



BLB Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW
Niederlassung Köln
Domstraße 55 – 73
50668 Köln

ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG
Ingenieur Consult Geotechnik

Beratende Ingenieure für Baugrund, Grundbau,
Hydrogeologie und Altlasten
Baugrundlaboratorium

Düsseldorf, 21.10.2019
Haa/Mi-fr
Projekt-Nr.: 60973
Auftrag-Nr.: 12851

Köln-Deutz
Betzdorfer Straße 2
Ersatzneubau TH Deutz
1. Bericht:

Geotechnischer Bericht
-
Gebäude A und Parkhaus P1

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Roland Haarer
Dipl.-Geol. Dr. Paul Miessner

(Tel.: -44)
(Tel.: -27)

Borbecker Straße 22
40472 Düsseldorf

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

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

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

Kommanditgesellschaft in Düsseldorf
AG Düsseldorf HRA 14683
Persönlich haftende Gesellschafterin:
ICG Verwaltungsgesellschaft mbH
AG Düsseldorf HRB 40138

Bankverbindungen:
IBAN: DE40 3005 0110 0010 1904 11
BIC: DUSSEDDXXX
Stadtsparkasse Düsseldorf
IBAN: DE50 3602 0030 0000 1449 32
BIC: NBAGDE3E
National-Bank Essen

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	5
2	Unterlagen	6
3	Standortbeschreibung	7
4	Bauvorhaben	8
5	Baugrund	9
5.1	Generelle geologische und hydrogeologische Verhältnisse	9
5.2	Erkundungsprogramm	10
5.3	Baugrundaufbau	12
5.3.1	Auffüllungen (Schicht 1)	12
5.3.2	Hochflutablagerungen (Schicht 2)	13
5.3.3	Niederterrasse (Schicht 3)	14
5.4	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	15
5.5	Sensorische Beurteilung der Bodenproben	17
5.6	Bodenklassifikation und bodenmechanische Kennwerte	18
5.7	Homogenbereiche	20
5.8	Erdbebenzone	21
6	Grundwasser	22
6.1	Grundwasserstände	22
6.2	Betonaggressivität des Grundwassers	23
7	Chemische Bodenanalysen	24
7.1	Chemisches Untersuchungsprogramm	24
7.2	Ergebnisse der chemischen Analysen	25
7.3	Abfalltechnische Einstufung der Bodenproben	27
7.4	Wiederverwertung von Aushubmaterial	29

8	Bautechnische Empfehlungen	30
8.1	Empfehlungen zur Gründung des Gebäudes A	30
8.2	Gründung Parkhaus	35
8.3	Empfehlung zur Baugrubenherstellung	36
9	Grundwasserhaltung	39
10	Sicherheit gegen Aufschwimmen.	40
11	Schutz der in den Untergrund einbindenden Gebäudeteile gegen Wassereinwirkungen	40
12	Hinweise zur Bauausführung	41
13	Schlussbemerkung	43

Verzeichnis der Bilder	Seite
Bild 3-1: Lage des TH Campus Deutz, rot markiert	7
Bild 5-1: Korngrößenverteilung der Niederterrasse des Rheins	16

Verzeichnis der Tabellen	Seite
Tab. 5-1: Bodenklassifikation	18
Tab. 5-2: Bodenmechanische Kennwerte	19
Tab. 5-3: Einteilung in Homogenbereiche	20
Tab. 7-1: Chemisches Untersuchungsprogramm – Gebäude A und P1	25
Tab. 7-2: Abfalltechnische Klassifizierung der untersuchten Bodenproben – Gebäude A und P1	28

Anlagenverzeichnis	Anlage
Lageplan mit Lage der Erkundungspunkte	1
Bohrprofile und Rammdiagramme	2
Gebäude A	2.1
Parkhaus (P1)	2.2
Bodenmechanische Laborversuche	3
Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	3.1.1 und 3.1.2
Zustandsgrenzen nach DIN 18122	3.2.1 und 3.2.2
Glühverlust nach DIN 18128	3.3.1 und 3.3.2
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	3.4.1 und 3.4.2
Kennwerte der Bodenschichten (Homogenbereiche)	4
Grundwasser	5
Grundwasserganglinien – GWM 3, GWM 8 und GWM 13	5.1
Probenahmeprotokoll (GWM 8) vom 03.04.2019	5.2
GW – Untersuchungsbericht AU65728 vom 12.04.2019	5.3
Bodenchemie	6
Untersuchungsbericht AU65566 vom 04.04.2019	6.1
Tabellarische Zusammenfassung der chemischen Analyseergebnisse	6.2

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Der Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW (BLB), Niederlassung Köln, plant am Standort der TH in Köln-Deutz den Abbruch zahlreicher Bestandsgebäude und die Errichtung mehrerer Ersatzneubauten. Die gesamte Maßnahme ist in mehrere Bauabschnitte unterteilt.

Die ICG Düsseldorf wurde vom BLB für das geplante Bauvorhaben mit der Bestellnummer 5610168535 vom 10./18.09.2018 mit der Ausführung geotechnischer Felderkundungen und bodenmechanischer Laborversuche sowie der chemischen Analyse und abfalltechnischen Bewertung der vorhandenen Böden beauftragt. Basierend auf diesen Ergebnissen ist ein geotechnischer Bericht auszuarbeiten.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse dieser Untersuchungen für den Teilbereich **Gebäude A und Parkhaus P1** im Rahmen eines Geotechnischen Berichtes nach EC 7 dargestellt. Dieser beinhaltet u. a. die Einteilung der vorhandenen Böden in Homogenbereiche sowie gründungs- und bautechnische Empfehlungen für die geplanten Neubauten.

2 Unterlagen

Für die Bearbeitung des Geotechnischen Berichtes wurden folgende Unterlagen genutzt:

- [1] Grundrisse und Schnitte, Vorentwurfsplanung, Gebäude A und Parkhaus. – Erhalten per E-Mail am 23.09.2019 vom Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW (Baumanagement der Hochschulen Köln)
- [2] Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt 5007 – Köln. – Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin
- [3] Ingenieurgeologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 5007 – Köln. - Geologisches Landesamt NRW
- [4] Hydrologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 5007 – Köln. - Landesamt für Wasser und Abfall NRW
- [5] Bericht: Neubau Bibliothek IWZ Deutz
Köln-Deutz, Deutz-Kalker-Straße;
Beurteilung des Baugrundes;
Dr.-Ing. G. Coesfeld, 19.06.1995
Bericht Nr. 9510

3 Standortbeschreibung

Der Standort „Campus Deutz“ der TH Köln befindet sich im rechtsrheinischen Kölner Stadtteil Deutz und erstreckt sich auf einer Fläche von etwa 140.000 m² zwischen der Deutz-Kalker Straße im Norden, der Betzdorfer bzw. Gießener Straße im Nordosten, dem Deutzer Ring im Osten und Südosten sowie dem „Reitweg“ im Westen. Die Entfernung zum westlich bis südwestlich verlaufenden Rhein beträgt etwa 1,3 km. Die Lage des gesamten Grundstücks kann dem folgenden Luftbild (Bild 3-1) entnommen werden.



Bild 3-1: Lage des TH Campus Deutz, rot markiert

Die im vorliegenden Bericht beschriebenen geplanten Neubauten Gebäude A und Parkhaus P1 befinden sich angrenzend an den Deutzer Ring am östlichen Rand des Campusgeländes. Zum aktuellen Zeitpunkt sind auf dem Gelände hier angrenzend ein nicht unterkellertes Bestandsgebäude (Bibliothek) vorhanden sowie in weiten Teilen mit Pflaster befestigte Parkflächen. Die aktuelle Geländeoberfläche befindet sich auf einer Höhe von etwa 46,7 bis 47,5 mNHN.

4 Bauvorhaben

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen [1] ist für das neue Gebäude A, das an das bestehende Bibliotheksgebäude anschließen soll, ein Neubau mit fünf bis sechs aufgehenden Geschossen sowie einem Untergeschoss vorgesehen. Das Bibliotheksgebäude ist nicht unterkellert [5]. Aufgrund dieses Sachverhaltes ist für das neue Gebäude eine Teilunterkellerung, d. h. kein Untergeschoss in dem Gebäudeteil, der direkt an der Bibliothek angrenzt, geplant.

Das vorgesehene Parkhaus soll insgesamt sieben Parkebenen mit Geschosshöhen von jeweils 2,6 m erhalten, von denen die unterste bereichsweise bis etwa 1,4 m in den Untergrund einbinden wird.

Unter Berücksichtigung der zu erwartenden Baugrundeigenschaften und Grundwasserverhältnisse sowie den Einstufungsmerkmalen des Anhangs AA des Normenhandbuchs EC 7, Band 1 muss für die geplanten Ersatzneubauten von der **Geotechnischen Kategorie GK 2** (Baumaßnahmen mit mittleren Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund) ausgegangen werden.

5 Baugrund

5.1 Generelle geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet liegt im Kölner Stadtgebiet, ca. 1,3 km östlich des Rheins, im südlichen Bereich der Niederrheinischen Bucht.

Gemäß den geologischen [1], ingenieurgeologischen [2] und hydrologischen Karten [3] des Blatts 5007 (Köln) stehen im Untersuchungsgebiet als oberste gewachsene Bodenschicht ca. 2 bis 3 m mächtige Hochflutablagerungen (Tallehme und Talsande) aus schluffigen Sanden und sandigen, teils tonigen Schluffen an. Darunter folgen die quartären Sande und Kiese der Niederterrasse des Rheins. Die Gesamtmächtigkeit der quartären Ablagerungen des Rheins beträgt im Untersuchungsbereich ca. 25 m. Das Quartär wird von tertiären Feinsanden (Köln Schichten) großer Mächtigkeit unterlagert, die bekanntermaßen schluffige bis tonige Einlagerungen und geringmächtige Braunkohlenflöze enthalten.

Die vorstehend beschriebenen generellen geologischen Verhältnisse sind jedoch aufgrund anthropogener Einflüsse in den zurückliegenden Jahrzehnten nachhaltig verändert worden, so dass oberflächennah Anschüttungen aus umgelagerten Böden mit mineralischen Fremdbeimengungen in einer Schichtdicke von ca. 2 bis 3,5 m anstehen. Aufgrund der Anschüttungen ist die Rest-Schichtdicke der Hochflutablagerungen deutlich geringer als die vorgenannten 3 m.

Die generellen **hydrogeologischen Verhältnisse** des Untersuchungsgebietes werden durch die Nähe zum Vorfluter Rhein geprägt, der die Grundwasserstände und dessen Fließrichtung maßgeblich beeinflusst. Unter regulären Verhältnissen bildet sich ein Grundwasserfluss aus, der im betrachteten Bereich nach Südwesten auf den Rhein gerichtet ist. Die sandig, kiesigen Ablagerungen der Rheinterrassen bilden den ergiebigen Hauptgrundwasserleiter [3]. Die unterlagernden Sande und Tone der Köln Schichten

weisen demgegenüber eine deutlich geringere hydraulische Durchlässigkeit auf und bilden somit die Basis des quartären Porengrundwasserleiters.

Bei Hochwasserereignissen des Rheins kommt es zu einem Aufstau des anströmenden Grundwassers, wodurch sich ein rascher Anstieg der Grundwasseroberfläche ergeben kann und die Umkehr von effluenten zu influenten Fließverhältnissen.

5.2 Erkundungsprogramm

Im Bereich der geplanten Neubauten Gebäude A und Parkhaus P1 wurden durch die ICG im Februar 2019 zur Erkundung des Baugrundaufbaus und zur Feststellung der Lagerungsdichte bzw. Festigkeit der anstehenden Böden sowie zur Entnahme von Bodenproben folgende geotechnische Untersuchungen (direkte und indirekte Aufschlüsse) ausgeführt:

- **9 Kleinrammbohrungen (KRB)** nach DIN EN ISO 22475-1 mit Tiefen von 7,5 bis 11,0 m zur Erkundung des Baugrundaufbaus sowie zur Entnahme von Bodenproben.
- **9 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH)** nach DIN EN ISO 22476-2 mit Tiefen von jeweils 10,0 m zur Bestimmung der Festigkeit (Lagerungsdichte, Zustandsform) der anstehenden Böden.
- **2 Handschürfe (SCH)** mit Tiefen von 0,6 und 1,0 m zur detaillierten Erkundung der oberflächennahen Auffüllungen.

Den Kleinrammbohrungen und Schürfen wurden insgesamt **102 Bodenproben der Güteklasse 3 und 4 nach DIN EN 1997-2** entnommen. Die gewonnenen Bodenproben wurden vor Ort hinsichtlich ihrer granulometrischen Zusammensetzung sowie organoleptisch angesprochen und in Schichtenverzeichnisse gemäß DIN EN ISO 14688-1 eingetragen.

Zwei der Kleinrammbohrungen (KRB 3 und KRB 8) wurden zur Beobachtung der Grundwasserstände sowie zur Entnahme von Grundwasserproben zu Grundwassermessstellen (GWM) ausgebaut und anschließend mit einem Datenlogger zur automatischen Aufzeichnung der Grundwasserstände (Messintervall: 6 h) versehen.

Die Ansatzpunkte der von der ICG ausgeführten direkten und indirekten Aufschlüsse wurden von der ICG eingemessen und sind im Lageplan der Anlage 1 eingetragen. Die zugehörigen Bohrprofile und Rammprogramme finden sich in den Anlagen 2.1 (Gebäude A) und 2.2 (Parkhaus).

Zur Klassifizierung der Böden sowie zur Beurteilung der bodenmechanischen Eigenschaften wurden durch die ICG 13 repräsentative Bodenproben für Untersuchungen im Labor ausgewählt, die in den Profilen der Anlagen 2.1 und 2.2 farblich markiert sind. Das Programm für die bodenmechanische Laborversuche umfasst:

- 7 x Bestimmung der Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17892-4)
- 2 x Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN 18122)
- 2 x Bestimmung des Glühverlustes (DIN 18128)
- 2 x Bestimmung des Wassergehalts (DIN EN ISO 17892-1)

Die Ergebnisse der ausgeführten Laborversuche sind im Einzelnen den Anlagen 3.1 bis 3.4 zu entnehmen.

5.3 Baugrundaufbau

Anhand der Ergebnisse der ausgeführten Baugrunduntersuchungen sowie der Auswertung der vorliegenden geologischen und geotechnischen Informationen ist von folgendem dreischichtigen Baugrundaufbau auszugehen:

- **Schicht 1: Auffüllungen**
gemischtkörnige Böden mit Fremd Beimengungen
punktuell Hochofenschlacken, Schotter
- **Schicht 2: Hochflutablagerungen**
sandige, tonige Schluffe
- **Schicht 3: Niederterrasse**
kiesige Sande und sandige Kiese
am Schichtbeginn teils schluffig (verlehmt)

Die einzelnen Schichten lassen sich wie folgt beschreiben.

5.3.1 Auffüllungen (Schicht 1)

Die Geländeoberfläche im Bereich der geplanten Neubauten befindet sich an den Erkundungspunkten auf einer Höhe zwischen etwa 46,7 und 47,5 mNHN und ist großflächig mit Pflastersteinen ($d = 8 \text{ cm}$) befestigt, die diversen Ausgleichs- und Tragschichten mit Mächtigkeiten von wenigen Dezimetern aufliegen. Diese bestehen überwiegend aus Sand bzw. Kiessand sowie punktuell aus Schlacken oder Schotter.

Die darunter erkundeten Auffüllungen bestehen aus Sanden, sandigen Kiesen und sandigen Schluffen, die teilweise in schwachen Anteilen mineralische Fremd Beimengungen in Form von Ziegelbruch, Schlacke oder Asche

enthalten. Die insgesamt festgestellte Auffüllungsmächtigkeit variiert zwischen etwa 0,8 und 3,2 m. Sie beträgt im Mittel ca. 2,7 m.

Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen (DPH) lassen für die oberflächennahen Tragschichten auf einen hohen Verdichtungsgrad schließen sowie für die darunter befindlichen nichtbindigen Auffüllungen auf eine überwiegend lockere bis mitteldichte Lagerung. Die aufgefüllten Schluffe wiesen zum Erkundungszeitpunkt eine weiche bis steife bzw. eine steife Konsistenz auf.

Die vorhandenen Auffüllungen sind aufgrund ihrer heterogenen Zusammensetzung und Lagerungsdichte nicht zur Abtragung von Bauwerkslasten geeignet.

5.3.2 Hochflutablagerungen (Schicht 2)

Die Hochflutablagerungen des Rheins wurden in den ausgeführten Aufschlüssen überwiegend in geringen (Rest)Mächtigkeiten zwischen etwa 0,2 und 0,9 m festgestellt. Sie bestehen aus feinsandigen, tonigen Schluffen, die zum Erkundungszeitpunkt überwiegend eine weiche bis steife Konsistenz aufwiesen. In KRB 4 fehlt diese Schicht vollständig.

Die Hochflutablagerungen des Rheins stellen einen gering tragfähigen, unter Belastung stark zusammendrückbaren Boden dar und sind somit zur Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet.

5.3.3 Niederterrasse (Schicht 3)

Im Liegenden der Hochflutablagerungen bzw. in KRB 4 unmittelbar unterhalb der vorhandenen Auffüllungen wurde ab einer Höhe von etwa 43,4 bis 45,5 mNHN (ca. 1,2 bis 3,7 m unter GOK) die quartäre Niederterrasse des Rheins erkundet. Die Basis der Terrassenablagerungen wurde bis zur maximalen Aufschlusstiefe der ausgeführten Kleinrammbohrungen auf etwa 35,7 mNHN erwartungsgemäß nicht erreicht.

Die Niederterrasse besteht im Bereich der geplanten Baumaßnahmen überwiegend aus sandigen Kiesen sowie untergeordnet aus kiesigen Sanden, die am Schichtbeginn bereichsweise schwach verlehmt (schluffhaltig) sind. Die Ergebnisse der ausgeführten Rammsondierungen lassen mit Schlagzahlen von überwiegend $N_{10H} = 5$ bis 20 auf eine größtenteils mitteldichte, teils lockere bis dichte, Lagerung der Kiese und Sande schließen.

Die Sande und sandigen Kiese der Rheinterrassen sind als gut tragfähiger und unter Belastung nur gering zusammendrückbarer Boden einzustufen, der gut zur Abtragung von Bauwerkslasten geeignet ist.

5.4 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

In Anlage 3.1 sind die Ergebnisse der ausgeführten Korngrößenanalysen in Form von Körnungslinien dargestellt. Anlage 3.2 enthält die Ergebnisse der Bestimmungen der Zustandsgrenzen, Anlage 3.3 die ermittelten Glühverluste und Anlage 3.4 die ermittelten natürlichen Wassergehalte der Bodenproben.

Auffüllungen (Schicht 1)

An Proben der Auffüllungen wurden aufgrund der großen Heterogenität der eingebrachten Stoffe keine klassifizierenden bodenmechanischen Laborversuche ausgeführt.

Hochflutablagerungen (Schicht 2)

Das Ergebnis einer Korngrößenanalyse an einer Probe der Hochflutablagerungen ist in Anlage 3.1.1 in Form einer Körnungslinie dargestellt. Die untersuchte Probe enthält demnach etwa 24 % Ton, 22 % Schluff 53 % Sand sowie < 2 % Kies und wies einen natürlichen Wassergehalt von 15,1 % auf. Unter Berücksichtigung der Zustandsgrenzen (Anlage 3.2.2) kann die Probe gemäß DIN 18196 als leicht plastischer Ton (TL) eingestuft werden.

Die weiteren natürlichen Wassergehalte der Hochflutablagerungen (Anlagen 3.2.1, 3.4.1 und 3.4.2) lagen zwischen 10,9 und 16,1 %. Nach DIN 18122 (neu: DIN EN ISO 17892-12) wurden zudem die folgenden Werte bestimmt (Anlagen 3.2.1 und 3.2.2):

- Fließgrenze: $w_L = 22,9$ und $24,9$ %
- Ausrollgrenze: $w_P = 13,8$ und $14,7$ %
- Plastizitätszahl: $I_P = 9,1$ und $10,2$ %
- Konsistenzzahl: $I_C = 0,75$ und $0,96$

Die Glühverluste der Hochflutablagerungen lagen zwischen $V_{gl} = 2,4$ und 2,6 % (Anlagen 3.3.1 und 3.3.2), so dass die Schicht gemäß DIN EN ISO 14688-2 als Boden mit schwachem organischen Anteil zu bezeichnen ist.

Niederterrasse (Schicht 3)

An insgesamt sechs Proben der Niederterrasse wurden Korngrößenanalysen ausgeführt, deren Ergebnisse in Anlage 3.1.2 in Form von Körnungslinien dargestellt sind. Bild 5-1 stellt zusätzlich das ermittelte Körnungsband der untersuchten Proben dar.

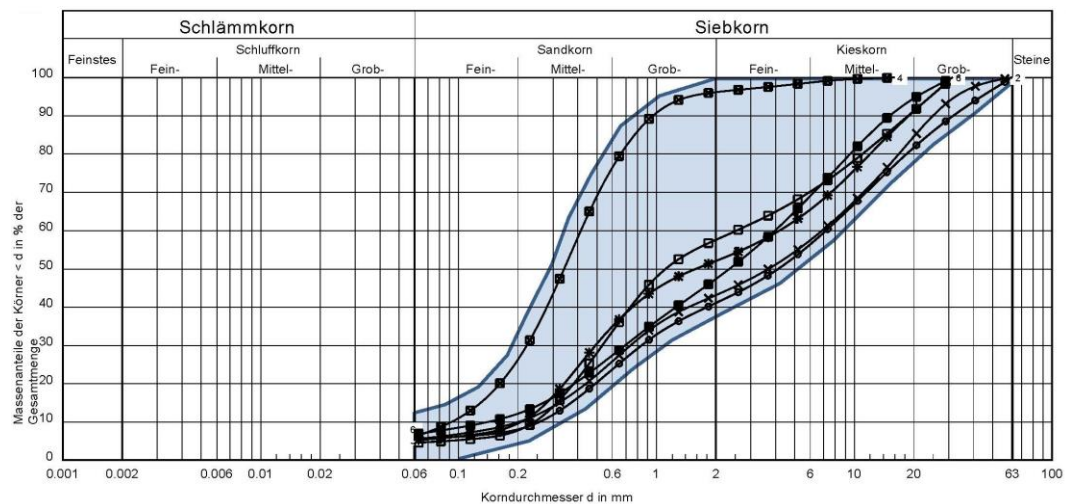


Bild 5-1: Korngrößenverteilung der Niederterrasse des Rheins

Gemäß den vorliegenden Untersuchungsergebnissen setzten sich die analysierten Proben folgendermaßen zusammen:

- Schlämmkorn: ca. 5 bis 7 %
- Sandkorn: ca. 35 bis 90 %
- Kieskorn: ca. 4 bis 59 %

Die untersuchten sechs Proben sind demnach gemäß DIN 18196 den folgenden Bodengruppen zuzuordnen:

- SU: Sand-Schluff-Gemische (n =1)
- GU: Kies-Schluff-Gemische (n = 4)
- GI: Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische (n = 1)

5.5 Sensorische Beurteilung der Bodenproben

Die vorhandenen Auffüllungen enthalten teilweise in schwachen Anteilen mineralische Fremd Beimengungen in Form von Ziegelbruch, Schlacke oder Asche. Punktuell bestehen die vorhandenen Tragschichten zudem aus Lagen von Schotter oder Hochofenschlacke. Eine Probe der aufgefüllten Schluffe (KRB 9) wies einen schwach fauligen Geruch auf, der sich vermutlich auf die enthaltenen organischen Anteile (Wurzelreste) zurückführen lässt. Sämtliche Bodenproben der gewachsenen Hochflutablagerungen und Terrassensedimente des Rheins waren organoleptisch unauffällig.

Inwieweit die vorhandenen Böden umweltrelevante Inhaltsstoffe enthalten wurde durch die chemische Analyse charakteristischer Bodenproben untersucht. Details zur Probenauswahl sowie die Ergebnisse der chemischen Analysen, inklusive einer abfalltechnischen Einstufung der Böden, sind in Kapitel 7 umfassend dargestellt.

5.6 Bodenklassifikation und bodenmechanische Kennwerte

Aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden geotechnischen Erkundung und der Laborversuche sowie aus Erfahrungen mit bodenmechanisch gleichartigen Böden kann der anstehende Baugrund in Anlehnung an bautechnische Regelwerke (Tabelle 5-1) klassifiziert und durch bodenmechanische Kennwerte (Tabelle 5-2) wie folgt beschrieben werden:

Tab. 5-1: Bodenklassifikation

Bodenart (Schichteinheit)	Bodengruppe (DIN 18196)	Bodenklasse (DIN 18300: 2012-09)	Frostempfind- lichkeit	Verdichtbar- keitsklasse
1 Auffüllung Schluffe, sandig, teilw. schwach kiesig; weich bis steif	[UL, UM, TL, SU*]	4	F3	V3
Sande, schwach kiesig bis kie- sig, teilw. Schluffig Kiese, sandig, teilw. schluffig	[SW, SE, SI, SU] [GW, GE, GI, GU]	3	F1, F2	V1
RCL-Material, Betonbruch, Schotter	A	3, 5	F1	V1
2 Hochflutablagerungen Schluff, sandig bis stark sandig, tonig; (steif)	TL, TM, UL, SU*	4	F3	V3
3 Terrassenablagerungen Sande, teilw. schluffig, schwach kiesig	SU, SE, SU*	3	F1, F2, F3	V1/V2
Kiese, sandig, schluffig; Kiessand bei mehr als 30 % Masseanteil an Steinen (> 63 bis 200 mm) und höchstens 30 % Massen- anteil an Blöcken (> 200 bis 630 mm) bei mehr als 30% Masseanteilen an Blöcken	GU, GW, GI	3 5 6	F1 (F2)	V1

Tab. 5-2: Bodenmechanische Kennwerte

Bodenart	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	E_{sk} [MN/m ²]	k_f [m/s]
1 Auffüllung						
Schluffe, sandig, teilw. schwach kiesig; weich bis steif	18	8	25 - 27,5	0 - 3	-	-
Sande, schwach kiesig bis kiesig, teilw. schluffig Kiese, sandig, teilw. schluffig	19	11	30 - 32,5	0	-	-
RCL-Material, Betonbruch, Schotter	22	13	35	0	-	-
2 Hochflutablagerungen						
Schluff, sandig bis stark sandig, tonig; (steif)	18	8	25 - 27,5	3 - 5	4 - 10	5·10 ⁻⁶ - 1·10 ⁻⁸
3 Terrassenablagerungen						
Sande, teilw. schluffig, schwach kiesig	19	11	30 - 32,5	≤ 3	30 - 50	1·10 ⁻³ - 1·10 ⁻⁴
Kiese, sandig, schluffig; Kiessand	21	12	32,5 - 37,5	0	60 - 100	5·10 ⁻² - 1·10 ⁻³
γ_k = Wichte des feuchten Bodens, γ'_k = Wichte des Bodens unter Auftrieb φ'_k = Reibungswinkel, c'_k = Kohäsion, E_{sk} = Steifemodul, k_f = Durchlässigkeitsbeiwert						

5.7 Homogenbereiche

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

- DIN 18300 – Erdarbeiten
- DIN 18301 – Bohrarbeiten

Eine Übersicht zur gewählten Einteilung des Baugrunds bzw. der Schichteinheiten in Homogenbereiche zeigt die Tabelle 5-3.

Tab. 5-3: Einteilung in Homogenbereiche

Schichteinheit	Homogenbereich	
	DIN 18300 Erdarbeiten (GK 2)	DIN 18301 Bohrarbeiten
Schicht 1 Auffüllungen	ERD-A	BOHR-A
Schicht 2 Hochflutablagerungen	ERD-B	
Schicht 3 Niederterrasse	ERD-C	

Die für die Homogenbereiche anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte sind in der Anlage 4 tabellarisch zusammengefasst.

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

5.8 Erdbebenzone

Nach dem Normen-Handbuch Eurocode 8 (Erdbeben) und der geologischen Karte der Untergrundklassen für NRW liegt das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 1** (Intensitätsintervall: $6,5 \leq I < 7$) und ist in die **Untergrundklasse T** (Übergangsbereich zwischen Gebieten mit felsartigem Untergrund und Gebieten tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung) einzuordnen. Der mehrschichtige Bodenaufbau aus verschiedenen Lockergesteinen weist überwiegend eine mindestens mitteldichte Lagerung auf und kann demnach in die **Baugrundklasse C** eingestuft werden.

6 Grundwasser

6.1 Grundwasserstände

Bei den Erkundungsarbeiten der ICG im Februar 2019 wurden die Grundwasserstände in den Kleinrammbohrungen mit Abstichen von 8,2 bis 9,2 m gemessen, was einer Grundwasseroberfläche zwischen etwa 38,1 und 38,5 mNHN entspricht.

Am 03.04.2019 wurden durch die ICG die beiden im Bereich von Gebäude A errichteten Grundwassermessstellen (GWM 3 und GWM 8) sowie eine weitere Messstelle in einem anderen Bauabschnitt (GWM 13) mit Datenloggern zur automatischen Aufzeichnung der Grundwasserstände (Messintervall: 6 h) versehen. Die seither aufgezeichneten Grundwasserstände (Stand: 28.08.2019) sind im Bezug zum Kölner Rheinpegel in der Anlage 5.1 dargestellt. Die seither aufgezeichneten Grundwasserstände bewegen sich zwischen etwa 37,5 und 38,5 mNHN und korrespondieren erwartungsgemäß gut mit dem generellen Verlauf des Rheinwasserstands am Kölner Pegel.

In Ergänzung zu diesen Aufzeichnungen wurden durch die ICG die Ganglinien von Grundwassermessstellen (GWM) im näheren Umfeld des Baugrundstücks ausgewertet. Es liegen Messdaten aus verschiedenen Zeiträumen der Jahre 1964 bis 2019 vor. Der ICG liegt außerdem ein Grundwassergleichenplan für die rechtsrheinischen Stadtgebiete von Köln vor. Er zeigt die rechnerisch ermittelten GW-Stände für ein extremes Hochwasser im Rhein (Kölner Pegel (KP): 11,9 m). Für KP = 11,9 m wird für das Gelände der TH-Deutz ein GW-Stand von 43 mNHN ausgewiesen.

Basierend auf diesen Daten sowie einer statistischen Auswertung können für das geplante Bauvorhaben folgende GW-Stände angegeben werden:

- niedrige GW-Stände NGW ~ 35 bis 37,5 mNHN
- mittlere GW-Stände MGW ~ 37,5 bis 39 mNHN
- hohe GW-Stände HGW ~ 39 bis 41 mNHN
- außergewöhnlicher hoher
 GW-Stand HGW' ~ 42 mNHN
- empfohlener Bemessungswasser-
 stand für den Endzustand BHGW = 43 mNHN

6.2 Betonaggressivität des Grundwassers

Aus der zur Grundwassermessstelle ausgebauten Kleinrammbohrung KRB 8 wurde am 03.04.2019 eine Grundwasserprobe zur Bestimmung der **Betonaggressivität** des Grundwassers nach DIN 4030 entnommen. Das zugehörige Entnahmeprotokoll ist dem vorliegenden Bericht in Anlage 5.2 beigefügt. Anlage 5.3 enthält den zugehörigen Untersuchungsbericht (3 Seiten) der SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Essen, AU65728 vom 12.04.2019.

