ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG
Ingenieur Consult Geotechnik
Beratende Ingenieure für Baugrund, Grundbau,
Hydrogeologie und Altlasten
Baugrundlaboratorium

Düsseldorf-Medienhafen, BV Pier One, Stufe 1

Düsseldorf, 23.02.2018

Projekt-Nr.: 60875

Auftrag-Nr.: 12724

Baugrunderkundung - Orientierende Beurteilung der Gründungsvoraussetzungen und der Entsorgung von Aushubmaterialien

Stand: 18.11.2019

Inhaltsverzeichnis Seite

1 Veranlassung 4
2 Unterlagen 5
3 Baugrund 6
3.1 Regionalgeologische Verhältnisse 6
3.2 Geotechnische Kategorie / Untersuchungsumfang 7
3.2.1 Aufschlüsse von Land 8
3.2.2 Aufschlüsse im Bereich des Hafenbeckens vom Arbeitsschiff 9
3.3 Baugrundaufbau 11
3.3.1 Baugrundaufbau im Bereich der Landzungen 11
3.3.2 Baugrundaufbau im Hafenbereich 12
3.4 Baugrundbeurteilung 13
3.4.1 Schicht 1a: Auffüllungen 13
3.4.2 Schicht 1b: Hafenschlamm 14
3.4.3 Schicht 2a: Hochflutablagerungen 14
3.4.4 Schicht 2b: Terrassenablagerungen 15
3.4.5 Schicht 3: Marine Ablagerungen 19
4 Erdbebenzone 20
5 Flusswasserstand/ Grundwasserstand 21
6 Beurteilung der anstehenden Böden hinsichtlich umwelt- und entsorgungsrelevanter Belange 22
6.1 Schicht 1a - Auffüllungen 24
6.2 Schicht 1b – Hafenschlamm 24
6.3 Schichten 2a und 2b – Auenlehme, Terrassensande, Kiese 25
6.4 Schicht 3 – tertiäre Feinsande 25
7 Orientierende Beurteilung der Gründungsvoraussetzung 27
8 Schlussbemerkung 30

Anlagenverzeichnis Anlage

Lageplan 1

Bohrprofile, Baggerschürfe und Rammdiagramme 2

Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen 3

Untersuchungsbericht Nr. AU61312 ..... 3.1

Untersuchungsbericht Nr. AU38808 ..... 3.2

Chemische Zuordnungs- und Grenzwerte 3.3

1 Veranlassung

Im Medienhafen von Düsseldorf ist in der Verlängerung der Landzunge Kesselstraße innerhalb des Hafenbeckens B der Neubau eines Piers- das sogenannte Pier One - geplant.

Der rechteckförmige Baukörper mit Abmessungen von ca. 58 x 137 m besitzt eine Grundrissfläche von rund 8.000 m². Gemäß derzeitigem Planungsstand ist auf dem Pier die Errichtung eines Gebäudekomplexes mit sechs Obergeschossen und einer Parkebene geplant. Die Erschließung des Piers erfolgt zu den benachbarten Landzungen Plange Mühle, Kesselstraße und Speditionstraße über drei Brückenverbindungen. Die Lage des geplanten Bauvorhabens Pier One ist dem nachfolgenden Bild 1-1 zu entnehmen.

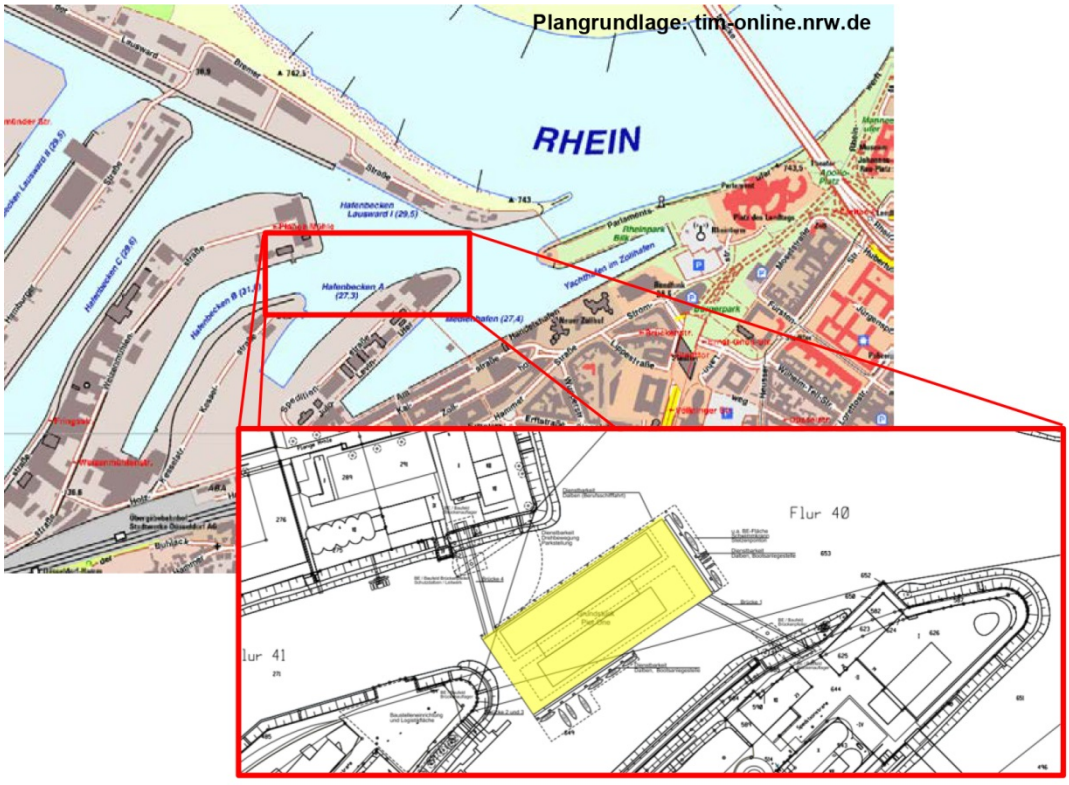


Bild 1–1 Lage des geplanten Bauvorhabens Pier One (in gelb)

Es sollen Baugrunderkundungen durchgeführt und der Bodenaufbau im Bereich des geplanten Piers beurteilt werden. Auf der Grundlage der erhaltenen Aufschlussergebnisse soll orientierend zu den Gründungsvoraussetzungen fachgutachterlich Stellung genommen werden. Weiterhin sollen basierend auf den Ergebnissen der an repräsentativen Bodenproben durchgeführten Laboruntersuchungen die anstehenden Böden hinsichtlich umwelt- und entsorgungsrelevanter Belange beurteilt und eingestuft werden.

2 Unterlagen

Zur Ausarbeitung der vorliegenden Stellungnahme standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

Projektbezogene Unterlagen

[1] Lageplan zum Bauvorhaben Pier One vom 18.07.2017.

[2] Architektenpläne, Stand: 07/2017.

3 Baugrund

3.1 Regionalgeologische Verhältnisse

Das Areal befindet sich im Hafengebiet der Stadt Düsseldorf innerhalb des Rheintals. Für den Untersuchungsbereich lagen der regionalgeologischen Verhältnisse umfangreiche Informationen aus vorliegenden geologischen und ingenieurgeologischen Karten (4706, Blatt Düsseldorf) sowie einer Vielzahl von in unmittelbarer Nachbarschaft des Baufelds im Rahmen früherer Baumaßnahmen durchgeführten Baugrunduntersuchungen vor.

Die grundsätzlichen geologischen Verhältnisse des Untersuchungsbereiches sind im nachfolgenden Bild 3-1 skizziert.

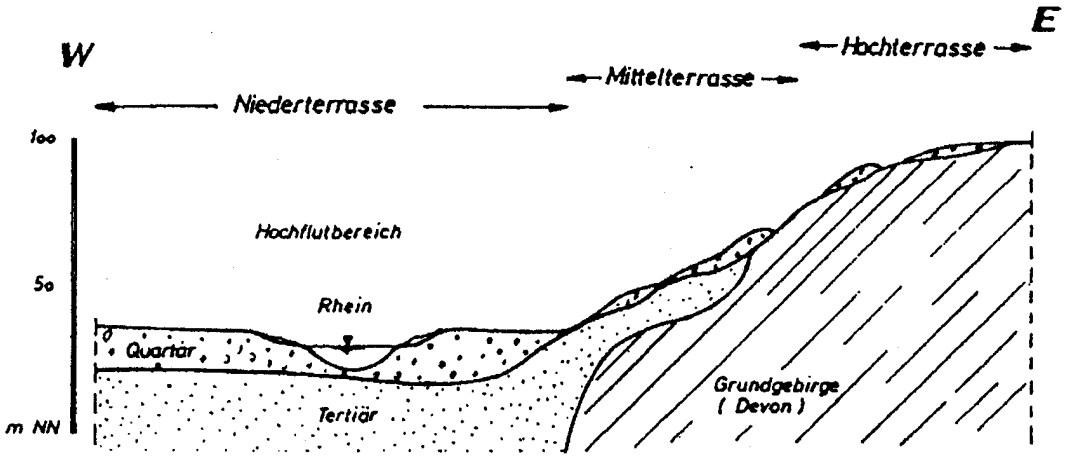


Bild 3–1 Vereinfachter geologischer Schnitt durch das Rheintal (Ostseite)

Der geologische Aufbau des Rheintals ist durch die Bildung der quartären Flussterrassen charakterisiert. Die aus dem Pleistozän stammenden Ablagerungen der Niederterrasse füllen die Talsohle. Zum Teil sind im Liegenden aber auch noch Reste der Unteren Mittelterrasse vorhanden. Im Bereich des heutigen Flusslaufs liegen über den pleistozänen - also eiszeitlich vorbelasteten - Sedimenten jüngere Schichten, die dem Holozän zuzuordnen sind (im Bild 3-1 nicht separat gekennzeichnet) und als rezente Ablagerungen bezeichnet werden. Es ist bekannt, dass innerhalb der Terrassensedimente auch Steine und Blöcke sowie verfestigte Zonen vorkommen können.

Unterhalb der Terrassenablagerungen stehen im Bereich der Niederrheinischen Bucht marine Sande des Tertiärs an, die wie die aus dem Pleistozän stammende Niederterrasse eiszeitlich vorbelastet sind.

Im Hafenbereich ist aus Gründen des Hochwasserschutzes das natürliche Gelände in der Vergangenheit angehoben worden, so dass die vorgenannten gewachsenen Lockergesteinsschichten von mehr oder minder mächtigen Anschüttungen überdeckt werden.

3.2 Geotechnische Kategorie / Untersuchungsumfang

Nach den Einstufungsmerkmalen der Tabelle AA.1 des Eurocode 7-Handbuchs (Geotechnische Bemessung, Teil 1: Allgemeine Regeln) wird die Baumaßnahme unter Berücksichtigung der zu erwartenden Baugrund- und Grundwasserverhältnisse in die **Geotechnische Kategorie GK 2** eingestuft.

Hierauf abgestimmt wurden ergänzend zu den aus den Nachbarbereichen Plange Mühle und Speditionstraße bereits vorliegenden Bohr- und Sondieraufschlüssen im Januar 2018 zur Erkundung des Baugrundes die in den nachfolgenden Kapiteln 3.2.1 und 3.2.2 dargestellten Baugrundaufschlüsse (Bohrungen, Sondierungen, Baggerschürfe) ausgeführt.

Insgesamt wurden **29 Bodenproben** zur Durchführung von bodenmechanischen und chemischen Laborversuchen entnommen. Die gewonnenen Bodenproben wurden vor Ort bzw. im Labor hinsichtlich ihrer granulometrischen Zusammensetzung sowie organoleptisch angesprochen und in Schichtenverzeichnisse gemäß DIN EN ISO 14688-1 eingetragen.

Die Ansatzpunkte der direkten und indirekten Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig im örtlichen System (mNHN-Werte, Rechts- und Hochwert) eingemessen und sind zusammen mit den folgenden repräsentativen Aufschlüssen aus der Nachbarschaft im Lageplan der Anlage 1 eingetragen:

- **drei Rammkernbohrungen** nach DIN EN ISO 22475-1 mit Tiefen von 20,0 bis 22,0 m unter Ansatzpunkt sowie **zwei Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH)** nach DIN EN ISO 22476-2 mit Tiefen von 22,0 bis 23,0 m unter Ansatzpunkt im Bereich der Landzungen Plange Mühle und Speditionstraße aus den Jahren 2000 bzw. 2007.

