerungsdichte bzw. die Verdichtungsgrade der unmittelbar unterhalb der Geländebefestigung anstehenden Trag- und Frostschutzschichten in Form der angeschütteten Sande konnte aufgrund der Leitungssituation (Vorschachten) nicht ermittelt werden. Es ist davon auszugehen, dass diese künstlich verdichtet worden sind und Verdichtungsgrade von $D_{Pr} \geq 97\%$ aufweisen.

Unterhalb der Anschüttungen stehen im Aufschlusstiefsten der Kleinrammbohrungen jeweils gewachsene Böden an, bei denen es sich um feinsandige, tonige Schluffe von weicher bis steifer Konsistenz sowie um schluffige, schwach kiesige Sande lockerer bis mitteldichter Lagerung handelt.

4.2.2 Bahnsteig 2 (Anlage 2.2)

Unmittelbar unter der befestigten Geländeoberfläche, die in den Untersuchungspunkten etwa zwischen den Ordinaten 36,7 und 37,1 mNN verläuft, wurden zunächst 1,4 m mächtige bzw. bis zum Aufschlusstiefsten von 2 m reichende Auffüllungen angetroffen.

Die Auffüllungen bestehen vorwiegend aus teils kiesigen Sanden, die meist sehr schwache bis starke Fremdbestandteile aus Beton-, Schlacke-, Schwarzdecken- und Kohleresten sowie Ziegelbruch und Schotter enthalten. Untergeordnet traten auch aufgefüllte, schwach organische, feinsandige Schluffe in Erscheinung. Zudem wurden konzentriert abgelagerte Schichten aus Schlacke und Beton mit einer Gesamtdicke von wenigstens 30 cm erkundet (KRB 6).

Die Geländeoberfläche ist mit ca. 8 cm dicken Betonpflastersteinen befestigt, die zementgebundenen Bettungssanden aufliegen. Die im Gleisbereich beprobte Schwarzdecke weist eine Dicke von ca. 7 cm auf.

Die aufgefüllten Sande weisen bei registrierten Schlagzahlen der schweren Rammsonde von etwa lediglich $N_{10H} = 0$ bis 1 eine sehr lockere Lagerung ($I_D \leq 0,15$) auf. Die Lagerungsdichte bzw. die Verdichtungsgrade der unmittelbar unterhalb der Geländebefestigung anstehenden Trag- und Frostschutzschichten in Form der angeschütteten Sande konnte aufgrund der Leitungssituation (Vorschachten) nicht ermittelt werden. Es ist davon auszugehen, dass diese künstlich verdichtet worden sind und Verdichtungsgrade von $D_{Pr} \geq 97\%$ aufweisen.

In KRB 5 bestehen die unterhalb der Anschüttung erkundeten gewachsenen Böden aus feinsandigen, tonigen Schluffen weicher bis steifer Konsistenz.

4.2.3 Bahnsteig 3 (Anlage 2.3)

Unmittelbar unter der befestigten Geländeoberfläche, die in den Untersuchungspunkten etwa zwischen den Ordinaten 37,0 und 37,2 mNN verläuft, wurden zunächst 1,6 bis 1,7 m mächtige bzw. bis zum Aufschlusstiefsten von 1 m (KRB 11) reichende Auffüllungen angetroffen.

Die Auffüllungen bestehen

- aus teils schwach kiesigen, teils schwach tonigen Schluffen,
- aus stark sandigen, steinigen Kiesen und
- aus mehr oder weniger schluffigen, kiesigen Sanden.

Die Auffüllungen aus den vorstehend aufgeführten natürlichen Böden weisen schwache bis mäßige Fremdbestandteile aus Schlacke-, Kohle- und Mörtelresten sowie Ziegelbruch, Sandsteinstücken und Schotter auf.

Die Geländeoberfläche ist mit ca. 8 cm dicken Betonpflastersteinen befestigt, die zementgebundenen Bettungssanden aufliegen. Bei der KRB 12 besteht die Geländeoberfläche aus einer ca. 25 cm dicken Schwarzdecke.