Gemäß den vorliegenden Analyseergebnissen unterschreitet die Grundwasserprobe sämtliche Grenzwerte der Expositionsklasse XA1 und ist somit als **nicht betonangreifend** zu bewerten.

7 Chemische Bodenanalysen

7.1 Chemisches Untersuchungsprogramm

Auf Grundlage der organoleptischen Beurteilung der im Zuge der Baugrunderkundungen entnommenen Bodenproben wurden für den Untersuchungsbereich Gebäude A und Parkhaus P1 vier Mischproben (MP) und zwei Einzelproben (EP) der verschiedenen Auffüllungsmaterialien chemisch analysiert. Von den gewachsenen Böden wurden zusätzlich zwei Proben (1 x Hochflutablagerungen, 1 x Niederterrasse) untersucht.

Die Bodenproben der Auffüllungen und gewachsenen Böden wurden gemäß dem Parameterumfang (Feststoff und Eluat) der LAGA Mitteilung 20 (TR Boden): „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln“ (Stand: 11/2004) chemisch analysiert.

Da in einer Bodenprobe nach den Vorgaben der LAGA TR Boden (2004) die Zuordnungswerte der Einbauklasse 2 überschritten worden sind, wurde diese ergänzend nach den Vorgaben der Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) chemisch untersucht.

In der nachfolgenden Tabelle 7-1 sind die für die chemischen Analysen ausgewählten Einzel- und Mischproben zusammen mit dem ausgeführten Analysenumfang angegeben. Die Proben sind in den Bohrprofilen der Anlage 2 zusätzlich farbig gekennzeichnet.

Tab. 7-1: Chemisches Untersuchungsprogramm – Gebäude A und P1

Probe	Aufschluss	Entnahmetiefe [m]	Bodenansprache	Material	Analysenumfang
MP 1	KRB 1 KRB 1	0,3 - 1,0 1,0 - 2,1	A, S, g* A, S, g*	Auffüllung Sand	LAGA – TR Boden (F+E)
MP 2	KRB 4 KRB 4 KRB 4 KRB 4	0,1 - 0,5 0,5 - 1,0 1,0 - 1,6 1,6 - 2,3	A, mG, fg, so A, S, g A, S, g, zb'' A, mS, fs, u, mg''	Auffüllung Sand, Kies	LAGA – TR Boden (F+E)
MP 3	KRB 5 KRB 5 KRB 5	0,08 - 0,5 0,5 - 1,2 1,2 - 2,5	A, mG, gs, fg, so A, G, s, u' A, G, s, u	Auffüllung Kies	LAGA – TR Boden (F+E)
MP 4	KRB 6 KRB 6	0,4 - 1,5 1,5 - 2,5	A, U, s, g', zb', ash'' A, U, s, g', zb', ash''	Auffüllung Schluff	LAGA – TR Boden (F+E)
MP 8	KRB 5 KRB 5	3,1 - 4,0 4,0 - 5,0	G, s G, s	Niederterrasse	LAGA – TR Boden (F+E)
MP 9	KRB 7 KRB 9	2,8 - 3,3 2,6 - 3,2	U, fs, t U, fs, t	Hochflutablagerungen	LAGA – TR Boden (F+E)
EP 1	KRB 8	0,1 - 0,4	A, HOS, s'	Auffüllung Hochofenschlacke	LAGA – TR Boden (F+E) + DepV
EP 2	KRB 9	1,7 - 2,6	A, U, s, zb'', g'', wu-re, fauliger Geruch'	Auffüllung Schluff	LAGA – TR Boden (F+E)

7.2 Ergebnisse der chemischen Analysen

Die Analysenergebnisse der untersuchten Bodenproben können sämtlich dem Untersuchungsbericht AU65566 der SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH vom 04.04.2019 entnommen werden, der dem vorliegenden Bericht in Anlage 6.1 vollständig beigelegt ist. Die in dem Bericht gestrichenen Analysenergebnisse sind Proben anderer Bauabschnitte zugehörig und werden in den jeweiligen Berichten berücksichtigt.

Zur besseren Übersicht sind die chemischen Analysenergebnisse in der Tabelle der Anlage 6.2 zusammengestellt und es wird eine abfalltechnische Einstufung vorgeschlagen.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen können wie folgt zusammengefasst werden:

Auffüllungen: Sande und Kiese (drei Mischproben)

Die drei untersuchten Mischproben der angeschütteten Sande und Kiese weisen variierende chemische Eigenschaften auf. Zwei der Proben (**MP 1** und **MP 3**) zeigen keine Auffälligkeiten und sind nach den Vorgaben der LAGA TR Boden (2004) in die Einbauklassen 0 bzw. 0* einzustufen. Eine Probe (**MP 2**) weist im Feststoff einen Chromgehalt von 250 mg/kg auf und ist damit der Einbauklasse 2 zuzuordnen.

Auffüllungen: Schluffe (zwei Misch- / Einzelproben)

Aus den angeschütteten Schluffen im Bauabschnitt Gebäude A und Parkhaus sind zwei Misch-/Einzelproben analysiert worden, die ebenfalls chemisch variable Eigenschaften aufweisen. Nach den Vorgaben der LAGA TR Boden (2004) hält eine Probe (**EP 2**) die Zuordnungswerte der Einbauklasse 1 ein und die Probe **MP 4** ist der Einbauklasse 2 zuzuordnen. Als einstufigsrelevant sind für die Proben die im Feststoff gemessenen Konzentrationen von PAK_{EPA} (≤ 26 mg/kg), Blei (≤ 300 mg/kg) und TOC ($\leq 1,3$ Ma.-%) zu bezeichnen.

Auffüllungen: Mineralische Fremdstoffe (eine Einzelprobe)

Die Probe **EP 1** (Hochofenschlacke) wird nach den Vorgaben der LAGA M 20 (1997) als **Bauschutt** bewertet und eingestuft. Die analysierte Probe weist im Feststoff einen stark erhöhten Chromgehalt von 1.200 mg/kg auf, der nach den Vorgaben der LAGA M 20 (1997) für Bauschutt den Zuord-

nungswert der Einbauklasse 2 überschreitet. In Bezug auf die Deponieverordnung werden für die Probe sämtlich Zuordnungswerte der Deponieklasse DK 0 eingehalten.

Gewachsene Böden: Hochflutablagerungen (eine Mischprobe)

Die untersuchte Mischprobe der Hochflutablagerungen (**MP 9**) unterschreitet nach den Vorgaben der LAGA TR Boden (2004) in sämtlichen analysierten Parametern sowohl im Feststoff als auch im Eluat die Zuordnungswerte der Einbauklasse 0.

Gewachsene Böden: Terrassenablagerungen (eine Mischprobe)

Die untersuchte Mischprobe der Terrassensedimente (**MP 8**) weist im Feststoff einen leicht erhöhten Nickelgehalt von 18 mg/kg auf, der nach den Vorgaben der LAGA TR Boden (2004) den Zuordnungswert der Einbauklasse 0 für die Bodenart Sand (15 mg/kg) geringfügig überschreitet. Das Material ist somit der Einbauklasse 0* zuzuordnen.

7.3 Abfalltechnische Einstufung der Bodenproben

Die zuvor beschriebenen und in der Tabelle der Anlage 6.2 aufgeführten chemischen Untersuchungsergebnisse sowie die darauf basierende abfalltechnische Klassifizierung der verschiedenen Proben ist in nachfolgender Tabelle 7-2 zusammenfassend dargestellt.

Tab. 7-2: Abfalltechnische Klassifizierung der untersuchten Bodenproben – Gebäude A und P1

Probe	Material	Einbauklasse LAGA TR Boden bzw. LAGA M 20	Einstufungsrelevante Parameter
MP 1	Auffüllung Sand / Kies	0 (Boden)	-
MP 2		2 (Boden)	Cr (F): 250 mg/kg
MP 3		0* (Boden)	Cu (F): 25 mg/kg Ni (F): 22 mg/kg
MP 4	Auffüllung Schluff	2 (Boden)	Pb (F): 300 mg/kg PAK _{EPa} (F): 26 mg/kg
EP 2		1 (Boden)	TOC (F): 1,3 Ma.-%
EP 1	Auffüllung Hochofenschlacke	> 2 (Bauschutt) DK 0	Cr (F): 1.200 mg/kg
MP 9	Hochflutablagerung	0 (Boden)	-
MP 8	Niederterrasse	0* (Boden)	Ni (F): 18 mg/kg

Zusammenfassend ist anhand der vorliegenden Ergebnisse festzustellen, dass vom Grundsatz her fast alle untersuchten Materialien (Auffüllungen, Hochflutablagerungen, Terrassensedimente) nach den Vorgaben der LAGA M 20 für eine Wiederverwertung im Erdbau geeignet sind. Punktuell werden die Zuordnungswerte der LAGA Einbauklasse 2 überschritten, so dass die vorhandenen Auffüllungen aus Hochofenschlacke voraussichtlich auf einer Deponie entsorgt werden müssen.

7.4 Wiederverwertung von Aushubmaterial

Neben der abfalltechnischen Klassifizierung der Böden müssen bei der Frage der Wiederverwertung auch die bodenmechanischen Eigenschaften berücksichtigt werden. In der Tabelle 5-1 ist die Verdichtbarkeitsklasse benannt.

Die Trennung von nichtbindigen und bindigen Auffüllungen erfordert bei der hier vorhandenen Wechsellagerung einen sehr hohen Separierungsaufwand, der in der Regel nicht wirtschaftlich ist.

Es wird daher empfohlen, das Anschüttungsmaterial komplett als Z 2-Material für die Entsorgung auszuschreiben.

Tragschichten aus Schotter können ggf. wiederverwertet werden (Bodenaustausch). Eine Wiederverwertung als definiertes Tragschichtmaterial (Begrenzung des Feinkornanteils $\leq 5\%$) ist voraussichtlich nicht möglich.

Tragschichten aus Schlacken (DK 0-Material) müssen abgefahren werden.

Hochflutablagerungen dürfen nicht zur Verfüllung von Arbeitsräumen verwendet werden. Für Geländemodellierungen und zur Abdeckung von Arbeitsräumen können sie jedoch verwendet werden.

Die Terrassensedimente sind zur Verfüllung von Arbeitsräumen geeignet. Die oberflächennah teilweise vorhandenen verlehnten Sande und Kiese sind davon ausgenommen (siehe Kapitel 11 und 12).

8 Bautechnische Empfehlungen

Gemäß [1] liegt die Bezugshöhe für das Gebäude A bei 0+00 = 46,55 mNHN. Der an die Bibliothek angrenzende eingeschossige Gebäudeteil zwischen den Achsen A und C („offener PC Pool Studierende“) soll ohne Untergeschoss hergestellt werden.

Die OK Fußboden des Unterschosses liegt bei 41,95 mNHN [1] und damit 1,05 m unter dem empfohlenen Bemessungswasserstand für den Endzustand BHGW = 43 mNHN.

Für das Parkhaus ist nur in der Nordostecke eine um ca. 1,4 m unter der Bezugshöhe liegende Parkebene geplant [1].

8.1 Empfehlungen zur Gründung des Gebäudes A

Unter der Annahme einer Gründungssohle mindestens 0,6 m unter OK Fußboden UG (41,95 mNHN) ergibt sich eine Ordinate von 41,35 mNHN $\hat{=}$ GS. Diese Ordinate (GS) wurde in Zuordnung zu den Bohrprofilen und Ramm-diagrammen in die Anlage 2.1 eingetragen.

Wie der Anlage 2.1 zu entnehmen ist, stehen in dieser Tiefe einheitlich die gut tragfähigen, unter Bauwerkslasten nur gering zusammendrückbaren Terrassenablagerungen des Rheins in Form von mitteldicht bis dicht gelagerten kiesigen Sanden und sandigen Kiesen an. Unter Berücksichtigung des im Kapitel 6 empfohlenen Bemessungswasserstandes für den Endzustand (BHGW = 43 mNHN) wird im Hinblick auf den Schutz gegen von außen drückendes Wasser die Ausbildung des Untergeschosses als sogenannte „Weiße Wanne“ empfohlen (vgl. Kapitel 9). In diesem Zusammenhang ist es bautechnisch zweckmäßig, das Gebäude A auf einer statisch wirksamen Bodenplatte zu gründen.

Für die Bodenplatte kann bei der statischen Berechnung in einem ersten Berechnungsschritt von einem mittleren charakteristischen Bettungsmodul von

$$k_{s,k} \text{ (mittel)} = 20 \text{ MN/m}^3$$

ausgegangen werden.

Um die Lastausbreitung der Platte, d. h. die Mitwirkung des neben der Bodenplatte anstehenden Baugrunds zu berücksichtigen, kann an freien Plattenrändern auf einer Breite von etwa 2 m der Bettungsmodul auf

$$k_{s,k} \text{ (Plattenrand)} = 40 \text{ MN/m}^3$$

erhöht werden.

Auch im Bereich hoch belasteter Einzelstützen kann auf einer Fläche von 3 m x 3 m ein erhöhter Bettungsmodul von

$$k_{s,k} \text{ (Stütze)} = 40 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass der Bettungsmodul grundsätzlich kein Bodenkennwert bzw. keine Bodenkonstante ist, sondern vielmehr von der Belastung, Steifigkeit und den geometrischen Abmessungen abhängt.

Auf der Grundlage vorgenannter Bettungsmoduln kann unter Beachtung der Eigensteifigkeit der Konstruktion die Sohlnormalspannungsverteilung unter der Platte näherungsweise ermittelt werden. Bei der Berechnung sind die Beanspruchungen der Bodenplatte durch die unterschiedlichen Grundwasserstände zu berücksichtigen. Grundsätzlich sind die nachfolgend aufgelisteten beiden Zustände zu beachten:

- Grundwasser entsprechend Bemessungswasserstand: 43 mNHN
- Grundwasser direkt unterhalb der Gründungssohle

Anschließend lassen sich auf der Basis dieser Ermittlung bei Bedarf detaillierte Setzungsanalysen gemäß DIN 4019 und DIN-Fachbericht 130 durchführen und angepasst an die Berechnungsergebnisse eine abgestufte Bettungsverteilung in Zuordnung zur Eigensteifigkeit des Bauwerks und der Steifigkeit des Untergrundes festlegen. Bei Anwendung des Bettungsmodulverfahrens müssen somit in mehreren Berechnungsschritten iterativ die Sohlnormalspannungsverteilung sowie die Setzungsmulde bzw. die Durchbiegung der Platte wirklichkeitsnah bestimmt werden.

Die unter Ansatz des vorgenannten Berechnungsmodells ermittelten Kantensohldrücke sollten einen Wert von $\sigma_{R,d} = 500 \text{ kN/m}^2$ nicht überschreiten, um bruceinleitende Verformungen am Plattenrand mit ausreichender Sicherheit ausschließen zu können.

Sofern dieser Wert an den Plattenrändern partiell deutlich überschritten wird, sind unter Berücksichtigung der Art der einwirkenden Lasten (Eigengewicht, Wind, Verkehr) ggf. gesonderte Tragfähigkeitsbetrachtungen erforderlich. Zur Plattenmitte hin darf der vorgenannte Sohldruckwert überschritten werden, da hier bei der tiefen Einbindung und der großen Gründungsfläche keine Tragfähigkeitsproblematik zu besorgen ist.

