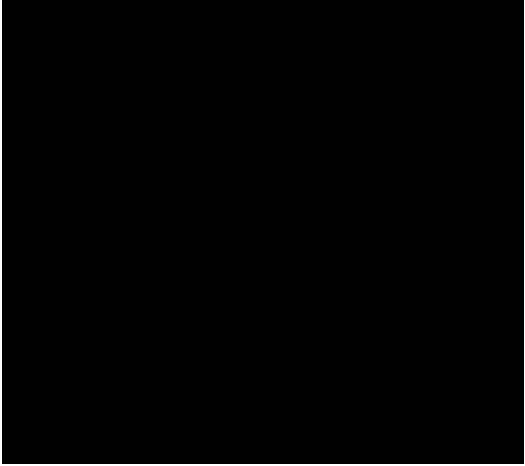
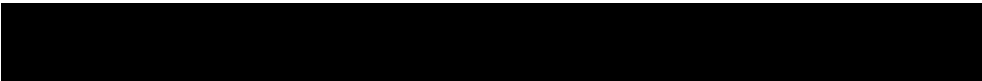


Stadtwerke Münster GmbH
Hafenplatz 1
48155 Münster



Stadthafen Münster
Neugestaltung Uferpromenade Hafensüdseite
1. BA (Hafenplatz – Hafenkäserei)

BAUGRUNDUNTERSUCHUNG
BAUGRUNDGUTACHTEN



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Baumaßnahme / Aufgabenstellung	3
2. Baugrund	3
2.1 Baugrundaufschlüsse	3
2.2 Hinweis zur Kampfmitteldetektion	4
2.3 Oberflächenbefestigungen	5
2.4 Bodenschichtung	6
2.5 Grundwasser	7
2.6 Entsorgungseinstufungen	7
2.7 Bodeneigenschaften	9
2.8 Bodenkennwerte	11
2.9 Homogenbereiche Aushubarbeiten DIN 18300 / Bodengruppen	11
2.10 Homogenbereiche Bohrarbeiten DIN 18301	13
3. Hinweise zum Straßenbau	13
3.1 Frostsicherheit	14
3.2 Straßenbau	14
4. Hinweise zum Kanalbau	16
5. Hinweise zur Gründung des Holzdecks	17

Anlagenverzeichnis

1. Lageplan M.: 1:500
2. Bodenprofile (Anl. 2.1 / 2.2) M.d.H.: 1:50
3. Körnungslinie Grobschluff

Anzahl	Art der Aufschlüsse		Tiefe [m]
		<i>Aufschlüsse vom März 2015 (Baugrundgutachten Fernwärmetrasse)</i>	
1	RKS 1b	Rammkernsondierungen Ø 36 mm (Kleinbohrverfahren nach EN ISO 22475-1) *vorzeitiger Abbruch auf Hindernis	1,85*
2	BS 2, 3	Bohrsondierungen 25 mm	4,0/3,0
1	DPH 2	Schwere Rammsonde (DIN EN ISO 22476/2) Abbruch auf hartem Mst., Fallbär springt	4,9
1	Sch 2	Schurf (Gleisschotter)	0,5
		<i>aufgenommene Querschläge</i>	
1	Q 4	(März 2015)	1,6
1	Q 1	(November 2018)	0,8/0,85
		<i>Aufschlüsse vom Dezember 2018 (Baugrundgutachten Umbau Rhenus- und Flechtheimspeicher)</i>	
1	BS 8	Bohrsondierung 25 mm	5,0
1	DPL 8	Leichte Rammsonde (DIN EN ISO 22476/2)	4,9
1	RKS 7	*vorzeitiger Abbruch auf Hindernis	2,05*

Zwischen Kranstandort und Hafenkäserei wurden am 22. und 23.5.2019 insgesamt 6 Rammkernsondierungen Ø 36 mm mit Tiefen zwischen 2 und 3,6 m abgeteuft. Vorhandene Oberflächenbefestigungsaufbauten sind durch 5 Schürfe mit Tiefen zwischen 0,3 und 0,6 m erkundet worden. Weiterhin wurden im Bereich des geplanten Holzdecks zwei Schwere Rammsondierungen (DPH 5c / DPH 6) bis in den harten Mergelsteinfels in 5,3 bzw. 6,1 m Tiefe unter GOK niedergebracht. Die Schweren Rammsondierungen DPH 5a sowie DPH 5b mussten in 0,8 m bzw. 0,9 m Tiefe wegen Schiefelaufens durch Steine aufgegeben werden. Die DPH 5 stieß in 1,95 m Tiefe auf ein unklares Hindernis und musste daher ebenfalls aufgegeben werden.

2.2 Hinweis zur Kampfmitteldetektion

Für den Fall etwaiger Kampfmitteldetektionen wird darauf hingewiesen, dass im Bereich der Schweren Rammsondierungen Metallspitzen im Boden verblieben sind. Die Lage und Tiefen der im Bodenverbliebenen Metallrammspitzen sind im Bodenprofil der Anlage 2.2 (Lage-skizze) ausgewiesen.

2.3 Befestigte Flächen

Im Abschnitt zwischen Hafenplatz und beginnendem Wolfgang-Borchert-Theater (**vor dem Wärmespeicher**) sind ehemals vorhandene Gleisanlagen demontiert. Nur die kanalseitige Kranbahnschiene samt Kabelschacht (?) ist auf ca. 25 m Länge, ausgehend vom Borchert-Theater, noch erhalten. Die Befestigung besteht aus einem mittigen, ca. 4 m breiten Asphaltweg. Kanalseitig sowie in Richtung Wärmespeicher schließen sich 3-4 m breite, geschotterte Flächen an. Zumindest oberflächennah handelt es sich um Kalksteinschotter.

Im besagten Abschnitt wurde vor nicht langer Zeit ein **Hauptfernwärmestrang** in einem 4,5 m breiten Graben verlegt. Beim Querschlag Q1 wurde für die Grabenverfüllung ein Aufbau aus 8 cm bituminösem Asphalt über 52 cm Kalksteinschotter 0/45 über gelbem Füllsand (Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig bis schluffig) festgestellt.

Bei den Aufschlüssen Q4 und BS 3 wurde die Oberbodenmächtigkeit im Bereich der im Nahbereich des Wärmespeichers liegenden Grünfläche mit 0,4 m festgestellt.

Ab dem Wolfgang-Borchert-Theater existiert auf knapp 120 m Länge eine **Kranbahn**, auf der ein zu erhaltender Hafenkran steht. Die beiden Schienen der Kranbahn weisen einen Abstand von ca. 6 m auf und liegen ca. 15-20 cm über Geländeniveau. Entlang der wasserseitigen Schiene verläuft ein Kabelkanal oder ähnliches. Zwischen den Kranbahnschienen liegt ein **Gleis mit Holzschwellen**. Bei Sch/RKS 3 wurde als Gleisbefestigung eine 25 cm dünne Natursteinschotterschicht 0/80 festgestellt, die mit Oberboden durchsetzt ist und auch von einer 1 cm dünnen, glashaltigen Oberbodenschicht überlagert wird. Unterhalb einer 5 cm dünnen, dunkelgrauen, schlackenhaltigen Sandschicht folgen bis in 0,55 m Tiefe braune Mittelsande. Auch beim Querschlag Q1 wurde im Gleisbereich 25 cm Natursteinschotter 0/80 angetroffen. Im Nahbereich des Querschlages ist der Schotter hier mit 14 cm dickem Betonsteinpflaster 15,5 x 15,5 cm über 6 cm Mittelsand überpflastert. Unter dem Natursteinschotter wurde 5-10 cm Glasasche angetroffen.

Zwischen Kranbahnschienen und Gleis liegt mit Oberboden durchsetzter Schotter.

Zwischen Kanal und Kranbahnschiene existiert keine Oberflächenbefestigung. Bei RKS 1 wurden 35 cm Oberboden angetroffen, welcher mit Kalksteinschotter und Glasresten durchsetzt ist und daher nicht mehr als Oberboden verwendet werden kann.

Südlich der Kranbahn verläuft ein weiteres Gleis, welches mit 14 cm dickem Betonsteinpflaster 15,5 x 15,5 cm befestigt ist. Bei Sch/BS 2 (gelegen im mittlerweile rückgebauten Gleisabschnitt vor dem Wärmespeicher) wurde eine Gleisschottermächtigkeit von 50 cm festgestellt.

Zwischen südlichem Gleis und Kranbahn findet sich vor dem Wolfgang-Borchert-Theater eine geschotterte Fläche. Beim Querschlag 1 wurden 35 cm Kalksteinschotter festgestellt, wobei die unteren 10 cm durch Lehm- und Mergelbeimengungen verunreinigt waren. Direkt vor dem Wolfgang-Borchert-Theater, unter vorhandenen Rampen, liegt Kalksteinsplitt.

Es wird darauf hingewiesen, dass sich **im Abschnitt vor dem Wolfgang-Borchert-Theater sehr viele Schachtdeckel** befinden. Es ist hier zu klären, welche hiervon noch benötigt werden (z.B. zur Entwässerung des Wolfgang-Borchert-Theaters). Es wird davon auszugehen sein, dass einige Schachtbauwerke abzurechen sind.

Etwa ab dem Kranstandort ist der Bereich zwischen südlichem Gleis und Kranbahn ebenfalls gepflastert. Bei Schurf /RKS 2 wurde 13,5 cm dickes Betonsteinpflaster 15,5 x 15,5 cm über 2,5 cm Sand und 6 cm stark sandigem Kalksteinschotter als Befestigung angetroffen.

Östlich der Kranbahn existiert auf größerer Fläche als **Oberflächenbefestigung Beton**. Bei Schurf 4, wurde 45 cm bewehrter Beton angetroffen. Der Schurf 4 liegt in der südlichen Gleistrasse. Möglicherweise ist hier die Betonmächtigkeit größer als in der übrigen Fläche. Es ist auch denkbar, dass die große Mächtigkeit aus einer eventuell durchbohrten Betonschwelle resultiert.

Weiter östlich im weiteren Umfeld von **SCH/RKS 5c** liegt folgende Befestigung vor:

13,5 cm	Betonsteinpflaster, 15,5 x 15,5 cm
4,5 cm	Mittelsand, grobsandig
12 cm	Kalksteinschotter 0/45, rötlichgrau
30 cm	Sandsteinpacklage
60 cm	Gesamtbefestigung

Im Umfeld von **Sch/RKS 6** wurde als Befestigung 3-lagiger, bituminöser **Asphalt** mit einer Gesamtstärke von 18 cm angetroffen. Die weitere Befestigung besteht aus 11 cm Mittelsand und 6 cm Asche.

Zusammenfassend wurden im ersten Bauabschnitt vorhandene Gesamtbefestigungsstärken zwischen 22 und 60 cm (im Mittel 46 cm) angetroffen.

2.4 Bodenschichtung

Unterhalb der genannten Befestigungen liegen fast überall bis in wechselhafte Tiefen zwischen 0,7 und > 2 m unter GOK zunächst **Auffüllungen** in Form von Kreidemergel, Grobschluff oder schluffigen Sanden. Fremdstoffbeimengungen in Form von Aschen-, Ziegel-, und Natursteinresten treten eher untergeordnet auf. Örtlich kann aber auch konzentrierter Bauschutt anstehen. Zum Teil sind bei Grobschluffen organische bis gering organische Beimengungen bei dann dunkelgrauer Farbe gegeben. Die Auffüllungen weisen verbreitet eine nur weiche bis weichsteife Konsistenz bzw. lockere Lagerungsdichte auf.

Als natürlicher Baugrund stehen schwach tonige, feinsandige **Grobschluffe** an, die bei Schichtbeginn bis in Tiefen zwischen 0,7 und 1,5 m oftmals zunächst organische bis

schwach organische Beimengungen bei dann dunkelgrauer / schwärzschlieriger Färbung aufweisen. Die unterlagernden Grobschluffe weisen graue oder beige Färbungen auf. Im Bereich zwischen Hafenplatz und Wolfgang-Borchert-Theater reichen die Grobschluffe bis in Tiefen zwischen 2,3 und 2,95 m unter GOK und werden dann von zunächst steifem **Kreidemergel** unterlagert.

Östlich des Wolfgang-Borchert-Theaters reichen die Grobschluffe bis in Tiefen von 1,4 / 2,0 m unter GOK. Unterlagert werden diese von **Geschiebemergel**, der sich zum Teil auch als örtlich verschobener Kreidemergel darstellt. Insbesondere zwischen Grobschluff und Geschiebemergel, aber auch innerhalb der Geschiebemergelablagerungen treten meist **schluffige Fein- bis Mittelsande** in Mächtigkeiten zwischen 5 und 70 cm (meist 15-30 cm) auf. Der **Kreidemergel** beginnt in 2,6 bis 3,2 m Tiefe unter GOK.

Im Bereich des **geplanten Holzdecks** beginnt der feste Kreidemergel (Übergang zum Felsgestein) etwa in Sohltiefe des Stadthafens (53,00 m NN) bzw. in rd. 4,2 m Tiefe unter GOK. **Harter Kreidemergelfels**, in den bei 145 Schlag der schweren Rammsonde pro 10 cm Eindringtiefe praktisch kein weiteres Eindringen der Schweren Rammsonde mehr möglich war, wurde in 5,3 bzw. 6,1 m Tiefe unter GOK angetroffen.

2.5 Grundwasser

Grundwasser wurde bei den Bohrungen im Dezember 2012, März 2015 sowie aktuell am 22./23.5.2019 in Tiefen zwischen 0,8 und 1,63 m unter GOK bzw. bezogen auf NHN zwischen 55,88 und 56,55 festgestellt.

Die Grundwasserverhältnisse sind geprägt durch den Wasserstand des nahen Hafenbeckens. Dieser liegt im Normalfall bei +56,50 m NHN, je nach Windverhältnissen auch etwa 10 cm höher oder niedriger. Das Grundwassergefälle ist in westliche Richtung gerichtet.

Der maximale Grundwasserstand im Bereich des 1.BA wird bei 56,60 erwartet. Kurzfristiges Stau- und Schichtenwasser über bindigen Böden kann in Bereichen nicht versiegelter Flächen nach längeren Niederschlägen auch noch etwas höher anstehen.

2.6 Entsorgungseinstufungen

Bezüglich der Entsorgungseinstufung zum Aushub anstehender Böden erfolgte seitens der Stadtwerke Münster eine direkte Beauftragung der Umweltlabor ACB GmbH aus Münster, welche hierzu eine gesonderte Stellungnahme vorlegen wird.

Durch uns im Abschnitt zwischen Kranstandort und Hafenkäserei entnommene Bodenproben (RKS 1-6) wurden der Umweltlabor ACB GmbH übergeben.

Besondere organoleptische Auffälligkeiten, die auf besondere Kontaminationen hindeuten, wurden in keiner Bohrung angetroffen.

Bei den zum Aushub anstehenden Böden handelt es sich verbreitet um Grobschluffe mit zum Teil schwach humosen Beimengungen bei dann dunkelgrauer Farbe. Fremdstoffbeimengungen in Form von Schlacke, Asche, Ziegel, Naturstein, Glas, Beton und Keramik treten eher untergeordnet in meist nur geringen bis schwachen Beimengungen oder in geringer Schichtmächtigkeit auf.

Unterhalb der Oberflächenbefestigungen liegende Baustoffe wie Kalksteinschotter und gelbe Sande dürften infolge meist geringer Mächtigkeit zwischen 9 und 25 cm überwiegend nicht wirtschaftlich separiert werden können und wären dann als Bodengemisch zu entsorgen. Sollte eine Separation örtlich doch möglich sein, könnten gelbe Sande gut zur Verfüllung von Leitungsgräben verwendet werden. Im Umfeld von Sch/RKS 5c wurde eine ca. 45 cm mächtige Befestigung aus Kalksteinschotter und Sandsteinpacklage angetroffen. Bei entsprechender lateraler Ausbreitung könnte hier eine Separation zwecks Wiedereinbau als Stabilisierungsmaterial sinnvoll sein. Eine Verwendung von Gleisschotter zur Stabilisierung des Erdplanums dürfte wegen denkbarer Kontaminationen eher nicht in Betracht kommen. Eine Gleisschotterprobe wurde dem Umweltlabor ACB übergeben.

Im Abschnitt zwischen Hafenplatz und Kranstandort erfolgten im Rahmen früherer durch uns erstellter Baugrundgutachten bereits Deklarationsanalysen anstehender Baustoffe und Böden, die im Folgenden kurz zusammengefasst werden.

Eine **Gleisschotter**analyse (MP Q4 sowie Sch 2) ergab einen leicht erhöhten PAK-Gehalt von 6 mg/kg TS. Gemäß LAGA Bauschutt ergibt sich die Einstufung Z 1.2. Nach RCL-Richtlinie entspricht der Schotter der besseren Qualität **RCL I**. Bei Bewertung nach LAGA Boden 2004 ist das Material der Einbauklasse Z 2 zuzuordnen. Weiterhin kommt als Entsorgungsweg die Andienung des Materials an eine Gleisschotterwiederaufbereitungsanlage in Betracht.

Ausgebaute Bahnschwellen aus Holz werden in der Regel einer thermischen Verwertung zuzuführen sein.

3 Analysen von **Auffüllungsböden** im Abschnitt **zwischen Hafenplatz und Kranstandort** ergaben alle die Einstufung **Z2** gemäß **LAGA Boden 2004**. Als einstufigsrelevant erwiesen sich die Parameter PAK, Sulfat und TOC.

Es wird darauf hingewiesen, dass zwischen Hafenplatz und beginnendem Gebäude des Wolfgang-Borchert-Theaters entsprechende Gleisschotterbaustoffe sowie Auffüllungsböden im Zuge der Verlegung einer **Hauptfernwärmetrasse** auf mindestens 4,5 m Breite bereits entfernt worden sind. Entsprechend den Feststellungen beim Querschlag Q1 erfolgte die Verfüllung unter 8 cm Asphalt mit **52 cm Kalksteinschotter 0/45** über gelbem, schwach schluffigem bis schluffigem Füllsand. Es erscheint sinnvoll, diese hochwertigen, unbelasteten Baustoffe, insbesondere den Kalksteinschotter 0/45 für eine **Wiederverwendung zu separieren**.

Unterhalb der kanalseitigen Rampen des Wolfgang-Borchert-Theaters wurde bei früheren Baugrunduntersuchungen (für Gebäudeumbau) ein 40 cm mächtiger, fremdstoffhaltiger Oberboden angetroffen, der infolge erhöhter **PAK-Gehalte** (43 mg/kg TS) sowie aufgrund von **Bleikontaminationen** (2.300 mg/kg TS) nicht mehr den Anforderungen der LAGA ge-

nügte und somit **zu deponieren** wäre (DK I). Auch im Horizont zwischen 0,4 und 1,5 m wurde bei BS 8 (unter besagter Rampe) mit **9.700 mg/kg TS ein sehr hoher Bleigehalt** festgestellt. Dem Gutachter ist nicht bekannt, ob die Kontaminationen im Zuge des Gebäudeumbaus beseitigt wurden. Derzeit befindet sich unterhalb der Rampen Kalksteinsplitt. **Im Nahbereich der Rampen anfallender Bodenaushub sollte unbedingt auf den Parameter Blei kontrolliert werden**, sofern es sich nicht um offensichtliche Auffüllungen jüngerer Datums (gelbe Füllsande o.ä.) handelt.

Sofern bei den Bodenauskofferungsarbeiten optische oder geruchliche Besonderheiten wie insbesondere Teer- oder Kohlenwasserstoffgerüche bemerkt werden, ist entsprechendes Aushubmaterial durch das Umweltlabor ACB bemustern zu lassen.

2.7 Bodeneigenschaften

Zur Bestimmung der bodenphysikalischen Eigenschaften und Kennwerte der Böden wurden neben der Bodenansprache durch einen Fachingenieur die Ergebnisse von Rammsondierungen und die bei früheren Bauvorhaben ausgeführten Laboratoriumsuntersuchungen sowie allgemeine Erfahrungswerte herangezogen.

Im Einzelnen können den anstehenden Böden damit folgende Eigenschaften zugeordnet werden:

Unterhalb verdichteter Tragschichten zunächst anstehende **Auffüllungen** weisen überwiegend eine nur lockere Lagerung bzw. weiche Konsistenz auf. Es handelt sich um bindige Böden in Form von Grobschluffen und Kreidemergel sowie z.T. auch um gemischtkörnige Böden. Die Böden, insbesondere die Grobschluffe sind sehr witterungsempfindlich und neigen zu kurzfristiger Stauwasserbildung. Bei Bearbeitung im zu feuchten Zustand (z.B. durch Befahrung oder dynamische Verdichtungsversuche) kommt es zu tiefgründigen Aufweichungen. Bei den Füllsanden im Bereich der Fernwärmetrasse ist abweichend eine gut mitteldichte Lagerungsdichte anzunehmen.

Die **dunkelgrauen, schwarzschlierigen Grobschluffe** weisen humose bis schwach humose sowie schwach tonige Beimengungen auf und besitzen eine meist nur weiche bis weichsteife Konsistenz bzw. lockere Lagerung. Bezüglich der ausgeprägten Witterungsempfindlichkeit der Grobschluffe wird auf den vorigen Absatz verwiesen.

Dem unterlagernden **hellen Grobschluff** kann eine mitteldichte Lagerung zugeordnet werden. Infolge des hohen Grundwasserstandes ist der Grobschluff wassergesättigt und neigt – wie auch der überlagernde dunkelgraue organische Schluff – bei dynamischer Beanspruchung oder auch schon durch bloßes Begehen schnell zu Aufweichungen (leicht plastische Schluffe UL). Eine Körnungslinie des Grobschluffes ist Anlage 3 zu entnehmen. Demnach weist der Grobschluff fein- bis mittelsandige Beimengungen sowie einen Tongehalt von 9 % auf. Der Durchlässigkeitsbeiwert wird demnach im Bereich von etwa 1×10^{-8} m/s zu erwarten sein.

Die unterhalb des Grobschluffes sowie innerhalb des Geschiebemergels einlagernden dünnen Lagen und Bänder aus **Fein- bis Mittelsanden** sind meist **schluffig**, seltener schwach schluffig ausgebildet. Sie weisen eine etwa mitteldichte Lagerung auf und sind wasserführend. Bei Anschnitt unter Wasser neigen die Sande zum Ausfließen. Die Durchlässigkeitsbeiwerte schwanken im Bereich von etwa 2×10^{-5} bis 1×10^{-6} m/s.

Beim **Geschiebemergel** handelt es sich um ein zähes Ton-Schluff-Sand-Gemisch mit etwas Kies- und vereinzelt Steinbeimengungen. Der Geschiebemergel ist nach DIN 18196 der Bodengruppe TM (mittelplastische Tone) zuzuordnen. Verbreitet, insbesondere bei über- oder zwischenlagernden Sandschichten liegt nur eine weiche, ansonsten steife Konsistenz vor. Zum Teil handelt es sich beim Geschiebemergel auch um glazial umgelagerten Kreidemergel von dann oftmals halbfester Konsistenz. Beim Geschiebemergel handelt es sich um einen Wasserstauer mit Durchlässigkeiten im Bereich von 1×10^{-9} m/s.

Beim **Kreidemergel** handelt es sich um einen zähen, kalkhaltigen, gering feinsandigen, ausgeprägt plastischen Ton (ca. 40-50 Gew.-% Tonanteil, Bodengruppe TA), der praktisch als undurchlässig $k_f \leq 5 \times 10^{-10}$ m/s bezeichnet werden kann.

Im Bereich des geplanten Holzdecks weist der Kreidemergel bis in 3,5 / 3,6 m unter GOK eine steife, bis in 4,0 / 4,2 m eine halbfeste und darunter eine feste Konsistenz auf. Bezogen auf NHN beginnt der **feste Kreidemergel** zwischen 53,2 und 53,0 und damit etwa in Höhe der Hafenbeckensohle (53,0). Die Schwere Rammsondierung DPH zeigt bei Schichtbeginn Schlagzahlen von rd. 11-12/dm. Es vollzieht sich dann ein fließender Wechsel vom festen bindigen Boden zum **Felsgestein**. Es handelt es sich um ein annähernd horizontal geschichtetes Festgestein in zunächst stark klüftiger Ausbildung mit vielen latent auftretenden Haarrissen, welches überwiegend noch einaxiale Druckfestigkeiten < 5 MPa aufweist. Der Schichtflächenabstand ist gemäß DIN EN ISO 14689 zunächst noch als grob laminiert bis sehr dünn (ca. 6-60 mm) zu bezeichnen. Es folgen härtere Kalkmergelsteine mit einer einaxialen Druckfestigkeit im Bereich von 2-12 MPa. Die Schichtmächtigkeit kann nun auch dünn (60-200 mm) und seltener noch mächtiger sein.

Unterhalb der Eindringtiefe der Schweren Rammsondierungen (51,9 / 51,15 bzw. ab etwa **1,1-1,85 m unter Kanalsole** ist mit dem Anstehen **härterer Gesteinsbänke** zu rechnen, die unregelmäßig in das Mergelgestein eingelagert sind. Die Oberkante dieser härteren Gesteinsbänke fällt in östliche Richtung ab. Auswertungen von nahe liegenden Kernbohrungen (HKW Hafen) zeigen, dass diese Gesteinsbänke Schichtflächenabstände von vorwiegend 2 – 15 cm aufweisen und eine Mächtigkeit von etwa 20 – 60 cm besitzen können. Die einaxiale Druckfestigkeit dieser sehr harten Mergelsteine liegt in einer Größenordnung von etwa 5 bis > 25 MPa. Als Extremwert wurde in Münster durch uns schon einmal eine Druckfestigkeit von ca. 65 MPa nachgewiesen.

Beim Kreidemergel handelt es sich um ein veränderlich festes Gestein, welches insbesondere in oberen Lagen unter Wasser- und Lufteinfluss zum Zerfall neigt.

Die Durchlässigkeit des klüftigen Gesteins ist stärker wechselhaft und liegt meist im Bereich zwischen 1×10^{-6} m/s und 1×10^{-5} m/s.

Die Abrasivität des Gesteins ist als nicht abrasiv bis seltener schwach abrasiv zu bezeichnen.

2.8 Bodenkennwerte

Die charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte (vorsichtig geschätzte Mittelwerte) für Wichte, Reibung, Kohäsion und Steifemodul können aufgrund der Bodenansprache, der festgestellten Rammwiderstände und den bei umliegenden Bauvorhaben gemachten Erfahrungen wie folgt evtl. Berechnungen zugrunde gelegt werden:

Bodenart	Wichte erdf.	Wichte u. Auftrieb	Rei- bungs- winkel	Kohä- sion	Ersatz- reibungs- winkel	Steife- modul
	γ_k (kN/m ³)	γ'_k (kN/m ³)	ϕ'_k (°)	c'_k (kN/m ²)	ϕ''_k (°)	$E_{s,k}$ (MN/m ²)
Auffüllung, heterogen	18/20	8/10	25/30	5-0	27,5	3-30
org. Grobschluff, weich	18	8	25	0-3	25	3-5
Grobschluff, schw. tonig, mitteld.	20	10	27,5	8	30,5	18
Mergel, Geschiebemergel, weich-weichst.	19-20	9-10	25-27,5	2-5	27,5	4-7
wie vor, jedoch steif / halbfest, verlagert (einschl. Sandlagen)	20	10	25	10-12	29	10-30
Mergel (halbfest)	20	10	25	15-20	30	20-25
Kreidemergel (fest)	21-22	11-12	25	30-35	35	40-80
Kreidemergel (hart, $n_{10} > 100$ DPH)	22-24	12-14	25	≥ 50	38-40	≥ 120

Mit etwa $E_s = 120$ MN/m² kann die durchschnittliche Gebirgsfestigkeit bei Vertikalbeanspruchung im sehr festen bis harten Mergel angesetzt werden. Einzelne harte Bänke besitzen auch Steifemoduli von $E_s \geq 200$ MN/m².

Das Gelände liegt nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 außerhalb von Erdbebenzonen.

2.9. Homogenbereiche Erdarbeiten DIN 18300 / Bodengruppen

Gemäß ATV DIN 18300 sind zur Beschreibung der Böden, in denen die Erdbauleistungen zu erbringen sind, nicht mehr die früheren Bodenklassen anzugeben, sondern Homogenbereiche mit zugeordneten Bodeneigenschaften. Der Umfang der anzugebenden Bodeneigenschaften hängt von der geotechnischen Kategorie (dem Schwierigkeitsgrad) der Baumaßnahme ab.

Aus Sicht des Gutachters ist die Erdbaumaßnahme (Straßen- und Kanalbau) unter Berücksichtigung von DIN 4020 bzw. Eurocode 7 überwiegend noch in die **Geotechnische Kategorie GK 1** einzuordnen. Die auszuschachtenden Tiefen liegen unter 2,0 m. Grundwasser wird nicht oder nur gering in etwas tiefer liegenden Gräben einer RW-Kanalisation (Es liegt derzeit noch keine Planung vor.) angeschnitten.

Bei Erdbaumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie 1 sind für die Homogenbereiche folgende Angaben zu machen: Bodengruppen gemäß DIN 18196, Anteil Steine und Blöcke, Konsistenz bindiger Böden bzw. Lagerungsdichte rolliger oder gemischtkörniger Böden.

In Bezug auf den Aushub stehen neben Schotterlagen unter Oberflächenbefestigungen sehr heterogen anfallende Auffüllungsböden aus überwiegend bindigen und gemischtkörnigen Böden an, die oft mit Bauschuttanteilen und Schlackenresten durchsetzt sind. Eine wirtschaftliche Trennung wird aus erdbautechnischer Sicht beim Aushub kaum sinnvoll sein. Zu beachten sind jedoch die Entsorgungseinstufungen nach Abschnitt 2.6. Auch sollte örtlich auftretender höherwertiger Schotter oder nur schwach schluffiger Sand nach Möglichkeit getrennt und zur Wiederverwendung zwischengelagert werden.

Hinsichtlich des Lösens empfehlen wir, die beschriebenen Böden zu einem Homogenbereich gemäß nachfolgender Tabelle zusammenzufassen:

	<i>Eigenschaften und Kennwerte für Böden</i>	<i>Hinweise zu Angaben</i>
1	Ortsübliche Bezeichnung	überwiegend alles Auffüllungen: Gleisschotter, RC-Schotter, Kalksteinschotter, Sand, schw. schluffig - schluffig;; Bauschutt, stark sandig, teils schluffig; Schluff (Grobschluff), schw. tonig, vielfach humos, organisch, Mergel (Tonmergel); Ein großer Teil vorgenannter Böden ist mehr oder weniger bauschutthaltig, sporadisch Schlacken- und Aschereste Gewachsene Böden: Grobschluff, schwach tonig, oberer Bereich humos; Sand, schluffig; Geschiebemergel; Kreidemergel dürfte unterhalb der Ausschachtungssohlen liegen
2	Bodengruppen (DIN 18196)	A [GW, SE, SU, SU*, OU, UL, TL, TA] als Auffüllung OU, UL, SU*, TM, TA als gewachsene Böden
3	Stein-/Blockanteile (DIN EN ISO 14688) (ohne Baggerschurf nur grob abschätzbar)	Bauschutt: Steinanteil (63-200 mm) ca. 50 % Blöcke (> 200 mm) < 5 % sonstige Auffüllungen: sehr wechselhaft, teils ohne, teils mit Steinen (bauschutthaltig) Steinanteil (63-200 mm) ca. < 15 % Blöcke (> 200 mm) < 2 % evtl. anzutreffende alte Fundamente, Betonbrocken u.ä. mit > 0,1 m³ Größe (> Ø 60 cm) sind besonders zu vergüten
4	Lagerungsdichten	mitteldicht - locker
5	Konsistenzen	weich bis steif

Im Übrigen sind die anfallenden Böden in den zuvor aufgeführten Kapiteln genügend genau beschrieben und entsprechende Bodenkennwerte angegeben.

Die **Oberbodenarbeiten** unterliegen normalerweise der **DIN 18320** Landschaftsbauarbeiten (nach DIN 18196 Einstufung in Bodengruppe OH). Der hier nur örtlich vorhandene Oberboden ist überwiegend mit Glas- und Bauschuttresten u.a. durchsetzt und vermutlich nicht als Oberboden wiederverwendbar.

2.10 Homogenbereiche Bohrarbeiten DIN 18301

Für das über die Spundwand ins Hafenbecken hineinragende Holzdeck sind Stahlträger zu setzen und zum Schutz vor Schiffsanprall Dalben einzubringen. Ab Hafensohle steht zunächst fester, wenig tiefer harter Mergelstein an. Die Einbringung von Dalben und Stahlträgern wird wegen des anstehenden Felsgesteins nicht per direkter Rammung in den Baugrund möglich sein, so dass Bohrarbeiten zur Auflockerung erforderlich werden.

Die gemäß DIN 18301 zum Homogenbereich „Fels“ zu treffenden Eigenschaftsangaben sind dem Kapitel 2.7 auf Seite 10 dieses Gutachtens zu entnehmen.

Der ab konstruktiver Kanalsohle (53,0 NN) anstehende Fels wird von **Schlammablagerungen** überlagert. Für einen im Rahmen der Skulptur-Projekte 2017 temporär errichteten Steg wurde durch uns im Vorfeld in Kooperation mit den Stadtwerken durch Eindringen einer Holzstange vom Boot aus die Schlammmächtigkeit untersucht. **Im Bereich des geplanten Holzdeckes wurde im September 2016 auf diese Weise eine Schlammmächtigkeit von 70 cm (OK bei 53,75 NHN) festgestellt.** Der Schlamm weist eine breiige bis sehr weiche Konsistenz auf.

3. Hinweise zum Straßenbau

Gemäß Mitteilung soll die Hafenpromenade als Pflasterfläche in der Belastungsklasse 1,0 mit mindestens 60 cm Gesamtaufbau gebaut werden. Zur Anwendung soll ein 12 cm dicker Betonpflasterstein kommen. Die Stärke der vorgesehenen Bettungsschicht ist uns nicht bekannt und wird von uns mit 4 cm angenommen.

Der konstruktive Aufbau würde sich damit wie folgt ergeben:

12 cm	Betonsteinpflaster
4 cm	Brechsand / Splitt
44 cm	Schottertragschicht 0/45 ($E_{v2} = 150 \text{ MPa}$)
60 cm	Gesamtaufbau
Untergrund ($E_{v2} = 45 \text{ MPa}$)	

3.1 Frostsicherheit

Der hier anstehende Untergrund aus überwiegend schwach tonigen Grobschluffen ist der Frostempfindlichkeitsklasse **F 3** (sehr frostempfindlich) zuzuordnen.

Bei der **Belastungsklasse Bk1,0** wird bei Böden der Klasse F 3 nach RStO 12 eine **frostsi- chere Gesamtkonstruktion von 60 cm** gefordert. Mehr- oder Minderdicken für ungünstige Grundwasserverhältnisse (+ 5 cm) und Ausführung einer Fahrbahntwässerung (- 5 cm) heben sich auf.

Im Bereich der derzeitigen Kranbahn soll eine über Rampen zu erreichende, 18 cm höher liegende, nicht befahrbare Event- und Gehwegfläche entstehen. Nähere Belastungsangaben zur Fläche liegen uns nicht vor. Bei Einstufung als Gehweg wäre eine frostsichere Gesamt- konstruktion von 30 cm, bei Ansatz der Belastungsklasse Bk0,3 von 50 cm erforderlich.

3.2 Tragfähigkeit des Erdplanums

Im konstruktiven Erdplanum stehen bindige Böden an, die nicht den erforderlichen Tragwert von $E_{v2} = 45$ MPa aufweisen und sich auch nicht auf diesen Wert nachverdichten lassen, so dass eine **Bodenstabilisierung erforderlich** wird. In Bezug auf Straßenbau sind die Boden- verhältnisse im Hafengebiet sehr ungünstig, da sich die Bodenverhältnisse mit der Tiefe ver- schlechtern (Vernässung durch hohen Grundwasserspiegel sowie Anschnitt weicher, humo- ser Grobschluffe).

Eine Bodenstabilisierung des Erdplanums durch Einfräsen von hydraulischen Bindemitteln ist hier nicht möglich, da die Fräse zum Teil auf Anker und Ankerplatten treffen würde. Zu- dem eignen sich die humosen, nassen Schluffe nur bedingt für eine Bindemittelbehandlung und Staubentwicklungen durch Bindemittel dürften aufgrund vorhandener Bürogebäude in- akzeptabel sein.

Zur Stabilisierung des Erdplanums im Hinblick auf das Erreichen eines E_{v2} -Wertes von 45 MPa sollte zunächst von einer **25 cm mächtigen Grobschotterschicht 0/80 über einem kombinierten Geotextil** (Vlies und Geogitter) der Robustheitsklasse GRK 3 ausgegangen werden. Das Vlies verhindert das Einsinken des Schotters in den weichen Boden und durch das bewehrende Geogitter kann die Schottermächtigkeit reduziert werden. Von der Tragfä- higkeit entspricht der vorgeschlagene Aufbau einem ca. 40 cm mächtigen Schotterpaket ohne Geotextilbewehrung.

Baugrunduntersuchungen im Zusammenhang mit der Verlegung der Hauptfernwärmetrasse auf der anderen Hafenbeckenseite zeigten bei vergleichbaren Untergrundverhältnissen für die dortige Uferpromenade einen seinerzeit ausgeführten 60 cm mächtigen Regelaufbau über 30 cm Grobschotter 0/80 über Geotextil.

Die tatsächlich auszuführenden Stabilisierungsmaßnahmen sind entsprechend der örtlichen Verhältnisse unter Anlage von Probefeldern festzulegen.

Wichtig ist der Schutz des Planums vor weiteren Aufweichungen durch unsachgemäße Befahrung oder Offenliegen in niederschlagsreichen Zeiten. Der Baugrund kann sich ansonsten so stark verschlechtern, dass das Erreichen eines Ev2-Wertes von 45 MPa praktisch kaum mehr möglich ist. Es empfiehlt sich eine Bauzeit in Sommermonaten mit etwas niedrigerem Grundwasserspiegel und gegebenem schnelleren Abtrocknungspotential des Erdplanums nach Niederschlägen.

Niederschlagswasser ist durch Profilierung und bauzeitliche Dränagen vom Erdplanum fernzuhalten. Eine dauerhafte Planumsentwässerung halten wir hingegen für nicht erforderlich.

Aufgrund des sehr erschütterungsempfindlichen Bodens (Grobschluff) ist die Stabilisierungsschicht bevorzugt nur statisch zu Verdichten.

Im Bereich der ca. 4,5 m breiten Fernwärmetrasse auf Höhe des Wärmespeichers sind zumindest bei normalen Witterungsbedingungen keine Stabilisierungsmaßnahmen erforderlich. Der im Erdplanum anstehende Füllsand wird den Ev2-Wert von 45 MPa aufweisen oder sich auf diesen Verdichten lassen. Vorteilhaft in diesem Abschnitt ist auch, dass im Zuge der Fernwärmeleitungsverlegung das vorhandene Ankersystem durch steile Verpressanker in den Kreidemergelfels ersetzt wurde. Bei den Stabilisierungsarbeiten eventuell freigelegte, störende horizontale Ankerzugsysteme des alten Systems könnten rückgebaut werden.

Im weiteren Verlauf der geplanten Promenade ist zu beachten, dass das alte Verankerungssystem mit Ankerplatten noch in Betrieb ist und Stabilisierungs- und Verdichtungsarbeiten behindert. Vorteilhaft ist, dass im Bereich der vorhandenen Kranbahn die geplante Verkehrsfläche 18 cm höher liegt und der Bereich nicht befahren werden soll. Hierdurch ergibt sich eine geringere Aushubtiefe, so dass die Ankerplatten voraussichtlich nicht freigegeben werden. Zur Vermeidung entsprechender Freilegungen empfiehlt es sich einen möglichst geringen konstruktiven Aufbau zu wählen. In Anlehnung an den Ausbaustandart der Stadt Münster bei Gehwegen könnte ein frostsicherer Aufbau von 32 cm mit einem Ev2-Wert von 80 MPa auf OK Schottertragschicht angestrebt werden. Zum Erreichen des Tragwertes auf OK Schotterschicht ist auf dem Erdplanum ein Ev2-Wert von 45 MPa erforderlich. Bei entsprechend geringem konstruktivem Aufbau lässt sich dieser möglicherweise sogar durch Nachverdichtung erreichen, da bei den Baugrunduntersuchungen zwischen den Kranbahnschienen zumindest bei Sch/RKS 3 bis in eine Tiefe von 55 cm gut verdichtbare Sande angetroffen wurden. Ansonsten ist von ca. 20 cm Stabilisierungsschotter auszugehen.

Zur Baugrundstabilisierung können auch ausgebaute unbelastete Schottermaterialien verwendet werden, sofern eine wirtschaftliche Separierung möglich ist. Das könnte im Umfeld von Sch/RKS 5c möglicherweise der Fall sein.

Es ist zu überprüfen, ob der vorhandene **Kran** für die Straßenbauarbeiten in diesem Bereich vorübergehend auf den Schienen verschoben werden kann. Ansonsten müsste zur Wahrung der Standsicherheit des Krans in Abhängigkeit von der Einbindetiefe der Kranbahnfundamente abschnittsweise gearbeitet werden.

Östlich der vorhandenen Kranbahn dürften die Erdarbeiten bei einer Ausschachtungstiefe von ca. 85 cm zur Einbringung des Stabilisierungsschotter deutlich durch das dann vermut-

lich zum Teil freigelegte Verankerungssystem beeinflusst werden. Sofern es keine genauen Unterlagen über die Tiefenlage der Ankerzugglieder sowie der Ankerplatten gibt, empfehlen sich weitere Erkundungsquerschläge zum Aufmaß. Es wäre dann **statisch zu überprüfen**, welche Art von Aufgrabungen vor den Ankerplatten überhaupt zulässig ist, ohne die **Spundwandstandsicherheit** zu gefährden.

Hingewiesen wird auf Erschwernisse bei den Aushubarbeiten, den Verlegearbeiten des Geotextils sowie bei den Verdichtungsarbeiten durch vermutlich freigelegte Ankerplatten und Ankerzugglieder. Eine eigentlich zu bevorzugende statische Verdichtung der Stabilisierungsschicht durch einen schweren Walzenzug dürfte wegen der Ankerzugglieder nicht möglich sein. Es ist dann durch Probeverdichtungen zu ermitteln, ob auch leichte bis mittelschwere dynamisch wirkende Rüttelplatten zur Verdichtung eingesetzt werden können oder ob mit Kleinwalzen ein besseres Verdichtungsergebnis erzielt wird.

Zur Verringerung notwendiger Aufgrabungstiefen wird empfohlen, noch einmal zu überprüfen, ob überhaupt eine Dimensionierung in der Bauklasse Bk1,0 erforderlich ist oder ob auch die Bk0,3 mit einem frostsicheren Aufbau von 50 cm ausreicht. Problem bei der Bk1,0 ist der hohe auf der Tragschicht zu fordernde Ev2-Wert von 150 MPa. Um diesen zu erreichen, muss auf dem Erdplanum auch tatsächlich ein Ev2-Wert von 45 MPa erreicht werden. Bei einem Ev2-Wert von 120 MPa auf der Tragschicht können auf dem Erdplanum auch etwas geringere Werte akzeptiert werden, um den Ev2-Wert auf der Tragschicht dennoch zu erreichen.

Der Einbau von **RC-Material** ist nicht möglich, da in der Stadt Münster in der Regel hierfür ein Grundwasserabstand von 1 m gefordert wird, der hier nicht vorhanden ist.

4 Hinweise zum Kanalbau

Eine Kanalplanung liegt derzeit noch nicht vor. Es wird von eher kleinen RW-Rohren und geringen Verlegetiefen < 2 m auszugehen sein.

Bei Grabentiefen > 1,25 m kann der Grabenverbau z.B. mittels randgestütztem Stahlplattenverbau im Absenkverfahren erfolgen. Sofern Kanäle im Bereich vorhandener Spundwandanker oder sonstiger querender Leitungen verlegt werden müssen, ist ein senkrechter Verbau mit Kanaldielen im Kammerdielenverfahren vorzuziehen.

Zur Entwässerung der Leitungsgräben gegenüber Tagwasser und zusickerndem Grundwasser dürfte eine offene Wasserhaltung ausreichend sein. Hierzu ist sukzessive mit dem Aushub ein 30 cm mächtiger Flächenfilter aus Natursteinschotter 0/32-45 oder grobem Kiessand aufzubringen, in welchem ein Dränrohr zu einem Pumpensumpf führt. Der Flächenfilter dient neben der Entwässerung gleichzeitig der Baugrundstabilisierung. Im Bereich der Leitungssohlen stehen verbreitet weiche Böden oder stark aufweichungsgefährdete Böden an. Bei örtlich sehr weichen Böden ist die Stabilisierungsschicht noch zu erhöhen. Im Zweifelsfall kann der Gutachter zur örtlichen Festlegung hinzugezogen werden. Sofern es sich nicht um Betonrohre mit Fuß handelt, ist noch eine zusätzliche Bettungsschicht aus Sanden entsprechend DIN EN 1610 bzw. nach Vorgaben des Rohrherstellers vorzusehen.

Die bindigen, zu nassen Aushubböden sind zum sackungsarmen Wiedereinbau nicht geeignet. Es ist daher Füllsand einzubauen und fachgerecht entsprechend ZTV E-StB 17 zu verdichten. Zum Erreichen nahezu völliger Witterungsunabhängigkeit empfiehlt es sich, den Feinkornanteil der Sande auf $< 10\%$ zu beschränken.

Zu Detailfragen kann gegebenenfalls nach Vorlage einer Kanalisationsplanung ergänzend Stellung genommen werden.

5. Hinweise zur Gründung des Holzdecks

Geplant ist ein ca. 4 m über die Spundwand in das Hafenbecken ragendes Holzdeck mit Abmessungen von ca. 26 x 9 m. Landseitig liegt die Konstruktion auf einer 20 cm mächtigen Betonplatte und der Spundwand auf. Kanalseitig sind im Abstand von 3 m zur Spundwand 4 Stahlträger (HE 200 B) als Stützen vorgesehen. Zum Schutz des Holzdecks vor Schiffsanprall sollen im Abstand von 5 m zur Spundwand zwei Dalben eingebracht werden.

Der Baugrund besteht bereits ab konstruktiver Kanalsole (53,0 mNN) aus Kreidemergelfels, in welchen die Schwere Rammsondierung nur 1,1 bis 1,85 m tiefer eindringen konnte. Die Felsoberkante fällt dabei in östliche Richtung ab. Bei früheren Untersuchungen für ein temporäres Stegbauwerk im Rahmen der Skulptur Projekte 2017 sind von uns im Bereich des nun geplanten Holzdecks 70 cm Schlammablagerungen über der konstruktiven Kanalsole festgestellt worden (OK Schlamm bei ca. 53,75 m). Der Schlamm weist eine breiige bis sehr weiche Konsistenz auf und ist daher für erdstatische Betrachtungen nicht ansetzbar.

Die Einbringung von Dalben sowie Stahlträgern erfolgt per Rammung. Aufgrund des anstehenden Felsgesteins ist eine **direkte Rammung nicht möglich**. Es sind zunächst Auflockerungsbohrungen erforderlich.

Bei einem Abstand der Dalben von 5 m zur Spundwand wird davon auszugehen sein, dass die Arbeiten von einem **schwimmendem Arbeitsponton** auszuführen sind, da bei einer Ausführung von Land das dann notwendige schwere Arbeitsgerät voraussichtlich zu schwer für die Spundwandkonstruktion sein dürfte. Es wäre dann zunächst ein statischer Nachweis der Spundwand für den Bauzustand erforderlich.

Hingewiesen wird auf die vorherige Notwendigkeit von **Kampfmitteluntersuchungen** im Bereich der Dalben und Stahlträgereinbringungen.

Für die statische Berechnung der Einbindetiefe der Dalben können die in Kapitel 2.8 angegebenen Bodenkennwerte auch bei Ausführung von Lockerungsbohrungen im Vorgang der Rammung angesetzt werden.

Für den Fall relevanter neuabzutragender Vertikalkräfte auf die Spundwand erfolgt nachfolgend eine Ermittlung der aufnehmbaren Vertikalkräfte.

Im sehr festen bis harten Mergelstein lassen sich erfahrungsgemäß einaxiale Druckfestigkeiten von etwa $q_u = 2,0 \geq 8,0 \text{ MN/m}^2$ nachweisen.

Nach *Erb, Sonderdruck VDI-Zeitschrift Bd. 109 (1967)* kann der zulässige Sohldruck bei Streifenlasten direkt dem Wert der einaxialen Druckfestigkeit gleich gesetzt werden.

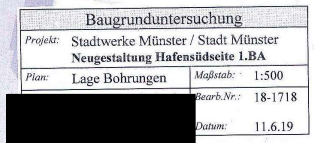
Ausgehend davon, dass früher die Spundwände (hier Hoesch III – Profil mit 23 cm Wandhöhe) mit schwerer Rammung eingebracht wurden, dürfte mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Pfropfenbildung gegeben sein. Für den Tragfähigkeitsnachweis kann damit die umrissene Fußfläche angesetzt werden. Sicherheitshalber wird auf den zusätzlichen Ansatz einer Mantelreibung auf der umrissenen Fläche des Stahlprofils (gegebenenfalls nur Erdreich auf der Wasserseite im Einbindebereich) verzichtet.

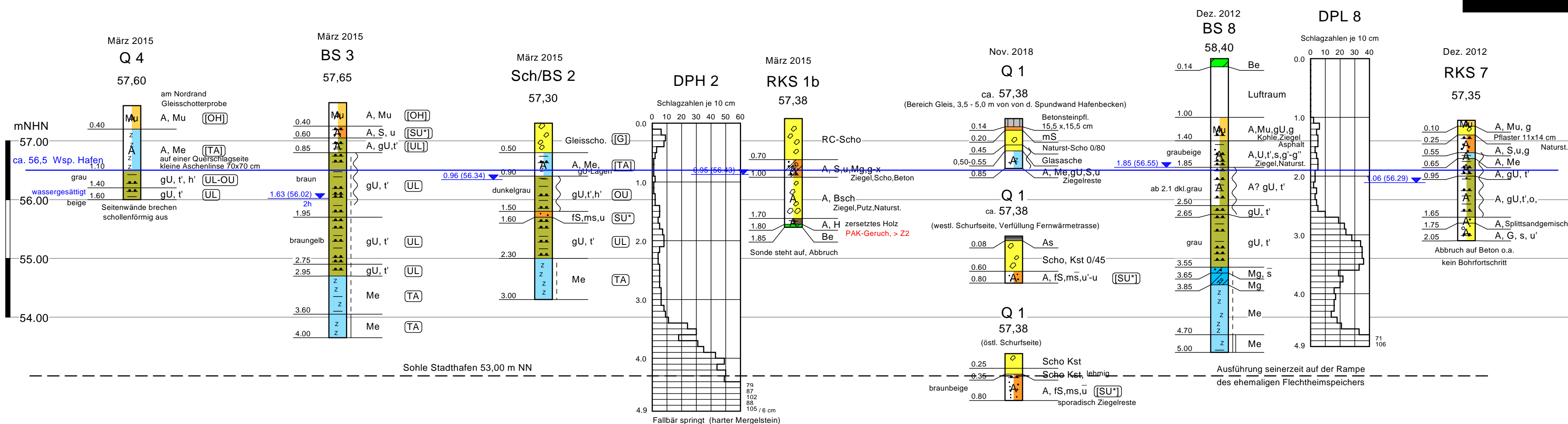
Die vertikale Gebrauchslast der Spundwand ergibt sich so zu: $1,0 \cdot 0,23 \cdot 2,0 = 0,46 \text{ MN} = 460 \text{ kN/m}$.

Die Träger HE 200 B sollten nach entsprechenden Auflockerungsbohrungen in einer Tiefe von ca. 0,5 m unter Endtiefe der ausgeführten schweren Rammsondierungen abgesetzt werden. Die zu erwartenden vergleichsweise kleinen Vertikallasten können vom harten Mergelstein sicher aufgenommen werden.

Für die Betonplatte des Landteils des Holzdecks empfiehlt sich ein Auflager aus 20 cm Natursteinschotter 0/45.

gez. 

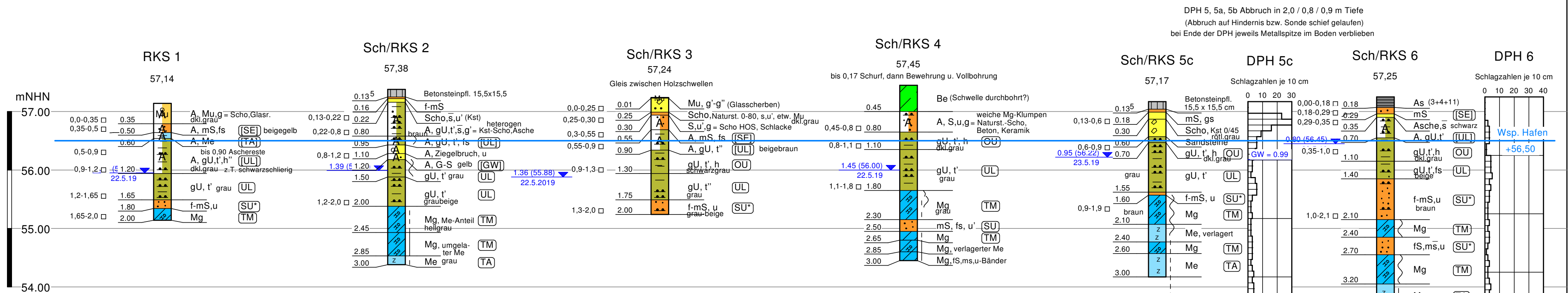




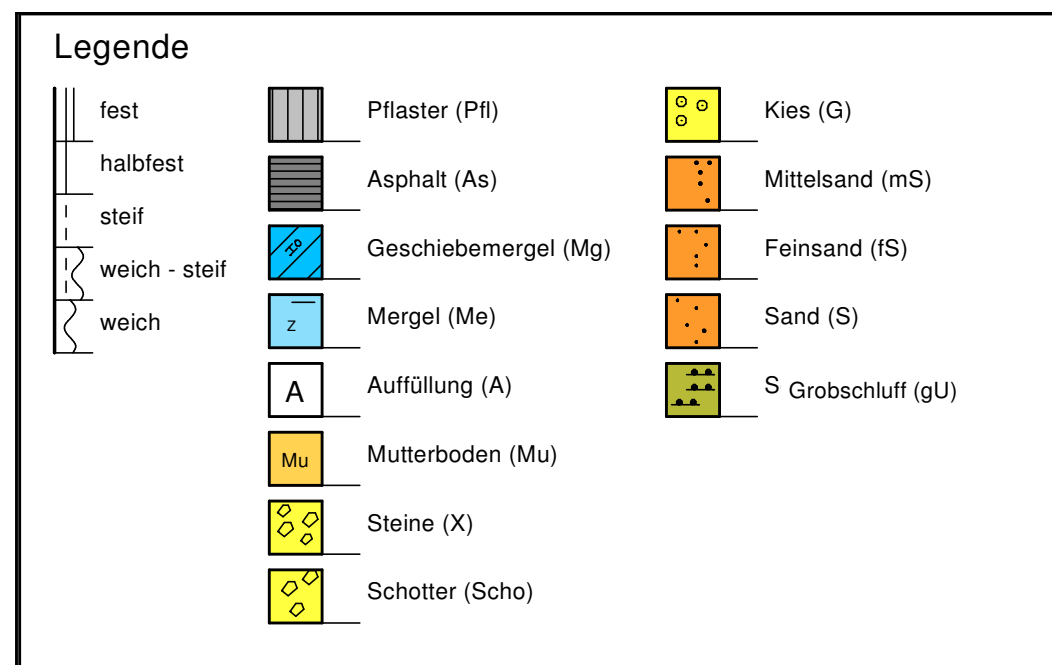
- Q Querschnitte der Stadtwerke
(Schurfaufnahmen durch Umpfenbach)
- Sch Handschurf
- BS Sondierbohrung 25 mm
- RKS Rammkernsondierung 36 mm
- DPH Schwere Rammsondierung
- DPL Leichte Rammsonde
DIN EN ISO 22476-2

Baugrunduntersuchungen

Bodenaufschlussprofil
Maßstab d.H. 1:50



Bodenbezeichnung nach DIN 4023



Nebenanteile

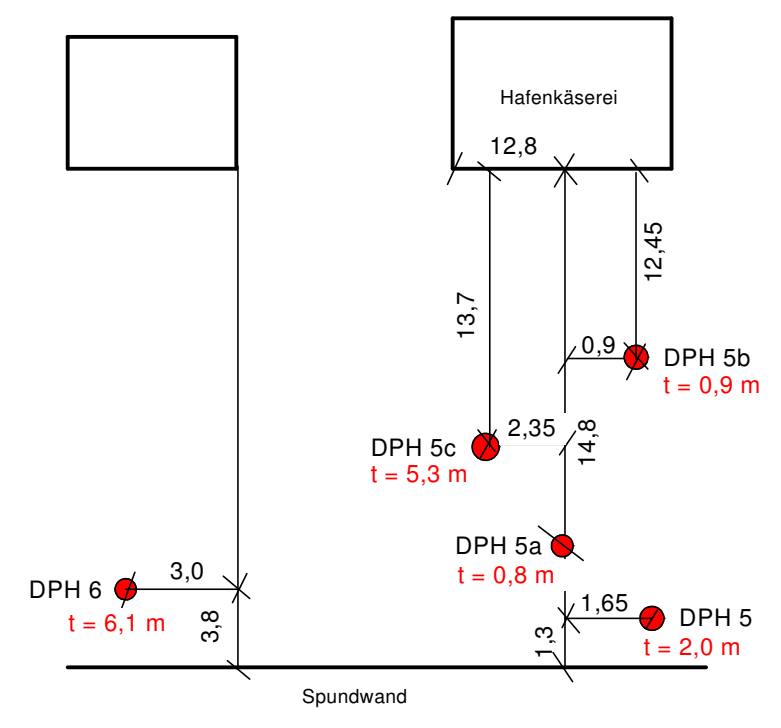
x steinig
g kiesig
s sandig
ms mittelsandig
fs feinsandig
u' schwach schluffig (< 15 %)
u schluffig (15-30 %)
ū stark schluffig (30-40 %)
t' schwach tonig
t'' sehr schwach tonig
h' schwach humos

□ Bodengruppe DIN 18196

1,0
22. und 23.5.19 GW Ruhe

□ gestörte Probe

Lageskizze im Boden verbliebene Metallspitzen (DPH)



Q Querschnitte der Stadtwerke
(Schurfaufnahmen durch Umpfenbach)
Sch Handschurf
BS Sondierbohrung 25 mm
RKS Rammkernsondierung 36 mm
DPH Schwere Rammsondierung
DPL Leichte Rammsonde
DIN EN ISO 22476-2

Baugrunduntersuchungen

Bodenaufschlussprofil

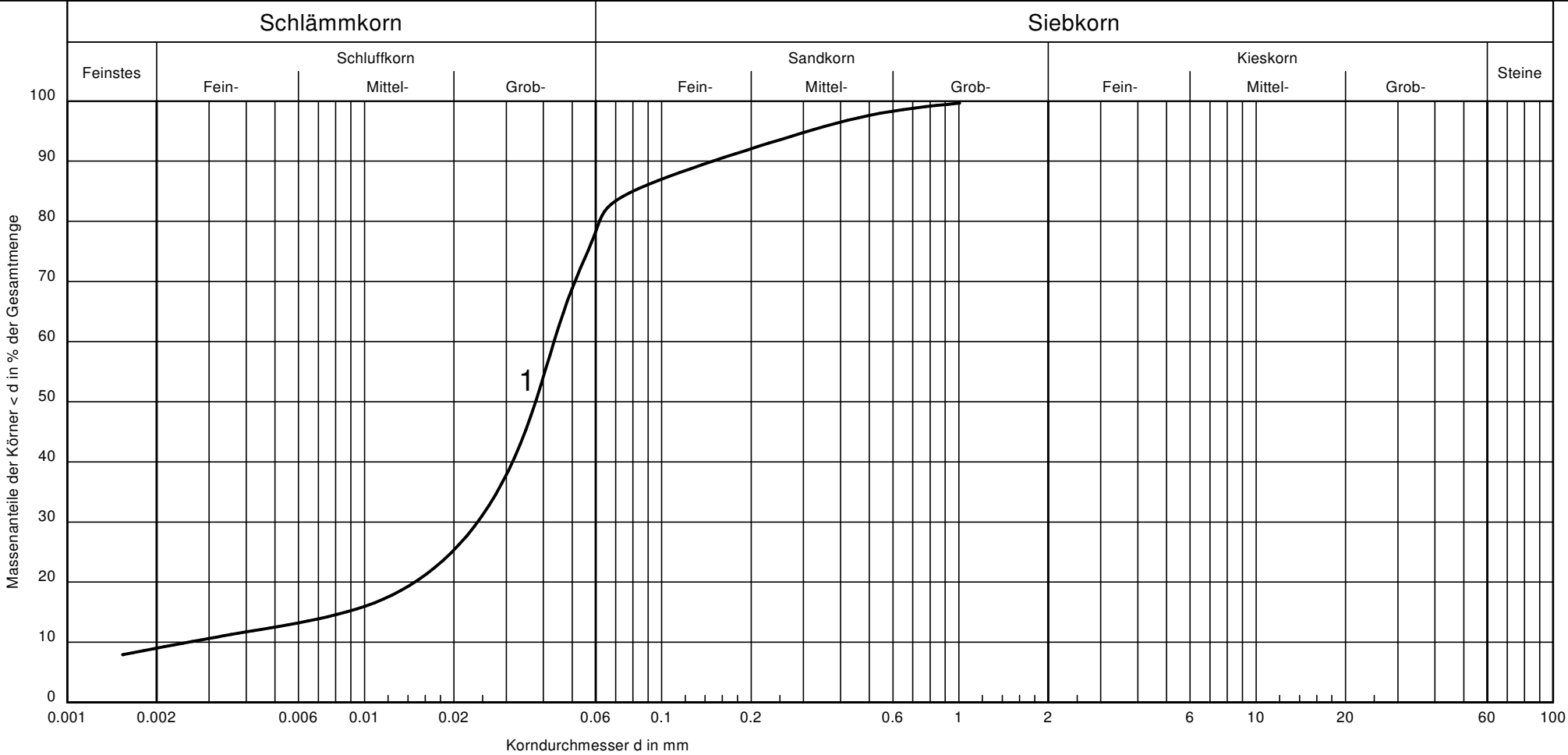
Maßstab d.H. 1:50



Datum: 12.6.2019

Körnungslinie
Stadtwerke Münster / Stadt Münster
Neugestaltung Hafensüdseite 1.BA

Probe entnommen am: 23.05.2019
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Sedimentation / Nasssiebung



Bezeichnung:	2
Bodenart:	gU, t', fs', ms'
Tiefe:	0,6-0,9 m
Entnahmestelle	RKS 5c
U/Cc	17.0/5.2
T/U/S/G [%]:	9.0/71.9/19.1/ -
k [m/s] nach Beyer	-

Bemerkungen:

Anlage: 3
Bericht:
18-1718