Anmerkung: Die Höhenangaben in diesem Bericht beziehen sich auf das Höhensystem DHHN2016 (mNHN). Die Altaufschlüsse aus den Jahren 2000 und 2007 haben das Höhenbezugssystem DHHN12 (mNN). Die Aufschlüsse aus dem Jahr 2018 wurden im Höhensystem DHHN92 (mNHN) eingemessen. Der Höhenunterschied zwischen den Höhensystemen DHHN12 (mNN) und DHHN92 (mNHN) beträgt im Untersuchungsgebiet lediglich etwa 3 cm und der Höhenunterschied zwischen den Höhensystemen DHHN92 (mNHN) und DHHN2016 (mNHN) nur etwa 1,7 cm. Die Höhensystemunterschiede werden bei der Baugrundbeschreibung vernachlässigt.

3.2.1 Aufschlüsse von Land

Folgende Aufschlüsse wurden landseitig (Landzunge Kesselstraße) ausgeführt:

- **eine Rammkernbohrung** nach DIN EN ISO 22475-1 mit einer Tiefe von 23,0 m unter Ansatzpunkt, Bohrdurchmesser ø 100 bis 60 mm (teleskopierend), zur Erkundung des Baugrundaufbaus und der Bodenschichtung sowie zur Entnahme von Bodenproben.

- Indirekter Aufschluss in Form von **eine Sondierung mit der schweren Rammsonde (DPH)** nach DIN EN ISO 22476-2 mit einer Tiefe von 25,0 m unter Ansatzpunkt zur Bestimmung der Festigkeit (Lagerungsdichte, Zustandsform) der anstehenden Böden.

3.2.2 Aufschlüsse im Bereich des Hafenbeckens vom Arbeitsschiff

Zur Beurteilung der Untergrundverhältnisse im Bereich des Piers innerhalb des Hafenbeckens wurden von einem Arbeitsschiff im Zeitraum vom 22.01. bis 26.01.2018 insgesamt **acht Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH)** nach DIN EN ISO 22476-2 bis in Tiefen von 23,0 m unter Ansatzpunkt und **drei Baggerschürfe** ausgeführt.

Zum Zeitpunkt der Erkundung lag der Hafenwasserspiegel aufgrund der Hochwasserführung des Rheins bei ca. 32,0 mNHN und damit ca. 8,0 m oberhalb der Hafensohle. Aufgrund des hohen Wasserspiegels mussten zur seitlichen Stützung des Gestänges die Rammsondierungen im Schutze einer Verrohrung (Hohlbohrschneckenverfahren) durchgeführt werden (siehe Bild 3-2).

Bild 3–2 Ausführung Rammsondierung im Schutze einer Verrohrung

Das Gestänge der Hohlbohrschnecke wurde jeweils ca. 1,0 m in die unterhalb des Hafenschlamms anstehenden gewachsenen quartären kiesigen Sande geführt. Anschließend wurden die Sondierungen innerhalb der Verrohrung abgeteuft.

Im Zuge der Erkundungsmaßnahmen wurde festgestellt, dass unterhalb des Hafenschlamms Steinschüttungen (Steine, Blöcke, siehe Bild 3-3) vorhanden sind, die aller Voraussicht nach zum Schutz der Hafensohle gegen Erosion eingebracht wurden.

Bild 3–3 Mittels Baggerschürfen unterhalb des Hafenschlamms geborgener Block

Eine Durchörterung der Hindernisse mittels der Rammkernsonde war in Verbindung mit den zum Zeitpunkt der Durchführung der Erkundungen vorherrschenden hohen Wasserständen verfahrenstechnisch nicht durchführbar. Da die Ergebnisse der Rammsondierungen unmittelbar mit dem bekannten Schichtenaufbau aus der Nachbarschaft korrelierten und so der Schichtenverlauf sicher beurteilt werden konnte, wurde auf weitere direkte Bohraufschlüsse vom Arbeitsschiff aus verzichtet. Zur Gewinnung repräsentativer Bodenproben aus dem Hafenschlamm und den darunter anstehenden gewachsenen kiesigen Sanden und Kiessanden wurden als Ersatz Baggerschürfe durchgeführt.

3.3 Baugrundaufbau

Grundlage der im betrachteten Untersuchungsbereich anstehenden Baugrundverhältnisse sind die Ergebnisse der vorstehend beschriebenen geotechnischen Untersuchungen. Die Ergebnisse der Felderkundungen sind im Einzelnen der Anlage 2 (Bohrprofile, Baggerschürfe und Rammdiagramme) zu entnehmen.

Die Ergebnisse der vorstehend beschriebenen Erkundungen bestätigen die aus dem unmittelbaren Nachbarbereich bereits vorliegenden Aufschlussergebnisse. Grundsätzlich ist von einem dreischichtigen Baugrundaufbau auszugehen, der sich wie folgt darstellt:

- Schicht 1:
  Auffüllungen/Hafenschlamm
- Schicht 2:
  quartäre Böden (Hochflutablagerungen, Sande und Kiese der Rheinterrasse)
- Schicht 3:
  tertiäre Feinsande

3.3.1 Baugrundaufbau im Bereich der Landzungen

Im Bereich der Landzungen Plange Mühle, Kesselstraße und Speditionstraße wurden unterhalb der Geländeoberkante (ca. 34,0 mNHN) bis in Tiefen von ca. 1,5 bis 4,4 m aufgefüllte bzw. umgelagerte Erdstoffe erkundet. Die **Auffüllungen (Schicht 1a)** bestehen zumeist aus schluffigen Sanden und sandigen Schluffen, die zum Teil schwache bis mäßige anthropogene Beimengungen aus Betonbruch, Ziegelbruch, Schlacke, Asche, Schwarzdecke sowie Schotter enthalten.

Unterhalb der Auffüllungen folgen als oberste gewachsene Bodenschicht sandige, zum Teil tonige Schluffe und stark schluffige Sande mit einer Mächtigkeit von ca. 3,7 bis 6,5 m. Bei den feinsandigen Schluffen und stark schluffigen Sanden handelt es sich um relativ junge holozäne **Hochflutablagerungen des Rheins (Schicht 2a)**.

Den Hochflutablagerungen folgen etwa ab den Ordinaten 25,2 bis 26,8 mNHN die stark sandigen Kiese der **Rheinterrasse (Schicht 2b)**.

Im Liegenden der quartären Terrassenschotter sind die **marinen Feinsande des Tertiärs (Schicht 3)** verbreitet. Die Oberfläche der tertiären Böden wurde im Untersuchungsbereich mit den Bohrungen und Sondierungen etwa zwischen den Ordinaten 11,8 bis 14,8 mNHN erkundet.

3.3.2 Baugrundaufbau im Hafenbereich

Im Bereich des Hafenbeckens wurden unterhalb der Hafensohle (ca. 24,0 bis 25,0 mNHN) schwach organische feinsandige Schluffe (**Hafenschlamm, Schicht 1b**) mit einer Mächtigkeit von etwa 0,5 bis 2,4 m erkundet. Unterhalb des Hafenschlamms sind Steinschüttungen (Steine, Blöcke, siehe Bild 3-3) vorhanden, die aller Voraussicht nach zum Schutz der Hafensohle gegen Erosion eingebracht wurden.

Dem Hafenschlamm folgen etwa ab den Ordinaten 21,1 bis 23,0 mNHN die stark sandigen Kiese und kiesigen Sande der **Rheinterrasse (Schicht 2b)**.

Im Liegenden der quartären Terrassenablagerungen sind die **marinen Feinsande des Tertiärs (Schicht 3)** verbreitet. Die Oberfläche der tertiären Böden wurde im Untersuchungsbereich etwa zwischen den Ordinaten 12,5 bis 13,7 mNHN erkundet.

3.4 Baugrundbeurteilung

Nachfolgend werden die vorgenannten Böden hinsichtlich ihrer generellen bodenmechanischen Eigenschaften beschrieben und beurteilt.

Eine umfassende Bodenklassifikation, Einteilung in Homogenbereiche sowie Angabe der bodenmechanischen Kennwerte erfolgen im Zuge der Ausarbeitung des endgültigen geotechnischen Berichts unter Einbeziehung der Ergebnisse der in einem nächsten Bearbeitungsschritt (Stufe 2) vorgesehenen bodenmechanischen Laborversuche.

3.4.1 Schicht 1a: Auffüllungen

Gemäß der in Anlage 2 dargestellten Rammdiagramme wurden innerhalb der Auffüllungen mit der schweren Rammsonde (DPH) überwiegend nur geringe Eindringwiderstände von N_{10H} = 1 bis 5 gemessen. Danach sind die angeschütteten Erdstoffe als sehr locker bis locker gelagert zu beurteilen. Lokal gemessene Schlagzahlen von etwa bis zu N_{10H} = 10 sind auf grobstückige Einlagerungen oder Verkittungen zurückzuführen.

Nach sensitiver Beurteilung der aus den bindigen Zonen der Anschüttung entnommenen Proben wiesen diese Anschüttungszonen zum Zeitpunkt der Erkundung vorwiegend eine weiche bis steife Konsistenz auf.

Die Auffüllungen sind ausgehend von ihrer stofflichen Zusammensetzung sowie ihrer geringen Lagerungsdichte und Steifigkeit als nur gering tragfähiger Baugrund zu beurteilen und für die Abtragung von konzentrierten Bauwerkslasten nicht geeignet.

3.4.2 Schicht 1b: Hafenschlamm

Bei dem oberhalb der eigentlichen Hafensohle angetroffenen Hafenschlamm handelt es sich um Fein- und Feinstkornsedimente, die sich in Abhängigkeit von den Strömungsverhältnissen und der Beeinflussung durch den Schiffsverkehr in unterschiedlicher Dicke über der Hafensohle auf den anstehenden Terrassensanden und -kiesen ablagern.

Vom Kornaufbau her ist der Hafenschlamm als feinsandiger, schwach organischer Schluff zu klassifizieren. Der Glühverlust wurde im Labor mit 2,1 % ≤ GLV ≤ 3,9 % bestimmt. Die Zustandsform des Schlamms ist als breiig bis flüssig einzustufen.

Der Schlamm wird insbesondere aus dem Fahrrinnenbereich von den Hafenbetrieben kontinuierlich abgebaggert und entsorgt. Bezüglich gründungstechnischer Belange ist er von untergeordneter Bedeutung.

3.4.3 Schicht 2a: Hochflutablagerungen

Erfahrungsgemäß handelt es sich bei den Hochflutablagerungen um einen leicht plastischen Ton (TL), bei höherem Sandanteil um ein Sand-Schluff-Gemisch (SU*).

Ausgehend von den mit der schweren Rammsonde (DPH) gemessenen Eindringwiderständen von überwiegend N_{10H} = 1 bis 5 sowie den Ergebnissen der fachtechnischen Beurteilung der aus dieser Schicht gewonnenen Bodenproben besitzen die sandigen Schluffe im ungestörten Zustand eine weiche bis steife Konsistenz (I_C ~ 0,5 bis 0,7). Bei Wasserzutritt oder unter Grundwasser und gleichzeitigen dynamischen Einwirkungen (Baustellenverkehr etc.) verlieren die bindigen Böden ihre natürliche Festigkeit und gehen rasch in eine breiige Zustandsform (I_C < 0,25) über.

Das Kornverteilungsspektrum der Hochflutablagerungen kann gemäß den aus den Nachbarbereichen vorliegenden Körnungslinien dem nachfolgend dargestellten Kornverteilungsband entnommen werden (siehe Bild 3-4).

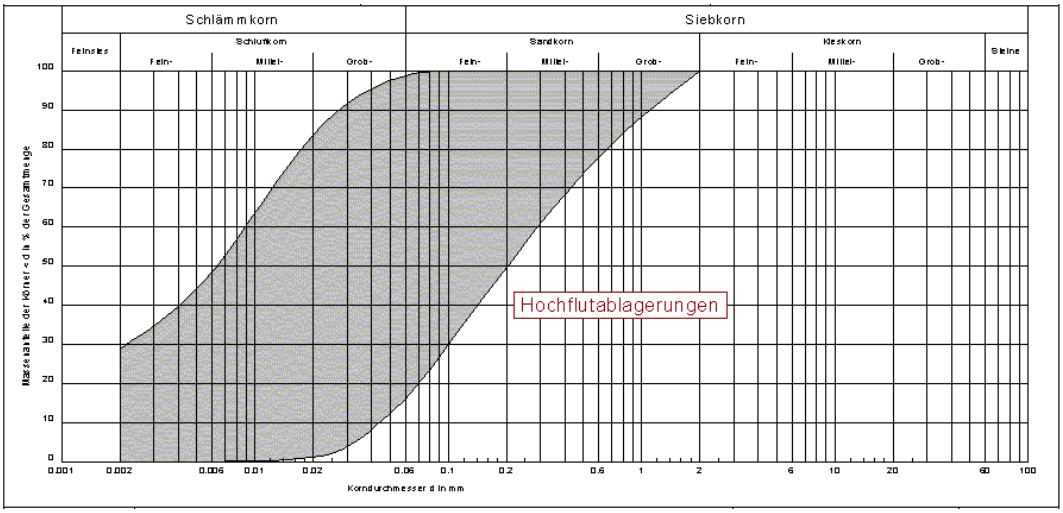


Bild 3–4 Körnungsband Hochflutlehm, Auelehm, schluffiger Feinsand

Die Schluffe der Hochflutablagerungen sind generell als gering tragfähig sowie stark zusammendrückbar zu beurteilen. Außerdem wird auf die Fließ- und Erosionsempfindlichkeit bei Wasserzutritt (Oberflächenwasser, Stauwasser) sowie Frostempfindlichkeit hingewiesen.

3.4.4 Schicht 2b: Terrassenablagerungen

Die Terrassenablagerungen, auch Terrassenschotter genannt, sind in Bezug auf die Korngrößenverteilung als schwach schluffige Fein-, Mittel- und Grobsande, Kiessande und sandige Kiese zu beurteilen. Oberflächennah stehen überwiegend mehr oder minder fein- und grobsandige, am Schichtbeginn im Bereich der Landzungen auch schluffige Mittelsande an.

Diese Mittelsande gehen zur Tiefe hin in Kiessande oder sandige Kiese über. Örtlich können einzelne zwischengelagerte, wenige Dezimeter dicke Schluffbänder auftreten, welche in der Regel zumeist nur eine geringe flächenhafte Ausdehnung aufweisen. Im Bereich des Hafenbeckens sind die anstehenden Terrassenablagerungen oberflächennah mit Hafenschlamm durchsetzt.

Erfahrungsgemäß handelt es sich bei den Terrassenablagerungen überwiegend um ein intermittierend gestuftes Kies-Sand-Gemisch (GI). In Teilbereichen liegen weit bis eng gestufte Sande vor (SW, SE). Bei höherem Anteil an Schluffen sind die Böden als Sand-Schluff- bzw. Kies-Schluff-Gemische (SU bzw. GU) zu klassifizieren.

Generell besteht zwischen Kies, Kiessand und Sand eine deutlich ausgeprägte Bänderung bzw. Feinschichtung. Neben gut kornabgestuften, kiesigen Sanden und Kiessanden sind vor allem in größerer Aufschlusstiefe auch eng gestufte, sandarme Kiesschichten mit offenen Strukturen und mit Stein- und Blockeinlagerungen anzutreffen.

Wie sich bei einer Vielzahl von Bohrungen im Stadtgebiet von Düsseldorf gezeigt hat, sind die wechselnden Lagen aus Sand, Kiessand und Kies nicht horizontbeständig und weisen eine unterschiedliche Mächtigkeit von wenigen Dezimetern bis mehreren Metern auf. Aus früheren Baumaßnahmen ist bekannt, dass Kiesschichten oft in größeren Sandpaketen keilförmig auslaufen. In den quartären Ablagerungen kommen in unregelmäßiger Verteilung auch Steine und Blöcke vor, die in der Regel Kantenlängen von 6 bis 60 cm erreichen. Es wurden in einzelnen Fällen aber auch schon Blöcke mit Kantenlängen bis max. etwa 2,0 m angetroffen.

Nahe der Quartärbasis innerhalb der dort in geringer Restschichtdicke oberhalb des Tertiärhorizontes noch vorhandenen Unteren Mittelterrasse sind erfahrungsgemäß vermehrt Stein- und Blockeinlagerungen verbreitet. Hierbei handelt es sich überwiegend um Quarzite sowie devonische Sandsteine und Schiefergesteine. Die Stein- und Blockeinlagerungen besitzen überwiegend Durchmesser von wenigen Dezimetern. Einzelne Blöcke mit einem Durchmesser von 1,0 m oder mehr können erfahrungsgemäß allerdings auch hier nicht ausgeschlossen werden.

Neben diesen als Basisgerölle zu bezeichnenden Block- und Steineinlagerungen sind örtlich auftretende verkittete, verkieselte und verockerte Sandstein- und Kieskonglomerathorizonte von besonderer Bedeutung. Bei in früherer Zeit im Stadtgebiet von Düsseldorf durchgeführten großkalibrigen Greiferbohrungen wurden Proben des verkitteten Gesteinsmaterials in ausreichender Güte für die Durchführung von einaxialen Zylinderdruckversuchen gewonnen. Die an diesen verkitteten Materialien durchgeführten einaxialen Zylinderdruckversuche ergaben seinerzeit Gesteinsfestigkeiten von q_u = 100 bis 200 MN/m². Diese harten Gesteinsschwarten treten erfahrungsgemäß in unterschiedlicher Ausdehnung und Dicke auf. Eine genauere Eingrenzung der Ausdehnung und der Schichtdicke derartiger „Gesteinsschwarten" lassen sich im Voraus auf der Grundlage der vorliegenden Baugrundaufschlüsse nicht vornehmen.

Das Kornverteilungsspektrum der Terrassenablagerungen (quartäre Sande, Kiessande und Kiese) kann gemäß den diesbezüglich vorliegenden Erfahrungswerten dem nachfolgenden Diagramm entnommen werden (siehe Bild 3-5):

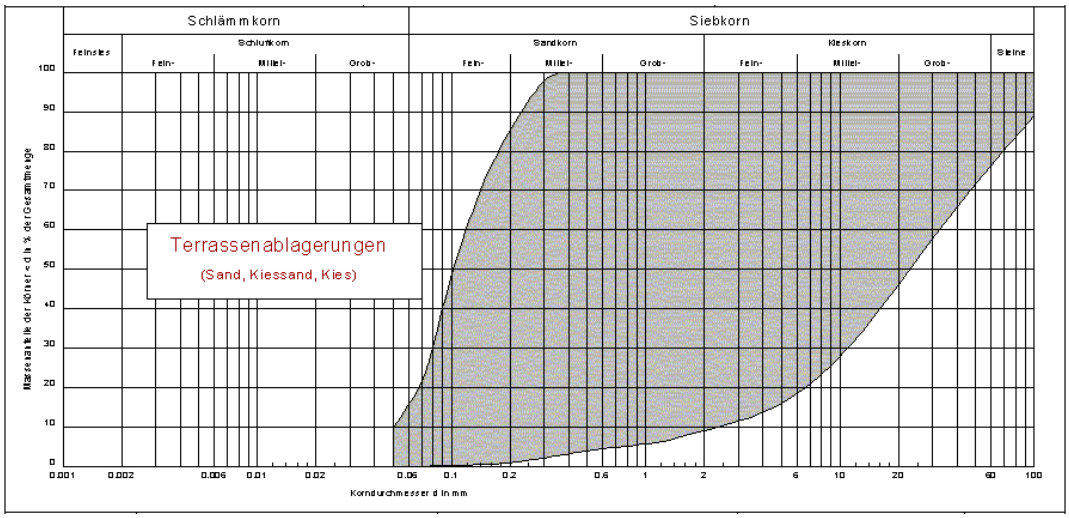


Bild 3–5 Körnungsband der Terrassenablagerungen

Die Widerstandslinie (Rammdiagramm) der innerhalb des geplanten Baubereichs ausgeführten schweren Rammsondierungen verläuft unregelmäßig getreppt und verdeutlicht dadurch die vorstehend beschriebene Wechsellagerung der Terrassenablagerungen des Rheins.

Wie aus den Rammdiagrammen der mit der schweren Rammsonde ausgeführten Sondierungen (DPH) ferner zu erkennen ist, sind in den Terrassenablagerungen im Bereich der Landzungen Plange Mühle, Kesselstraße und Speditionstraße durchschnittlich Eindringwiderstände von N_{10} = 10 bis 15 gemessen worden, die eine mitteldichte bis dichte Lagerung kennzeichnen (D = 0,30 bis 0,60). Bereichsweise kommen aber auch Zonen mit Schlagzahlen von $N_{10} \approx 20$ vor, bei denen eine dichte Lagerung vorliegt (D = 0,50 bis 0,70). In Teilbereichen festgestellte Spitzenwerte von $N_{10} \geq 50$ sind auf Steineinlagerungen oder auf Verkittungen bzw. Verockerungen zurückzuführen. Vor allem im oberflächennahen Bereich der Wasserwechselzone wurden örtlich auch nur geringe Eindringwiderstände von $N_{10} \leq 5$ gemessen, die auf eine lockere bis mitteldichte Lagerung (D ≈ 0,15 bis 0,30) hindeuten. Zur Tiefe hin nehmen die Eindringwiderstände der Rammsonde zu.

Innerhalb des Hafenbeckens wurden oberflächennah im Vergleich zu den Ergebnissen im Bereich der jeweiligen Landzungen mit der schweren Rammsonde deutlich geringere Eindringwiderstände von lediglich N_{10} = 5 bis 10 festgestellt, die eine lockere bis mitteldichte Lagerung kennzeichnen. Ein Anstieg der Schlagzahlen auf ein durchschnittliches Niveau von N_{10} = 10 bis 15 und damit eine mitteldichte bis dichte Lagerung der Kiessande, sandigen Kiese und kiesigen Sande wurde erst ab einer Höhenordinate von etwa 16,0 mNHN erkundet.

Auch unter Berücksichtigung örtlich eingelagerter Bänder mit geringerer Lagerungsdichte sind die Terrassenschotter generell bereits als gut tragfähiger und unter Bauwerkslasten nur gering zusammendrückbarer Baugrund zu klassifizieren. Es ist allerdings zu beachten, dass die Steifigkeit und Scherfestigkeit der Terrassenschotter innerhalb des Hafenbeckens im Vergleich zu den erkundeten Terrassenablagerungen im Bereich der Landzungen oberflächennah aufgrund der festgestellten geringeren Lagerungsdichte abgemindert sind.

3.4.5 Schicht 3: Marine Ablagerungen

Bei den tertiären Böden handelt es sich um eine bis in große Tiefen sich fortsetzende monotone Folge von glaukonit- und glimmerhaltigen schwach schluffigen bis schluffigen Fein- und Mittelsanden.

Erfahrungsgemäß sind diese Böden überwiegend den Bodengruppen SU und SU* gemäß DIN 18196 zuzuordnen.

Wie im nachfolgenden repräsentativen Kornverteilungsband dargestellt (siehe Bild 3-6), besteht der Boden überwiegend aus einem gleichkörnigen mittelsandigen Feinsand. Die bindigen Kornanteile variieren etwa zwischen 5 und 20 %.

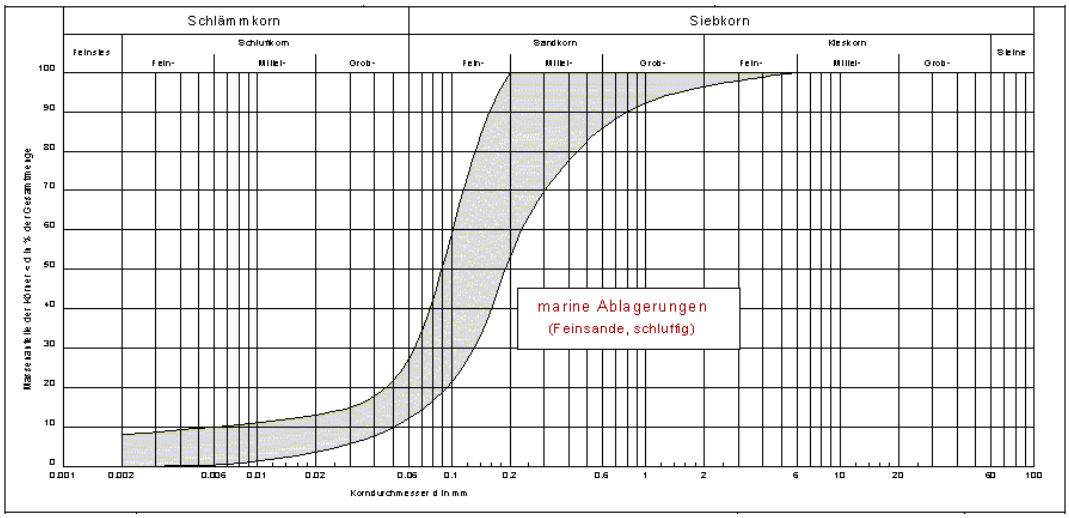


Bild 3–6 Körnungsband der marinen Ablagerungen des Tertiärs

Insbesondere an der Schichtgrenze des Tertiärs zum Quartär können, wie bereits unter Abschnitt 3.4.4 beschrieben, sehr harte sandsteinartige Verfestigungen der marinen Sande, die durch Verkieselung und Verockerung entstanden sind, vorkommen. Auf eine derartige Verfestigung weisen die Ergebnisse der Rammsondierung DPH 9 hin. Die Rammsonde wurde in einer Tiefe von ca. 21,0 m unter der Wasseroberfläche (Ordinate ~ 13,0 mNHN) abrupt fest.

Innerhalb der Feinsande können örtlich auch Kiesbänder oder linsenartige Kieseinlagerungen ebenso wie vereinzelte Quarzitblöcke eingelagert sein.

Mit dem Eindringen der schweren Rammsonde in die tertiären Feinsande ist zumeist ein deutlicher, örtlich auch abrupter Anstieg der Rammwiderstände auf $N_{10} \approx 50$ bis 70 und höher festzustellen, die eine sehr dichte Lagerung ($D \geq 0{,}65$) dieser marinen Ablagerungen kennzeichnen.

Bedingt durch den Kornaufbau ist der tertiäre Feinsand unter Grundwasser bzw. bei Zutritt von Wasser als stark fließ- und erosionsgefährdet und im Hinblick auf dynamische Einwirkungen als sehr stark bewegungsempfindlich zu beurteilen.

Grundsätzlich ist allerdings der tertiäre Feinsand als sehr gut tragfähiger und unter Bauwerkslasten nur gering zusammendrückbarer Baugrund zu klassifizieren.

4 Erdbebenzone

Nach dem Normen-Handbuch Eurocode 8 (Erdbeben), Band 1: Allgemeine Regeln, in Verbindung mit 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** in der Nähe der Grenze zur Erdbebenzone 0 und ist in die geologische **Untergrundklasse T** einzuordnen.

Der tiefreichende Bodenaufbau aus mitteldicht bis dicht gelagertem Kies und Sand (quartäre Terrassenablagerungen) sowie folgend von dicht gelagerten tertiären Feinsanden ist in die **Baugrundklasse C** einzustufen.

5 Flusswasserstand/ Grundwasserstand

Im Untersuchungsbereich ist davon auszugehen, dass der Grundwasserstand dem Rheinwasserstand ohne nennenswerte Verzögerung und in nahezu vollem Umfang folgt.

Der höchste Wasserstand wurde im vergangenen Jahrhundert im Jahre 1926 am Düsseldorfer Pegel mit HHW_{1926} = 35,48 mNHN und im Hafengebiet mit

HHW_{1926} = 35,76 mNHN

gemessen.

Über diesen Jahrhunderthochwasserstand wird allerdings von der Wasserwirtschaftsverwaltung ein Anstieg auf

BHW = 36,47 mNHN

für das Hafengebiet für möglich gehalten.

Eine statistische Auswertung der in der Vergangenheit im Hafenbereich in Abhängigkeit von der Jahreszeit aufgetretenen Wasserstände und eine Ermittlung der Überschreitungswahrscheinlichkeit charakteristischer Wasserstände erfolgt im abschließenden, der Planung zugrunde zu legenden geotechnischen Bericht (Stufe 2 der Untersuchungen).

6 Beurteilung der anstehenden Böden hinsichtlich umwelt- und entsorgungsrelevanter Belange

Zur Durchführung chemischer Untersuchungen und Beurteilung der vorstehend beschriebenen Böden hinsichtlich umwelt- und entsorgungsrelevanter Belange wurden von den im Zuge der Erkundungskampagne im Januar 2018 gewonnenen Bodenproben repräsentative Proben ausgewählt und zur Durchführung von chemischen Analysen weitergeleitet. Die für die chemischen Analysen ausgewählten Proben sind in den Schichtprofilen der Anlage 2 dokumentiert. Untersucht wurden insgesamt zwei Proben des Hafenschlamms (Schicht 1b) und eine Probe der den Hafenschlamm unterlagernden Terrassensande und Terrassenkiese (Schicht 2b), (siehe Tabelle 6.1).

Tabelle 6-1 Bodenproben für chemische Analysen

Proben-Nr.	Probenart	Entnahmeort	Schicht-Nr.	Bodenart	Entnahmetiefe [m]
61312-1	MP 1	Schurf 4 und 5	1b	Hafenschlamm	8,5 bis 11,5
61312-2	MP 2	Schurf 4,5 und 7	2b	Terrassensande/-kiese	10,6 bis 11,8
61312-3	EP 1	Schurf 7	1b	Hafenschlamm	8,2 bis 10,6

MP = Mischprobe, EP = Einzelprobe

Die vorgenannten beiden Mischproben (MP 1, MP 2) und die Einzelprobe EP 1 wurden entsprechend der Parameterliste der technischen Regeln Boden der Mitteilung 20 der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln – Stand: 06.11.2003 (LAGA-Richtlinie) im Feststoff und Eluat chemisch analysiert.

Zusätzlich zur Parameterliste der LAGA-Richtlinie wurden weitere Untersuchungsparameter der Deponieverordnung (DepV, Stand 05/2013) in das Untersuchungsprogramm mit einbezogen. Im Einzelnen handelt es sich hierbei um folgende Parameter:

Feststoff:	**Eluat:**
schwer flüchtige, lipophile Stoffe	Fluorid,
Glühverlust	Cyanid,
Atmungsaktivität (AT4)	DOC,
Brennwert (HO)	Antimon,
gesamter organischer Kohlenstoff	Barium,
(TOC)	Molybdän,
elementarer Kohlenstoff	Selen

Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind im Untersuchungsbericht AU 61312 (Anlage 3.1) aufgelistet. Der besseren Übersicht wegen sind die Ergebnisse in der Tabelle der Anlage 3.3 nochmals zusammengefasst und den jeweiligen Zuordnungs-/Einstufungs-werten der LAGA und der DepV gegenübergestellt worden.

Auf dieser Grundlage wurde für eine orientierende Beurteilung der Entsorgungsvoraussetzungen eine Einstufung der anstehenden Böden gemäß den vorgenannten Richtlinien und Verordnungen vorgenommen.

Zusätzlich zu den Ergebnissen der vorstehend beschriebenen „neuen" Untersuchungen wurde eine aus dem Jahr 2011 vorliegende chemische Analyse des Hafenschlamms aus dem der Landzunge Plange Mühle vorgelagerten Hafenbereich in die Beurteilung mit einbezogen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind im Untersuchungsbericht AU 38808 vom 20.09.2011 dokumentiert und dem vorliegenden Bericht als Anlage 3.2 beigefügt. Darüber hinaus wurden auch diese Werte in die Tabelle der Anlage 3.3 eingepflegt.

Weiterhin wurden in die nachfolgende Beurteilung die Erkenntnisse und Erfahrungswerte aus benachbarten Bauvorhaben im Bereich der Speditionstraße und Weizenmühlenstraße einbezogen.

6.1 Schicht 1a - Auffüllungen

Bei den Auffüllungen in den Widerlagerbereichen der Landzungen Plange Mühle, Speditionstraße und Kesselstraße handelt es sich überwiegend um Sand-/Schluffgemische mit schwachen bis starken Fremdanteilen aus Bauschutt, Asche und Schlacke. In den vorliegenden Aufschlüssen waren die Konzentrationen der Fremdanteile gering (≤ 10 %), so dass das Material im Sinne der LAGA noch als Boden einzustufen ist. Grundsätzlich kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass örtlich Zonen mit deutlich erhöhtem Kornanteil aus Fremdmaterialien angetroffen werden, so dass eine Einstufung gemäß LAGA-Bauschutt erforderlich ist.

Die mittels der Sondierungen/Bohrungen aus den jeweiligen Untersuchungsbereichen gewonnenen Anschüttungsmaterialien waren mit Ausnahme der vorgenannten Fremdeinlagerungen organoleptisch unauffällig. Ausgehend von der stofflichen Zusammensetzung ist erfahrungsgemäß bei geringen Konzentrationen von Fremdeinlagerungen (≤ 10 %) bei einer Beurteilung nach LAGA M 20 (Stand November 2003) eine Einstufung der Böden in die Verwertungsklassen der Zuordnungswerte Z 1.2 (eingeschränkter offener Einbau) und Z 2 (eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen) zutreffend.

Bei einer Verbringung der Materialien auf eine Deponie (DepV) ist von einer Einstufung in die Deponieklasse I auszugehen.

Im Rahmen der geplanten Baumaßnahme werden derartige Anschüttungsmaterialien voraussichtlich nur in geringem Volumen anfallen. Auf chemische Analysen wurde darum vorerst verzichtet.

6.2 Schicht 1b – Hafenschlamm

Unterhalb der Hafensohle wurden – wie vorstehend beschrieben – in unterschiedlicher Dicke von wenigen Dezimetern bis maximal 2,4 m Hafenschlamm in breiiger bis flüssiger Zustandsform angetroffen. Hierbei handelt es sich um Fein- und Feinstkornablagerungen mit unterschiedlich organischem Massenanteil.

Aufgrund der breiigen bis flüssigen Zustandsform sind Hafenschlämme ohne Aufbereitung nicht für eine Verwertung im geregelten Erdbau oder für eine

Verbringung auf eine Deponie geeignet. Üblicherweise werden diese Materialien bei entsprechender chemischer Eignung zur Verfüllung von Restlöchern, Baggerseen etc. verwendet bzw. dort verklappt.

Die Analyse des Hafenschlamms wurde zur Beurteilung des Schadstoffpotentials entsprechend den Parametern der LAGA M 20 (Stand November 2003) und der DepV durchgeführt. Wie der Anlage 3.3 zu entnehmen ist, wurden bei allen vorliegenden Untersuchungen einschließlich der Untersuchung aus dem Jahre 2011 im Hafenschlamm, sowohl im Feststoff als auch im Eluat leicht erhöhte Schwermetallgehalte ermittelt, die generell allerdings die Zuordnungswerte Z 1.2 der LAGA M 20 (November 2003) einhalten. Weiterhin ist der Phenolgehalt im Eluat geringfügig erhöht.

Maßgebend für die Einstufung sind allerdings erhöhte PAK-Konzentrationen im Feststoff von bis zu 16 mg/kg, wodurch eine Einstufung überwiegend in die Wiedereinbauklasse Z 2 LAGA-Boden vorgenommen wurden.

In Abhängigkeit von dem tatsächlichen Entsorgungsweg sind ggf. die erhöhten TOC-Werte von 1,7 bis 2,7 % zu beachten. Die Atmungsaktivität AT4 wurde allerdings mit < 0,5 mgO_2/g und der Brennwert mit < 0,5 MJ/kg ermittelt, so dass die organischen Anteile im Hinblick auf die Festlegung der Entsorgungswege voraussichtlich von untergeordneter Bedeutung sind.

6.3 Schichten 2a und 2b – Auenlehme, Terrassensande, Kiese

Nach den vorliegenden Analysenergebnissen und den generell für das Hafengebiet vorliegenden Erfahrungswerten handelt es sich in der Regel um anthropogen nicht beeinflusste gewachsenen Böden deren chemische Inhaltsstoffe die Zuordnungs-/Grenzwerte der LAGA Z 0 und der Deponieverordnung DK 0 unterschreiten und somit einer Verwertung im uneingeschränkten Einbau zugeführt werden können.

6.4 Schicht 3 – tertiäre Feinsande

Chemische Analysen der unterhalb der quartären Lockergesteine (Auelehm, kiesiger Sand, Kiessand) anstehenden tertiären Feinsande wurden nicht durchgeführt.

Erfahrungsgemäß unterschreiten die im Stadtgebiet von Düsseldorf großflächig verbreiteten Grafenberger Sande die Zuordnungswerte der LAGA M 20 (Stand November 2003), so dass eine Einstufung der Feinsande ebenfalls in die Wiedereinbauklasse Z 0 bzw. Deponieklasse DK 0 zutreffend ist. Die tertiären Feinsande weisen geogenbedingt örtlich allerdings erhöhte Schwefelgehalte (Sulfate) auf, die im Eluat ggf. den Zuordnungswert Z 1.1 (Schluff, Sand) der neuen LAGA (Stand 2004) von 20 mg/l überschreiten, so dass nach den Kriterien der neuen LAGA eine Einstufung des Bodens in die Wiedereinbauklasse Z 1.2 vorzusehen ist.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass auf der Grundlage der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen und der vorliegenden Erfahrungswerte, sämtliche analysierten Bodenproben die Grenze der Verwertbarkeit gemäß LAGA M 20-Boden (Stand 2003) bzw. die dort definierten Zuordnungswerte Z 2 unterschreiten, so dass bei geeigneter stofflicher Zusammensetzung und ausreichender Zustandsform generell von einer Verwertbarkeit auszugehen ist.

Sofern keine Verwertungsmöglichkeit zur Verfügung steht, ist unter Beachtung der aufgezeigten Einschränkungen (TOC, Brennwert) für die gewachsenen Böden eine Beseitigung entsprechend DepV auf eine Deponie der Klasse 0, bezogen auf die angeschütteten Böden auf eine Deponie der Klasse I durchführbar.

Bezüglich des Hafenschlamms sind aufgrund der Konsistenz und stofflichen Zusammensetzung die vorgenannten besonderen Verwertungswege in Abstimmung mit den Hafenbetrieben zu beachten.

7 Orientierende Beurteilung der Gründungsvoraussetzung

Für die Gründung des Piers innerhalb des Hafenbeckens ist eine Tiefgründung auf Pfählen geplant. In Abhängigkeit vom Bodenaufbau, den Hafenwasserständen, der Nachbarbebauung und der Größe der über die Pfähle in den Untergrund abzutragenden Lasten können vom Grundsatz her sowohl Fertigrammpfähle aus Stahl oder Stahlbeton als auch Bohrpfähle zur Ausführung gelangen. Sämtliche Gründungsarbeiten müssen im Bereich des geplanten Piers von einem Stelzenponton aus mit schweren Ramm- oder Bohrgeräten ausgeführt werden.

Die Rammbarkeit der anstehenden Böden ist abhängig vom Kornaufbau, der Lagerungsdichte und der Konsistenz. Eine verbindliche Klassifizierung der Rammbarkeit von Böden ist den maßgebenden Normen nicht zu entnehmen. Grundsätzlich ist festzustellen, dass ausgehend vom Kornaufbau und der Lagerungsdichte die anstehenden Terrassensande und -kiese als leicht bis mittelschwer rammbar einzustufen sind. Es wird in diesem Zusammenhang aber auf örtlich nicht auszuschließende Rammhindernisse in Form von Stein- und Blockeinlagerungen sowie natürliche Verkittungen der quartären Böden hingewiesen. Stein- und Blockeinlagerungen sind insbesondere in Form von sogenannten Basisgeröllen an der Schichtgrenze Quartär/Tertiär zu erwarten. Darüber hinaus wurden Rammhindernisse unterhalb des Hafenschlamms in Form von Steinschüttungen festgestellt, die aller Voraussicht nach zur Befestigung/Stabilisierung der Hafensohle eingebracht wurden.

Die unterhalb der Terrassenschotter erkundeten tertiären Feinsande besitzen generell eine dichte bis sehr dichte Lagerung und sind damit als schwer bis sehr schwer rammbar einzustufen. Darüber hinaus ist örtlich am Übergang Quartär/Tertiär mit felsartig verkitteten Gesteinsschwarten zu rechnen, die mittels Rammung allein nicht zu durchörtern sind, so dass diesbezüglich Zusatzmaßnahmen (Austauschbohrungen mit schwerem Bohrgerät) erforderlich werden können.

Hinsichtlich der Planung und Ausführung von Fertigrammpfählen ist die DIN EN 12699:2001-05 (2010-11) zu beachten. Das Rammverfahren, die Pfahlart und die Pfahlabmessungen sind neben den statischen Erfordernissen auf die sensible Nachbarbebauung hinsichtlich der zu erwartenden Lärm- und Erschütterungsemissionen abzustimmen. Sofern die Ausführung von

Fertigrammpfählen als Gründungsvariante unter den bestehenden Verhältnissen in der Planung weiterverfolgt wird, sollten zur Feststellung des Rammverfahrens und der ggf. notwendigen zusätzlichen Einbringhilfen vorab Proberammungen vorlaufend durchgeführt und die Tragfähigkeit derartiger Pfähle durch dynamische Pfahlprobebelastungen ermittelt werden.

Aufgrund der vorstehend aufgezeigten Risiken bezüglich der Durchörterung von möglichen Rammhindernissen, der von der Rammung ausgehenden Emissionen sowie der generellen schweren Rammbarkeit der anstehenden tertiären Böden hat sich bei vergleichbaren Verhältnissen und Baumaßnahmen die Ausführung von Bohrpfählen bewährt. Die Herstellung derartiger Pfähle muss ebenfalls vom Ponton aus erfolgen. Die Pfahlbohrungen müssen im Schutz einer vorlaufenden Verrohrung abgeteuft werden. Zur Tiefe hin ist mit ausreichender Einbindung in die gewachsenen Böden vom Grundsatz her auch eine Suspensionsstützung des Bohrlochs ausführbar. Im Bereich der Wassereinbindung muss die Stützung der Frischbetonsäulen durch zusätzlich mit der Bewehrung eingebrachter Stahlhülsen erfolgen.

Vorteile einer Bohrpfahlgründung liegen insbesondere in der weitgehend erschütterungs- und lärmarmen Herstellweise. Darüber hinaus lassen sich je nach angewandter Verfahrenstechnik Bohrpfähle mit entsprechend großem Durchmesser und tiefer Einbindung in den Untergrund herstellen, über die hohe Pfahlkräfte in den Untergrund abgetragen werden können. Hindernisse lassen sich mit den eingesetzten Bohrgeräten erfahrungsgemäß relativ risikoarm durchörtern.

Hinsichtlich der Planung, statischen Berechnung und Ausführung von Bohrpfählen wird auf die DIN 1054:2010-12 (Baugrundsicherheits-nachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1) in Verbindung mit der DIN 1054/A1:2012-08, die DIN EN 1536:2010-12 (Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bohrpfähle), die DIN SPEC 18140:2012-02 (Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 1536:2010-12, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bohrpfähle) und die EA-Pfähle (2012) verwiesen.

Die Tragfähigkeit derartiger Pfähle ist – wie vorstehend erläutert – u. a. abhängig von der Lagerungsdichte und Scherfestigkeit der tragfähigen Schichten sowie von der Einbindelänge der Pfähle in diese Schichten. Als ausreichend tragfähige Bodenschichten für die Abtragung von Pfahllasten sind

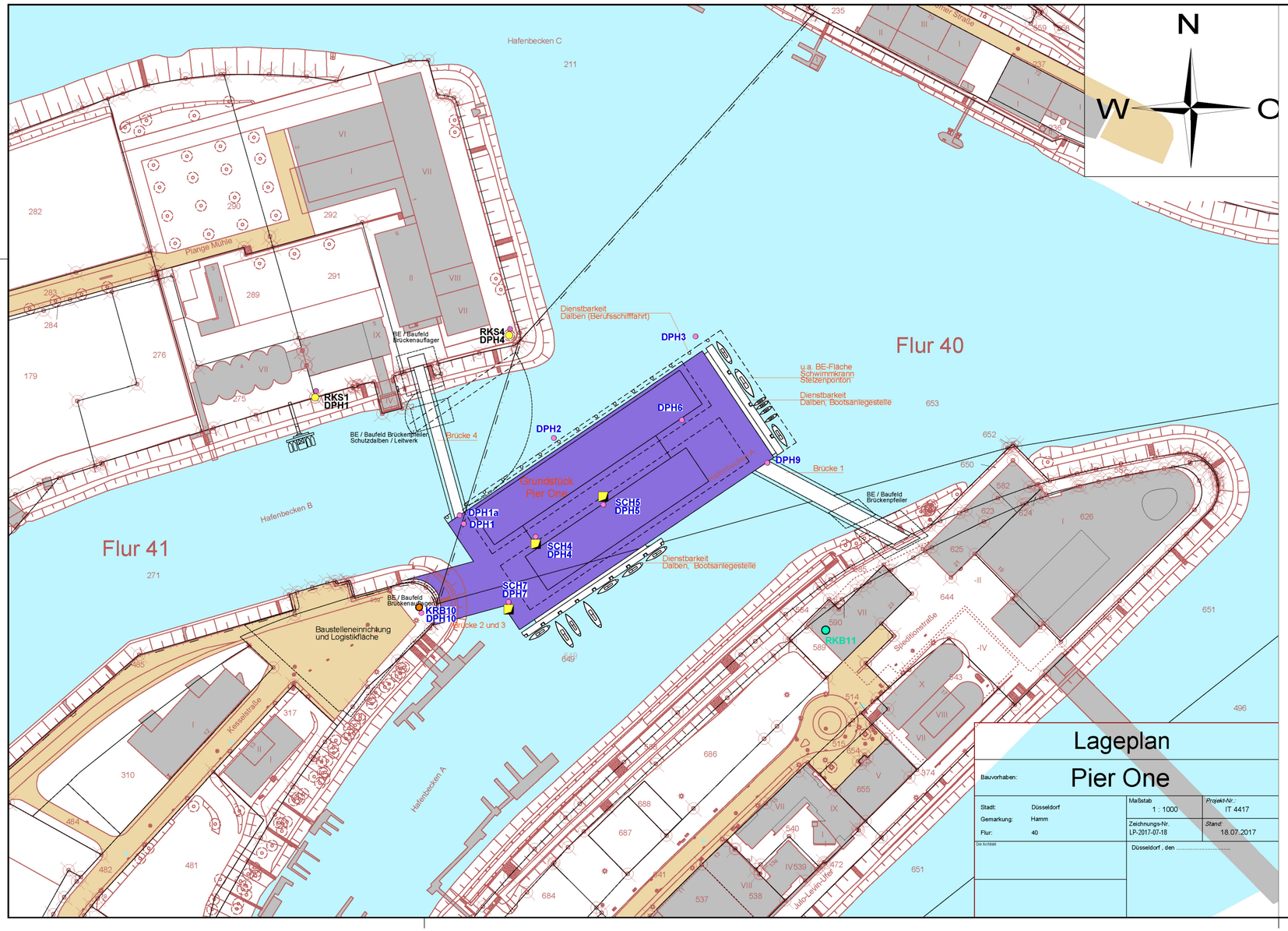
im Baubereich die unterhalb der Hochflutablagerungen bzw. des Hafenschlamms anstehenden quartären Sande und Kiese sowie die zur Tiefe hin folgenden tertiären Feinsande zu beurteilen. Unter Berücksichtigung verfahrenstechnischer Einflüsse aber auch aufgrund von ggf. vorhandenen örtlichen Schwächezonen sollten jedoch die Pfähle nicht im unmittelbaren Übergangsbereich Quartär/Tertiär abgesetzt werden. Es ist entweder eine einheitliche Lastabtragung innerhalb der quartären Sand-, Kiessand- und Kiesschichten mit einem Mindestabstand von ca. 2,0 m oberhalb des Tertiärhorizontes anzustreben oder eine Tieferführung der Pfahlaufstandsebenen bis in eine Tiefe von mindestens 3,0 m unter der Quartärbasis vorzusehen.

8 Schlussbemerkung

Es wurde auftragsgemäß eine Baugrunderkundung zur Beurteilung des Bodenaufbaus und der generellen Gründungsvoraussetzungen im Bereich des geplanten Bauvorhabens Pier One durchgeführt. Darüber hinaus wurden die anstehenden Böden hinsichtlich umwelt- und entsorgungsrelevanter Belange beurteilt und eingestuft.

Die abschließende umfassende Beschreibung und Beurteilung der Untergrundverhältnisse entsprechend den Anforderungen des EC 7 und die Festlegung der Bemessungswerte für die geplante Pfahlgründung erfolgen in der Untersuchungsstufe 2 in Form eines abschließenden geotechnischen Untersuchungsberichts angepasst an die zu diesem Zeitpunkt fortgeschrittene Genehmigungsplanung.

Anlagen



Zusätzliche Eintragungen

SCH	- Schurf	Januar 2018
KRB	- Kleinrammbohrung	
DPH	- schwere Rammsondierung	
RKB	- Rammkernbohrung	September 2007
RKS	- Kleinrammbohrung	November 2000
DPH	- schwere Rammsondierung	

Die Lage der Untersuchungspunkte wurde im UTM-Koordinatensystem und die Höhe in m NHN eingemessen.

Lageplan

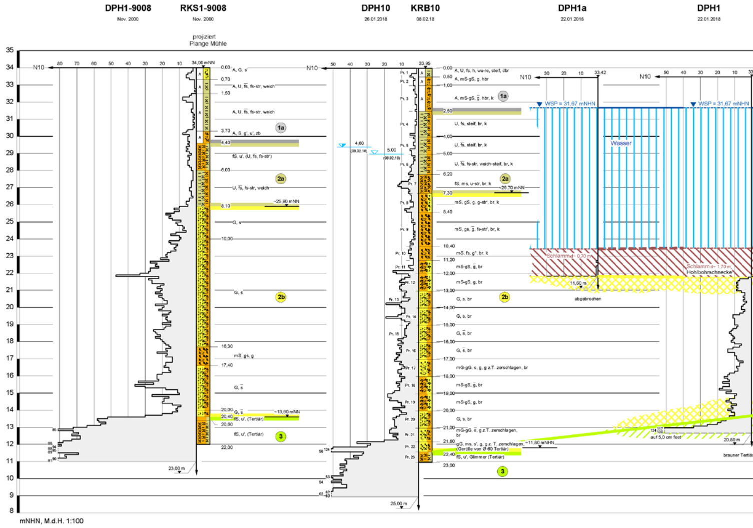
Bauvorhaben: **Pier One**

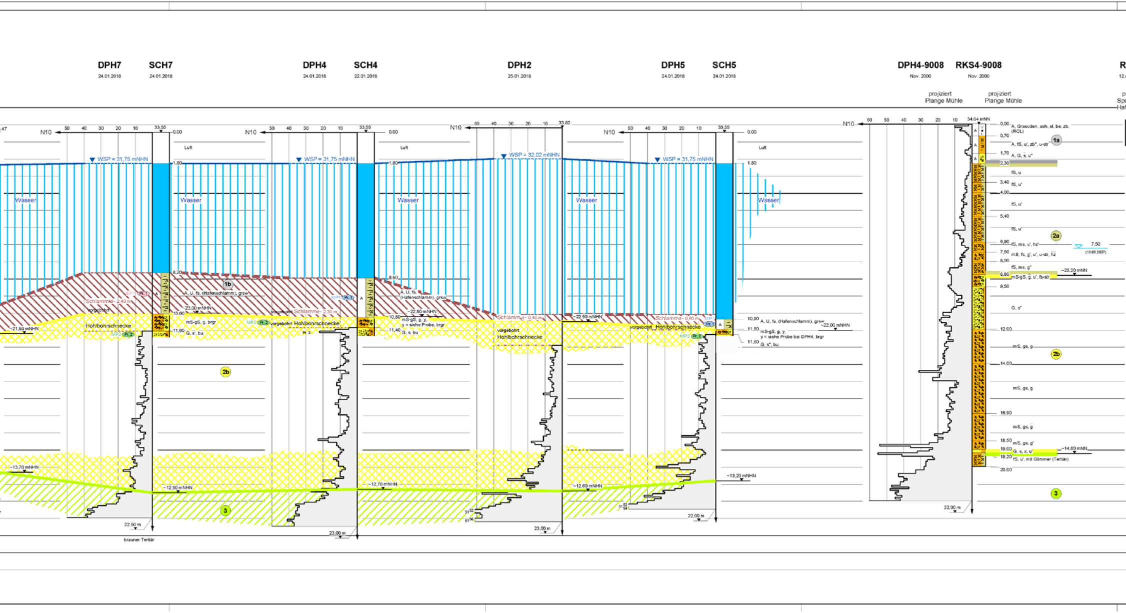
Stadt:	Düsseldorf	Maßstab 1 : 1000	Projekt-Nr.: IT 4417
Gemarkung:	Hamm	Zeichnungs-Nr. LP-2017-07-18	Stand: 18.07.2017
Flur:	40		

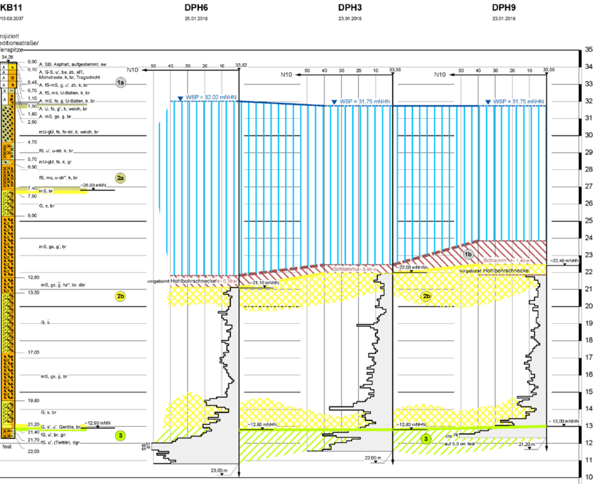
Der Architekt

Düsseldorf , den .....

Projekt:	Pier One Baugrunderkundung Düsseldorf - Hafen	Anlage-Nr.:	1
Planinhalt:	Lageplan mit Lage der Erkundungspunkte	Maßstab:	1:1000
		Datum:	03.01.2018
		gez.:	-
		Bearb.:	-
Plan-Nr.:		Stand:	23.02.2018


DPH1-9008
Nov. 2000
RKS1-9008
Nov. 2000
projiziert
Plange Mühle
DPH10
26.01.2018
KRB10
08.02.18
DPH1a
22.01.2018
DPH1
22.01.2018
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
N10
80
70
60
50
40
30
20
10
34,00 mNN
0,00 A, G, s'
0,70
A, U, fs, fs-str, weich
1,50
A, U, fs, fs-str, weich
3,70 A, S, g', u', zb
1a
4,40
fS, u', (U, fs, fs-str')
6,00
2a
U, fs, fs-str, weich
~25,90 mNN
8,10
G, s
10,00
G, s
2b
16,30
mS, gs, g
17,40
G, s
20,00 G, s
~13,80 mNN
20,40 fS, u', (Tertiär)
20,60
fS, u', (Tertiär)
3
22,00
23,00 m
4,60
(08.02.18)
5,00
(08.02.18)
33,95
0,00 A, U, fs, h, wu-re, steif, dbr
0,50 A, mS-gS, g, hbr
1,00
A, mS-gS, g, hbr, k
1a
2,50
U, fs, steif, br, k
4,00
U, fs, steif, br, k
5,00
U, fs, fs-str, weich-steif, br, k
6,20
fS, ms, u-str, br, k
2a
~26,70 mNN
7,30
mS, gS, g, g-str', br, k
8,40
mS, gs, g, fs-str', br, k
10,40
mS, fs, g'', br, k
11,20
mS-gS, g, br
12,00
mS-gS, g, br
13,00
G, s, br
2b
14,00
G, s, br
15,00
G, s, br
16,00
G, s, br
17,00
mG-gG, s, g, g z.T. zerschlagen, br
18,00
mS-gS, g, br
19,00
mS-gS, g, br
20,00
G, s, br
21,00
mG-gG, s, g z.T. zerschlagen, br
21,80
gG, ms, s', g, g z. T. zerschlagen, ~11,80 mNHN
(Gerölle von Ø 60 Tertiär)
22,40
fS, u', Glimmer (Tertiär)
23,00
3
Pr. 1
Pr. 2
Pr. 3
Pr. 4
Pr. 5
Pr. 6
Pr. 7
Pr. 8
Pr. 9
Pr. 10
Pr. 11
Pr. 12
Pr. 13
Pr. 14
Pr. 15
Pr. 16
Pr. 17
Pr. 18
Pr. 19
Pr. 20
Pr. 21
Pr. 22
Pr. 23
25,00 m
33,42
WSP = 31,67 mNHN
Wasser
Schlamm d~ 0,70 m
11,60 m
abgebrochen
WSP = 31,67 mNHN
Schlamm d~ 1,70 m
Hohlbohrschnecke
124
117
130
auf 5,0 cm fest
20,80 m
brauner Tertiär
mNHN, M.d.H. 1:100


DPH7
24.01.2018
SCH7
24.01.2018
DPH4
24.01.2018
SCH4
22.01.2018
DPH2
25.01.2018
DPH5
24.01.2018
SCH5
24.01.2018
DPH4-9008
Nov. 2000
projiziert
Plange Mühle
RKS4-9008
Nov. 2000
projiziert
Plange Mühle
N10
50
40
30
20
10
33,55
0,00
Luft
WSP = 31,75 mNHN
WSP = 32,02 mNHN
33,82
1,80
Wasser
8,20
8,50
1b
EP1
Pr. 1
MP1
Pr. 1
A, U, fs, (Hafenschlamm), grsw
Schlammd~ 2,40 m
Schlammd~ 2,30 m
Schlammd~ 0,40 m
Schlammd~ 0,60 m
vorgebohrt
Hohlbohrschnecke
~23,00 mNHN
~22,80 mNHN
~22,50 mNHN
~22,00 mNHN
~21,80 mNHN
10,60
10,80
10,90
mS-gS, g, brgr
mS-gS, g, y,
y = siehe Probe, brgr
y = siehe Probe bei DPH4, brgr
MP2
Pr. 2
Pr. 3
11,60
11,40
11,50
11,80
G, s', bu
G, s, bu
G, s*, bu
2b
~13,70 mNHN
~12,50 mNHN
~12,70 mNHN
~12,60 mNHN
~13,20 mNHN
3
22,50 m
brauner Tertiär
23,00 m
22,00 m
60
34,04 mNN
0,00
A, Grasoden, ash, sl, be, zb, (RCL)
0,70
1a
A, fS, u', zb'', u-str
1,70
A, G, s̄, u''
2,30
fS, u
3,40
fS, u'
4,00
fS, u'
5,40
fS, u'
2a
6,90
fS, ms, u', hz'
7,50
(13.09.2007)
7,50
mS, fs, g', u', u-str, h̄z
8,00
fS, ms, g''
~25,20 mNN
8,80
mS-gS, ḡ, u', fs-str
9,50
G, s''
12,00
mS, gs, g
2b
14,00
mS, gs, g
16,90
mS, gs, ḡ
18,50
mS, gs, g'
19,00
G, s, x, u'
~14,80 mNN
19,20
fS, u', mit Glimmer (Tertiär)
20,00
3
22,00 m


KB11
13.09.2007
rojiziert
editionsstraße/
fenspitze
34,29
A
0,00 A, SD, Asphalt, aufgestemmt, sw
0,10 A, G-S, u', be, zb, sl?, Mörtelreste, k, br, Tragschicht
0,45 A, fS-mS, g, u', zb, k, br
0,70 A, fS, ms, U-Ballen, k, br
1,10 A, mS, fs, g, U-Ballen, k, br
1,50 A, U, fs, g'', k, weich, br
1,80 A, mS, gs, g, br
2,50
mU-gU, fs, fs-str, k, weich, br
4,70
fS, u', u-str, k, br
5,70 mU-gU, fs, k, gr
6,00
fS, ms, u-str'', k, br
7,40 mS, br
~26,80 mNN
7,50
G, s, br
9,00
mS, gs, g', br
12,60
mS, gs, g̅, hz'', br, dbr
13,50
G, s̅
17,00
mS, gs, g̅, br
19,80
G, s, br
21,20 G, s', u', Gerölle, br
~12,90 mNN
21,40 fS, u', br, gn
21,70 fS, u', (Tertiär), dgr
fest
22,00
1a
2a
2b
3
DPH6
25.01.2018
DPH3
23.01.2018
DPH9
23.01.2018
N10
50
40
30
20
10
33,82
33,55
33,56
WSP = 32,02 mNHN
WSP = 31,75 mNHN
WSP = 31,75 mNHN
1b
Schlamm d~ 0,50 m
Schlamm d~ 1,40 m
vorgebohrt Hohlbohrschnecke d~ 0,70 m
vorgebohrt Hohlbohrschnecke
~21,10 mNHN
~22,00 mNHN
~22,40 mNHN
~12,80 mNHN
~12,80 mNHN
~ 13,00 mNHN
69 51
61 78
170 78
auf 5,0 cm fest
23,00 m
22,00 m
21,20 m
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8

Zeichenerklärung

A	☐	Anschüttung
U	▨	Schluff
mU-gU	▨	Mittel-Grobschluff
fS	▨	Feinsand
fS-mS	▨	Fein-Mittelsand
mS	▨	Mittelsand
mS-gS	▨	Mittel-Grobsand
gS	▨	Grobsand
S	▨	Sand
G-S	▨	Kiessand
mG-gG	▨	Mittel-Grobkies
gG	▨	Grobkies
G	▨	Kies
SD	▦	Schwarzdecke
u	▨	schluffig
fs	▨	feinsandig
ms	▨	mittelsandig
gs	▨	grobsandig
s	▨	sandig

g	▨	kiesig
x	▨	steinig
y	▨	mit Blöcken
h	▨	torfig, humos
k	☐	kalkhaltig
be	▨	Betonreste
ash	▨	Aschereste
zb	▨	Ziegelreste
sl	▨	Schlackereste
hz	▨	Holzreste
wu-re	☐	Wurzelreste
u-str	☐	schluffstreifig
fs-str	☐	feinsandstreifig
g-str	☐	kiesstreifig
Pr. 1	☐	Probe
3,50 (32,00) 8h	☐	Grundwasser nach Ende Bohrung m u. GOK
3,50 (32,95)	☐	Grundwasser angebohrt m u. GOK
Pr.1	☐	Probe chemisch untersucht
s̅ / s' / s''	☐	stark, schwach, sehr schwach (sandig)

Schichteinheiten

- 1a Auffüllung
- 1b Hafenschlamm
- 2a quartäre Hochflutablagerungen
- 2b quartäre kiesige Sande, Kiessande und sandige Kiese
- 3 tertiäre Feinsande

Bodenproben für chemische Analysen :

- ● Mischprobe MP1
- ● Mischprobe MP2
- ● Einzelprobe EP3

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

Spitzenquerschnitt	15 cm²
Masse des Rammbären	50 kg
Fallhöhe	0,5 m

N10H = Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe

Bodenfarben

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

Projekt: Pier One
Baugrunderkundung
Düsseldorf - Hafen

Anlage-Nr.: 2

Planinhalt: Bohrprofile, Baggerschürfe und Rammdiagramme

Plan-Nr.:

Maßstab: 1:100
Datum: 31.01.2018
gez.: -
Bearb.: -
Stand: 23.02.2018

Anlage 3.1.1

Untersuchungsbericht

Berichtsnummer:	AU61312
Berichtsdatum:	15.02.2018
Projekt:	12724; Pier One, Hafen Düsseldorf
Auftraggeber:	
Auftrag:	02.02.2018
Probeneingang:	02.02.2018
Untersuchungszeitraum:	02.02.2018 — 15.02.2018
Probenahme durch:	Auftraggeber/Gutachter
Untersuchungsgegenstand:	3 Feststoffproben

Die Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf die eingegangenen Proben. Die auszugsweise Vervielfältigung des Untersuchungsberichtes ist ohne die schriftliche Genehmigung nicht gestattet.

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14519-01-00

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
61312 - 1	MP 1	
61312 - 2	MP 2	
61312 - 3	EP 1	

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

		61312 - 1	61312 - 2	61312 - 3
Metalle				
Arsen	mg/kg	9,7	4,6	9,8
Blei	mg/kg	61	16	60
Cadmium	mg/kg	1,2	<0,20	1,1
Chrom	mg/kg	48	14	47
Kupfer	mg/kg	50	9,3	52
Nickel	mg/kg	30	21	29
Quecksilber	mg/kg	0,83	<0,050	2,4
Zink	mg/kg	260	31	270

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Metalle				
Thallium	mg/kg	<0,40	<0,40	<0,40

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
61312 - 1	MP 1	
61312 - 2	MP 2	
61312 - 3	EP 1	

- Untersuchungen im Feststoff

		61312 - 1	61312 - 2	61312 - 3
Atmungsaktivität AT4	mgO2/g	<0,50	<0,50	<0,50
pH-Wert	ohne	7,66	7,85	7,87
Glührückstand	%	96,1	95,5	97,9
Glühverlust	%	3,9	4,5	2,1
TOC	%	1,7	0,25	1,8
C (element.)	%	0,60	<0,050	0,84
EOX	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0
Schwerfl. liph. Stoffe	%	<0,10	<0,10	<0,10
Cyanid (ges.)	mg/kg	0,37	<0,050	0,17
KW-Index	mg/kg	100	<50	94
C10-C22	mg/kg	<50	<50	<50
C22-C40	mg/kg	81	<50	77
Brennwert	MJ/kg	<0,50	<0,50	<0,50
LHKW				
Dichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Chlorbenzol	mg/kg	0,038	<0,025	0,031
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Summe LHKW	mg/kg	0,038	n. berechenbar	0,031
BTEX/Styrol/Cumol				
Benzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Toluol	mg/kg	0,11	<0,025	0,11
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
m/p-Xylol	mg/kg	0,034	<0,025	0,034
Styrol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
o-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Isopropylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Summe BTEX	mg/kg	0,14	n. berechenbar	0,14
Summe BTEX/Styrol/Cumol	mg/kg	0,14	n. berechenbar	0,14

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
61312 - 1	MP 1	
61312 - 2	MP 2	
61312 - 3	EP 1	

		61312 - 1	61312 - 2	61312 - 3
PAK nach US EPA				
Naphthalin	mg/kg	<0,10	<0,010	<0,10
Acenaphthylen	mg/kg	<0,10	<0,010	<0,10
Acenaphthen	mg/kg	<0,10	<0,010	<0,10
Fluoren	mg/kg	<0,10	<0,010	0,21
Phenanthren	mg/kg	0,66	0,043	2,0
Anthracen	mg/kg	<0,10	<0,010	0,26
Fluoranthen	mg/kg	1,1	0,17	3,6
Pyren	mg/kg	0,89	0,18	3,1
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,27	0,031	1,0
Chrysen	mg/kg	0,46	0,034	1,6
Benzofluoranthene	mg/kg	0,56	0,069	1,9
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,15	0,041	0,97
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,10	<0,010	<0,10
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	<0,10	0,020	0,48
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	<0,10	0,023	0,66
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	4,1	0,61	16
Summe PAK n.TrinkwV	mg/kg	0,56	0,11	3,0
PCB nach DepV				
PCB 28	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 52	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 101	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 118	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 138	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 153	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 180	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PCB n. AltÖlV	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PCB	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
61312 - 1	MP 1	
61312 - 2	MP 2	
61312 - 3	EP 1	

- Untersuchungen im Eluat

		61312 - 1	61312 - 2	61312 - 3
pH-Wert	ohne	8,72	8,24	8,69
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	120	<100	350
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	160	49	190
Chlorid	mg/l	4,7	1,4	6,1
Sulfat	mg/l	8,7	1,4	10
Fluorid	mg/l	<1,0	<0,50	0,62
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Cyanid (l.f.)	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Phenolindex	mg/l	0,014	<0,0050	0,016
DOC	mg/l	22	<1,0	24
Metalle				
Antimon	mg/l	0,0074	<0,0050	0,0073
Arsen	mg/l	0,025	<0,010	0,019
Barium	mg/l	0,066	0,025	0,070
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	0,015	<0,0050	0,017
Molybdän	mg/l	0,0098	<0,0050	0,011
Nickel	mg/l	0,0069	<0,0050	0,0067
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Selen	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Thallium	mg/l	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Zink	mg/l	0,043	<0,010	0,045

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsmethoden

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Aufschluß	DIN EN 13657
Arsen	DIN EN ISO 11885
Blei	DIN EN ISO 11885
Cadmium	DIN EN ISO 11885
Chrom	DIN EN ISO 11885
Kupfer	DIN EN ISO 11885
Nickel	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	DIN EN ISO 12846
Zink	DIN EN ISO 11885

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Aufschluß	VDI 3796-1
Thallium	VDI 3796-1

- Untersuchungen im Feststoff

Atmungsaktivität AT4	AbfAblv Anhang 2 Nr. 5 (Sapromat)
Brennwert	DIN 51900
C (element.)	DIN 19539
Cyanid (ges.)	DIN ISO 11262
EOX	DIN 38414 S17
Glührückstand	DIN EN 15169
Glühverlust	DIN EN 15169
KW-Index	DIN EN 14039
Schwerfl. liph. Stoffe	LAGA KW/04
TOC	DIN EN 13137
pH-Wert	DIN ISO 10390
LHKW	DIN ISO 22155
BTEX/Styrol/Cumol	DIN ISO 22155
PAK nach US EPA	DIN ISO 18287
PCB nach DepV	DIN EN 15308

- Untersuchungen im Eluat

Chlorid	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid (ges.)	DIN 38405 D7
Cyanid (l.f.)	DIN 38405 D13
DEV S4 Eluat	DIN EN 12457
DOC	DIN EN 1484
Elektr. Leitfähigkeit	DIN EN 27888
Fluorid	DIN 38405 D4
Gesamtgehalt an gelösten	DIN 38409 H1-2
Phenolindex	DIN EN ISO 14402 H37
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1
pH-Wert	DIN EN ISO 10523

Untersuchungsmethoden

Antimon	DIN EN ISO 11885
Arsen	DIN EN ISO 11885
Barium	DIN EN ISO 11885
Blei	DIN EN ISO 11885
Cadmium	DIN EN ISO 11885
Chrom	DIN EN ISO 11885
Kupfer	DIN EN ISO 11885
Molybdän	DIN EN ISO 11885
Nickel	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	DIN EN ISO 12846
Selen	DIN EN ISO 11885
Thallium	DIN 38406 E26
Zink	DIN EN ISO 11885

Deutscher Akkreditierungs Rat

DGA-PL-1236.00

Anlage 3.2.1

Untersuchungsbericht

Berichtsnummer:	AU38808
Berichtsdatum:	20.09.2011
Projekt:	11477; Plange Mühle, Spundwand; Hafen Düsseldorf

Auftrag:	15.09.2011
Probeneingang:	15.09.2011
Untersuchungszeitraum:	15.09.2011 — 20.09.2011
Probenahme durch:	Auftraggeber/Gutachter
Untersuchungsgegenstand:	1 Feststoffprobe

Die Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf die eingegangenen Proben. Die auszugsweise Vervielfältigung des Untersuchungsberichtes ist ohne die schriftliche Genehmigung nicht gestattet.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
38808 - 1	MP	

38808 - 1

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	9,6
Blei	mg/kg	37
Cadmium	mg/kg	1,1
Chrom	mg/kg	42
Kupfer	mg/kg	38
Nickel	mg/kg	28
Quecksilber	mg/kg	0,58
Zink	mg/kg	240

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Metalle

Thallium	mg/kg	<0,50

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
38808 - 1	MP	

		38808 - 1
• Untersuchungen im Feststoff		
pH-Wert	ohne	7,35
TOC	%	2,7
EOX	mg/kg	<0,50
Cyanid (ges.)	mg/kg	0,064
KW-Index	mg/kg	<50
C10-C22	mg/kg	<50
C22-C40	mg/kg	<50
Brennwert	MJ/kg	<0,50
LHKW		
Dichlormethan	mg/kg	<0,025
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025
Trichlormethan	mg/kg	<0,025
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	<0,025
Tetrachlormethan	mg/kg	<0,025
Trichlorethen	mg/kg	<0,025
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	<0,025
Tetrachlorethen	mg/kg	<0,025
Chlorbenzol	mg/kg	<0,025
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/kg	<0,025
Summe LHKW	mg/kg	n. berechenbar
BTEX		
Benzol	mg/kg	<0,025
Toluol	mg/kg	<0,025
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025
m/p-Xylol	mg/kg	<0,025
o-Xylol	mg/kg	<0,025
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
38808 - 1	MP	

		38808 - 1
PAK nach US EPA		
Naphthalin	mg/kg	<0,20
Acenaphthylen	mg/kg	<0,20
Acenaphthen	mg/kg	<0,20
Fluoren	mg/kg	<0,20
Phenanthren	mg/kg	<0,20
Anthracen	mg/kg	<0,20
Fluoranthen	mg/kg	0,31
Pyren	mg/kg	0,29
Benzo(a)anthracen	mg/kg	3,1
Chrysen	mg/kg	4,7
Benzofluoranthene	mg/kg	6,0
Benzo(a)pyren	mg/kg	1,5
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,20
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	<0,20
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	<0,20
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	16
Summe PAK n.TrinkwV	mg/kg	6,0
PCB nach DIN		
PCB 28	mg/kg	<0,020
PCB 52	mg/kg	<0,020
PCB 101	mg/kg	<0,020
PCB 138	mg/kg	<0,020
PCB 153	mg/kg	<0,020
PCB 180	mg/kg	<0,020
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar
Summe PCB n. AltÖlV	mg/kg	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
38808 - 1	MP	

		38808 - 1
• Untersuchungen im Eluat		
pH-Wert	ohne	7,58
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	110
Chlorid	mg/l	4,7
Sulfat	mg/l	5,4
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050
Phenolindex	mg/l	<0,0050
Metalle		
Arsen	mg/l	<0,010
Blei	mg/l	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050
Kupfer	mg/l	0,012
Nickel	mg/l	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020
Thallium	mg/l	<0,0010
Zink	mg/l	0,15

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsmethoden

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Aufschluß	DIN ISO 11466
Arsen	DIN EN ISO 11885
Blei	DIN EN ISO 11885
Cadmium	DIN EN ISO 11885
Chrom	DIN EN ISO 11885
Kupfer	DIN EN ISO 11885
Nickel	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	DIN EN 1483
Zink	DIN EN ISO 11885

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Aufschluß	VDI 3796-1
Thallium	VDI 3796-1

- Untersuchungen im Feststoff

Brennwert	DIN 51900
C10-C22	E-DIN EN 14039
C22-C40	E-DIN EN 14039
Cyanid (ges.)	E DIN ISO 11262
EOX	DIN 38414 S17
KW-Index	E-DIN EN 14039
TOC	DIN ISO 10694
pH-Wert	DIN ISO 10390
LHKW	DIN ISO 22155
BTEX	DIN ISO 22155
PAK nach US EPA	LUA Merkblatt Nr. 1
PCB nach DIN	DIN 38414-S20

- Untersuchungen im Eluat

Chlorid	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid (ges.)	DIN 38405 D7
DEV S4 Eluat	DIN 38414 S4
Elektr. Leitfähigkeit	DIN EN 27888
Phenolindex	DIN 38409 H37
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1
pH-Wert	DIN 38404 C5
Arsen	DIN EN ISO 11885
Blei	DIN EN ISO 11885
Cadmium	DIN EN ISO 11885
Chrom	DIN EN ISO 11885
Kupfer	DIN EN ISO 11885
Nickel	DIN EN ISO 11885
Quecksilber	DIN EN 1483

Thallium	DIN 38406 E26
Zink	DIN EN ISO 11885

Anlage 3.3

Auftrag-Nr.: 12724
Projekt: Pier One Stufe 1

Chemische Zuordnungs- und Grenzwerte

Probenbezeichnung:		MP 1	MP 2	EP 1	MP 3	LAGA Mitteilung 20 - Boden Technische Regeln zur Verwertung von Reststoffen/Abfällen - Stand: 11/2003				Deponieverordnung (DepV) - Stand 05/2013			
Labornummer:		61312 - 1	61312 - 2	61312 - 3	38808-1								
Auftrag-Nr./Jahr:		12724, PierOne 2018	12724, Pier One 2018	12724, Pier One 2018	11477, Plange Mühle 2011	Zuordnungswerte gemäß Tabelle II.1.2.-2 und Tabelle II.1.2-3				Zuordnungswerte gemäß Anhang 3, Tabelle 2 Obergrenze der Deponieklasse			
Schicht (s.u.):		1b	2b	1b	1b								
Feststoffuntersuchung						Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	DK 0	DK I	DK II	DK III
pH-Wert	-	7,66	7,85	7,87	7,35	5,5 - 8,0	5,5 - 8,0	5,0 - 9,0	-	-	-	-	-
Arsen	mg/kg	9,7	4,6	9,8	9,6	20	30	50	150	-	-	-	-
Blei	mg/kg	61	16	60	37	100	200	300	1.000	-	-	-	-
Cadmium	mg/kg	1,2	<0.20	1,1	1,1	0,6	1	3	10	-	-	-	-
Chrom (gesamt)	mg/kg	48	14	47	42	50	100	200	600	-	-	-	-
Kupfer	mg/kg	50	9,3	52	38	40	100	200	600	-	-	-	-
Nickel	mg/kg	30	21	29	28	40	100	200	600	-	-	-	-
Quecksilber	mg/kg	0,83	<0.050	2,4	0,58	0,3	1	3	10	-	-	-	-
Thallium	mg/kg	<0.40	<0.40	<0.40	<0.50	0,5	1	3	10	-	-	-	-
Zink	mg/kg	260	31	270	240	120	300	500	1.500	-	-	-	-
Cyanide (gesamt)	mg/kg	0,37	<0.050	0,17	0,064	1	10	30	100	-	-	-	-
TOC	%	1,7	0,25	1,8	2,7	(0,5)[1]	(1,5)[1]	(1,5)[1]	(5)[1]	1[5]	1[5]	3[5]	6[5]
EOX	mg/kg	<1.0	<1.0	<1.0	<0.50	1	3	5	10	-	-	-	-
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg	100	<50	94	<50	100	300	500	1.000	500	-	-	-
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg	<50	<50	<50	<50	-	-	-	-	-	-	-	-
Kohlenwasserstoffe C22-C40	mg/kg	81	<50	77	<50	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe BTEX	mg/kg	0,14	n. berechenbar	0,14	n. berechenbar	<1	1	3	5	6[2]	-	-	-
Summe LHKW	mg/kg	0,038	n. berechenbar	0,031	n. berechenbar	<1	1	3	5	-	-	-	-
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	0,02	0,1	0,5	1	-	-	-	-
Summe PCB n. DepV	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Summe PAK (US-EPA)	mg/kg	4,1	0,61	16	16	1	5	15	20	30	(500)[5]	(1.000)[5]	-
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,15	0,041	0,97	1,5	-	0,5	1	-	-	-	-	-
Naphtalin	mg/kg	<0.10	<0.010	<0.10	<0.20	-	0,5	1	-	-	-	-	-
schwerflüchtige lipophile Stoffe	%	<0.10	<0.10	<0.10	-	-	-	-	-	0,1	0,4[4]	0,8[4]	434
Glühverlust	%	3,9	4,5	2,1	-	-	-	-	-	3[5]	3[5]	5[5]	10[5]
Atmungsaktivität AT4	mgO2/g	<0.50	<0.50	<0.50	-	-	-	-	-	5	5	5	5
Brennwert	MJ/kg	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	-	-	-	-	6	6	6	6
elementarer Kohlenstoff	%	0,6	<0.050	0,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eluatuntersuchung						Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	DK 0	DK I	DK II	DK III
pH-Wert	-	8,72	8,24	8,69	7,58	7,0 - 12,5	7,0 - 12,5	7,0 - 12,5	7,0 - 12,5	5,5 - 13[6]	5,5 - 13[6]	5,5 - 13[6]	4 - 13[6]
el. Leitfähigkeit	µS/cm	160	49	190	110	500	1.500	2.500	3.000	-	-	-	-
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	120	<100	350		-	-	-	-	400	3.000	6.000	10.000
Arsen	mg/l	0,025	<0.010	0,019	<0.010	0,01	0,01	0,04	0,06	0,05	0,2	0,2	2,5
Blei	mg/l	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	0,02	0,04	0,1	0,2	0,05	0,2	1	5
Cadmium	mg/l	<0.00050	<0.00050	<0.00050	<0.00050	0,002	0,002	0,005	0,01	0,004	0,05	0,1	0,5
Chrom (gesamt)	mg/l	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	0,015	0,03	0,075	0,15	0,05	0,3	1	7
Kupfer	mg/l	0,015	<0.0050	0,017	0,012	0,05	0,05	0,15	0,3	0,2	1	5	10
Nickel	mg/l	0,0069	<0.0050	0,0067	<0.0050	0,04	0,05	0,15	0,2	0,04	0,2	1	4
Quecksilber	mg/l	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	0,0002	0,0002	0,001	0,002	0,001	0,005	0,02	0,2
Thallium	mg/l	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	< 0,0010	0,001	0,003	0,005				
Zink	mg/l	0,043	<0.010	0,045	0,15	0,1	0,1	0,3	0,6	0,4	2	5	20
Chlorid	mg/l	4,7	1,4	6,1	4,7	10	20	40	150	80	1.500[7]	1.500[7]	2.500
Sulfat	mg/l	8,7	1,4	10	5,4	50	150	300	600	100	2.000[7]	2.000[7]	5.000
Cyanid (ges.)	mg/l	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	-	-	-	-	-	-	-	-
Phenolindex	mg/l	0,014	<0.0050	0,016	<0.0050	< 0,01	0,01	0,05	0,1	0,1	0,2	50	100
wasserlöslicher Anteil	%	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	3	6	10
Fluorid	mg/l	<1.0	<0.50	0,62	-	-	-	-	-	1	5	15	50
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	<0.0050	<0.0050	<0.0050	-	-	-	-	-	0,01	0,1	0,5	1
DOC	mg/l	22	<1.0	24	-	-	-	-	-	50	50	80	100
Antimon	mg/l	0,0074	<0.0050	0,0073	-	-	-	-	-	0,006	0,03	0,07	0,5
Barium	mg/l	0,066	0,025	0,07	-	-	-	-	-	2	5	10	30
Molybdän	mg/l	0,0098	<0.0050	0,011	-	-	-	-	-	0,05	0,3	1	3
Selen	mg/l	<0.0050	<0.0050	<0.0050	-	-	-	-	-	0,01	0,03	0,05	0,7
Einstufung nach LAGA M20-Boden (2003):		Z 1.2	Z 0	Z 2	Z 2								
Einstufungsrelevante(r) Parameter:		Cd, As, Phenol	-	PAK	PAK								
Einstufung nach Deponieverordnung:		DK I (DK II)	DK 0 (DK II)	DK I (DK II)	DK 0 (DK II)								
Einstufungsrelevante(r) Parameter:		Sb (TOC/GV)[5]	(TOC/GV)[5]	Sb (TOC/GV)[5]	(TOC/GV)[5]								

Schicht 1b: Hafenschlamm
Schicht 2b: Terrassensande/Terrassenkiese

[1] Werte der TR-Boden 2004
[2] Σ BTEX inkl. Styrol und Cumol.
[3] Vollzugshilfe Ablagerungsempfehlungen für Abfälle mit organischen Inhaltstoffen vom 06.12.2011, NRW
[4] Gilt nicht für Straßenaufbruch auf Asphaltbasis.
[5] Überschreitungen des TOC und des Glühverlustes sind mit Zustimmung der Behörde unter best. Bedingungen zulässig (s. DepV)
[6] Abweichende pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar. Bei Über- oder Unterschreitungen ist die Ursache zu prüfen.
[7] Der Zuordnungswert gilt nicht, wenn auf der Deponie oder dem Deponieabschnitt seit dem 16. Juli 2005 ausschließlich nicht gefährliche Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe abgelagert oder eingesetzt werden.