Die zu erwartenden Setzungen werden in einer Größenordnung von etwa $s = 0,5$ bis $1,5 \text{ cm}$ liegen. Die dabei möglichen Setzungsunterschiede werden schätzungsweise $\Delta s < 1 \text{ cm}$ betragen und voraussichtlich für die aufgehende Konstruktion verträglich sein. Der größte Teil dieser Setzungen tritt bei den vorhandenen nichtbindigen Böden bereits während der Rohbauherstellung auf. Sollten genauere Angaben erforderlich sein, sind Setzungsrechnungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Flächenpressung (Lastangaben durch den Planer) durchzuführen.

Der nicht unterkellerte Baukörper neben der Bibliothek kann über Streifen- und/oder Einzelfundamente gegründet werden. Eine frostsichere Gründung ($t \geq 0,8$ m) liegt innerhalb der Anschüttungen.

Abgesehen von der oberflächennahen guten Verdichtung der Tragschichten sind die Anschüttungen aufgrund ihres heterogenen Kornaufbaus und der unterschiedlichen Steifigkeit sowie des generell vorhandenen lastunabhängigen Sackungspotentials für die Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet.

Im Anschluss an die Auffüllungen folgen die Reste der Hochflutablagerungen (siehe KRB 1; Schichtdicke im Mittel ca. 0,5 m) mit einer vorherrschend weichen bis steifen Konsistenz. Auch diese Schicht ist für die Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet.

Die zur Lastabtragung ausreichend tragfähigen Kiessande der Terrassensedimente stehen ab ca. 43 mNHN an.

Damit wird eine entsprechende Tieferführung der Fundamente erforderlich. Die Tieferführung kann entweder über Unterbetonkörper oder über einen Bodenaustausch erfolgen. Bei der Variante Unterbetonkörper ist auch eine „Tiefgründung“ über Brunnenringe möglich.

Als Bodenaustauschmaterial eignen sich gut verdichtbare und kornabgestufte inerte grobkörnige Böden – wie z. B. kiesige Sande und sandige Kiese der Bodengruppen GW, GI, SW und SI nach DIN 18196 – oder Baustoffgemische gemäß TL SoB-StB 04 (Gesteinskörnung gemäß TL Gestein-StB). Das Material ist lagenweise einzubauen und auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100$ % zu verdichten (Anforderungen an die Verdichtung gemäß ZTV E-StB 09). Bei der Festlegung der Kubatur des Bodenaustauschkörpers ist ein Lastabstrahlungswinkel von 60° zur Horizontalen zu berücksichtigen.

Bei entsprechender Separation können die vorhandenen Tragschichtmaterialien und nahezu schlufffreie Kiessande aus dem Aushub für den Bodenaustausch wiederverwendet werden.

Bei der Bemessung der Fundamente können unter den oben genannten Voraussetzungen die folgenden Sohlwiderstände nach Eurocode 7 zugrunde gelegt werden:

Streifenfundamente $d = 0,8$ m:

b' (m)	0,5	1	1,5
$\sigma_{R,d}$ (kN/m ²)	300	400	450

Einzelfundamente $d = 1$ m und $b_B/b_L < 2$ bzw. $b'_B/b'_L < 2$:

b'_B (m)	1	1,5	2
$\sigma_{R,d}$ (kN/m ²)	500	550	450

Hierin bedeuten:

- b' = rechnerische Fundamentbreite ($b' = b - 2e$)
- $\sigma_{R,d}$ = Bemessungswert des Sohlwiderstandes
- d = geringste Einbindetiefe (Abstand zwischen Fundamentsohle und Fußboden-/Geländeoberkante); die Einbindung der Außenfundamente muss aus Gründen der Frostsicherheit $d \geq 0,8$ m betragen.

Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.

Vorgenannte Werte gelten für eine lotrechte zentrische Lastabtragung. Bei einer Abtragung von außermittigen Lasten oder Horizontallastanteilen in die Fundamente sind die Hinweise des Normenhandbuchs EC 7, Band 1, A 6.10.2 zu beachten.

Zurzeit liegen noch keine Lastangaben vor. Bei Ausnutzung der vorstehend aufgeführten Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands ergeben sich rechnerische Setzungen von etwa 1 bis 2 cm. Die Setzungsdifferenzen zwischen den Fundamenten können somit vorläufig zu etwa $\Delta s \leq 2$ cm abgeschätzt werden.

Die Setzungen treten bei den in den Gründungssohlen vorhandenen nicht-bindigen Böden unmittelbar mit der Lastaufbringung auf. Mit Nachsetzungen infolge Konsolidation des Baugrundes ist nicht zu rechnen.

8.2 Gründung Parkhaus

Angaben zur Tragkonstruktion des Parkhauses (Parkdeck) liegen der ICG nicht vor. Es wird davon ausgegangen, dass eine Stahlverbundbauweise (Stahlstützen, Stahlunterzüge, Ein-/Mehrfeldplattensysteme) zum Einsatz kommt.

Die Gründung einer derartigen Konstruktion kann über Einzel- und Streifenfundamente erfolgen.

Aus den Bohrprofilen und Rammdiagrammen der Anlage 2.2 geht hervor, dass die tragfähigen sandigen Kiese etwa ab dem Niveau 44 mNHN anstehen. Auch für das Parkhaus wird eine Gründung in den Auffüllungen bzw. oberhalb der Hochflutablagerungen mit vorherrschend weich-steifer Konsistenz nicht empfohlen.

Die Angaben hinsichtlich der Tieferführung der Fundamente aus dem Kapitel 8.1 gelten sinngemäß. Ebenso können die im Kapitel 8.1 genannten Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands hier verwendet werden.

8.3 Empfehlung zur Baugrubenherstellung

Die für das Gebäude A im Kapitel 8.1 genannte Gründungssohle von ca. 41,35 mNHN liegt ca. 5,7 m unter der mittleren Geländehöhe. Bei einem Vorhaushub bis ca. 46 mNHN ergibt sich eine Aushubtiefe von ≤ 5 m.

Sofern es die Platzverhältnisse erlauben, können die Baugrubenwände geböscht hergestellt werden.

Die Böschungen können bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen unter einem Winkel von $\beta \leq 45^\circ$ angelegt werden. Die freigelegten Flächen sollten vor Wasser und Austrocknung durch Baufolien geschützt werden. Ein Zutritt von Niederschlagswasser kann durch das Anlegen von kleinen Randwällen an der Böschungsschulter verhindert werden. Stapellasten oder Lasten aus Hebezeugen und schwereren Fahrzeugen müssen einen Mindestabstand von 2 m von der Böschungskante einhalten.

Die Vorgaben und Randbedingungen der DIN 4124, Baugruben und Gräben, sind zu beachten. Ein rechnerischer Nachweis der Standsicherheit ist bei einer Böschungshöhe ≤ 5 m und dem vorgenannten Böschungswinkel $\beta \leq 45^\circ$ nicht erforderlich.

Sofern es die Platzverhältnisse nicht zulassen, eine geböschte Baugrube herzustellen, wird die Ausführung einer Trägerbohlwand mit vertikalen Bohlträgern aus Stahl und einer Holzausfachung empfohlen. Hierbei wird vorausgesetzt, dass der GW-Stand während der Bauzeit den hohen GW-Stand (HGW ~ 39 bis 41 mNHN) nicht übersteigt.

Die Träger sollten in vorgebohrte Löcher eingestellt werden. Die Einbindung der Träger unterhalb der Baugrubensohle muss der statischen Berechnung entsprechen und sollte nicht kleiner als 1,5 m gewählt werden. Die Träger sind mit Fußblechen zur Vergrößerung der Aufstandsfläche zu versehen

und auf Frischbeton aufzusetzen. Um die Ableitung von Horizontallasten im Fußbereich verformungsarm zu gewährleisten, sollten die Bohrlöcher dort mit vermörteltem Kiessand verfüllt werden. Darüber ist das Bohrloch mit einem Material zu verfüllen, das bei den Aushubarbeiten nicht in die Baugrube ausrieselt. Voraussetzung für den ordnungsgemäßen Einbau der Ausfachung ist eine Begrenzung der freien Höhe der vorlaufenden Abgrabung auf ca. 0,5 m.

Der Verbau muss bei angrenzenden Leitungen oder Bebauung verformungsarm für den erhöhten aktiven Erddruck ($0,75 \cdot E_{ah} + 0,25 \cdot E_{oh}$) bemessen werden. Für die Ermittlung des Erddrucks kann vereinfacht von einem zweischichtigen Baugrundaufbau mit folgenden charakteristischen Bodenkennwerten ausgegangen werden:

GOK bis 43,5 mNHN (Anschüttungen und Hochflutablagerungen)

Wichte	$\gamma_k/\gamma'_k =$	19/10 kN/m ³
Ersatzreibungswinkel	$\varphi'_k =$	30°
Kohäsion	$c' =$	0 kN/m ²

ab 43,5 mNHN (Sand, kiesig, Kies, sandig, mitteldicht gelagert)

Wichte	$\gamma_k/\gamma'_k =$	20/11 kN/m ³
Reibungswinkel	$\varphi'_k =$	32,5°
Kohäsion	$c'_k =$	0 kN/m ²

Für den Nachweis des Abtrags der Vertikalkräfte in den mindestens mitteldicht gelagerten sandigen Kiesen kann unter dem Trägerfuß ein charakteristischer Spitzenwiderstand von $q_{b,k} = 1,5 \text{ MN/m}^2$ angesetzt werden.

Bei einer Baugrubentiefe von ca. 5 m und zum Schutz angrenzender Leitungen und Bauwerke muss die Verbauwand rückverankert werden.

Zur Stützung des Verbaus dürfen grundsätzlich nur bauaufsichtlich zugelassene Ankerverfahren angewendet werden. Darüber hinaus sind bei der Ausführung von Verankerungen mit Verpressankern die Anforderungen der DIN EN 1537 zu beachten.

Die gewachsenen sandigen Kiese der Terrassenablagerungen des Rheins eignen sich gut für die Aufnahme von Verpressankerkräften. Die Verpressstrecken der Anker müssen einheitlich innerhalb der mindestens mitteldicht gelagerten kiesigen Sande und Kiessande liegen (Schicht 3).

Erfahrungsgemäß kann bei entsprechenden Baugrundverhältnissen im Zuge der Ausführungsplanung ein charakteristischer Mantelreibungswert von $q_{s,k} = 300 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Der vorgenannte Wert gilt unter der Voraussetzung, dass Verpressanker zum Einsatz kommen, deren Verpresskörper eine Länge von ca. 5 m aufweist und die Anker bei der Herstellung mindestens einmal nachverpresst werden.

Ferner sind bei der Anordnung der Verpressanker folgende Vorgaben zu beachten:

- Überdeckung Verpresskörper zu GOK min. 4 m
- Mindestabstand von Verpresskörper zu Bestandsbauwerken/technischen Anlagen (Kanäle etc.) 3 m
- Ankerneigung min. 10° zur Horizontalen
- Verpresskörper vollständig innerhalb Schicht 3 (Sande und Kiese der Terrassenablagerungen) anordnen
- freie Ankerlänge $> 5 \text{ m}$

- Abstand Verpresskörper zueinander min. 1,5 m

Abschließend wird darauf hingewiesen, dass bei einer Anordnung der Verpressstrecken innerhalb der Terrassenablagerungen örtlich hohe Zementsuspensionsaufnahmen infolge angeschnittener grobkörniger Zwischenlagen nicht auszuschließen sind. Sollten derartige stark durchlässige, schwach sandige, grobkörnige Zonen bei der Herstellung der Verpresskörper festgestellt werden, können Zusatzmaßnahmen (Verringerung des Wasserzementwertes, vorlaufende Injektion des Baugrundes mit Sand und Bentonit etc.) erforderlich werden.

Bei der Planung, Bemessung und Ausführung von geböschten und verbauten Baugruben sind grundsätzlich die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) und die DIN 4124, Baugruben und Gräben, in der neuesten Fassung zu berücksichtigen.

9 Grundwasserhaltung

Bei der Ausbildung eines Untergeschosses ist für das Bauvorhaben selbst bei hohen GW-Ständen bis ca. 40,85 mNHN \cong GS (41,35 mNHN) - 0,5 m keine Grundwasserhaltung erforderlich.

Naturgemäß ist nicht völlig auszuschließen, dass bauzeitlich außergewöhnlich hohe GW-Stände bis ~ 42 mNHN auftreten können. Aber dieses Restrisiko ist sehr klein und würde voraussichtlich nur eine kurze Unterbrechung der Bauzeit zur Folge haben.

10 Sicherheit gegen Aufschwimmen.

Für den Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen im Endzustand ist der Bemessungswasserstand BHGW = 43 mNHN maßgebend.

11 Schutz der in den Untergrund einbindenden Gebäudeteile gegen Wassereinwirkungen

Auf der Grundlage der erläuterten hydrologischen Verhältnisse wird empfohlen, bei der statischen Berechnung des Bauvorhabens von einem Bemessungsgrundwasserstand im Endzustand von BHGW = 43 mNHN auszugehen.

Unter Berücksichtigung des oben genannten Bemessungsgrundwasserstandes wird die Ausbildung des Untergeschosses des Gebäudes A als wasserundurchlässiges Bauwerk (WU-Bauwerk) aus Beton (sogenannte „Weiße Wanne“) empfohlen. Alternativ ist eine Abdichtung gegen „drückendes Wasser“ im Sinne der DIN 18533-1 (Wassereinwirkungsklasse W2.1-E; $h \leq 3$ m) erforderlich.

Bei W2-E ist die Abdichtungsschicht in den hier stark durchlässigen Böden mindestens 30 cm über BHGW zu führen. Der Wandbereich darüber kann durch eine für W1-E geeignete Abdichtungsart geschützt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass ein Aufstau von Sickerwasser im Bereich der Arbeitsräume vermieden wird. Hierzu ist eine Verfüllung der Arbeitsräume mit schlufffreiem Kiessand (Durchlässigkeitsbeiwert $k > 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) vorzunehmen.

Bei der Bemessung des Untergeschosses als WU-Bauwerk ist die Beanspruchungsklasse 1 (drückendes Grundwasser) nach WU-Richtlinie zugrunde zu legen. Vom Fachplaner ist in Abhängigkeit der angestrebten Nutzung des Untergeschosses die Nutzungsklasse A oder B festzulegen. Als höherwertige Anforderung dürfen in der Nutzungsklasse A keine Feuchstellen auf der Bauteiloberfläche innen als Folge eines Wasserdurchtritts auftreten. Bei Nutzungsklasse B sind Feuchstellen auf der Bauteiloberfläche zulässig. Im Gegensatz zu Nutzungsklasse A wird somit nur eine begrenzte Wasserundurchlässigkeit gefordert.

12 Hinweise zur Bauausführung

Die Arbeiten zum Herstellen eines Trägerbohlverbau sind im Hinblick auf Kampfmittel im Untergrund als „besonders gefährdete Arbeiten“ einzustufen. Für diese Arbeiten müssen vorlaufend Kampfmittelsondierungen für eine anschließende Sicherheitsdetektion ausgeführt werden.

Für die Ankerbohrarbeiten können spezielle Auflagen von Seiten des Kampfmittelbeseitigungsdienstes (KBD) erfolgen (z. B. Ausführung der Arbeiten unter ständiger Aufsicht des KBD).

Die Maßnahmen zur Klärung der Kampfmittelsituation sind frühzeitig abzustimmen.

Nach Aushub der Baugrube müssen die in der Baugrubensohle anstehenden kiesigen Sande und Kiessande vor Einbringen der Sauberkeitsschicht mit Hilfe eines mittelschweren dynamischen Verdichtungsgerätes (Rüttelplatte, 300 bis 750 kg) nachverdichtet werden, um infolge des Aushubes entstandene oberflächennahe Auflockerungen wieder zu beseitigen.