Die Lagerungsdichte bzw. die Verdichtungsgrade der Sande und Kiese konnte aufgrund der Leitungssituation (Vorschachten) nicht ermittelt werden. Es davon auszugehen, dass diese künstlich verdichtet worden sind und Verdichtungsgrade von $D_{Pr} \geq 97\%$ bzw. eine mitteldichte Lagerung aufweisen. Nach der Ansprache der entnommenen Schluffproben wiesen diese zum Zeitpunkt der Erkundung eine weiche bzw. weiche bis steife Konsistenz auf.

Unterhalb der Anschüttungen folgen gewachsene Böden, bei denen es sich um schwach kiesige Sande lockerer Lagerungsdichte handelt.

4.3 Bodenmechanische Laborversuche

In Anlage 3 sind die Ergebnisse der ausgeführten Korngrößenanalysen der erkundeten Anschüttungen in Form von Körnungslinien und dem zugehörigen Körnungsband dargestellt. Die Ergebnisse verdeutlichen das weite Korngrößenspektrum der angeschütteten Erdstoffe. Gemäß den vorliegenden Analysenergebnissen setzen sich die untersuchten Bodenproben folgendermaßen zusammen:

- Schlämmkornanteil ($d \leq 0,06$ mm): ca. 3 bis 42 %
- Sandkornanteil ($0,06$ mm $< d \leq 2$ mm): ca. 26 bis 83 %
- Kieskornanteil (2 mm $< d \leq 63$ mm): ca. 8 bis 68 %

Die untersuchten Anschüttungen lassen sich gemäß DIN 18196 demnach folgenden Bodengruppen zuordnen:

- Kies-Schluff-Gemische (GU)
- Sand-Schluff-Gemische (SU, SU*)
- Enggestufte Sande (SE) (Verlegesand)

Der an einer schwach organischen Schluffprobe bestimmte Glühverlust betrug ca. 2,3 %. Die Probe ist somit als schwach organisch einzustufen.

4.4 Homogenbereiche

Der in Kapitel 4.2 beschriebene Baugrund wird auf der Grundlage der Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen sowie den Erfahrungen mit gleichartigen Böden gemäß den Anforderungen der VOB Teil C, 2016 in Homogenbereiche eingeteilt. Eine Beschreibung des Baugrunds über Homogenbereiche ist bei der vorliegenden Baumaßnahme nach derzeitigem Planungsstand für die folgenden Bauleistungen bzw. DIN Normen durchzuführen:

- DIN 18300 – Erdarbeiten

Eine Übersicht zur gewählten Einteilung des Baugrunds bzw. der Schicht-einheiten in Homogenbereiche zeigt die Tabelle 4-1.

Die vorgenommene Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche stellt eine Empfehlung dar, die im Zuge der Ausschreibung vom Planer / Bauherrn zu überprüfen ist. Erforderlichenfalls sind die vorgeschlagenen Homogenbereiche zu modifizieren.

Die für die Homogenbereiche anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte sind in Anlage 5 tabellarisch zusammengefasst. Zudem wird auf Folgendes hingewiesen:

- Nicht enthalten in dieser Einteilung in Homogenbereiche sind in der Anschüttung ggf. vorhandene grobstückige Einlagerungen oder Reste einer ehemaligen Bebauung (Fundamente, Mauerwerk, Anker etc.) sowie die Straßenbefestigung. Diese Materialien sind gesondert aufzunehmen und abzurechnen.

- Die feinkörnigen, bindigen Böden und bindigen Mischböden können aufgrund der gering plastischen Eigenschaften im wassergesättigten Zustand (Wasserzutritt, Niederschlag etc.) bei dynamischen Einflüssen (Baustellenverkehr, Erdbau, Bohrtätigkeit etc.) rasch von einer weichen bis steifen Konsistenz in eine breiige/flüssige Zustandsform übergehen.