Für die Verfüllung der Arbeitsräume können die gut durchlässigen kiesigen Sande der Terrassenablagerungen verwendet werden. Insbesondere unterhalb der später befestigten Flächen ist für eine ordnungsgemäße Verdichtung des Bodens ($D_{Pr} \geq 98 \%$) Sorge zu tragen. Die Kornverteilung des zum Wiedereinbau vorgesehenen Bodens sollte vor Durchführung der Arbeiten hinsichtlich der Durchlässigkeit nochmals abschließend fachtechnisch geprüft werden.

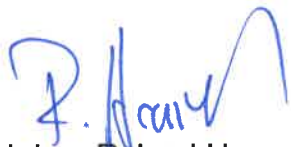
Grundsätzlich ist dafür Sorge zu tragen, dass kein konzentrierter Zufluss von Oberflächenwasser zu den Arbeitsräumen erfolgt. Ein Aufstau von Sickerwasser im Arbeitsraum – über den genannten Bemessungswert des Grundwasserstandes hinaus – muss dauerhaft verhindert werden. Es ist sicherzustellen, dass alle durch Zementschlämme, Betonreste, Folienreste etc. entstandenen Sperrschichten an der Arbeitsraumsohle vor der Verfüllung beseitigt werden, damit eine permanente Versickerung von Sickerwasser über den Arbeitsraum gewährleistet ist. Neben einer entsprechenden Profilierung des Geländes sollte im Bereich von nicht befestigten Oberflächen eine Abdeckung des Arbeitsraumes mit bindigem Boden erfolgen.

13 Schlussbemerkung

Der vorliegende geotechnische Bericht der vorgesehenen Baumaßnahmen am Standort der TH Köln-Deutz (Bauabschnitt: Gebäude A und Parkhaus P1) beschreibt und bewertet auftragsgemäß die ausgeführten Baugrunderkundungen sowie die ausgeführten bodenmechanischen und chemischen Laboruntersuchungen. Auf Grundlage dieser Ergebnisse werden Empfehlungen zur geplanten Bauausführung gegeben.

Sollten sich zu den dargestellten Ergebnissen weitere Fragen ergeben wird um Mitteilung gebeten.

ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG



Dipl.-Ing. Roland Haarer

gez. Dipl.-Geol. Dr. Paul Miessner

Anlagen

Verteiler

BLB NRW, Niederlassung Köln

1 x

Martin.Kross@BLB.NRW.de

Nadine.Bueser@BLB.NRW.de



Legende:

- Gebäude Bestand
geplanter Abbruch
- Gebäude Bestand
- Kampfmittel 15m Radius
- Kanalhaltung BLB Köln
- Kanalhaltung Stadt Köln
- Gasleitung
- Wasserleitung
- Kabel NS
- Kabel FM

Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW Köln	
Domstraße 55-73 D - 50668 Köln Telefon: +49 221 35660 - 0 Telefax: +49 221 35660 - 999 E-Mail: k.poststelle@blb.nrw.de Internet: www.blb.nrw.de	
Planer/asser (extern): Bauher(in): Nutzer / Mieter(in): Technische Hochschule Köln	Bestandszeichnung Projekt: 10-12-2034-18-002 WE2034 Objekt/Bauwerk/Gebäude: Bestandsgebäude
Wirtschaftseinheit / Liegenschaft: Technische Hochschule Campus Deutz	
Planbezeichnung/Darstellung: Bestand Gebäude, Kanäle, Leitungen, Kampfmittel Planung Gebäude Abbruch, Bohrungen zur Baugrunduntersuchung	
Datum: P:\12851-Köln-Betzdorfer-Str-2-TH-Deutz-60973\CAD-Zeichnungen\12851-BGR-LP-01-03_Vermessungsplan	
Modultitel: 12851-BGR-LP-03.dwg	Projektziele: Sitzzuweisung ICG ctb
Layout-Name: ICG	Gezeichnet: 15.11.2018
Bestand am: 	Blatt-Nr.: 6.000 Maßstab: 1:500 Folienformat: Vorheriges Papierformat (610,00 x 2000,00 mm) Projektion: UTM Datum: 21. Oktober 2019 12:17

Zusätzliche Eintragungen

- KRB** - Kleinrammbohrung
 - DPH** - schwere Rammsondierung
 - KRB+GWM** - Kleinrammbohrung mit Grundwassermessstelle
 - SCH** - Schurf
- } Block A
+ P1
- KRB** - Kleinrammbohrung
 - DPH** - schwere Rammsondierung
 - KRB+GWM** - Kleinrammbohrung mit Grundwassermessstelle
 - SCH** - Schurf
- } weitere Bauabschnitte

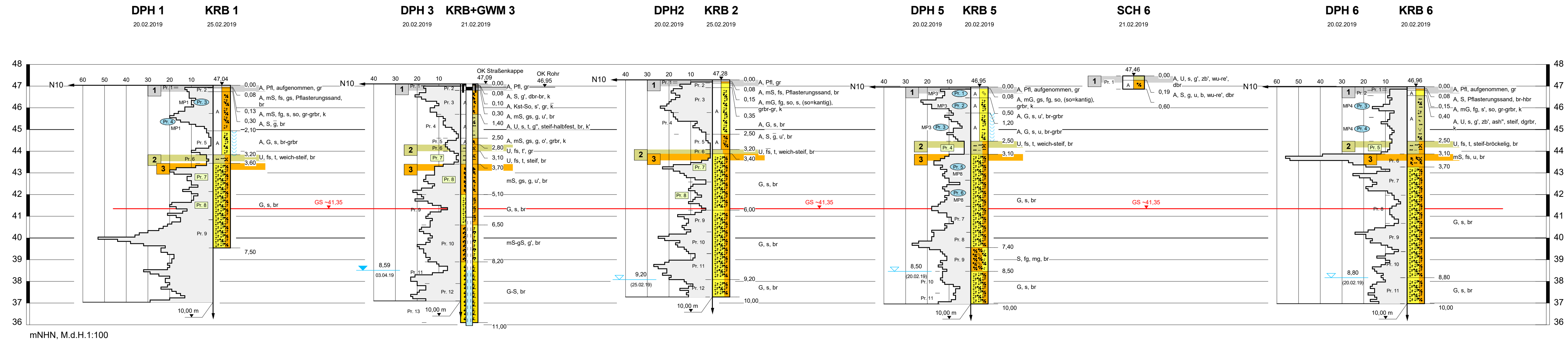
Die Lage der Untersuchungspunkte 1 bis 16 wurde im UTM-Koordinatensystem eingemessen.

Die Lage der Untersuchungspunkte 17 bis 36 wurde nach der Örtlichkeit und nicht nach Koordinaten eingemessen. Abweichungen zwischen der Lage der Untersuchungspunkte im Plan und vor Ort sind möglich.

ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG Ingenieur Consult Geotechnik <small>Beratende Ingenieure für Baugrund, Grundbau, Hydrogeologie und Altlasten, Baugrundlaboratorium</small>		
Auftraggeber: BLB NRW Köln Domstraße 55-73, 50668 Köln		Projekt-Nr.: 60973
Projekt: Köln-Deutz, Ersatzneubau TH Deutz in der Betzdorfer Straße 2		Auftrag-Nr.: 12851
Planinhalt: Lageplan mit Lage der Erkundungspunkte		Anlage-Nr.: 1
Plan-Nr.: 1 2 8 5 1 - B G R - L P - 0 3		Maßstab: 1:1000 Datum: 28.11.2018 gez.: ru Bearb.: Haa Stand: 10.10.2019

P:\12851-Köln-Betzdorfer-Str-2-TH-Deutz-60973\CAD-Zeichnungen\12851-BGR-LP-01-03_Vermessungsplan\12851-BGR-LP-03.dwg

P:\12851-Köln-Betzdorfer-Str-2-TH-Deutz-60973\CAD\Bearing\12851-BGR-BP-01.vbfx



Grundwassermessstelle
 OK Rohr: 14 cm unter OK Gelände
 Aufsatzrohr: 6 m
 Filterrohr: 5 m (0,3 mm Schlitzw.)
 Rohrverschluss oben: SEBA-Kappe
 Rohrverschluss unten: Flachkappe
 Straßenkappe: DIN 4056
 Rohrdurchmesser: 2 Zoll
 Rohrmaterial: PVC

Zeichenerklärung

A	Anschtüttung	k	kalkhaltig
U	Schluff	b	Bauschuttreste
mS	Mittelsand	so	Schotterreste
mS-gS	Mittel-Grobsand	ash	Aschereste
S	Sand	zb	Ziegelreste
G-S	Kiessand	o	organisch
mG	Mittelkies	wu-re	Wurzelreste
G	Kies	Pr. 1	Probe
Kst-So	Kalksteinschotter		Grundwasser angebohrt m u. GOK
Pfl	Pflasterstein		Vernässungszone
u	schluffig		Ruhwasserstand m u. GOK
fs	feinsandig		bodenmechanische Laboruntersuchungen
gs	grobsandig		stark, schwach, sehr schwach (sandig)
s	sandig	Baugrundschiichtung	
fg	feinkiesig	1	Auffüllungen
mg	mittelkiesig	2	Hochflutablagerungen
g	kiesig	3	Niederterrasse
t	tonig		

Bodenproben für chemische Analysen:
 MP Mischprobe
 EP Einzelprobe

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

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

Bodenfarben nach DIN EN ISO 22476-2

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

ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG Ingenieur Consult Geotechnik <small>Beratende Ingenieure für Baugrund, Grundbau, Hydrogeologie und Altlasten, Baugrundlaboratorium</small>		 <small>Borbecker Straße 22, 40472 Düsseldorf Telefon 0211/47201-0, Telefax 0211/47201-33</small>
Auftraggeber:	BLB NRW Köln Domstraße 55-73, 50668 Köln	Projekt-Nr.: 60973
Projekt:	Köln-Deutz, Ersatzneubau TH Deutz in der Betzdorfer Straße 2	Auftrag-Nr.: 12851
Planinhalt:	Bohrprofile und Rammdiagramme, Gebäude (Block) A	Anlage-Nr.: 2.1
Plan-Nr.:	1 2 8 5 1 - B G R - B P - 0 1	Maßstab: 1:100 Datum: 26.02.2019 gez.: Co/bp Bearb.: Haa Stand: 21.10.2019

DPH 4
19.02.2019

KRB 4
19.02.2019

DPH 5
20.02.2019

KRB 5
20.02.2019

DPH 7
19.02.2019

KRB 7
19.02.2019

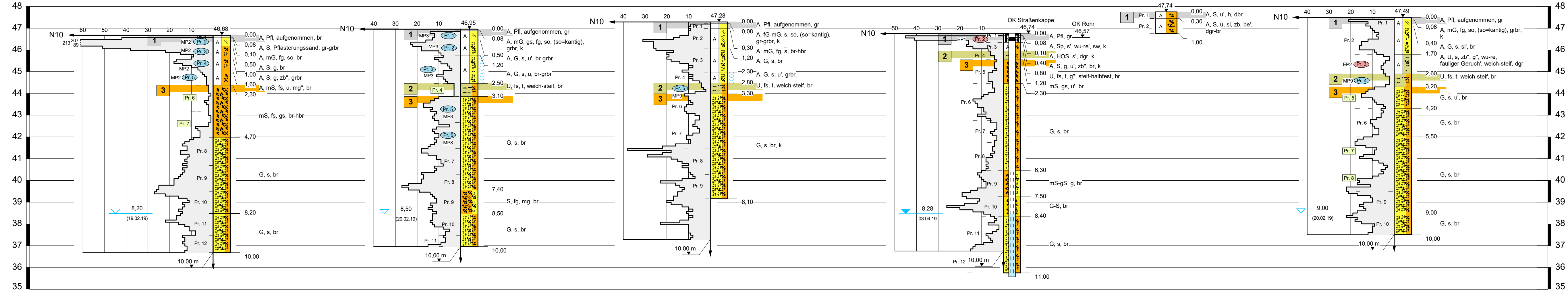
DPH 8
19.02.2019

KRB+GWM 8
22.02.2019

SCH 9
25.02.2019

DPH 9
20.02.2019

KRB 9
20.02.2019



mNHN, M.d.H.1:100

Grundwassermessstelle
 OK Rohr: 17 cm unter OK Gelände
 Aufsatzrohr: 6 m
 Filterrohr: 5 m (0,3 mm Schlitzw.)
 Rohrverschluss oben: SEBA-Kappe
 Rohrverschluss unten: Flachkappe
 Straßenkappe: DIN 4056
 Rohrdurchmesser: 2 Zoll
 Rohrmaterial: PVC

Zeichenerklärung

A	Anschüttung	h	torfig, humos
U	Schluff	t	tonig
mS	Mittelsand	k	kalkhaltig
mS-gS	Mittel-Grobsand	be	Betonreste
S	Sand	so	Schotterreste
G-S	Kiessand	zb	Ziegelreste
fg-mG	Fein-Mittelkies	sl	Schlackereste
mG	Mittelkies	wu-re	Wurzelreste
G	Kies	Pr. 1	Probe
HOS	Hochofenschlacke		Ruhewasserstand m u. GOK
Sp	Spilit		Grundwasser angebohrt m u. GOK
Pfl	Pflasterstein		Vernässungszone
u	schluffig		bodenmechanische Laboruntersuchungen
fs	feinsandig		s / s' / s''
gs	grobsandig		stark, schwach, sehr schwach (sandig)
s	sandig		
fg	feinkiesig		
mg	mittelkiesig		
g	kiesig		

Baugrundsichtung

1	Auffüllungen
2	Hochflutablagerungen
3	Niederterrasse

Bodenproben für chemische Analysen:
 MP Mischprobe
 EP Einzelprobe

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

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

Bodenfarben nach DIN EN ISO 22476-2

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

ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG
 Ingenieur Consult Geotechnik
 Beratende Ingenieure für Baugrund, Grundbau, Hydrogeologie und Altlasten, Baugrundlaboratorium
 Borbecker Straße 22, 40472 Düsseldorf
 Telefon 0211/47201-0, Telefax 0211/47201-33

Auftraggeber:	BLB NRW Köln Domstraße 55-73, 50668 Köln	Projekt-Nr.:	60973
Projekt:	Köln-Deutz, Ersatzneubau TH Deutz in der Betzdorfer Straße 2	Auftrag-Nr.:	12851
Planinhalt:	Bohrprofile und Rammdiagramme, Parkhaus P1	Anlage-Nr.:	2.2
Plan-Nr.:	1 2 8 5 1 - B G R - B P - 0 2	Maßstab:	1:100
		Datum:	26.02.2019
		gez.:	Co/bp
		Bearb.:	Haa
		Stand:	21.10.2019