Tabelle 4-1: Voreinstufung der Baugrundsichten in Homogenbereiche nach Gewerken

Schichteinheit	Homogenbereiche nach Gewerken (Voreinstufung)	
	Erarbeiten DIN 18300	
	- Lösen -	- Einbauen -
Schicht 1a: Auffüllungen, nichtbindig	LÖS - I	EIN - I
Schicht 1b: Auffüllungen, bindig		EIN -II
Schicht 2: Quartäre Sedimente (bindig und nichtbindig)	entfällt	entfällt

4.5 Bodenmechanische Kennwerte

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse und anhand der örtlichen Erfahrungen können die bodenmechanischen Eigenschaften der zuvor beschriebenen Lockergesteine durch folgende Kennwerte beschrieben werden:

Tabelle 4-2: Bodenmechanische Kennwerte

Bodenart	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]
Anschüttungen (Schicht 1)					
Auffüllungen aus Sand und Kies, schluffig, teils mit Fremdbestandteilen; locker gelagert	17 - 18	9 - 11	30	≈ 0	10 - 15
Auffüllungen aus Schluff, sandig, teils mit Fremdbestandteilen; weich bis steif	17 - 19	8 - 10	25 - 30	0 - 2	4 - 8
Gewachsene Böden (Schicht 2)					
Schluff, tonig, sandig; weiche bis steife Konsistenz	18 - 20	9 - 10	25 - 30	0 - 5	6 - 10
Sand, schwach kiesig; locker gelagert	17 - 19	9 - 11	30 - 32,5	0	12 - 20
γ/γ' = Wichte des feuchten Bodens / Wichte des Bodens unter Auftrieb ϕ' = Reibungswinkel, c' = Kohäsion, E_s = Steifemodul					

4.6 Sensorische Beurteilung der Bodenproben

Die erkundeten Anschüttungen enthalten häufig in schwachen bis mäßigen Anteilen anthropogene Fremd Beimengungen in Form von Ziegelbruch, Schlacke, Schwarzdecke, Beton, Kohle und / oder Kalksteinschotter etc. Bereichsweise wurden zudem konzentriert abgelagerte Schichten aus Schlacke angetroffen sowie Schlackeformsteine oder Beton.

Inwieweit die Anschüttungen umweltrelevante Stoffe enthalten, muss durch die Ausführung chemischer Analysen ermittelt werden, die nicht Bestandteil des vorliegenden Geotechnischen Berichtes sind.

Die chemischen Analysen wurden durch die ICG im Rahmen des für die Baumaßnahme zu erstellenden Aushub- und Entsorgungskonzeptes ausgeführt und werden in einem separaten Bericht behandelt.

4.7 Erdbeben

Nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für NRW 1 : 350.000, Karte zu DIN 4149 – Bearbeitungsstand Juni 2006, liegt das Baugelände in der Erdbebenzone 1. Der Untersuchungsbereich ist in die Untergrundklasse T und aufgrund des mehrschichtigen Bodenaufbaus, der durchschnittlich wenigstens eine mitteldichte Lagerung aufweist, in die Baugrundklasse C einzustufen.

5 Grundwasser

Bei der Ausführung der geotechnischen Erkundungen wurde innerhalb der Anschüttungen im Januar 2018 kein Grundwasser angetroffen.

Die etwa 550 m südöstlich am Carl-Mosterts-Platz gelegene städtische Grundwassermessstelle GWM 01028 weist langjährige Grundwasserstände auf, die sich im Mittel zwischen etwa 27 und 30 mNHN bewegen und somit selbst bei hohen Wasserständen einen Flurabstand von wenigstens etwa 7 m aufweisen.

Ein Einfluss eines geschlossenen Grundwassers auf die vorgesehene Baumaßnahme ist somit auszuschließen. Bei starken Niederschlägen muss allerdings mit Stau- und Sickerwasser gerechnet werden.

6 Geotechnische Stellungnahme

6.1 Bahnsteig / Gehweg

Nach [2] bis [5] sind für die drei Bahnsteige einschließlich der Gehwege folgende Bauweisen vorgesehen:

- 8 cm Gehwegplatten bzw. Pflasterdecke
4 cm Bettung 0/5 G
18 cm Schottertragschicht 0/45 auf Planum

Die planmäßige Dicke des frostsicheren Aufbaus beträgt demnach 30 cm.

Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung zeigen, dass unterhalb des Erdplanums (Aushubsohle) in der Regel angeschüttete teils schwach schluffige, teils kiesige Sande mit Fremd Beimengungen anstehen, die in die Frostempfindlichkeitsklasse F1 und F2 einzustufen sind. Die geplante Dicke des frostsicheren Aufbaus von 30 cm ist gemäß RStO 2012 ausreichend.

Auf der OK Schottertragschicht ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ und ein Verhältnisswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ nachzuweisen. Dies setzt voraus, dass auf OK Erdplanum (Aushubsohle) eine Tragfähigkeit von mindestens $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ vorhanden ist.

Grundsätzlich sind die in der Aushubsohle anstehenden Böden mit einem geeigneten Verdichtungsgerät nachzuverdichten. Vorab sind ggf. vorhandene vernässte Zonen sowie auch ggf. anstehende weiche Schluffe im Untergrund auszukoffern und durch gut verdichtbare, kornabgestufte Materialien, wie z. B. Schotter oder Kiessand zu ersetzen. Die Mächtigkeit der Austauschschicht sollte mindestens 20 cm betragen.

Für das Tragschichtmaterial sind generell die Anforderungen der TL SoB-StB maßgebend. Im Hinblick auf den Verdichtungsgrad und den Verformungsmodul sind allgemein die Anforderungen der ZTV SoB-StB zu beachten.

Die erreichten Tragfähigkeitswerte bzw. Verformungsmodule auf dem Erdplanum (Aushubsohle) und der Schottertragschicht sind im Rahmen der Eigenüberwachung durch statische Plattendruckversuche nachzuweisen.

6.2 Gleisbereich

Nach [2] bis [5] ist für den Gleisbereich folgende Bauweise geplant:

- 3 cm Gussasphalt
4 cm Asphaltbinder
15 cm Beton C20/25
25 Schottertragschicht 0/45 auf Planum

Die planmäßige Dicke des frostsicheren Aufbaus liegt demnach bei 47 cm. Die Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus beträgt in Zuordnung zu den oberflächennah anstehenden F1-, F2-Böden gemäß Tabelle 6 und 7 der RStO 2012 sowie unter Annahme einer Belastungsklasse Bk3,2 bis Bk1,0 (ist vom Planer zu überprüfen) insgesamt 50 cm. Insofern wird empfohlen die Dicke der Schottertragschicht auf 28 cm geringfügig zu erhöhen.

Auf der OK Schottertragschicht ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$ und ein Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ nachzuweisen. Dies setzt voraus, dass auf OK Erdplanum eine Tragfähigkeit von mindestens $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ vorhanden ist.

Es gelten die Empfehlungen und Hinweise des Kapitels 6.1 sinngemäß.

7 Schlussbemerkung

Von der ICG wurden auftragsgemäß im Bereich der Straßenbahnhaltstelle Dreieck Baugrunderkundungen durchgeführt und basierend auf deren Ergebnissen der zu erwartende Baugrund beschrieben und bewertet. Des Weiteren werden Hinweise zur Bauausführung der geplanten Maßnahme gegeben.

Die Ergebnisse der ebenfalls in diesem Zusammenhang durchgeführten Altlastenuntersuchung und die auf der Grundlage der durchgeführten chemischen Untersuchungen hinsichtlich der Entsorgung bzw. Wiederverwertung von Aushubmaterialien und den Arbeitsschutz zu beachtenden Anforderungen werden in einem gesonderten Bericht mitgeteilt.

Sofern sich im Zuge der weiteren Planung Fragen bezüglich baugrundtechnischer und umweltrelevanter Belange ergeben, wird um Benachrichtigung gebeten.

ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG

Dr.-Ing. Patrick Lammertz 

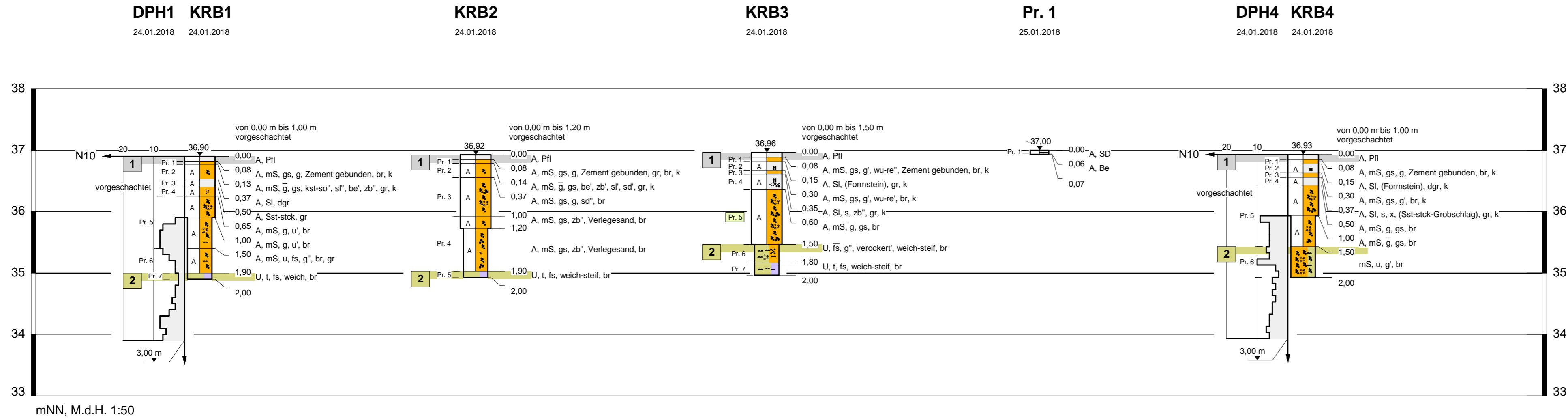
Dipl.-Geol. Dr. Paul Miessner 

Anlagen

Verteiler

Rheinbahn AG 1x
Matthias.vonGoessel@rheinbahn.de
Lidija.vertepa@rheinbahn.de

Bahnsteig 1



Zeichenerklärung

A	Anschüttung	g	kiesig
U	Schluff	x	steinig
mS	Mittelsand	t	tonig
SD	Schwarzdecke	k	kalkhaltig
Be	Beton	sd	Schwarzdeckenreste
Sl	Schlacke	be	Betonreste
Pfl	Pflasterstein	kst-so	Kalksteinschotter
Sst-stck	Sandsteinstücke	zb	Ziegelreste
u	schluffig	sl	Schlackereste
fs	feinsandig	wu-re	Wurzelreste
gs	grobsandig	Pr. 1	Probe
s	sandig	Pr. 1	bodenmechanische Laboruntersuchungen
		s / s' / s''	stark schwach, sehr schwach (sandig)

Baugrundsichtung

1	Anschüttungen
2	Quartäre Sedimente

Schwere Rammsondierung (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2

Spitzenquerschnitt 15 cm²
 Masse des Rammhärens 50 kg
 Fallhöhe 0,5 m
 N10H = Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe

Bodenfarben	
we = weiß	sw = schwarz
gr = grau	bu = bunt
ro = rot	bg = beige
ge = gelb	oc = ocker
br = braun	h = hell
gn = grün	d = dunkel

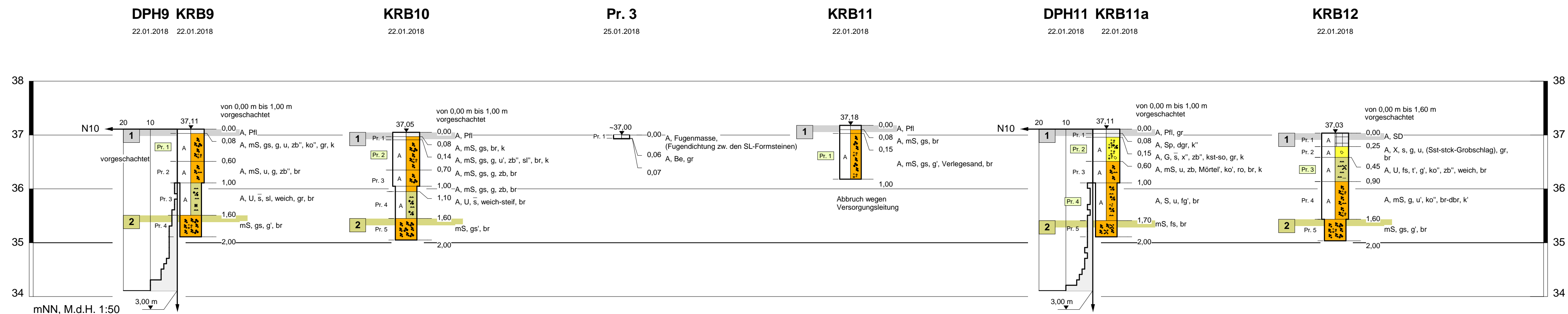
ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG Ingenieur Consult Geotechnik

Beratende Ingenieure für Baugrund, Grundbau, Borbecker Straße 22, 40472 Düsseldorf
 Hydrogeologie und Altlasten, Baugrundlaboratorium Telefon 0211/47201-0, Telefax 0211/47201-33



Auftraggeber: Rheinbahn AG Lierenfelder Straße 42 40231 Düsseldorf	Projekt-Nr.: 60845
Projekt: Düsseldorf, Barrierefreier Ausbau der Haltestelle Dreieck	Auftrag-Nr.: 12685
	Anlage-Nr.: 2.1
Planinhalt: Bohrprofile und Rammdiagramme Bahnsteig 1	Maßstab: 1:50
	Datum: 30.01.2018
Plan-Nr.: 1 2 6 8 5 - B G R - B P - 0 1	gez.: bp/ru
	Bearb.: La/Mi
	Stand: 26.02.2018

Bahnsteig 3



Zeichenerklärung

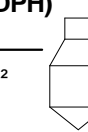
A	Anschüttung	fg	feinkiesig
U	Schluff	g	kiesig
mS	Mittelsand	x	steinig
S	Sand	t	tonig
G	Kies	k	kalkhaltig
X	Steine	kst-so	Kalksteinschotter
SD	Schwarzdecke	zb	Ziegelreste
Be	Beton	sl	Schlackereste
Sp	Splitt	ko	Kohlereste
Pfl	Pflasterstein	Pr. 1	Probe
u	schluffig	Pr.1	bodenmechanische Laboruntersuchungen
fs	feinsandig	s / s' / s''	stark, schwach, sehr schwach (sandig)
gs	grobsandig		
s	sandig		

Baugrundsichtung

- 1 Anschüttungen
- 2 Quartäre Sedimente

Schwere Rammsondierung (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2

Spitzenquerschnitt 15 cm²
 Masse des Rammhärens 50 kg
 Fallhöhe 0,5 m
 N10H = Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe



Bodenfarben

we = weiß	sw = schwarz
gr = grau	bu = bunt
ro = rot	bg = beige
ge = gelb	oc = ocker
br = braun	h = hell
gn = grün	d = dunkel

ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG Ingenieur Consult Geotechnik Beratende Ingenieure für Baugrund, Grundbau, Hydrogeologie und Altlasten, Baugrundlaboratorium Borbecker Straße 22, 40472 Düsseldorf Telefon 0211/47201-0, Telefax 0211/47201-33		
Auftraggeber: Rheinbahn AG Lierenfelder Straße 42 40231 Düsseldorf	Projekt-Nr.: 60845 Auftrag-Nr.: 12685 Anlage-Nr.: 2.3	
Projekt: Düsseldorf, Barrierefreier Ausbau der Haltestelle Dreieck	Planinhalt: Bohrprofile und Rammprofile Bahnsteig 3	Maßstab: 1:50 Datum: 30.01.2018 gez.: bp/ru Bearb.: La/Mi
Plan-Nr.: 1 2 6 8 5 - B G R - B P - 0 3	Stand: 26.02.2018	