P:\12851-Köln-Betzdorfer-Str-2-TH-Deutz-60973\CAD\Bearing\12851-BGR-BP-02.wbfx



Körnungslinie

DIN EN ISO 17892-4

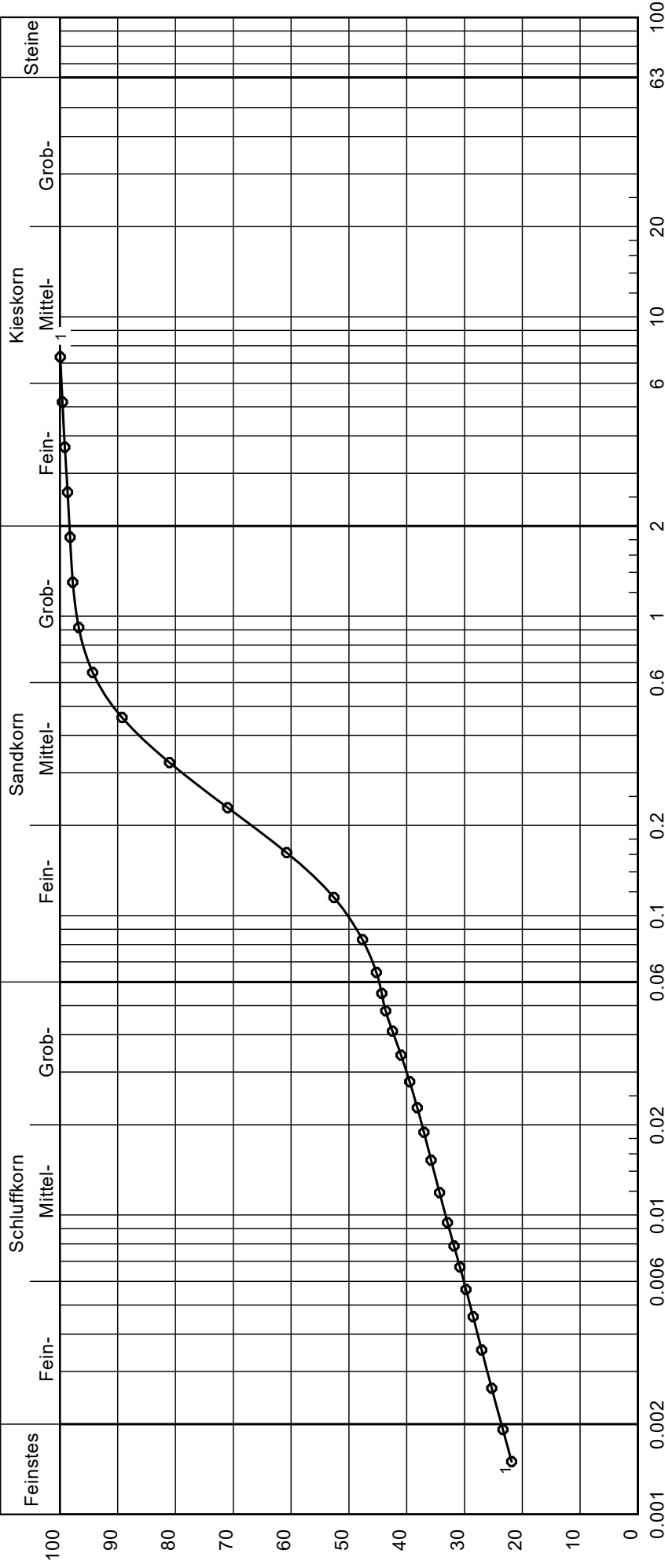
Auftraggeber : Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW, Niederlassung Köln
 Bauvorhaben: Köln, Beizdorfer Straße 2
 TH-Deutz

Bearbeiter: WM

Datum: 27.03.2019

Schlammkorn

Siebkorn



Signatur :		Bemerkungen	Auftrag-Nr.: 12851
Labornummer :	96811	Hochflutablagerungen	Anlage: 3.1.1
Entnahmestelle :	KRB 5		
Tiefe [m] :	2,50 - 3,10		
Bodenart :	U, t, s		
Bodengruppe :	TL		
T/U/S/G [%] :	23.6/21.5/53.3/1.7		
Wassergehalt [%] :	15.1		

Zustandsgrenzen DIN 18 122 - LM / P

Köln, Betzdorfer Straße 2

TH-Deutz

Bearbeiter: WM

Datum: 25.03.2019

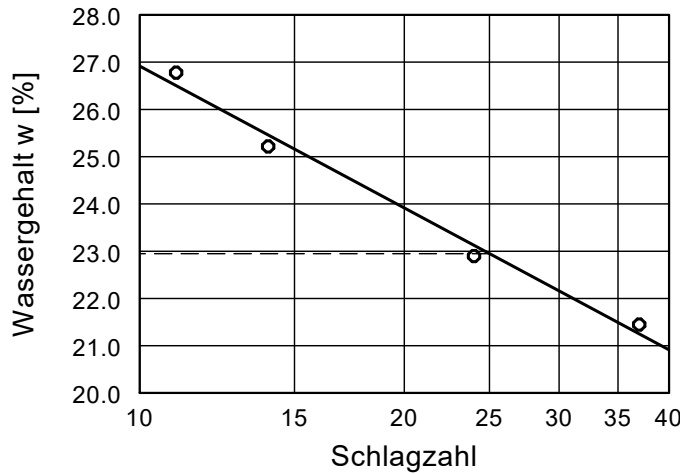
Labornummer: 96789

Entnahmestelle: KRB 3

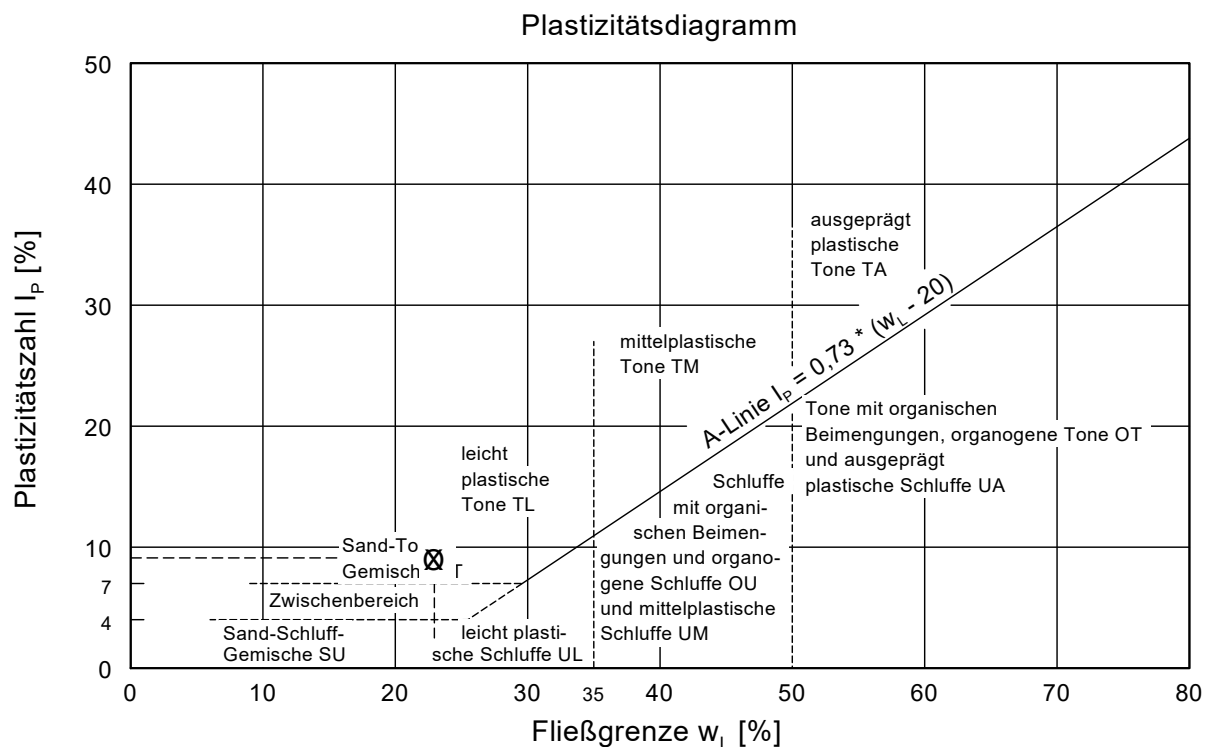
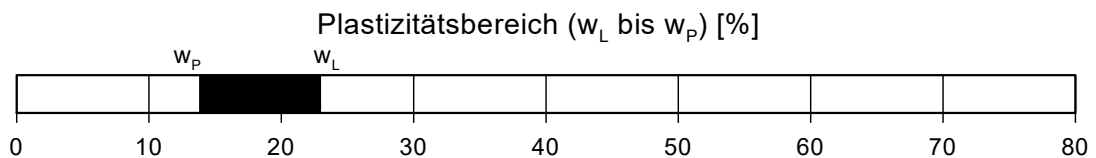
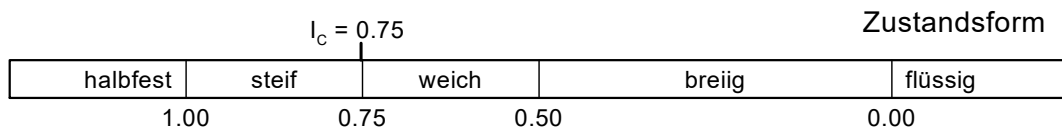
Tiefe [m]: 3,10 - 3,70

Bodenart: U, fs, t

Bodengruppe: TL



Wassergehalt w =	16.1 %
Fließgrenze w_L =	22.9 %
Ausrollgrenze w_P =	13.8 %
Plastizitätszahl I_P =	9.1 %
Konsistenzzahl I_C =	0.75





Auftrag-Nr. : 12851

Anlage : 3.3.1

Glühverlust DIN 18 128 - GL

Köln, Betzdorfer Straße 2

TH-Deutz

Bearbeiter: WM

Datum: 25.03.2019

Labornummer: 96789

Entnahmestelle: KRB 3

Tiefe [m]: 3,10 - 3,70

Bodenart: U, fs, t

Bodengruppe: TL

Glühzeit [h]: 2

Tiegel - Nr.	23	24	25
Ungeglühte Probe+Tiegel [g]	30.98	35.10	33.54
Geglühte Probe+Tiegel [g]	30.60	34.65	33.11
Tiegel [g]	16.70	17.29	17.00
Massenverlust [g]	0.38	0.45	0.43
trockene Probe vor Glühen [g]	14.28	17.81	16.54
Glühverlust [%]	2.66	2.55	2.60
Glühverlust Mittelwert V_{gl} [%]	2.61		



Auftrag-Nr. : 12851

Anlage : 3.3.2

Glühverlust DIN 18 128 - GL

Köln, Betzdorfer Straße 2

TH-Deutz

Bearbeiter: WM

Datum: 27.03.2019

Labornummer: 96811

Entnahmestelle: KRB 5

Tiefe [m]: 2,50 - 3,10

Bodenart: U, \bar{t} , \bar{s}

Bodengruppe: TL

Glühzeit [h]: 2

Tiegel - Nr.	27	28	32
Ungeglühte Probe+Tiegel [g]	32.11	34.28	32.41
Geglühte Probe+Tiegel [g]	31.78	33.85	32.02
Tiegel [g]	17.60	17.15	16.76
Massenverlust [g]	0.33	0.43	0.39
trockene Probe vor Glühen [g]	14.51	17.13	15.65
Glühverlust [%]	2.27	2.51	2.49
Glühverlust Mittelwert V_{gl} [%]	2.43		



Auftrag-Nr. : 12851

Anlage : 3.4.1

Wassergehalt

DIN EN ISO 17892-1

Köln, Betzdorfer Straße 2

TH-Deutz

Bearbeiter: WM

Datum: 25.03.2019

Labornummer: 96789

Entnahmestelle: KRB 3

Tiefe [m]: 3,10 - 3,70

Bodenart: U, fs, t

Bodengruppe: TL

Schale - Nr.	102	132
Feuchte Probe + Schale [g]	201.20	188.80
Trockene Probe + Schale [g]	191.89	179.94
Schale [g]	134.20	125.00
Porenwasser [g]	9.31	8.86
Trockene Probe [g]	57.69	54.94
Wassergehalt [%]	16.14	16.13
Wassergehalt Mittelwert w [%]	16.13	



Auftrag-Nr. : 12851

Anlage : 3.4.2

Wassergehalt

DIN EN ISO 17892-1

Köln, Betzdorfer Straße 2

TH-Deutz

Bearbeiter: WM

Datum: 21.03.2019

Labornummer: 96824

Entnahmestelle: KRB 6

Tiefe [m]: 2,50 - 3,10

Bodenart: U, s, g', zb', ash"

Bodengruppe: -

Schale - Nr.	103	106	134
Feuchte Probe + Schale [g]	219.00	237.60	221.40
Trockene Probe + Schale [g]	209.80	227.90	213.40
Schale [g]	127.00	137.70	139.70
Porenwasser [g]	9.20	9.70	8.00
Trockene Probe [g]	82.80	90.20	73.70
Wassergehalt [%]	11.11	10.75	10.85
Wassergehalt Mittelwert w [%]	10.91		



Homogenbereiche für Erdarbeiten (GK 2) - DIN 18300

Homogenbereiche			ERD-A		ERD-B	ERD-C
Schichteinheit			1a	1b	2	3
Eigenschaften und Kennwerte für Boden	ortsübliche Bezeichnung	-	Auffüllungen¹⁾ nicht bindig	Auffüllungen¹⁾ bindig	Hochflutablagerungen	Niederterrasse
	Bodengruppe nach DIN 18196	-	[SW, SE, SI, SU, GW, GE, GI, GU, A]	[SU*, UL, UM, TL]	SU*, TL, TM, UL	SE, SU, SU*, GW, GI, GU
	Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN EN ISO 17892-4	%	2)	2)	siehe Anlage 3.1.1	siehe Anlage 3.1.2 und Bild 5-1
	Massenanteil an Steinen, Blöcken und großen Blöcken nach DIN EN ISO 14688-1	%	< 30 / < 30 / < 20	< 10 / 0 / 0	< 10 / < 5 / 0	< 30 / < 30 / < 10
	Dichte nach DIN 18125-2	g/cm ³	1,9 bis 2,2	1,7 bis 1,9	1,8 bis 2,0	1,9 bis 2,1
	undrained Scherfestigkeit nach DIN 4094-4	kN/m ²	n.b.	≤ 100	10 – 100	n.b.
	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	%	≤ 15	≤ 30	≤ 30	≤ 20
	Plastizitätszahl nach DIN EN ISO 17892-12	%	n.b.	≤ 20	8 bis 25	n.b.
	Konsistenzzahl nach DIN EN ISO 17892-12	-	n.b.	0,3 bis 1	0,5 bis 1,1	n.b.
	Lagerungsdichte	-	locker bis dicht	-	-	mitteldicht bis dicht
	organischer Anteil nach DIN 18128	%	≤ 3	≤ 10	≤ 6	≤ 3
	umweltrelevante Einstufung	-	Böden: Z 0 bis Z 2 Schlacke: DK 0	Z 1 bis Z 2	Z 0	Z 0*

¹⁾ nicht in der Klassifizierung erfasst sind in der Anschüttung noch vorhandene zusammenhängende Bauwerksteile ehemaliger Bebauung (z. B. Fundamentreste etc.)

²⁾ streut in weiten Grenzen (vgl. Bodengruppen DIN 18196)

n.b. = nicht bestimmbar



Homogenbereiche für Bohrarbeiten - DIN 18301

Homogenbereiche			BOHR-A			
Schichteinheit			1a	1b	2	3
Eigenschaften und Kennwerte für Boden	ortsübliche Bezeichnung	-	Auffüllungen nicht bindig	Auffüllungen bindig	Hochflutablagerungen	Niederterrasse
	Bodengruppe nach DIN 18196	-	[SW, SE, SI, SU, GW, GE, GI, GU, A]	[SU*, UL, UM, TL]	SU*, TL, TM, UL	SE, SU, SU*, GW, GI, GU
	Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN EN ISO 17892-4	%	2)	2)	siehe Anlage 3.1.1	siehe Anlage 3.1.2 und Bild 5-1
	Massenanteil an Steinen, Blöcken und großen Blöcken nach DIN EN ISO 14688-1	%	< 30 / < 30 / < 20	< 10 / 0 / 0	< 10 / 0 / 0	< 30 / < 30 / < 10
	Kohäsion nach DIN 18137-1, DIN EN ISO 17892-8 oder DIN EN ISO 17892-9 und DIN 18137-3	kN/m ²	n.b.	≤ 3	3 bis 5	n.b.
	undrännierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4	kN/m ²	n.b.	≤ 100	10 bis 100	n.b.
	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	%	≤ 15	≤ 30	≤ 30	≤ 20
	Plastizitätszahl nach DIN EN ISO 17892-12	%	n.b.	≤ 20	8 bis 25	n.b.
	Konsistenzzahl nach DIN EN ISO 17892-12	-	n.b.	0,3 bis 1	0,5 bis 1,1	n.b.
	Lagerungsdichte	-	locker bis dicht	n.b.	n.b.	mitteldicht bis dicht
	Abrasivität nach NF P18-579 ¹⁾	g/t	≤ 1.250 (stark abrasiv)	< 250 (schwach abrasiv)	< 250 (schwach abrasiv)	< 2.000 (schwach abrasiv)
	umweltrelevante Einstufung	-	Böden: Z 0 bis Z 2 Schlacke: DK 0	Z 1 bis Z 2	Z 0	Z 0*

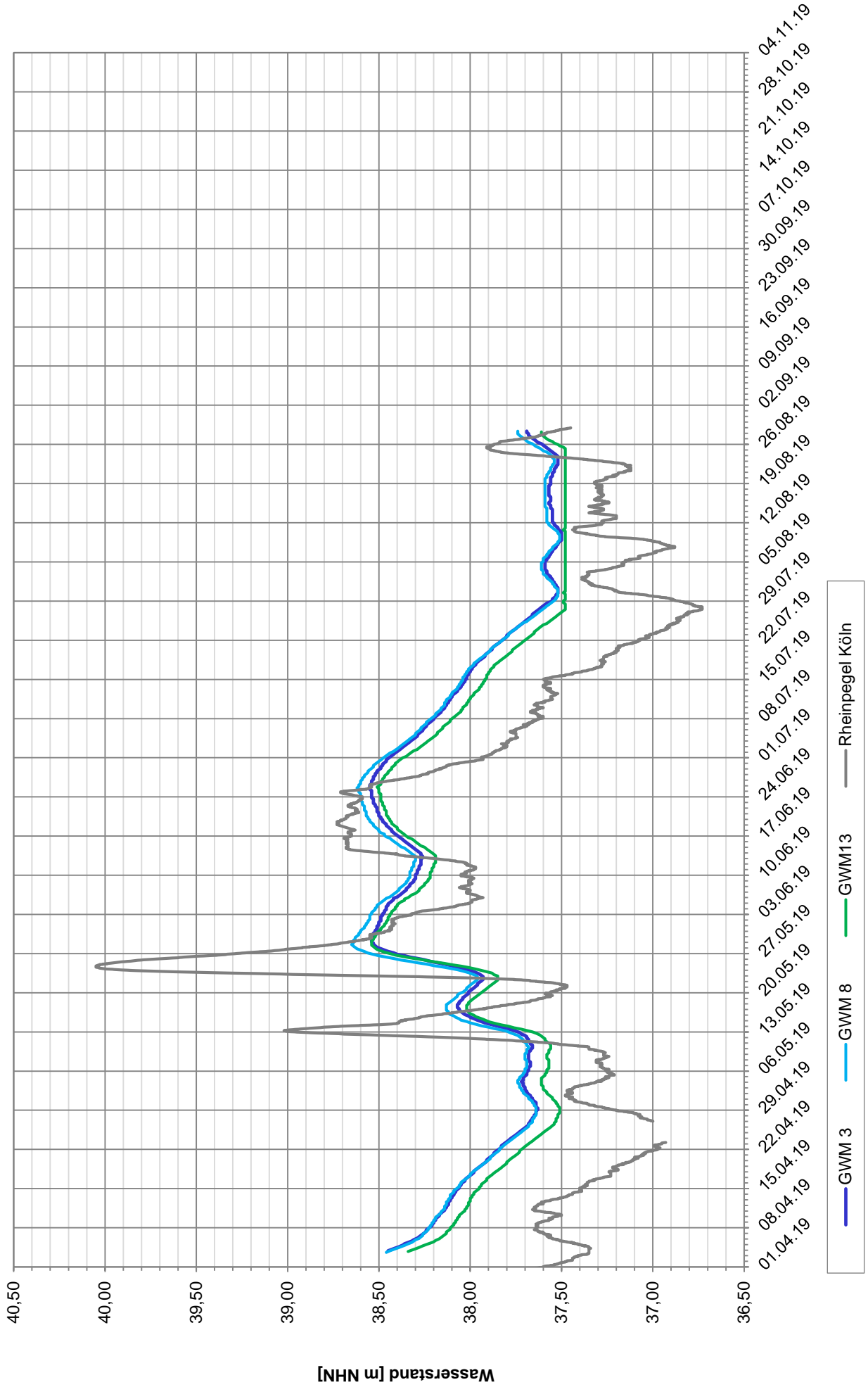
¹⁾ Im Zusammenhang mit dem vorliegenden Bericht wurden keine Versuche zur Abrasivität durchgeführt. Angaben zur Abrasivität beruhen auf Erfahrungen.

²⁾ streut in weiten Grenzen (vgl. Bodengruppen DIN 18196)

n.b. = nicht bestimmbar

Auftrag-Nr.: 12851
 Auftraggeber: BLB NRW Köln
 Projekt: Ersatzneubau TH Deutz

Grund- und Rheinwasserstände
 ab 01.04.2019





Auftrag-Nr. : 12851

Anlage : 5.2

Grundwasserentnahme DVGW W 112 (M)

Köln - Deutz,
Ersatzneubau TH Deutz

Bearbeiter: ML

Datum: 04.04.2019

Messstelle:	GWM 8
Probenahmedatum:	03.04.2019
OK Pegelrohr:	46,57 mNN
OK Gelände:	46,74 mNN
Probenehmer:	MK

Pegeldaten

Pegelmaterial:	PVC	Gesamttiefe Pegel:	11,0 m
Pegeldurchmesser:	50 mm	Filterstrecke:	5,0 m

Entnahmevorgang

GW-Stand vor der Entnahme	8,11	m unter OK Pegelrohr
GW-Stand während der Entnahme	8,10	m unter OK Pegelrohr
GW-Absenkung	0,01	m
Entnahmeart	Pumpen	
Membranfilter 0,45 µm:	-	
Entnahmetiefe	10,60	m
Beginn des Abpumpens	13:15	Uhrzeit
Entnahmezeitpunkt	13:45	Uhrzeit
Ende des Abpumpens	14:00	Uhrzeit
Förderleistung	0,06	l/s

Vor - Ort - Parameter

Witterung	bewölkt	
Luftdruck	996	hPa
Lufttemperatur	11,5	°C
Wassertemperatur	14,4	°C
Bodensatz	ohne	
Trübung	klar	
Farbe	farblos	
Geruch	ohne	
Sauerstoffgehalt	8,3	mg/l
pH-Wert	7,2	-
Redoxpotenzial U_B	223	mV (Pt/PtO ₂ Bezugssystem)
elektr. Leitfähigkeit	125	µS/cm

Untersuchungsbericht

Untersuchungsstelle: **SEWA GmbH**
Laborbetriebsgesellschaft m.b.H
Lichtstr. 3
45127 Essen

Tel. (0201) 847363-0 Fax (0201) 847363-332

Berichtsnummer: AU65728
Berichtsdatum: 12.04.2019

Projekt: 12851; Ersatzneubau TH Deutz, Köln

Auftraggeber: ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG
Postfach 35 02 65
40444 Düsseldorf

Auftrag: 04.04.2019
Probeneingang: 04.04.2019
Untersuchungszeitraum: 04.04.2019 — 12.04.2019
Probenahme durch: Auftraggeber/Gutachter
Untersuchungsgegenstand: 1 Wasserprobe



Andreas Görner
Laborleitung

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

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
65728 - 1	GWM 8	

65728 - 1

- Untersuchungen im Wasser

Betonaggressivität

pH-Wert	ohne	7,04
Geruch	ohne	ohne
Gesamthärte	°dH	20
Carbonathärte	°dH	14
Nichtcarbonathärte	°dH	6,2
Säurekapazität pH 4.3	mmol/l	5,1
Säurekapazität pH 4.3 M	mmol/l	5,1
Säurekapazität pH 8.2	mmol/l	n.b.
Hydrogencarbonat	mg/l	310
Kalklösende Kohlensäure	mg/l	<0,10
Oxidierbarkeit mit KMnO ₄	mg/l	<0,50
Chlorid	mg/l	47
Sulfat	mg/l	86
Ammonium	mg/l	<0,030
Betonaggressivität	ohne	<XA1

Metalle

Calcium	mg/l	120
Magnesium	mg/l	16

Untersuchungsmethoden

- Untersuchungen im Wasser

Ammonium	DIN 38406 E5-1 (1983-10)
Betonaggressivität	DIN 4030
Carbonathärte	DIN 38409 H6 (1986-01)
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
Geruch	DEV B1/2 (1971)
Gesamthärte	DIN 38409 H6 (1986-01)
Hydrogencarbonat	DIN 38409 H7-1-1/2 (2012-05)
Kalklösende Kohlensäure	DIN 38404 C10-4
Nichtcarbonathärte	DIN 38409 H6 (1986-01)
Oxidierbarkeit mit KMnO ₄	DEV H4
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
Säurekapazität pH 4.3	DIN 38409 H7-1-1/2 (2012-05)
Säurekapazität pH 4.3 M	DIN 38409 H7-1-1/2 (2012-05)
Säurekapazität pH 8.2	DIN 38409 H7-1-1/2 (2012-05)
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (2009-07)
Calcium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Magnesium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)

Untersuchungsbericht

Untersuchungsstelle: **SEWA GmbH**
Laborbetriebsgesellschaft m.b.H
Lichtstr. 3
45127 Essen

Tel. (0201) 847363-0 Fax (0201) 847363-332

Berichtsnummer: AU65566
Berichtsdatum: 04.04.2019

Projekt: 12851; Ersatzneubau TH Deutz, Köln

Auftraggeber: ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG
Postfach 35 02 65
40444 Düsseldorf

Auftrag: 20.03.2019
Probeneingang: 20.03.2019
Untersuchungszeitraum: 20.03.2019 — 04.04.2019
Probenahme durch: Auftraggeber/Gutachter
Untersuchungsgegenstand: 15 Feststoffproben



Andreas Görner
Laborleitung

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

Untersuchungsergebnisse



Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
65566 - 1	MP 1				
65566 - 2	MP 2				
65566 - 3	MP 3				
65566 - 4	MP 4				
		65566 - 1	65566 - 2	65566 - 3	65566 - 4

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	3,8	3,7	8,2	20
Blei	mg/kg	8,5	15	10	300
Cadmium	mg/kg	<0,20	<0,20	<0,20	0,57
Chrom	mg/kg	12	250	16	17
Kupfer	mg/kg	6,5	9,7	25	73
Nickel	mg/kg	15	11	22	19
Quecksilber	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	0,97
Zink	mg/kg	24	27	34	220

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Metalle

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

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse



Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
65566 - 1	MP 1				
65566 - 2	MP 2				
65566 - 3	MP 3				
65566 - 4	MP 4				
		65566 - 1	65566 - 2	65566 - 3	65566 - 4

● Untersuchungen im Feststoff

TOC	%	0,062	0,090	0,064	1,2
EOX	mg/kg	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cyanid (ges.)	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
KW-Index	mg/kg	<50	<50	<50	<50
C10-C22	mg/kg	<50	<50	<50	<50
C22-C40	mg/kg	<50	<50	<50	<50

LHKW

Dichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Chlorbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Summe LHKW	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar

BTEX

Benzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Toluol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
m/p-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
o-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
65566 - 1	MP 1				
65566 - 2	MP 2				
65566 - 3	MP 3				
65566 - 4	MP 4				
		65566 - 1	65566 - 2	65566 - 3	65566 - 4
PAK nach US EPA					
Naphthalin	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	0,14
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	0,18
Acenaphthen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	0,049
Fluoren	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	0,23
Phenanthren	mg/kg	<0,010	0,036	<0,010	2,7
Anthracen	mg/kg	<0,010	0,019	<0,010	0,66
Fluoranthren	mg/kg	<0,010	0,20	<0,010	5,5
Pyren	mg/kg	<0,010	0,11	<0,010	4,6
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,010	0,043	<0,010	1,9
Chrysen	mg/kg	<0,010	0,095	<0,010	2,6
Benzofluoranthene	mg/kg	<0,010	0,14	<0,010	3,3
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,010	0,088	<0,010	1,9
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	0,18
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	<0,010	0,061	<0,010	0,99
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	<0,010	0,052	<0,010	0,95
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	n. berechenbar	0,84	n. berechenbar	26
Summe PAK n. TrinkwV	mg/kg	n. berechenbar	0,25	n. berechenbar	5,2
PCB nach DIN					
PCB 28	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 52	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 101	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 138	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 153	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 180	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PCB n. AltÖlV	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse



Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
65566 - 1	MP 1				
65566 - 2	MP 2				
65566 - 3	MP 3				
65566 - 4	MP 4				
		65566 - 1	65566 - 2	65566 - 3	65566 - 4

- Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	7,80	11,7	9,02	8,38
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	43	430	97	300
Chlorid	mg/l	<1,0	2,5	1,5	1,9
Sulfat	mg/l	<1,0	2,7	14	27
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Phenolindex (w.f.)	mg/l	<0,0080	<0,0080	<0,0080	<0,0080
Metalle					
Arsen	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,0065
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	<0,0050	0,0079	<0,0050	<0,0050
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Zink	mg/l	<0,010	0,015	<0,010	0,030

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse



Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
65566 - 5	MP 5				
65566 - 6	MP 6				
65566 - 7	MP 7				
65566 - 8	MP 8				
		65566 - 5	65566 - 6	65566 - 7	65566 - 8

● Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	1,2	8,2	7,3	4,9
Blei	mg/kg	130	90	89	7,1
Cadmium	mg/kg	0,68	0,57	0,21	<0,20
Chrom	mg/kg	19	19	20	17
Kupfer	mg/kg	8,4	23	27	6,1
Nickel	mg/kg	7,3	20	20	18
Quecksilber	mg/kg	0,46	0,28	0,23	<0,050
Zink	mg/kg	440	400	84	27

● Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Metalle

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

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
65566 - 5	MP 5				
65566 - 6	MP 6				
65566 - 7	MP 7				
65566 - 8	MP 8				
		65566 - 5	65566 - 6	65566 - 7	65566 - 8

● Untersuchungen im Feststoff

TOC	%	0,32	0,61	0,67	<0,050
EOX	mg/kg	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cyanid (ges.)	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
KW-Index	mg/kg	<50	<50	<50	<50
C10-C22	mg/kg	<50	<50	<50	<50
C22-C40	mg/kg	<50	<50	<50	<50
LHKW					
Dichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Chlorbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Summe LHKW	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar
BTEX					
Benzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Toluol	mg/kg	0,048	<0,025	<0,025	<0,025
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
m/p-Xylol	mg/kg	0,037	<0,025	<0,025	<0,025
o-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Summe BTEX	mg/kg	0,085	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
		65566 - 5	65566 - 6	65566 - 7	65566 - 8
65566 - 5	MP 5				
65566 - 6	MP 6				
65566 - 7	MP 7				
65566 - 8	MP 8				
PAK nach US EPA					
Naphthalin	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaphthen	mg/kg	<0,010	0,011	<0,010	<0,010
Fluoren	mg/kg	<0,010	0,015	0,012	<0,010
Phenanthren	mg/kg	0,029	0,17	0,18	<0,010
Anthracen	mg/kg	<0,010	0,070	0,071	<0,010
Fluoranthren	mg/kg	0,097	0,78	0,84	<0,010
Pyren	mg/kg	0,059	0,54	0,72	<0,010
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,025	0,22	0,32	<0,010
Chrysen	mg/kg	0,051	0,41	0,59	<0,010
Benzofluoranthene	mg/kg	0,075	0,58	0,72	<0,010
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,041	0,29	0,38	<0,010
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,010	0,028	0,031	<0,010
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,033	0,15	0,17	<0,010
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	0,028	0,13	0,15	<0,010
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	0,44	3,4	4,2	n. berechenbar
Summe PAK n.TrinkwV	mg/kg	0,14	0,86	1,0	n. berechenbar
PCB nach DIN					
PCB 28	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 52	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 101	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 138	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 153	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 180	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PCB n. AltÖlV	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse



Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
65566 - 5	MP 5				
65566 - 6	MP 6				
65566 - 7	MP 7				
65566 - 8	MP 8				
		65566 - 5	65566 - 6	65566 - 7	65566 - 8

● Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	9,50	8,07	7,77	7,57
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	210	120	110	29
Chlorid	mg/l	3,7	3,4	2,5	<1,0
Sulfat	mg/l	42	13	9,8	<1,0
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Phenolindex (w.f.)	mg/l	<0,0080	<0,0080	<0,0080	<0,0080
Metalle					
Arsen	mg/l	0,017	<0,010	<0,010	<0,010
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Zink	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse



Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
65566 - 9	MP 9				
65566 - 10	MP 10				
65566 - 11	MP 11				
65566 - 12	MP 12				
		65566 - 9	65566 - 10	65566 - 11	65566 - 12

● Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	7,8	12	11	9,9
Blei	mg/kg	18	24	95	74
Cadmium	mg/kg	<0,20	<0,20	0,59	0,39
Chrom	mg/kg	29	44	34	19
Kupfer	mg/kg	11	18	38	26
Nickel	mg/kg	26	40	26	19
Quecksilber	mg/kg	<0,050	<0,050	0,24	0,18
Zink	mg/kg	50	69	150	120

● Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Metalle

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

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
65566 - 9	MP 9				
65566 - 10	MP 10				
65566 - 11	MP 11				
65566 - 12	MP 12				
		65566 - 9	65566 - 10	65566 - 11	65566 - 12

● Untersuchungen im Feststoff

Glührückstand	%			94,4	
Glühverlust	%			5,6	
TOC	%	0,23	0,42	1,4	0,85
EOX	mg/kg	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Schwerfl. liph. Stoffe	%			0,11	
Cyanid (ges.)	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
KW-Index	mg/kg	<50	<50	94	<50
C10-C22	mg/kg	<50	<50	<50	<50
C22-C40	mg/kg	<50	<50	80	<50
LHKW					
Dichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlorethen	mg/kg	<0,025	0,026	<0,025	<0,025
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Chlorbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Summe LHKW	mg/kg	n. berechenbar	0,026	n. berechenbar	n. berechenbar
BTEX					
Benzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Toluol	mg/kg	<0,025	<0,025	0,030	<0,025
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
m/p-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
o-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	0,030	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
		65566 - 9	65566 - 10	65566 - 11	65566 - 12
65566 - 9	MP 9				
65566 - 10	MP 10				
65566 - 11	MP 11				
65566 - 12	MP 12				
PAK nach US EPA					
Naphthalin	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,10	<0,010
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,10	<0,010
Acenaphthen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,26	<0,010
Fluoren	mg/kg	<0,010	<0,010	0,24	<0,010
Phenanthren	mg/kg	<0,010	<0,010	3,8	0,11
Anthracen	mg/kg	<0,010	<0,010	1,1	0,045
Fluoranthren	mg/kg	<0,010	<0,010	12	0,58
Pyren	mg/kg	<0,010	<0,010	7,9	0,42
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,010	<0,010	3,7	0,19
Chrysen	mg/kg	<0,010	<0,010	5,4	0,29
Benzofluoranthene	mg/kg	<0,010	<0,010	5,7	0,32
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,010	<0,010	3,0	0,16
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,51	0,019
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	<0,010	<0,010	1,4	0,073
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	<0,010	<0,010	1,5	0,090
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	46	2,3
Summe PAK n.TrinkwV	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	8,6	0,48
PCB nach DIN					
PCB 28	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,10	<0,010
PCB 52	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 101	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 138	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 153	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
PCB 180	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PCB n. AltÖlV	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
65566 - 9	MP 9				
65566 - 10	MP 10				
65566 - 11	MP 11				
65566 - 12	MP 12				
		65566 - 9	65566 - 10	65566 - 11	65566 - 12

- Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	7,51	7,64	7,78	7,91
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l			400	
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	34	55	580	120
Chlorid	mg/l	<1,0	<1,0	3,5	5,0
Sulfat	mg/l	<1,0	2,7	81	9,0
Fluorid	mg/l			0,58	
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Cyanid (l.f.)	mg/l			<0,0050	
Phenolindex (w.f.)	mg/l	<0,0080	<0,0080	<0,0080	<0,0080
DOC	mg/l			<1,0	
Metalle					
Antimon	mg/l			<0,0050	
Arsen	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Barium	mg/l			0,087	
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Molybdän	mg/l			<0,0050	
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Selen	mg/l			<0,010	
Zink	mg/l	<0,010	0,023	<0,010	<0,010

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
65566 - 13	EP 1	
65566 - 14	EP 2	
65566 - 15	EP 3	

65566 - 13	65566 - 14	65566 - 15
------------	------------	------------

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	2,1	7,7	36
Blei	mg/kg	25	89	370
Cadmium	mg/kg	<0,20	0,42	1,3
Chrom	mg/kg	1200	23	23
Kupfer	mg/kg	28	21	170
Nickel	mg/kg	6,0	17	21
Quecksilber	mg/kg	<0,050	0,13	3,0
Zink	mg/kg	26	140	330

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Metalle

Thallium	mg/kg	<0,40	<0,40	0,48
----------	-------	-------	-------	------

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
65566 - 13	EP 1	
65566 - 14	EP 2	
65566 - 15	EP 3	

65566 - 13	65566 - 14	65566 - 15
------------	------------	------------

- Untersuchungen im Feststoff

Glührückstand	%	97,8		
Glühverlust	%	2,2		
TOC	%	0,063	1,3	5,0
EOX	mg/kg	<0,50	<0,50	<0,50
Schwerfl. liph. Stoffe	%	<0,050		
Cyanid (ges.)	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0
KW-Index	mg/kg	<50	<50	<50
C10-C22	mg/kg	<50	<50	<50
C22-C40	mg/kg	<50	<50	<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	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Summe LHKW	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar
BTEX				
Benzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Toluol	mg/kg	<0,025	0,031	<0,025
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
m/p-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
o-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar	0,031	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
65566 - 13	EP 1	
65566 - 14	EP 2	
65566 - 15	EP 3	

65566 - 13	65566 - 14	65566 - 15
------------	------------	------------

PAK nach US EPA

	mg/kg	<0,010	0,011	0,047
Naphthalin	mg/kg	<0,010	0,011	0,047
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,11
Acenaphthen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,025
Fluoren	mg/kg	<0,010	<0,010	0,089
Phenanthren	mg/kg	<0,010	0,065	1,5
Anthracen	mg/kg	<0,010	0,032	0,28
Fluoranthen	mg/kg	<0,010	0,25	3,6
Pyren	mg/kg	<0,010	0,14	3,1
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,010	0,058	1,2
Chrysen	mg/kg	<0,010	0,12	1,7
Benzofluoranthene	mg/kg	<0,010	0,20	2,4
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,010	0,077	1,1
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,12
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<0,010	0,066	0,69
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	<0,010	0,051	0,67
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	n. berechenbar	1,1	17
Summe PAK n.TrinkwV	mg/kg	n. berechenbar	0,32	3,8

PCB nach DIN

	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010
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 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

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
65566 - 13	EP 1	
65566 - 14	EP 2	
65566 - 15	EP 3	

65566 - 13	65566 - 14	65566 - 15
------------	------------	------------

- Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	9,42	8,50	8,59
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	120		
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	180	120	170
Chlorid	mg/l	74	3,3	<1,0
Sulfat	mg/l	6,5	5,0	3,7
Fluorid	mg/l	1,0		
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Cyanid (l.f.)	mg/l	<0,0050		
Phenolindex (w.f.)	mg/l	<0,0080	<0,0080	<0,0080
DOC	mg/l	<1,0		
Metalle				
Antimon	mg/l	<0,0050		
Arsen	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Barium	mg/l	0,069		
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	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Molybdän	mg/l	<0,0050		
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Selen	mg/l	<0,010		
Zink	mg/l	<0,010	0,040	0,045

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsmethoden

• Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Aufschluß	DIN EN 13657 (2003-01)
Arsen	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Blei	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Cadmium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Chrom	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Nickel	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Zink	DIN EN ISO 11885 (2009-09)

• Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Aufschluß	VDI 3796-1
Thallium	VDI 3796-1

• Untersuchungen im Feststoff

Cyanid (ges.)	DIN ISO 11262 (2012-04)
EOX	DIN 38414 S17 (2017-01)
Glührückstand	DIN EN 15169 (2007-05)
Glühverlust	DIN EN 15169 (2007-05)
KW-Index	DIN EN 14039 (2005-01)
Schwerfl. liph. Stoffe	LAGA KW/04
TOC	DIN EN 13137 (2001/12)
LHKW	DIN ISO 22155 (2006-07)
BTEX	DIN ISO 22155 (2006-07)
PAK nach US EPA	DIN ISO 18287 (2006-05)
PCB nach DIN	DIN EN 15308 (2008-05)

• Untersuchungen im Eluat

Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
Cyanid (ges.)	DIN 38405 D7 (2002-04)
Cyanid (l.f.)	DIN 38405 D13 (1981-02)
DEV S4 Eluat	DIN EN 12457 (2003-01)
DOC	DIN EN 1484 (1997-08)
Elektr. Leitfähigkeit	DIN EN 27888 (1993-11)
Fluorid	DIN 38405 D4 (1985-07)
Gesamtgehalt an gelöster	DIN 38409 H1-2 (1987-01)
Phenolindex (w.f.)	DIN EN ISO 14402 H37 (1999-12)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (2009-07)

Untersuchungsmethoden



Antimon	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Arsen	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Barium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Blei	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Cadmium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Chrom	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Molybdän	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Nickel	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Selen	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Zink	DIN EN ISO 11885 (2009-09)



**Zusammenfassung der chemischen Analyseergebnisse
 Auffüllungen und gewachsene Böden - Block A und Parkhaus**

Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	EP 1	EP 2	MP 8	MP 9
Aufschluss		KRB 1	KRB 4	KRB 5	KRB 6	KRB 8	KRB 9	KRB 5	KRB 7 KRB 9
Entnahmetiefe [m]		0,3 - 2,1	0,1 - 2,3	0,08 - 2,5	0,4 - 2,5	0,1 - 0,4	1,7 - 2,6	3,1 - 5,0	2,6 - 3,3
Material		Auffüllung Sand	Auffüllung Sand/Kies	Auffüllung Kies	Auffüllung Schluff	Auffüllung Hochofenschlacke	Auffüllung Schluff	Terrassenablagerung Kies	Hochflutablagerung Schluff
Labornummer		65566 - 1	65566 - 2	65566 - 3	65566 - 4	65566 - 13	65566 - 14	65566 - 8	65566 - 9
Feststoffuntersuchung									
Parameter	Einheit								
pH-Wert	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsen	mg/kg	3,8	3,7	8,2	20	2,1	7,7	4,9	7,8
Blei	mg/kg	8,5	15	10	300	25	89	7,1	18
Cadmium	mg/kg	<0.20	<0.20	<0.20	0,57	<0.20	0,42	<0.20	<0.20
Chrom (gesamt)	mg/kg	12	250	16	17	1200	23	17	29
Kupfer	mg/kg	6,5	9,7	25	73	28	21	6,1	11
Nickel	mg/kg	15	11	22	19	6	17	18	26
Quecksilber	mg/kg	<0.050	<0.050	<0.050	0,97	<0.050	0,13	<0.050	<0.050
Thallium	mg/kg	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Zink	mg/kg	24	27	34	220	26	140	27	50
Cyanide (gesamt)	mg/kg	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
TOC	%	0,062	0,09	0,064	1,2	0,063	1,3	<0.050	0,23
EOX	mg/kg	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	0,031	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe LHKW	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PCB n. DepV	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PAK (US-EPA)	mg/kg	n. berechenbar	0,84	n. berechenbar	26	n. berechenbar	1,1	n. berechenbar	n. berechenbar
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0.010	0,088	<0.010	1,9	<0.010	0,077	<0.010	<0.010
Naphtalin	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0,14	<0.010	0,011	<0.010	<0.010
wasserlöslicher Anteil	%	-	-	-	-	-	-	-	-
Glühverlust	%	-	-	-	-	2,2	-	-	-
schwerfl. liph. Stoffe	%	-	-	-	-	<0.050	-	-	-
Brennwert H ₀	kJ/kg	-	-	-	-	-	-	-	-
elementarer Kohlenstoff	%	-	-	-	-	-	-	-	-
Säureneutralisationskapazität	mmol/kg	-	-	-	-	-	-	-	-
Eluatuntersuchungen									
pH-Wert	-	7,8	11,7	9,0	8,4	9,4	8,5	7,6	7,5
el. Leitfähigkeit	µS/cm	43	430	97	300	180	120	29	34
Chlorid	mg/l	<1.0	2,5	1,5	1,9	74	3,3	<1.0	<1.0
Sulfat	mg/l	<1.0	2,7	14	27	6,5	5	<1.0	<1.0
Cyanid (ges.)	mg/l	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Cyanid (l. f.)	mg/l	-	-	-	-	<0.0050	-	-	-
Arsen	mg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Blei	mg/l	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0065	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Cadmium	mg/l	<0.00050	<0.00050	<0.00050	<0.00050	<0.00050	<0.00050	<0.00050	<0.00050
Chrom (gesamt)	mg/l	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Kupfer	mg/l	<0.0050	0,0079	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Nickel	mg/l	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Quecksilber	mg/l	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
Thallium	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Zink	mg/l	<0.010	0,015	<0.010	0,03	<0.010	0,04	<0.010	<0.010
Phenolindex	mg/l	<0.0080	<0.0080	<0.0080	<0.0080	<0.0080	<0.0080	<0.0080	<0.0080
Fluorid	mg/l	-	-	-	-	1	-	-	-
DOC	mg/l	-	-	-	-	<1.0	-	-	-
Antimon	mg/l	-	-	-	-	<0.0050	-	-	-
Barium	mg/l	-	-	-	-	0,069	-	-	-
Molybdän	mg/l	-	-	-	-	<0.0050	-	-	-
Selen	mg/l	-	-	-	-	<0.010	-	-	-
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	-	-	-	-	120	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar

Vorgeschlagene Einstufung									
Einbauklasse nach LAGA 2004 (Boden)	0	2	0*	2	-	1	0*	0	
relevante Parameter im Feststoff	-	Chrom	Kupfer, Nickel	Blei, PAK	-	TOC	Nickel	-	-
relevante Parameter im Eluat	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Einbauklasse nach LAGA 2003 (Bauschutt)	-	-	-	-	> 2	-	-	-	-
relevante Parameter im Feststoff	-	-	-	-	Chrom	-	-	-	-
relevante Parameter im Eluat	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deponieklasse	-	-	-	-	DK 0	-	-	-	-