Körnungslinie

DIN EN ISO 17892-4

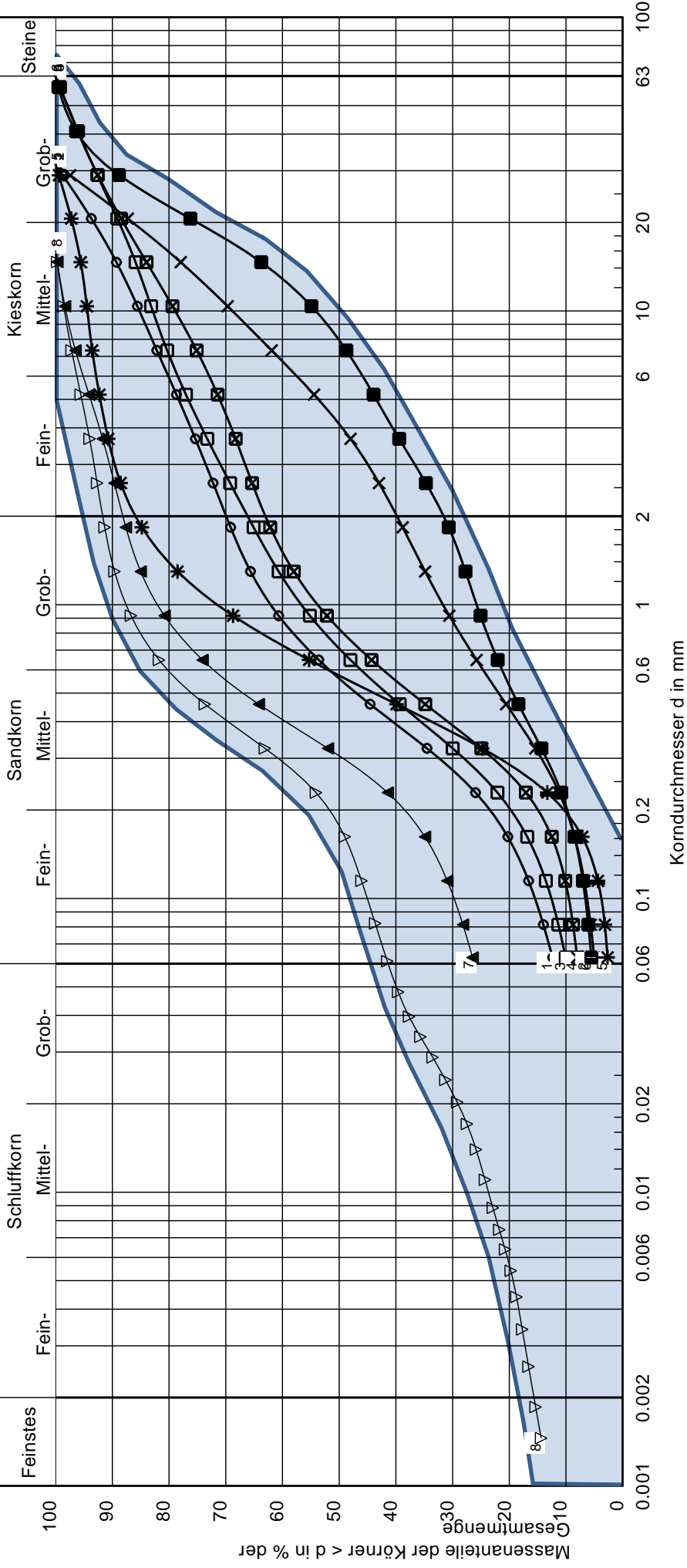
Auftraggeber : Rheinbahn AG
 Bauvorhaben: Düsseldorf
 Haltestelle Dreieck

Bearbeiter: WM/MK

Datum: 14.02.2018

Schlammkorn

Siebkorn



Signatur:	88168	88182	88200	88204	88206	88212
Labornummer:	KRB 3	KRB 6	KRB 10	KRB 11	KRB 11a	KRB 12
Entnahmestelle:	0,60 - 1,50	0,13 - 0,40	0,08 - 0,60	0,15 - 1,00	0,15 - 0,60	1,00 - 1,70
Tiefe [m]:	mS-gS, g, u, fs	G, s, u'	mS-gS, g, u, fs	mS-gS, g'	G, s, u'	S, u, fg'
Bodenart:	SU	GU	SU	SE	GU	SU*
Bodengruppe:	-/12,4/67,5/30,1	-/5,0/34,8/60,2	-/10,1/56,1/33,9	-/2,7/83,2/14,1	-/5,5/26,0/68,4	-/26,5/61,7/11,9
T/U/S/G [%]:	-	-	-	-	-	15,6/26,1/50,0/8,3
Wassergehalt [%]:	-	-	-	-	-	13,2
Bemerkungen						

Auftrag-Nr.:
12685
Anlage:
3



Auftrag-Nr. : 12685

Anlage : 4

Glühverlust DIN 18 128 - GL

Düsseldorf
Haltestelle Dreieck

Bearbeiter: WM/MK

Datum: 13.02.2018

Labornummer: 88179
Entnahmestelle: KRB 5
Tiefe [m]: 1,10 - 1,40
Bodenart: A, U, fs, o'
Bodengruppe: -
Glühzeit [h]: 3

Tiegel - Nr.	1	2	3
Ungeglühte Probe+Tiegel [g]	39.26	39.68	38.14
Geglühte Probe+Tiegel [g]	38.62	39.09	37.61
Tiegel [g]	13.67	14.32	13.90
Massenverlust [g]	0.64	0.59	0.53
trockene Probe vor Glühen [g]	25.59	25.36	24.24
Glühverlust [%]	2.50	2.33	2.19
Glühverlust Mittelwert V_{gl} [%]	2.34		



Eigenschaften und Kennwerte der Bodenschichten

Kenngrößen ↓		Schichteinheit →	1a	1b	2	
PAK	ortsübliche Bezeichnung	-	Auffüllungen aus natürlichen Böden mit anthropogenen Beimengungen; Auffüllungen aus Fremdstoffen		Quartäre Sedimente	
	Bodengruppe nach DIN 18196	-	[SE, SW, SI, SU, GE, GW, GI, GU]; A	[UL, TL, SU*]	SE, SW, SI, SU	UL, UM, TL, TM, SU*
	Bodengruppe nach DIN 18195	-	-	-	-	-
	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB	-	F1 und F2	F 3	F1 und F2	F 3
	Bandbreite des Korngrößenanteils (Ton/Schluff/ Sand/Kies)	[M.-%]	≤ 5 / ≤ 15 / ≤ 100 / ≤ 75	≤ 40 / ≤ 70 / ≤ 80 / ≤ 10	≤ 5 / ≤ 15 / ≤ 100 / ≤ 40	≤ 40 / ≤ 70 / ≤ 80 / ≤ 10
	Massenanteil an Steinen / Blöcken / großen Blöcken	[M.-%]	≤ 20 / < 5 / 0	≤ 10 / 0 / 0	0 / 0 / 0	0 / 0 / 0
	Dichte	[g/cm³]	1,7 - 2,0	1,7 - 2,1	1,7 - 2,0	1,8 - 2,1
	undrained Scherfestigkeit	[kN/m²]	n.b.	≤ 100	n.b.	50 bis 150
	Wassergehalt	[%]	≤ 30	≤ 40	≤ 25	≤ 40
	Konsistenzzahl	[-]	n.b.	0,5 bis 1,0	n.b.	0,5 bis > 1,0
	Plastizitätszahl	[%]	n.b.	≤ 25	n.b.	≤ 35
	Lagerungsdichte I _D	[-]	0,15 bis 0,65 lokal künstliche verdichtet D _{Pr} ≥100%	-	0,30 bis 0,85	n.b.
	organischer Anteil	[%]	< 3	< 6	< 3	< 6
	umweltrelevante Inhaltsstoffe	[-]	PAK, Kupfer, Nickel	PAK, Kupfer, Nickel	-	-

n.b.: nicht bestimmbar

PAK: Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe