Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung

Gutachten zur Baugrundsituation inkl. abfalltechnischer Deklaration

Wohnbebauung Pfalzwerke, 67061 Ludwigshafen, Baufeld III

Auftraggeber: Pro Concept Projektbau
Bayernstraße GmbH
Friedrichsplatz 1
68165 Mannheim

Bearbeitung: Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung
Robert-Perthel-Straße 19
50739 Köln

Dipl.-Geol. Peter Brück
Dipl.-Geogr. Uwe Radtke

Tel.: 0221 963 9055-0
E-Mail: info@althoff-lang.de

Erstellt im: Juni 2019

Projekt-Nr.: 19-4296-BF III

Exemplar: I

Offenlage gemäß § 3 (2) BauGB

Inhalt

1 Allgemeines 1
1.1 Vorgang und Aufgabenstellung 1
1.2 Untersuchungsziel 1
1.3 Gutachterliche Leistungen 2
1.4 Arbeitsgrundlagen 3
1.5 Beteiligte Personen und Firmen 5
2 Vorgehensweise und Untersuchungsmethodik 6
3 Baugelände und geplante Bebauung 7
3.1 Untersuchungsfläche 7
3.2 Geplante Bebauung 7
3.3 Geologischer Überblick 9
4 Ergebnisse der Gelände- und bodenmechanischen Laboruntersuchungen 10
4.1 Kernbohrungen, Rammkernsondierungen und Rammsondierungen 10
4.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen 12
4.3 Charakteristische Bodenkennwerte 13
4.4 Homogenbereiche (Erdarbeiten – Laden, Lösen) 14
4.5 Erdbebenzone, Untergrundklasse, Baugrundklasse 18
4.6 Wasserschutzzone 18
4.7 Grund- und Hochwasserverhältnisse 18
5 Bewertung der Untersuchungsergebnisse 21
5.1 Baugrubensicherung, Sicherung von Nachbargebäuden 21
5.2 Wasserhaltung 23
5.3 Wassereinwirkung und Frostsicherung 25
5.4 Betonaggressivität des Untergrundes 25
5.5 Gründung 27
5.5.1 Gründung über Einzel- und/oder Streifenfundamente 29
5.5.2 Gründung über tragende Bodenplatte (Plattentragwerk) 31
5.6 Bodenmechanische Wiederverwertbarkeit 32
5.7 Allgemeine bodenmechanische Hinweise 34
6 Abfalltechnische Deklaration des Aushubs 36
6.1 Deklaration des Bodenaushubs 37

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

6.2 Zusammenfassung Deklaration 41

7 Allgemeine Hinweise zur abfalltechnischen Bewertung und Verwertung/Beseitigung.....43

8 Schlussbemerkungen.....45

Anhang

Anhang 1: Übersichtsskizze

Anhang 2 Lage der Sondieransatzpunkte

Anhang 3: Profile der Kernbohrungen, Rammkernsondierungen sowie Rammdiagramme

Anhang 4: Originaldaten der bodenmechanischen Labore

Anhang 5: Originaldaten des umweltanalytischen Labors

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

1 Allgemeines

1.1 Vorgang und Aufgabenstellung

Die Althoff & Lang GbR, Baugrund- und Umweltberatung, Robert-Perthel-Straße 19 in 50739 Köln wurde von der Pro Concept Projektbau Bayernstraße GmbH, Friedrichsplatz 1 in 68165 Mannheim mit der Erstellung eines Baugrundgutachtens inklusive abfalltechnischer Deklaration für das Gelände der Pfalzwerke in 67059 Ludwigshafen (Baufeld III) beauftragt.

Ebenfalls wurde eine orientierende Untersuchung der Böden gemäß BBodSchV beauftragt. Diese wird in einem separaten Bericht dargestellt.

1.2 Untersuchungsziel

Wesentliches Ziel der Baugrunderkundung ist die Ermittlung der auf dem Baugrundstück anstehenden Böden als Grundlage für bodenmechanische Bemessungen. Die Böden werden bodenmechanisch charakterisiert und es werden Parameter für unterschiedliche Gründungsformen ermittelt. Des Weiteren erfolgen Ableitungen zu diversen bautechnischen Fragestellungen, wie unter anderem die Beschreibung der Wassereinwirkung (Grundlage zu planender Abdichtung im Untergrund), zulässige Böschungswinkel, Hinweise zu gegebenenfalls bodenmechanisch erforderlichen Maßnahmen etc.

Darüber hinaus erfolgt eine abfalltechnische Einordnung und Deklaration der bei den Gründungsarbeiten voraussichtlich anfallenden Bodenmassen gemäß den Richtlinien der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), der Deponieverordnung (DepV) und der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV). Die Deklaration dient der Planung fachgerechter Verwertungs- bzw. Beseitigungswege sowie der Kostenkalkulation der Baureifmachung.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

1.3 Gutachterliche Leistungen

1) Aufschlüsse des Oberflächenbefestigung aus Beton, Verbundpflaster oder Gehwegplatte mittels Kernbohrungen (KB, ∅ 100 mm, 1 Stück)

2) Aufschlüsse des Untergrundes durch das Niederbringen von Rammkernsondierungen (RKS, ∅ 50 mm, 9 Stück) bis in eine maximale Tiefe von -9,00 m unter Geländeoberkante - im Folgenden „u. GOK" - inkl. Dokumentation gemäß DIN 4023 und DIN EN ISO 14688

3) Durchführung von schweren Rammsondierungen (DPH, 5 Stück) bis in eine maximale Tiefe von -12,4 m u. GOK

4) Durchführung von leichten Rammsondierungen (DPL, 1 Stück) bis in eine Tiefe von -7,00 m u. GOK

5) Einmaß der Bohransatzpunkte nach Lage und Höhe sowie Eintrag in einen Lageplan

6) Entnahme gestörter Bodenproben und Lagerung, sofern diese nicht zu analytischen Zwecken genutzt werden

7) Bodenmechanische Laboruntersuchungen:

a. Korngrößenanalysen nach DIN EN ISO 17892-4 anhand von Bodenproben (3 Stück)

b. Kompressionsversuch nach DIN EN ISO 17892-5 anhand einer Bodenprobe (2 Stück)

8) Umwelthygienische Laboruntersuchungen:

a. Laboranalytische Untersuchung gemäß Parameterkatalog der LAGA TR Boden 2004 (3 Stück)

b. Laboranalytische Untersuchung gemäß Parameterkatalog der DepV (1 Stück)

c. Betonaggressivität nach DIN 4030-1 anhand einer Bodenprobe (1 Stück)

9) Darstellung der Ergebnisse aus der Geländeerfassung

10) Ermittlung und Darstellung bodenmechanischer Parameter/Kennwerte

11) Recherche der Grundwasserverhältnisse

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

12) Ermittlung der Tragfähigkeit zur Gründung

13) Ermittlung der Betonaggressivität des Wassers

14) Ermittlung und Darstellung umwelthygienischer Parameter sowie abfalltechnische Deklaration

1.4 Arbeitsgrundlagen

Den Gutachtern wurde von den planenden Beteiligten diverse Vorabzüge der geplanten Bebauung (erstellt von blocher partners, Stand 22.05.2019 und 24.05.2019) bestehend aus Lageplänen, Grundrissen und Schnitten zur Verfügung gestellt.

Auf Basis der einschlägigen DIN-Normen, Verordnungen, Arbeitsanweisungen sowie geowissenschaftlichen Informationsquellen (jeweils aufgeführt) werden die notwendigen Grundlagendaten zur Begutachtung des Baugrundes und zur abfalltechnischen Deklaration ermittelt. Vor diesem Hintergrund erfolgt die fachliche Bewertung.

[1] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 1054 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Stand 2010-12

[2] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 1055-2 Einwirkung auf Tragwerke – Teil 2: Bodenkenngrößen, Stand 2010-11

[3] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 4017 Baugrund – Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen, Stand 2006-03

[4] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 4019 Baugrund – Setzungsberechnungen, Stand 2014-01

[5] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 4023 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen, Stand 2006-02

[6] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 4095 Baugrund – Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung, Stand 1990-06

[7] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 4123 Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude, Stand 2013-04

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

[8] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 4124 Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten, Stand 2012-01

[9] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18533-1 Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze, Stand 2017-07

[10] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18196 Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, Stand 2011-05

[11] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18300 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten, Stand 2016-09

[12] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN EN 1998-1/NA Nationaler Anhang - Nationale Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten, Stand 2011-01

[13] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN EN ISO 14688-1 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung, Stand 2013-12

[14] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN EN ISO 14688-2 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen, Stand 2013-12

[15] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN EN ISO 22475-1 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung, Stand 2007-01

[16] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN EN ISO 22476-2 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 2: Rammsondierungen, Stand 2012-03

[17] Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ – EAB, Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V., 4. Auflage, Berlin: Ernst & Sohn, 2006

[18] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung – 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand 2004

Offenlage gemäß § 3(2) BauGB

[19] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen (LAGA PN 98), Mitteilung 32 (M 32), Stand 2001

[20] Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung AVV) vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S.3379), Stand 17.07.2017 (BGBl. I S. 2644)

[21] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S.900), zuletzt geändert 27.09.2017 (BGBl. I S. 3465)

[22] Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung NachwV) vom 20.10.2006 (BGBl. I S. 2298), Stand 18.07.2017 (BGBl. I S. 2745)

[23] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz KrWG) vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), zuletzt geändert 20.07.2017 (BGBl. I S. 2808)

[24] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18915:2002-08 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten

[25] DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, WU-Richtlinie", Stand 2003-11 sowie „Berichtigung zur DAfStb-Richtlinie – Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, WU-Richtlinie", Stand 2006-03

[26] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18195 Abdichtung von Bauwerken – Begriffe, Stand 2017-07

[27] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18195-1 Bauwerksabdichtungen – Teil 1: Grundsätze, Definitionen. Zuordnung der Abdichtungsarten, Stand 2011-12

1.5 Beteiligte Personen und Firmen

- Herr Stürmer, Herr Pape, btd Bauteam Deutschland GmbH, Robert-Perthel-Straße 19, 50739 Köln (Auftraggeber/Projektsteuerung)
- Herr Brück, Herr Radtke, Althoff & Lang GbR, Robert-Perthel-Straße 19, 50739 Köln (Verfasser)

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

2 Vorgehensweise und Untersuchungsmethodik

Die Betonpflastersteine der untersuchten Außenflächen wurden mittels Kernbohrungen aufgeschlossen. Der Untergrund wurde mittels Rammkernsondierungen erkundet und Proben des gewonnenen Bohrgutes genommen. Zusätzlich wurden schwere Rammsondierungen sowie eine leichte Rammsondierung durchgeführt.

Zur abfalltechnischen Deklaration der bei der geplanten Baumaßnahme anfallenden Bodenmassen sowie zur Ermittlung der Betonaggressivität der örtlichen Auffüllung wurden ausgewählte Einzelproben der Sondierungen zu Mischproben zusammengestellt und gemäß den Vorgaben der LAGA TR Boden 2004 und Deponieverordnung (DepV) im Labor analysiert. Die Ergebnisse der Analysen ermöglichen eine eindeutige abfallrechtliche Deklaration aller anfallenden Abfälle gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) bzw. Abfallverzeichnisverordnung.

Mit den laboranalytischen Untersuchungen wurde die EUROFINS Umwelt West GmbH, Vorgebirgsstraße 20 in 50389 Wesseling beauftragt. Dieses Prüflabor ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert und erfüllt die Anforderungen der Verwaltungsvereinbarung BAM/OFD Hannover. Die Originaldatenblätter des umwelthygienischen Labors sind im Anhang 5 beigefügt.

Die bodenmechanische Bewertung des Baugrundes erfolgte auf Basis der Zusammensetzung des Bohrguts und der durchgeführten Rammsondierungen. Zur detaillierten Bestimmung der bodenmechanischen Eigenschaften wurden zusätzlich ausgewählte Bodenproben in zwei bodenmechanischen Laboren (GeoLab Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR, Annastraße 31 in 45130 Essen sowie Erdbaulabor Dr. Hennig, Sonntagstraße 7 in 53560 Vettelschoß) auf ihre Körnung nach DIN EN ISO 17892-4 oder ihren Steifemodul nach DIN EN ISO 17892-5 untersucht. Auf Basis der gewonnen Erkenntnisse kann im Folgenden eine an das geplante Bauvorhaben angepasste Gründungsempfehlung ausgesprochen werden.

Diverse Einzelproben wurden nicht im Labor untersucht, da sie ähnliche Eigenschaften wie die untersuchten Proben aufweisen, abfalltechnisch unauffällig waren oder von der geplanten Baumaßnahme nicht betroffen sind. Diese Proben werden als Rückstellproben maximal drei Monate in unseren Räumen fachgerecht gelagert. Nach Überschreitung dieser Zeit werden die Proben einer den rechtlichen Bestimmungen entsprechenden Entsorgung zugeführt. Bis dahin können die Rückstellproben bei Bedarf einer weiterführenden Analytik unterzogen werden.

Offenlage gemäß § 3(2) BauGB

3 Baugelände und geplante Bebauung

3.1 Untersuchungsfläche

Bei der Untersuchungsfläche handelt es um das Grundstück zwischen der Lachnerstraße, der Bayernstraße und der Lisztstraße in Ludwigshafen (Anhänge 1 und 2). Die Untersuchungsfläche ist aktuell als Parkflächen und einem Grünstreifen versehen.

Die aktuelle Geländeoberkante liegt in etwa auf einem Höhenniveau von ca. 91,89 bis 94,18 m ü. NN. Grundlage dieser Angaben ist das vorliegende Vorabkonzept zum Neubau sowie das im Zuge der Geländearbeiten durchgeführte Roheinmaß der Sondieransatzpunkte, welches sich auf die Höhe eines Kanaldeckels in der Bayernstraße bezieht (Anhang 2).

3.2 Geplante Bebauung

Den vorliegenden Planunterlagen zufolge (Vorentwurfsplanung) ist der Neubau eines mehrgeschossigen Wohngebäudes geplant. Das Gebäude soll vollflächig unterkellert sein, ein Teil des Untergeschosses wird als Tiefgarage genutzt.

Die geplante Oberkante Fertigfußboden Erdgeschoss (OK FFB EG) des Neubaus soll den aktuellen Vorentwürfen (siehe Kapitel 1.4) zufolge auf 94,78 m ü. NN zu liegen kommen. Für die OK FB des Untergeschosses wird eine Höhe von 91,13 bzw. 91,28 in Bereichen des Untergeschosses, welche als Tiefgarage geplant sind, angegeben. Inklusive der üblichen Mächtigkeit von Flachgründungskörpern (Einzel- und/oder Streifenfundamente beziehungsweise Plattentragwerk) resultiert ein konzeptionelles Gründungsniveau zwischen ca. 91,08 m ü. NN bis 90,63 m ü. NN.

Offenlage gemäß § 3 (2) BauGB

Über die zukünftigen Geländeverhältnisse liegen den Verfassern keine detaillierten Informationen vor. Wird im Zuge der Planung eine Änderung der aktuellen Geländeoberkante vorgesehen, ist Rücksprache mit den Verfassern zu nehmen. Folgende etwaige Änderungen sind davon ausgenommen:

- Geringmächtige Auffüllungen oder Auskofferungen nach Fertigstellung des Bauwerkes aus Gründen der Geländemodellierung
- Angleichung des Geländes auf konzeptionelle Nullhöhe OK FFB EG

Tabelle 1: Übersicht Höhenverhältnisse

Lage	ca. Höhe in m über NN
OK aktuelle Geländeoberkante im Bereich der durchgeführten Sondierungen	91,89 bis 94,18
OK FFB EG des geplanten Neubaus	94,78
OK FB UG/TG des geplanten Neubaus	91,28 / 91,13
Konzeptionelles Flachgründungsniveau[1a] des geplanten Neubaus bei Gründung mittels Einzel-/Streifenfundamenten – *etwaige Maßnahmen wie Fundamentvertiefungen oder Bodenaustausch hier nicht berücksichtigt*	90,78 / 90,63
Konzeptionelles Flachgründungsniveau[1a] des geplanten Neubaus bei Gründung mittels tragender Bodenplatte (Plattentragwerk) – *etwaige Maßnahmen wie Fundamentvertiefungen oder Bodenaustausch hier nicht berücksichtigt*	91,08 / 90,93

[1a] differiert je nach Gründungsart, Fundamentgeometrie und finaler Höhe des Untergeschosses.

Den Verfassern liegen keine Angaben zu geplanten Lasten und deren Verteilung vor.

Die aufgeführten Annahmen sind wie auch folgende Angaben und Annahmen zur Bauplanung verantwortlich zu prüfen.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

3.3 Geologischer Überblick

Geologisch wird die Untersuchungsfläche durch ihre Lage im Oberrheingraben definiert. Es handelt sich um eine Absenkzone, die in jüngerer Vergangenheit von der Erosion und Sedimentation des Rheins geprägt ist.

Nahe der Geländeoberkante liegen gemäß der Geologischen Karte von Rheinland-Pfalz 1:25000, Blatt 6516 Mannheim-Südwest (Ausgabe 25.01.2006) Hochflut- und Auensedimente der Rhein-Umlaufflächen vor. Die Mächtigkeit dieser Deckschichten beläuft sich in der Regel auf wenige Meter. Der aus der Fachliteratur entnommenen naturräumlichen Gliederung (aus Stadtverwaltung Ludwigshafen 1976, Landschaftsplan, Planungsgemeinschaft Rheinpfalz 1989: Regionaler Raumordnungsplan Rhein-Pfalz) zufolge liegt die Untersuchungsfläche im Bereich ehemaliger Mäanderrinnenfelder des Rheins, was die im Zuge der Geländearbeiten (siehe Kapitel 4.1) festgestellten erhöhten Mächtigkeiten der örtlichen Hochflutsande erklärt (Rinnenfüllungen).

Unterhalb der Hochflutsedimente schließen Niederterrassensedimente des Rheins an. Diese bestehen in ihrem Top aus dem sogenannten Oberen Kieslager, welches in der einschlägigen Literatur mit Mächtigkeiten zwischen 10 und 25 m aufgeführt wird. Unterhalb des Oberen Kieslagers schließt im Bereich Ludwigshafen der sogenannte Zwischenhorizont aus vorwiegend bindigen Schluffen und Tonen an. Der Zwischenhorizont wird in der modernen Literatur auch als Ludwigshafen-Formation bezeichnet. Er kann sowohl als durchgehende Schicht als auch als Linsen vorkommen. Teilweise bildet er auch eine Schichtlücke. Seine Mächtigkeit beträgt gemäß Angaben des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz bis zu 15 m.

Unterhalb der Ludwigshafen-Formation folgen weitere Kieslager mit Einschaltungen bindiger Zwischenschichten, den sogenannten Oberen und Unteren Zwischentonen. Mit dem Übergang in die unterlagernden Ablagerungen des Altquartärs und des Pliozäns enden die jungquartären Schichten im Arbeitsgebiet.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

4 Ergebnisse der Gelände- und bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Die Bewertung des Baugrundes erfolgte auf Basis der im Gelände erkundeten Böden, der durchgeführten Rammkern- und Rammsondierungen und geologischen Karten. Zur detaillierteren Bestimmung der bodenmechanischen Eigenschaften, wurden für den vorliegenden Baugrund charakteristischen Bodenproben im bodenmechanischen Labor untersucht.

4.1 Kernbohrungen, Rammkernsondierungen und Rammsondierungen

Zur Baugrunderkundung wurden neun Untersuchungspunkte festgelegt. Insgesamt wurden im Bereich des geplanten Baufeldes neun Rammkernsondierungen (RKS 01 bis 09) sowie fünf schwere Rammsondierungen (DPH 01, 03, 05, 07 und 09) und eine leichte Rammsondierung (DPL 02) abgeteuft. Ein Betonpflasterstein wurde vorab mittels Kernbohrung aufgeschlossen.

Die Schichtenaufnahmen aus den durchgeführten Kernbohrungen und Rammkernsondierungen sind in Anhang 3 gemäß DIN 4023 dokumentiert. Die Diagramme der Rammsondierungen finden sich ebenfalls in Anhang 3. Die Lage der Sondierungen ist Anhang 2 zu entnehmen.

Die erkundeten Böden sind im Folgenden zu einer Schicht zusammengefasst, sofern sie für das geplante Bauvorhaben aus bodenmechanischer Sicht vergleichbare Eigenschaften aufweisen.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Tabelle 2: Zusammensetzung des Untergrundes

Schicht	ca. Höhe in m ü. NN	Zusammensetzung (Bohrgutansprache)
-	**93,00 bis 92,92**	**Oberflächenbefestigung:** Betonpflaster, rötlich grau, hart, trocken.
01*	**91,89; 94,18 bis 91,43; 93,88**	**Auffüllung (humoser Oberboden):** Sand und Kies, teilweise schwach bis stark schluffig sowie Schluff, schwach sandig bis sandig, tlw. sehr schwach bis schwach kiesig, teilweise Fremdbestandteile (Betonbruch, Schlacke, Ziegelbruch, Plastik, Fremdbestandteile tlw. < 20 Vol.-%, tlw. Boden-Bauschutt-Gemische), dunkelbraun, rollig sowie tlw. bindig, feucht.
01	**91,43; 93,88 bis 90,22; 91,12 (tlw. Endteufe)**	**Auffüllung:** Sand und Kies, teilweise sehr schwach schluffig bis schluffig sowie Schluff, schwach sandig, tlw. sehr schwach kiesig, teilweise reich an Fremdbestandteilen (Betonbruch, Schlacke, Ziegelbruch, Mörtel, Asphaltbruch, Schotter, Keramik, Metall, Wurzeln; Kunststoff, Holz, Pflanzenreste, Kohle Fremdbestandteile tlw. > 10 Vol.-%; Boden-Bauschutt-Gemische bis hin zu fast reinem Bauschutt in einzelnen Teilabschnitten), hellbraun / gräulich braun / grau / hellrot, rollig tlw. bindig, feucht bis erdfeucht.
02	**90,48; 91,12 bis 84,83; 87,18 (Endteufen)**	**Anstehendes (Hochflutsande, tlw. als vermutete Rinnenfüllung ehemaliger Rheinmäander):** Sand, teilweise schwach schluffig bis schwach schluffig, sehr schwach tonig (tlw. in Form von vereinzelt tonigen Schlufflinsen), teilweise sehr schwach kiesig, vereinzelt Holz und Wurzeln, gräulich braun bis hellbraun bis braun / gräulich bis hellgräulich braun / hellgrau bis grau, rollig, nass bis erdfeucht.
02*		**Anstehendes (Lehmlinsen als Einschaltung in den Hochflutsanden):** Schluff, schwach sandig bis sandig, tlw. sehr schwach kiesig, vereinzelt Wurzeln, hellbraun bis braun / grau, bindig, erdfeucht bis feucht.

Aus den durchgeführten Rammsondierungen und der Bohrgutansprache sowie unter Berücksichtigung des beobachteten Bohrfortschritts der Rammkernsondierungen lassen sich in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2 sowie den erkundeten Schichten folgende Lagerungsdichte bzw. Konsistenzen zuordnen:

Schicht 01*: Der humose Oberboden im Bereich der Grünstreifen wurde in weicher Konsistenz sowie tlw. in sehr lockerer bis mitteldichter Lagerung angetroffen.

Schicht 01: Die rollige **Auffüllung** weist eine überwiegend sehr lockere bis mitteldichte, untergeordnet auch dichte Lagerung auf. Die bindige Auffüllung wurde in steifer bis halbfester Konsistenz erkundet.

Offenlage gemäß §3 (2) BauGB

Schicht 02: Der natürlich anstehende **Hochflutsand** wurde in vorwiegend lockerer bis mitteldichter, untergeordnet sehr lockerer Lagerung erkundet.

Die vorliegenden Rammsondierungen deuten auf einen Übergang der Hochflutsande in dicht bis sehr dicht gelagerte **Terrassensedimente** (vermutlich Kies-Sande des sogenannten Oberen Kieslagers) ab Höhen von etwa 82,0 bis 82,5 m ü. NN hin (siehe Anhang 3). Aufgrund von Kernverlust, bedingt durch „Herausfließen" von rolligen Sedimenten aus der Rammkernsonde unter Grundwasser, konnten diese Kies-Sande nicht direkt durch Bodenaufschlüsse aufgeschlossen / nachgewiesen werden).

Schicht 02*: Die lokal im Bereich der Sondierungen 02, 05 und 06 in den Hochflutsand eingeschaltete **Schlufflinsen** wurde in steifer bis halbfester Konsistenz angetroffen.

4.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur detaillierten Bestimmung der bodenmechanischen Eigenschaften wurden dem Erdbaulabor Dr. Hennig, Sonntagstraße 7 in 53560 Vettelschoß sowie der GeoLab Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR, Annastraße 31, 45130 Essen ausgewählte Proben übergeben. Die Originaldaten der bodenmechanischen Labore finden sich in Anhang 4.

Die folgende Tabelle 3 gibt einen Überblick über die durchgeführten Laboruntersuchungen an den für die erkundeten Schichten exemplarisch ausgewählten Einzelproben.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Tabelle 3: Übersicht bodenmechanische Laboruntersuchungen

Schicht	Probe / Einzelprobe[3a]	Laboruntersuchung	Kurzbewertung
01* (humoser Oberboden)	*keine Laboruntersuchungen*		
01 (Auffüllung)			
02 (Hochflutsand)	**8/6**	Kompressionsversuch nach DIN EN ISO 17892-5	Steifemodul E_{s1} = 8,2 - 21,8 MN/m²
		Körnungsanalyse nach DIN EN ISO 17892-4	m-fS[3b]
	8/11	Kompressionsversuch nach DIN EN ISO 17892-5	Steifemodul E_{s1} = 11,5 - 21,7 MN/m²
		Körnungsanalyse nach DIN EN ISO 17892-4	m-fS, u'[3b]
	7/9	Körnungsanalyse nach DIN EN ISO 17892-4	m-fS[3b]
02* (Schlufflinsen)	*keine Laboruntersuchungen*		

[3a] Die Benennung der Einzelproben entsprechen ihrer Bezeichnung in Anhang 3 (z. B. 7/9).

[3b] Kurzzeichen des Bodens nach EN ISO 14688

4.3 Charakteristische Bodenkennwerte

Grundlage für die Ermittlung der bodenmechanischen Kennwerte bilden die verschiedenen DIN-Normen (DIN 1055-2, DIN 18196 und DIN 4017, Teil 1), Erfahrungswerte sowie die im Labor bestimmten bodenmechanischen Eigenschaften (siehe Kapitel 4.2). Zur Vorbemessung können die in Tabelle 4 aufgeführten bodenmechanischen Kennwerte und Bodengruppen (DIN 18196) abgeschätzt werden.

Offenlage gemäß § 3(2) BauGB

Tabelle 4: Bodenmechanische Kennwerte der Schichten

Schicht	01*	01	02	02*
Bodengruppe DIN 18196	A, [OU],[OH][4a], [4b]	A, Gruppen [U],[S] und [G][4a]	SE, SU	UM, TM[4b]
cal φ´ Winkel der inneren Reibung	ca. 25,0 bis 30,0°	ca. 25,0 bis 35,0°	ca. 28,0 bis 32,0°	ca. 22,0 bis 25,0°
cal c´ effektive Kohäsion [kN/m²]	ca. 0,0	ca. 0,0	ca. 0,0	ca. 5,0 bis 10,0
E_s Steifemodul [MN/m²]	-[4c]	-[4d]	ca. 8 bis 22[4f]	ca. 5 bis 10[4e]
γ Wichte (erdfeucht) [kN/m³]	ca. 16,00 bis 20,00	ca. 16,00 bis 20,00	ca. 18,00 bis 19,50	ca. 18,00 bis 19,00
γ' Wichte unter Auftrieb [kN/m³]	ca. 7,00 bis 11,00	ca. 7,00 bis 11,00	ca. 9,50 bis 10,50	ca. 9,00 bis 10,00
k_f Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	ca. 10^{-5} bis 10^{-8}	ca. 10^{-4} bis 10^{-8}	ca. 10^{-4} bis 10^{-5}	ca. 10^{-7} bis 10^{-9}
Frostempfindlichkeits-klasse	F2 bis F3	F1 bis F3	F1 bis F2	F3

[4a] In dem Material können Steine und Blöcke eingelagert sein. Detaillierte Informationen hierüber konnten aufgrund des Aufschlusses des Untergrundes durch Rammkernsondierungen nicht ermittelt werden.

[4b] Das Material reagiert empfindlich auf Wasserzutritt und kann bei Durchwässerung zerfließen.

[4c] Für den humosen Oberboden kann kein Steifemodul zuverlässig angegeben werden.

[4d] Für die inhomogene Auffüllung kann kein einheitlicher Steifemodul zuverlässig angegeben werden.

[4e] Die Steifemoduln beziehen sich auf Fundamentbreiten 0,50-2,50 m und Bemessungswerte des Sohlwiderstandes der Tabellen der DIN 1054.

[4f] Unter anderem abgeschätzt aus der Laboranalyse zur Steifemodulbestimmung der Einzelproben 8/6 und 8/11 (siehe Anhang 4). Darüber hinaus fließen Ergebnisse der Baugrunduntersuchung der Baufelder I und II in die Bewertung ein (separate Bodengutachten). Die angegeben Steifemoduln beziehen sich auf Lastbereiche von 50 bis 520 kN/m².

4.4 Homogenbereiche (Erdarbeiten – Laden, Lösen)

Gemäß DIN 18300 (Stand 2016-09) sind für Ausschreibungszwecke (VOB, Teil C Erdarbeiten) über die in Kapitel 4.1 bis 4.4 aufgeführten Beschreibungen des Bodens hinaus weitere Zusatzparameter anzugeben. Über die meisten dieser geforderten Parameter können im Folgenden belastbare Angaben gemacht werden. Für bestimmte von der DIN-Norm geforderte Parameter (beispielsweise den Volumenanteil von Steinen und Blöcken) sind allerdings zusätzliche Gelände- und/oder Laboruntersuchungen notwendig. Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Untersuchungen für die beschriebenen Homogenbereiche. Gleichzeitig werden in Tabelle 5 solche Parameter dargestellt, die auf Basis der bereits durchgeführten Untersuchungen angegeben werden können.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Die Einteilung der erkundeten Böden in Homogenbereiche erfolgt entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen. Dabei wird der Gehalt an anthropogenen Fremdbeimengungen berücksichtigt. Der Untersuchungsbereich kann in folgende Homogenbereiche aufgegliedert werden:

Homogenbereich HB A umfasst das heterogene Auffüllungsmaterial der **Schicht 01 sowie den humosen Oberboden der Schicht 01***. Es handelt sich vornehmlich um körnige Sande und Kiese von überwiegend lockerer Lagerung, wobei in dem inhomogenen Material potentiell alle üblichen Lagerungsverhältnisse (sehr locker bis sehr dicht) vorkommen können. Die bindigen Bereiche der Auffüllung wurden in steifer bis halbfester Konsistenz erkundet. In Abhängigkeit des Wassergehaltes der bindigen Auffüllungsmaterialien ist das Vorkommen anderer Konsistenzen möglich. Hinweise auf Steine und Blöcke wurden im Zuge der Rammkernsondierungen nicht angetroffen, was allerdings auch methodisch bedingt sein kann (siehe Hinweise Tabelle 5). Das Material der Auffüllung weist teilweise sehr hohe Gehalte an Bauschutt auf und ist in Teilbereichen als Boden-Bauschutt-Gemisch mit Gehalten an Fremdbestandteilen (deutlich) größer 10 Vol.-% anzusehen. Die Böden von Homogenbereich HB A sind nach jetzigem Kenntnisstand leicht lösbar. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass Steine und Blöcke (insbesondere „Brocken“ aus Bauschutt) in der Fläche vorkommen, die schwer zu lösen sind (siehe Hinweise Tabelle 5).
In oberflächennahen Bereichen ohne überlagernde Oberflächenbefestigung sind die Böden von HB A teilweise humos und enthalten Wurzeln sowie Holz- und Pflanzenreste (Schicht 01*). Im Hinblick auf die Entsorgung sind sie als **„humoser Oberboden“** zu bewerten. Es empfiehlt sich, die Grasnarbe bzw. den humosen Oberboden mittels Schällöffel abzuziehen und gesondert vom restlichen Bodenaushub gemäß den technischen Regeln zu lagern / verwerten / entsorgen.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

- **Homogenbereichen HB B** besteht aus den natürlich anstehenden Hochflutsanden und sandigen Rinnenfüllungen der **Schicht 02 / 02***. Der Hochflutsand liegt in vorwiegend lockerer, untergeordnet mitteldichter sowie vereinzelt dichter Lagerung vor. Vereinzelt können bindige Schlufflinsen in die Sande eingeschaltet sein, welche in Abhängigkeit vom jeweiligen Wassergehalt in weicher bis steifer Konsistenz zu erwarten sind. Hinweise auf Steine und Blöcke wurden im Zuge der Rammkernsondierungen nicht angetroffen. Ein Vorkommen von Steinen und/oder Blöcken in Homogenbereich HB B kann aufgrund seiner geologischen Genese als Hochflutsediment im Prinzip ausgeschlossen werden. Die Böden von HB B sind nach jetzigem Kenntnisstand mit den üblichen Gerätschaften leicht (Hochflutsand) bis mittelschwer (Schlufflinsen) lösbar.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Tabelle 5: Für die Ausschreibung geforderte Zusatzparameter gemäß DIN 18300 (2016:09)

	HB A	HB B
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN EN ISO 17892-4	-[5a]	Einzelproben:[5b] 7/9, 8/6, 8/11
organischer Anteil nach DIN 18128 (Glühverlust)	ca. 4,3 Ma.-%[5f]	-[5a]
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	*Bei der Bestimmung der Dichte DIN 18125-2 handelt es sich um einen Feldversuch im direkt aufgeschlossenen ungestörten Material. Laborversuche nach DIN EN ISO 17892-2 müssen an ungestörtem Probenmaterial durchgeführt werden. Die Entnahme der Proben muss an direkt aufgeschlossenem Material erfolgen. Für die Untersuchungen zur Bestimmung der Dichte müssten Baggerschürfe angelegt werden. Abhängig von Bodenart und Bodenbeschaffenheit wäre der entsprechende Versuch zu wählen.*	
Massenanteil von Steinen und Blöcken	*Eine Bestimmung des Massenanteils von Steinen und Blöcken durch Aufschlussbohrungen ist grundsätzlich nicht möglich.* *Die Bestimmung des Massenanteils von Steinen und Blöcken soll gemäß DIN 18300 durch Aussortieren und Vermessen bzw. Sieben und anschließendes Wiegen ermittelt werden. Für diese Untersuchungen müssten stichprobenhafte Baggerschürfe angelegt werden.*	
undränierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2	rollige Bereiche: nicht bestimmbar [5d] bindige Bereiche: - [5c]	Hochflutsand: nicht bestimmbar [5d] Schlufflinsen: - [5c]
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 sowie Plastizitätszahl und Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	rollige Bereiche: nicht bestimmbar [5d] bindige Bereiche: - [5e]	Hochflutsand: nicht bestimmbar [5d] Schlufflinsen: - [5e]

[5a] Analysen können anhand von Rückstellproben nachgereicht werden.

[5b] Die Originaldaten des bodenmechanischen Labors können dem Anhang 4 entnommen werden. Die Zuordnung der aufgeführten Einzelproben in die Bohrprofile / das Schichtenverzeichnis ist über Anhang 3 möglich.

[5c] Die Bestimmung der undränierten Scherfestigkeit bedarf eines Laborversuchs an ungestörtem Probenmaterial, welches aus Baggerschürfen entnommen werden kann. Alternativ kann die undränierte Scherfestigkeit bei ausreichender Schichtmächtigkeit näherungsweise über Flügelscherversuche im Feld ermittelt werden.

[5d] Angaben nur für bindige Böden möglich.

[5e] Der Wassergehalt und die vom Wassergehalt direkt abhängige Konsistenz und Plastizität müssen an frischem Probenmaterial bestimmt werden. Soll eine Nachuntersuchung dieser Parameter durchgeführt werden, muss frisches Probenmaterial gewonnen und dem bodenmechanischen Labor konserviert übergeben werden.

[5f] Zur Orientierung Wert abweichend von DIN 18128 auf Basis der Ergebnisse der labortechnischen Untersuchungen nach LAGA TR Boden (2004) angegeben (siehe auch Kapitel 6). Die Originaldaten des umweltanalytischen Labors können dem Anhang 5 entnommen werden.

Offenlegung gemäß §5 (2) BauGB

4.5 Erdbebenzone, Untergrundklasse, Baugrundklasse

Gemäß DIN EN 1998-1/NA (2011-01) liegt die Untersuchungsfläche in der Erdbebenzone 1

Als Untergrundklasse kann die Klasse S in Ansatz gebracht werden.

Im Vorgriff auf das Kapitel 5 (Bewertung der Untersuchungsergebnisse) ist der Baugrund in die Baugrundklasse C einzuordnen.

4.6 Wasserschutzzone

Die Untersuchungsfläche befindet sich außerhalb aktuell bestehender sowie geplanter Wasserschutzzonen.

4.7 Grund- und Hochwasserverhältnisse

Schicht- und/oder Grundwässer wurden im Zuge der Geländearbeiten im März 2019 nicht direkt angetroffen. Allerdings wurde bei mehreren Sondierungen deutlich nasses Bohrgut ab einer ungefähren Höhe von mindestens 87,2 und maximal 88,9 m ü. NN gefördert. In größeren Tiefen der Sondierungen wurden wiederholt Kernverluste festgestellt. Kernverluste sind typisch für Rammkernsondierungen bei der Erkundung von körnigen Böden unter Grundwasser. Es liegen somit indirekte Hinweise auf einen örtlichen Grundwasserkörper vor. Die Einpegelung eines Grundwasserkörpers in offenen Bohrlöchern ist nicht gelungen, da die Bohrlöcher in entsprechender Tiefe unmittelbar nach Ziehen der Bohrsonde zugefallen sind.

Die nachfolgenden Aussagen über zu erwartende Grundwasserstände basieren auf den öffentlich einsehbaren Daten des Landesamtes für Umwelt Rheinland-Pfalz. Die herangezogene Grundwassermessstelle (Messstellenbezeichnung 1371 Ludwigshafen am Rhein, Messstellennummer 2379114300) liegt auf dem Gelände der Lukaskirche nördlich der Kurfürstenstraße in unmittelbarer Nähe der Untersuchungsfläche.

Die Daten sind aufgrund des geringen Querabstands und vergleichbarer geologischer Verhältnisse von Untersuchungsfläche und Grundwassermessstelle als sicher zu bewerten. Die Messergebnisse zeigen für die Messperiode von 1981 bis 2006 einen maximalen Grundwasserstand von 89,70 m ü. NN mit einem Flurabstand am Messpegel von 3,74 m. Ein minimaler Grundwasserspiegel wurde in diesem Zeitraum mit 85,98 m ü. NN eingepegelt. Der mittlere Wasserstand der Messstelle lässt sich mit rund 88,3 m ü. NN abschätzen.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Es ist zu beachten, dass bei Grundwasserganglinien immer eine Interpolation zwischen einzelnen Messpunkten erfolgt. Gegebenenfalls sind mögliche höhere (oder auch niedrigere) Grundwasserstände zwischen den Messintervallen nicht erfasst worden oder während des Messzeitraumes gar nicht vorgekommen.

Im vorliegenden Fall besteht ein direkter Zusammenhang zwischen dem örtlichen Grundwasserspiegel und dem Rheinpegelstand. Für die Abschätzung maximal im Baufeld zu erwartender Grundwasserstände müssen daher Rheinhochwässer mitberücksichtigt werden. Erfahrungsgemäß werden in Hochwassereinflussbereichen und deren näherer Umgebung potentielle Grundwasserhöchststände durch Messungen in Grundwassermessstellen nicht oder nicht hinreichend erfasst.

Im Folgenden wird zunächst auf die grundsätzliche Hochwassersituation im Untersuchungsbereich näher eingegangen. Darauf aufbauend erfolgt im Anschluss die Abschätzung eines maximalen Grundhochwasserstandes (in Abhängigkeit der gewählten Sicherheit).

Gemäß den Hochwassergefahrenkarten des Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten des Landes Rheinland-Pfalz liegt das Untersuchungsgebiet im erweiterten Hochwassereinflussbereich des Rheins. Durch öffentliche Hochwasserschutzeinrichtungen ist das Untersuchungsgebiet bis einschließlich eines hundertjährigen Hochwassers (HQ_{100}) vor oberflächlichen Überflutungen geschützt. Im Falle eines Versagens der Hochwasserschutzeinrichtung wäre das hier behandelte Baufeld III gemäß den Hochwassergefahrenkarten nicht von einer Überschwemmung betroffen. Im Falle eines extremen Hochwasserereignisses (HQ_{1000}) ergibt sich eine Überschwemmung für die Baufelder von bis zu 3 m gemäß Gefahrenkarte.

Es besteht eine direkte Abhängigkeit der örtlichen Grundwasserstände vom Pegel des Rheins, auch und insbesondere im Hochwasserfall. In Abhängigkeit von der Dauer von Rheinhochwässern gleicht sich der Grundwasserstand dem Pegelstand des Rheins an (Grundhochwasser). Dies geschieht unabhängig von Hochwasserschutzeinrichtungen (Stichwort Qualmwasser).

Für ein hundertjähriges Hochwasser (HQ_{100}) ergibt sich für Ludwigshafen (Rheinkilometer 424) gemäß den vorliegenden Datengrundlagen (Recherchewerte, Kartenwerke und Rechenmodelle) ein Rheinwasserstand von ca. 94,40 m ü. NN. Für Planungen, rechnerische Bemessungen und statische Nachweise wird in der Regel ein HQ_{100} (seltener auch ein HQ_{200} bei erhöhten Sicherheitsanforderungen) als Bemessungssituation zugrunde gelegt. Soll davon abweichend ein HQ_{1000} als Bemessungssituation festgelegt werden, sei auf die Hinweise zur Hochwassersituation oben verwiesen.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Vor dem Hintergrund potentiellen Qualmwassers (siehe Erläuterung oben) sind folgende Grundhochwasserstände für das Baufeld anzusetzen:

HQ_{100} – Bemessungsgrundhochwasserstand im Baufeld 91,30 m ü. NN

Auf Basis der Recherche sind somit zwei Bemessungswasserstände definiert (HQ_{100} und HQ_{1000} (Überflutung)). Welcher dieser Bemessungswasserstände in Ansatz gebracht wird, ist duch die Planung je nach Schadpotential zu entscheiden.

Bei „dauerhaften" Bemessungssituationen (z. B. bei den Themen Abdichtung und Auftriebssicherheit im Endzustand) empfiehlt sich dringend der Ansatz des Bemessungsgrundhochwasserstandes HQ_{100} (oder höher bei gewünschter erhöhter Sicherheit).

Bei „temporären" Fragestellungen (z. B. Wasserhaltung, etwaige Flutung der Baugrube und Auftriebssicherheit im Bauzwischenzustand) sind davon abweichend womöglich Risikoabschätzungen (wirtschaftliche Kalkulationen, Bewertung der Schadpotentiale) auf Basis des oben aufgeführten mittleren und maximalen Wasserstandes der örtlichen Grundwassermessstellen zielführend.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

5 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

5.1 Baugrubensicherung, Sicherung von Nachbargebäuden

Bei einer Gesamttiefe von -1,25 m darf die Baugrube gemäß DIN 4124 bei den hier vorliegenden Böden senkrecht ausgekoffert werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche nicht stärker als 1:10 ansteigt.

Für Baugrubenböschungen, die tiefer als -1,25 hinaus abgegraben werden oder wenn das Gelände stärker als 1:10 ansteigt, darf keine senkrechte Abböschung erfolgen. In diesem Falle hat bei den hier vorliegenden Böden eine Abböschung mit einem Böschungswinkel von maximal 45° zu erfolgen (DIN 4124). Die Oberkante der Böschungen ist grundsätzlich lastfrei zu halten. Insbesondere sind die Sicherheitsabstände von Fahrzeugen und Maschinen zur Böschungsoberkante gemäß DIN 4124 (1,00 m bzw. 2,00 m) zu berücksichtigen.

Für einen etwaigen Aushub tiefer -5,00 m müsste ein rechnerischer Nachweis der Abböschung erfolgen.

Für alle Abböschungen ist zu beachten, dass die hier partiell vorliegenden körnigen Böden der Auffüllung und insbesondere der natürlich anstehenden Sande (Schicht 02) bei entsprechend niedrigem oder sehr hohem Feuchtigkeitsgrad äußerst rollig und rutschungsempfindlich reagieren können. In solchen Materialien können sich die Böschungswinkel den in Kapitel 4.3 aufgeführten Reibungswinkel annähern.

Es ist zu empfehlen die Oberflächen von Böschungen gegen Witterung (Niederschläge, Austrocknen, Frost, usw.) zu sichern. Zudem ist ein Oberflächenabfluss über die Böschungsoberkante zu verhindern. Dafür können je nach örtlichen Gegebenheiten (Morphologie im Bauzwischenzustand und Oberflächenbeschaffenheit) beispielsweise Schwellen oder Drängräben vor dem Böschungskopf oder eine von der Böschungsoberkante wegführende Geländeneigung zielführend sein. In diesem Zusammenhang sind weitere Vorschriften der DIN 4124 „Baugruben“ zu beachten. Darüber hinaus gelten die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften der Tiefbauberufsgenossenschaft.

Sobald zum Zeitpunkt der Arbeiten Schichtwässer oder Grundwässer angeschnitten werden oder Stauwasserbildung an der Böschung auftritt, ist die Böschungssituation umgehend erneut zu bewerten und vorab als nicht standsicher anzunehmen. Zum Thema Grundwasser allgemein (Wasserhaltung) sei auf Kapitel 5.2 hingewiesen.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Ist aus Platzgründen eine Abböschung wie beschrieben nicht möglich, ist die Baugrube durch einen zu bemessenden Verbau zu sichern. Zur Vorbemessung eines solchen Verbaus können die in Kapitel 4.3 angegebenen charakteristischen Bodenkennwerte herangezogen werden.

Die örtlich vorkommenden Sande können potentiell ins Rieseln oder Fließen geraten. Beim Holzverzug von Trägerbohlwänden kann es somit zielführend sein, ein Geotextil (erdseitig) hinter den Verbaubohlen zu platzieren, um ein Durchrieseln der Sande und ein Leerlaufen des Verbaus zu vermeiden. Zudem kann es im Niveau solcher Sande notwendig sein, den Holzverzug in geringeren horizontalen Abschnitten auszufachen.

Bei Gründungsarbeiten im Wirkungsbereich von aktuellen oder zwischenzeitlich errichteten Bauwerken bzw. differenter Gründungsniveaus im Bauvorhaben selbst, sind diese zu sichern. Regelfälle werden in DIN 4123 „Ausschachtungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude“ behandelt. Eine mögliche Anwendung dieser Regelfälle bedarf einer Prüfung der vielfältigen Anwendungskriterien (Anwendungsbereich und Eingangsvoraussetzungen). Die zur Vorbemessung notwendigen geotechnischen Kenndaten können dem vorliegenden Gutachten entnommen werden.

Im Zuge von Fundamenterkundungen ist zu empfehlen, die Verfasser zur Prüfung der Bodenverhältnisse hinzuzuziehen.

Bei Unterfangungs- und Sicherungsarbeiten muss grundsätzlich mit einer Nachsetzung der Bebauung gerechnet werden. Die in diesem Gutachten genannten Setzungsbeträge (Kapitel 5.5.1) können nicht pauschal für Unterfangungen angesetzt werden.

Hinweis: Im Zuge potentieller Unterfangungen ist zu beachten, dass die hier vorliegenden körnigen Böden der Schichten 01 und 02 voraussichtlich äußerst rollig und rutschungsempfindlich reagieren. Zur bautechnischen Optimierung (Risikominimierung, reibungsloser Bauablauf) empfehlen die Verfasser daher, neben einer „klassischen Unterfangung“ (gem. DIN 4123) alternative Maßnahmen zur Unterfangung (beispielsweise Injektionsverfahren) zu diskutieren.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

5.2 Wasserhaltung

Schicht- oder Grundwässer im Niveau des Bauraumes konnten zum Zeitpunkt der Geländearbeiten am 11.03.2019 und 12.03.2019 nicht eingepegelt werden (unter anderem vermutlich aufgrund zufallender Bohrlöcher), allerdings wurden ab Höhen zwischen etwa 87,2 und 88,9 m ü. NN nasse Bodenhorizonte erkundet (siehe Kapitel 4.7).

Mit dem Auftreten temporärer Schichtwässer in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf im Vorfeld oder während Starkregenereignissen (hier auch Tagwässer) ist grundsätzlich zu rechnen.

Der mittlere Grundwasserstand im Baufeld wird auf Basis des derzeitigen Kenntnisstandes grob auf ca. 88,3 m ü. NN abgeschätzt. Örtliche Grundwassermessstellen zeigen einen maximalen Pegelstand von 89,70 m ü. NN (siehe Kapitel 4.7).

Im Zuge von Hochwässern kann es davon abweichend zu höheren Grundwasseranstiegen (Stichwort Rheinhochwasser) bis auf 91,30 m ü. NN knapp unter Geländeoberkante (HQ_{100}) und darüber hinaus (HQ_{1000}, Überflutung) kommen (siehe Kapitel 4.7).

Hinsichtlich der Trockenhaltung der Baugrube gilt Folgendes:

I. Die Trockenhaltung der Baugrube kann grundsätzlich über eine geschlossene Wasserhaltung erfolgen (Vorhalten einer geschlossenen Wasserhaltung, die bei Bedarf aktiviert werden kann; Vorgehensweise mit der größten Planungssicherheit).

II. Der Grundwasserstand im Baufeld befindet sich im Mittel (siehe oben) unterhalb des Niveaus der Baugrubensohle (angenommenes Gründungsniveau 90,63 bis 91,08 m ü. NN, siehe Kapitel 3.2). Die konzeptionelle Aushubsohle im Bereich liegt oberhalb des geschätzten mittleren Grundwasserstandes im Baufeld (88,3 m ü. NN). Vor diesem Hintergrund kann seitens der Planung beziehungsweise des Bauherren in Betracht gezogen werden, zur wirtschaftlichen Optimierung auf das Einrichten einer geschlossenen Wasserhaltung zu verzichten. In diesem Fall ist ein auf das Bauvorhaben angepasster Alarmplan für eine planmäßige Räumung und Flutung der Baugrube auszuarbeiten (HQ 100 Bemessungsgrundhochwasserstand im Baufeld 91,30 m ü. NN). Während der Bauphase sind die örtlichen Grundwasserpegel und die Pegelstände des Rheins regelmäßig zu überwachen. Bei einer solchen Vorgehensweise ist es grundsätzlich möglich, dass es zu (längeren) Baustillständen aufgrund von stehendem Grund-

Offenlage gemäß § 3 (2) BauGB

wasser in der Baugrube kommen kann (Risikoabschätzung). Grundsätzlich gilt: Je tiefer das Aushubniveau liegt, desto wahrscheinlicher ist das Auftreten von Grundwasser im Niveau des Bauraumes. Für einzelne Vertiefungen (beispielsweise Aufzugunterfahrten, Fundamentvertiefungen, Brunnenfundamente etc.) bieten sich bei einer solchen Vorgehensweise gegebenenfalls lokale Systeme zur Wasserhaltung, beispielsweise mittels Lanzen oder Vergleichbarem, an.

Eine Risikoabschätzung zur Wasserhaltung unter Beachtung der unterschiedlichen Grundwasser-, Grundhochwasser- und Hochwasserszenarien ist durch die Bauherrschaft beziehungsweise die verantwortliche Planung vorzunehmen. Eine abschließende Bewertung kann im Zuge der weiteren Bauplanung zwischen Bauherrschaft, planenden Beteiligten und Verfassern erfolgen.

Eine Wassersättigung bzw. ein „Aufweichen" der Bodenmaterialien während der Bauzeit ist möglichst zu vermeiden. Dies gilt vor allem in Zusammenhang mit den Verdichtungsarbeiten im Niveau der Gründungssohle. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die Konsistenz bindiger Böden (hier einzelne Lehmlinsen der Schicht 02*) maßgeblich vom Wassergehalt abhängig ist.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

5.3 Wassereinwirkung und Frostsicherung

Auf Basis der Angaben zu Grundwasser, Hochwasser und/oder Stauwasser in Verbindung mit den Wasserdurchlässigkeiten der erkundeten Böden ergeben sich Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1 auf erdberührte Wände und Bodenplatten. Nach DIN 18533-1 sind für die Zuordnung der abzudichtenden Bauwerksbereiche zu den Wassereinwirkungsklassen im Rahmen der Planung immer die örtlichen Bedingungen und gegebenenfalls Nutzungserfordernisse maßgebend. Dabei sind auch Planungsgrundsätze der DIN 18533-1 zu beachten. Im Falle einer wasserundurchlässigen Bauweise (WU-Konstruktion) ist die Beachtung der DAfStb-Richtlinie für wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton zu empfehlen.

Die erkundeten Schichten 01*, 01, 02 und 02* sind als wenig durchlässige Böden (kf-Wert ≤ 10^{-4} m/s) im Sinne der DIN 18533-1 zu bewerten.

Gemäß den Erläuterungen in Kapitel 4.7 kann drückendes Grundwasser im Niveau des Bauraumes (Neubau mit Untergeschoss) vorkommen.

Für das geplante Bauvorhaben ist die **Wassereinwirkung W2-E „Drückendes Wasser“** (hier bedingt durch potentielles Grundwasser) anzusetzen.

Sollten Gründungskörper im Frosteinflussbereich weniger als -0,80 m in den Untergrund einbinden, sind diese den technischen Regeln entsprechend gegen Frost zu sichern (siehe unter anderem DIN 1054, Teil 1).

5.4 Betonaggressivität des Untergrundes

Gemäß DIN 4030-1 ist die Bewertung der Betonaggressivität des Untergrundes idealerweise anhand von Grundwasseruntersuchungen vorzunehmen. Liegen keine Grundwasserproben vor, beziehungsweise sind keine Grundwasserproben zu beschaffen, kann alternativ eine Einordnung über Bodenuntersuchungen erfolgen. Im Zuge der Geländearbeiten konnten aufgrund zufallender Bohrlöcher keine Grundwasserproben genommen werden. Daher wurde folgende Mischprobe (aus Einzelproben der Auffüllungen) auf ihre Betonaggressivität hin nach DIN 4030 im umweltanalytischen Labor (EUROFINS Umwelt West GmbH, Vorgebirgsstraße 20 in 50389 Wesseling) untersucht.

- Mischprobe **MP 01** : Einzelproben 1/1 bis 1/4, 2/1, 2/2, 3/1, 3/2, 4/1 bis 4/3 bis 5/1, 5/2 (Auffüllung)

Offenlage gemäß § 3(2) BauGB

Nach DIN 4030-1 können Böden und Grundwässer als „nicht betonangreifend", „schwach angreifend" (Expositionsklasse XA1), „mäßig angreifend" (Expositionsklasse XA2) oder „stark angreifend" (Expositionsklasse XA3) eingeordnet werden. Zur Orientierung werden im Folgenden die in den Analysen ermittelten Konzentrationen den Grenzwerten der Expositionsklassen nach DIN 4030-1 für Böden gegenübergestellt. Die Originaldatenblätter des umwelthygienischen Labors sind in Anhang 5 beigefügt.

Tabelle 6: Untersuchungsergebnisse nach DIN 4030-1 der Auffüllung (Schicht 01/01*)

Parameter	Einheit	Grenzwerte Expositionsklasse nach DIN 4030-1			Ergebnisse
		XA1	XA2	XA3	MP 01
SO_4^{2-} (Sulfat)	mg/kg	≥ 2000 und ≤ 3000[6a]	> 3000 und ≤ 12.000[6a]	> 12.000 und ≤ 24.000[6a]	730
Säuregrad nach Baumann-Gully	-	> 200	*In der Praxis nicht anzutreffen*		n.n.
S^{2-} (Sulfid)	mg/kg	/	/	/	5
Cl^- (Chlorid)	mg/kg	/	/	/	110

[6a] Böden mit einer hydraulischen Durchlässigkeit < 10^{-5} m/s dürfen in eine niedrigere Klasse eingestuft werden
n.n.: nicht nachweisbar

Das Material der Mischprobe **MP 01** (Auffüllung im potentiellen Kontaktbereich zur geplanten Bodenplatte) ist den vorliegenden Ergebnissen als „**nicht betonangreifend**" nach DIN 4030-1 zu bewerten.

Weiterführende Hinweise zum Hintergrund der fachlichen Bewertung:

In der Mischprobe MP 01 wurde ein Chlorid-Gehalt von 110 mg/kg festgestellt. Chlorid wirkt nicht betonangreifend, beeinträchtigt allerdings den Korrosionsschutz von Bewehrungen. Der ermittelte Chloridgehalt ist bei der Wahl des Betons zur Vermeidung einer Gefährdung von Amiereisen (Bewehrungsstahl) zu berücksichtigen.

Der in der Mischprobe MP 01 ermittelte Gehalt an Sulfid-Anionen ist sehr gering. Eine potentielle Umwandlung (Oxidation) von Sulfiden zu betonangreifendem Sulfat, beispielsweise durch Luftzufuhr im Zuge der Bautätigkeit, in signifikanter Menge ist somit nicht zu erwarten.

Gegebenenfalls sind weitere Beprobungen des Bodens und insbesondere des Grundwassers (Bebauung im Schwankungsbereich des Grundwassers bei Hochwasserereignissen) in der weiteren Planungsphase zur Verifizierung der hier dargestellten Ergebnisse in Abstimmung mit einem Betontechnologen zu empfehlen.

Offenlage gemäß § 3 (2) BauGB

5.5 Gründung

Grundsätzlich bietet der Markt diverse Gründungsalternativen mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen an. Die verschiedenen Gründungsmöglichkeiten sind in der Planungsphase seitens der Projektsteuerung zu prüfen. Neben wirtschaftlichen sollten darüber hinaus bautechnische und planungstechnische Aspekte berücksichtigt werden (z. B. Planungssicherheit, Bauablauf etc.). Eine Behandlung aller möglichen Gründungsformen in einem Gutachten ist nicht praktikabel. Die gängigste und oft wirtschaftlichste Gründungsform ist eine Flachgründung über Einzel- und/oder Streifenfundamente oder eine tragende Bodenplatte bzw. ein Plattentragwerk. Eine solche Flachgründung ist aus bodenmechanischer Sicht in den zweifach unterkellerten Bereichen des Neubaus prinzipiell möglich und wird daher im Folgenden näher behandelt. Bei Bedarf können Gründungsparameter für alternative Gründungsformen (z. B. Tiefgründung über Pfahlsysteme) bei den Verfassern abgefragt und diskutiert werden.

Daher werden gemäß Geländeerkundung die beiden folgenden gängigen Gründungsalternativen vorgeschlagen:

a) Gründung über Einzel- und/oder Streifenfundamente

b) Gründung über eine tragende Bodenplatte (Plattentragwerk)

In Abhängigkeit von der gewählten Einbindetiefe der Gründungskörper wird im Folgenden davon ausgegangen, dass das zukünftige standardisiert geplante Gründungsniveau des unterkellerten Gebäudes (ohne zusätzliche Maßnahmen wie Bodenaustausch oder Fundamentvertiefungen) im Fall a) bei einer Höhe von 90,78 sowie 90,63 m ü. NN bzw. im Fall b) bei einer Höhe von 91,08 und 90,93 m ü. NN (siehe Kapitel 3.2) im Niveau der heterogenen Auffüllung der Schicht 01 sowie in den anstehenden Böden der Schichten 02 bzw. 02* zu liegen kommt.

Aufgrund der ungünstigen Baugrundverhältnisse ist eine einfache Flachgründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten oder tragender Bodenplatte (Plattentragwerk) nicht ohne Zusatzmaßnahmen (beispielsweise tiefgreifender Bodenaustausch oder Fundamentvertiefungen mittels Magerbeton) möglich.

Offenlage gemäß § 3 (2) BauGB

Folgende allgemeine Feststellungen und Zusammenhänge sind hinsichtlich der gründungstechnischen Eigenschaften der örtlichen Böden zu beachten:

- Etwaige Überreste des humosen Oberbodens (Schicht 01*) sind grundsätzlich aus dem gesamten Baufeld zu entfernen. Dies gilt sowohl für Streifenfundamentgräben und eine nicht tragende Bodenplatte als auch für ein Plattentragwerk.

- Die Gründungs- beziehungsweise Aushubsohle ist generell nachzuverdichten. Das Material der Schicht 02 enthält teilweise Schlufflinsen und ist teilweise äußerst enggestuft. In diesen Materialien kann der notwendige Aufwand zur Verdichtung vergleichsweise hoch sein. Die Gerätewahl zur Verdichtung ist insbesondere an die Engstufigkeit der örtlichen Sande anzupassen, da diese häufig im Baufeld zu erwarten sind.

- Auf der **Gründungssohle** ist eine **Proctordichte $D_{Pr} \geq 98\%$** nachzuweisen.

- Bei enggestuften Sanden ist bekannt, dass sich diese trotz Wahl eines geeigneten Verdichtungsgerätes teilweise nicht ausreichend verdichten lassen. In solchen Bereichen kann es gegebenenfalls notwendig werden, einen Bodenaustausch in einer Mächtigkeit von rund 50 cm einzubringen, um eine ausreichende Tragfähigkeit und Homogenität der Gründungssohle nachweisen zu können. **Dieser (in Teilbereichen) möglicherweise notwendig werdende Bodenaustausch im Niveau der natürlich anstehenden Sande (nicht zu verwechseln mit dem grundsätzlich notwendigen Bodenaustausch bei tiefgreifenden Auffüllungen) sollte als Eventualposition unbedingt bei der gesamten Planung beachtet werden.** Neben per se erhöhten Entsorgungs- und Lieferkosten hat ein solcher Bodenaustausch potentiell Einfluss auf den gesamten Bauablauf (Stichworte hier insbesondere Verbautiefe und Wasserhaltung). Diese Thematik ist seitens der Projektplanung unbedingt zu beachten. Vorab empfiehlt es sich grundsätzlich, die Planungen so auszulegen, als ob die Eventualposition Bodenaustausch von 50 cm in den natürlich anstehenden Sanden per se aktiviert werden müsste.

- Wird ein **Bodenaustausch** wie oben beschrieben notwendig, so ist für diesen ebenfalls eine Proctordichte **$D_{Pr} \geq 98\%$** nachzuweisen. Erfolgt der Nachweis der ausreichenden Verdichtung mittels Lastplattendruckversuchen, so ist auf dem Austauschmaterial (vorzugsweise Schotter oder RCL-Material oder bodenmechanisch vergleichbares Material) ein Verformungsmodul E_{v2} von 80 MN/m² mit einem Verdichtungsverhältnis $E_{v2}/ E_{v1} \leq 2{,}5$ zu erbringen.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

- Ob und wenn ja in welchen Teilen des Baufeldes die örtlichen natürlich anstehenden Sande letztendlich durch einen Bodenaustausch ausgebessert werden müssen, kann nicht auf Basis punktueller Bohrungen abgeschätzt werden. Eine zuverlässige und zielführende Aussage hierzu kann nur bei Prüfung der offenen Baugrube erfolgen. **Vor diesem Hintergrund ist die Prüfung der offenen Baugrube durch die Verfasser / einen Baugrundgutachter zu Qualitätssicherung der Angaben dieses Gutachtens absolut notwendig.**

5.5.1 Gründung über Einzel- und/oder Streifenfundamente

Eine Gründung hat über das Material der Schichten 02 und 02* zu erfolgen. Zur Überbrückung des Materials der tlw. im Gründungsniveau vorkommenden Materialien der Schicht 01 und um die Lasten in die anstehenden tragfähigen Böden der Schichten 02 bzw. 02* abzutragen, sind die Streifenfundamente daher durch Magerbeton bis in das Niveau der Schicht 02/02* (um wenige Dezimeter) zu vertiefen. Diese sind mit horizontalem Überstand mit einem Lastausbreitungswinkel der Magerbetonvertiefungen von 60°anzusetzen.

Nachfolgend werden die Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes und die zu erwartenden Setzungen für beispielhafte Fundamentdimensionen (Gründung über Streifenfundamente) aufgeführt. Die angegebenen Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes wurden gemäß DIN 4017, T1 ermittelt und überprüft. Sie sind mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ = 1,4 gemäß DIN 1054, Fassung 2010 belegt. Bezüglich der Bemessung wird im Folgenden von biegesteifen Fundamenten ausgegangen. Maßgebend sind somit die Setzungen im kennzeichnenden Punkt (nach Kany). Angesetzt wurde die Bemessungssituation BS-P nach DIN 1054 (2010). Lastaufbringung und statische Annahmen richten sich nach der DIN 1054. Die aufgeführten Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes sind durch die Tragwerksplanung je nach Bedarf mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Tabelle A 2.1 nach DIN 1054 (2010) weiter anzupassen.

Offenlage gemäß § 3 (2) BauGB

Tabelle 7: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes für mittig, lotrecht belastete Streifenfundamente gemäß DIN 4017, Teil 1; **Schicht 02** bei nachgewiesener Proctordichte $D_{Pr} \geq 98\%$ bzw. **Schicht 02*** bei mindestens steifer Konsistenz der Gründungssohle bzw. des Bodenaustauschmaterials (siehe Kapitel 5.5); setzungsempfindliches Gebäude

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments (z. B. unter Oberkante Bodenplatte Untergeschoss)	**Bemessungswiderstand $\sigma_{R,d}$ für mittig, lotrecht belastete Streifenfundamente (inkl. hinterlegter Setzungsbeschränkung auf ≤ 2 cm) mit Breiten b bzw. b´ von**					
	0,50 m	**1,00 m**	**1,50 m**	**2,00 m**	**2,50 m**	**3,00 m**
-0,50 m	150 kN/m² (Setzung 0,3 cm)	180 kN/m² (Setzung 0,7 cm)	220 kN/m² (Setzung 1,2 cm)	250 kN/m² (Setzung 1,7 cm)	260 kN/m² (Setzung 2,0 cm)	230 kN/m² (Setzung 2,0 cm)
-0,75 m	180 kN/m² (Setzung 0,4 cm)	220 kN/m² (Setzung 0,9 cm)	260 kN/m² (Setzung 1,4 cm)	290 kN/m² (Setzung 2,0 cm)	260 kN/m² (Setzung 2,0 cm)	230 kN/m² (Setzung 2,0 cm)
-1,00 m	210 kN/m² (Setzung 0,5 cm)	250 kN/m² (Setzung 1,0 cm)	290 kN/m² (Setzung 1,6 cm)	290 kN/m² (Setzung 2,0 cm)	260 kN/m² (Setzung 2,0 cm)	230 kN/m² (Setzung 2,0 cm)

Für variierende Fundamentbreiten und Einbindetiefen können die in Tabelle 7 aufgeführten Bemessungswerte geradlinig interpoliert werden (so dürfen nur Zwischenwerte gebildet werden, extrapolierte Werte sind nicht zulässig).

Gemäß DIN 1054:2010-12 und DIN 4019 liegt die **Gesamtsetzung** im kennzeichnenden Punkt unter Ansatz der aus Tabelle 7 abzuleitenden Gründungsparameter bei **≤ 2,0 cm**. Aufgrund der eingearbeiteten Setzungsbeschränkung sind die Werte für Streifenfundamente mit Breiten b ≥ 2,00 m teilweise vergleichsweise gering.

Potentiell hohe Grundwasserstände im Baufeld wurden bei der Berechnung der in Tabelle 7 aufgeführten Bemessungswerte berücksichtigt.

Eine gemäß DIN 1054 (2010) vorgeschlagen Erhöhung der in Tabelle 7 dargestellten Werte um 20 % für kreisrunde und quadratische Einzelfundamente ist im vorliegenden Fall aufgrund der eingearbeiteten Setzungsbeschränkung nicht zulässig.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Es ist davon auszugehen, dass die Böden unterhalb der Gründungskörper der Bestandsbebauung bereits vorkonsolidiert wurden und eine Setzung erfahren haben. Über die Lasten der Bestandsbebauung liegen den Verfassern keine Informationen vor. Gegebenenfalls werden sich die Böden, welche unterhalb der Bestandsbebauung liegen, durch den geplanten Neubau nicht mehr zusätzlich setzen. Die oben aufgeführte rechnerisch ermittelte Gesamtsetzung von ≤ 2,0 cm ist daher vorab gleichzeitig als potentielle **Setzungsdifferenz** zwischen Bauwerkskörpern, die auf nicht vorkonsolidierten Böden gründen und Gebäudeteilen, welche ihre Last in bereits gesetzte Bodenschichten abtragen, anzusehen.

5.5.2 Gründung über tragende Bodenplatte (Plattentragwerk)

Bei Abtrag der Lasten über eine tragende Bodenplatte (Gründung erfolgt inkl. Bodenaustauch im Material der **Schicht 02, Schicht 02* und vereinzelt Schicht 01**) kann folgendermaßen vorgegangen werden:

- Kompletter Austausch etwaiger Überreste der Schicht 01* (humoser Oberboden).
- Austausch der heterogenen Auffüllung der Schicht 01 und der tlw. enggestuften und somit schlecht bis nicht ausreichend verdichtbaren Sande der Schicht 02 und schlecht verdichtbaren Schluffe der Schicht 02* bis -0,50 m unter UK Bodenplatte zur Verbesserung der bodenmechanischen Parameter und zur grundsätzlichen Homogenisierung des Untergrundes. Die Mächtigkeit des Bodenaustauschs ist beispielhaft aufgeführt. Der unten aufgeführte Bettungsmodul $k_{s,m}$ ist unter Berücksichtigung des Bodenaustausches mit der genannten Mächtigkeit bemessen worden. Grundsätzlich ist eine Variation in der Mächtigkeit des Bodenaustausches möglich. In diesem Falle ergeben sich allerdings andere in Ansatz zu bringende Bettungsmoduln als unten aufgeführt (höhere Bettungsmoduln bei mächtigerem Bodenaustausch, geringe Bettungsmoduln bei geringmächtigerem Bodenaustausch)
- Einbau von geeignetem, kapillarbrechendem, nach den technischen Regeln verdichtungsfähigem, (bei Bedarf) frostsicherem und raumbeständigem Austauschmaterial (z. B. Grauwackenschotter oder RCL-Material):
    - Bei der angesetzten Bodenaustauschmächtigkeit ist auf der Gründungssohle als Verdichtungsziel ein Verformungsmodul E_{v2} ≥ 80 MN/m² mit einem E_{v2}/E_{v1}-Verhältnis ≤ 2,5 zu erreichen.

Offenlage gemäß § 3 (2) BauGB

- Die unterste Lage des Austauschmaterials ist rein statisch zu verdichten, um eine etwaige Aktivierung des Porenwasser-Überdrucks der darunter liegenden Schichten zu vermeiden.
- Zu beachten: Einbau etwaiger Austauschmaterialien in Lagen ≤ 0,20 m.
- Durch einen entsprechenden horizontalen Überstand ist bei einem Bodenaustausch ein Lastausbreitungswinkel von 45° anzusetzen (bautechnisch insbesondere bei beengten Platzverhältnissen - beispielsweise Verbau - zu beachten).

Die rechnerische Abschätzung eines konzeptionellen Bettungsmoduls kann erst nach Vorlage konkreter Plattengeometrien und Sohlspannungen erfolgen. Erfahrungsgemäß können unter Voraussetzung der skizzierten Vorgehensweise beim vorliegenden Boden **$k_{s,m}$-Werte von ca. 10-15 MN/m³** erreicht werden (elastisch gebettete Bodenplatte). Selbst bei homogenem Baugrund variieren die Bettungsmoduln unter der Platte unter anderem in Abhängigkeit von der Elastizität der Bodenplatte, der Lastverteilung und der Plattengeometrie. Dabei ist der Bettungsmodul unter einer Platte in der Regel nicht gleichförmig, sondern ändert sich ebenfalls in Abhängigkeit der oben genannten Kriterien.

Die Prüfung der Verdichtung des Bodenaustausches mittels Lastplattendruckversuchen wird dringend empfohlen.

5.6 Bodenmechanische Wiederverwertbarkeit

Die folgenden Erläuterungen zur bodenmechanischen Wiederverwertbarkeit sind als Hinweise für die potentielle Eignung der Materialien zu verstehen. Falls Materialien bodenmechanisch wiederverwertet werden sollen, ist ein labortechnischer Eignungsnachweis je nach Eignungszweck zu führen.

Zu beachten sind die Erläuterungen in Kapitel 6 und 7 zur abfalltechnischen Deklaration.

Im Zuge der geplanten Baumaßnahme sind die Schichten 01*, 01 und 02 sowie 02* aushubrelevant und fallen potentiell in größeren Mengen an. Ist eine Verwertung vor Ort nicht möglich, so ist das Material einer geeigneten Entsorgung zuzuführen.

Das Material der Schichten 01* und 01 (Auffüllung) ist heterogen aufgebaut und enthält teilweise hohe Gehalte an Fremdbestandteilen. Schicht 01* enthält zudem humose Bestandteile. Eine Wiederverwendung des Materials der **Schichten 01 und 01*** in sackungsempfindlichen Bereichen (beispielsweise als Bauraumverfüllung) ist nicht

Offenlage gemäß § 3(2) BauGB

zu empfehlen. Eine Wiederverwendung des Materials der Schicht 01 ist aus bodenmechanischer Sicht in solchen Bereichen möglich, in denen Sackungen toleriert werden können (beispielsweise Bereiche einer Geländemodellierung).

Das Material der **Schicht 02** ist als mäßig verdichtbar, Schicht 02* als schlecht bis nicht verdichtbar sowie als setzungsempfindlich zu bewerten. Vor diesem Hintergrund ist eine Wiederverwendung in sackungsempfindlichen Bereichen (beispielsweise als Bauraumverfüllung) nicht zu empfehlen und sollte im Vorfeld planungstechnisch nicht einkalkuliert werden. Eine Wiederverwendung kann aus bodenmechanischer Sicht in Bereichen oberflächlicher Geländemodellierungen erfolgen indem zudem Sackungen toleriert werden können.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

5.7 Allgemeine bodenmechanische Hinweise

- Standardgemäß wird im vorliegenden Fall von einem einheitlichen Gründungsniveau ausgegangen. Werden unterschiedliche Gründungsniveaus angesteuert und / oder wird für die Baugrube eine interne Abböschung für variierende Höhenniveaus vorgesehen, so ist Rücksprache mit den Verfassern zu halten. Eine solche Abstimmung, idealerweise zwischen Planung, Tragwerksplanung, Baugrundgutachter und Tiefbauer, ist zum Nachweis der Standsicherheit der Gründung im Falle eines uneinheitlichen Gründungsniveaus absolut notwendig.
- Grundsätzlich ist das Aushubplanum vor mechanischer und witterungsbedingter Beschädigung zu schützen. Hierzu gehören unter anderem eine geeignete zügige Bauablaufplanung und die Beachtung des Witterungsverlaufs. Die hier vorliegenden Böden (vor allem das Material der Schicht 01 und 01*) sind erfahrungsgemäß für eine Befahrung mit Baugeräten nicht bzw. nur bedingt geeignet. Es sind geeignete Schutzmaßnahmen (z. B. Baustraßen) auf dem Aushub- und Erdplanum vorzunehmen um die Baustellenlogistik sicherzustellen. Aufgeweichte Schichten sind auszutauschen. Das Erdplanum darf in keinem Fall wassergesättigt sein. Im Zweifel sind die Verfasser hinzuzuziehen.
- Für **potentiell geplante Verkehrsflächen** (z. B. Zuwegungen, Park- und Stellplätze) kann damit gerechnet werden, dass auf einem standardisiert angesetzten Niveau von -0,60 m unter geplanter GOK der von der RStO 12 geforderte Verformungsmodul auf dem Erdplanum $E_{v2} \geq 45$ MN/m² nicht erreicht wird. Die Planung eines geeigneten Unterbaus für die Verkehrsflächen kann nach Rücksprachen zwischen Planern und Verfasser erfolgen.
- Im Falle eines Berliner Verbaus kann es in Schichten mit engständigen und feinkornfreien Sanden nötig sein, eine zusätzliche Geotextillage hinter dem Verbau (erdseitig) zu platzieren, um ein „Durchrieseln" der Sande durch die Verbaubohlen zu verhindern.
- Den Verfassern liegen keine Angaben zu geplanten Lasten und deren Verteilung vor. Eine zielführende Abstimmung zwischen Tragwerksplanung und den Verfassern ist im vorliegenden Fall erst nach Sichtung der hier vorgestellten Ergebnisse durch die Tragwerksplanung sinnvoll.
- Die aufgeführten Annahmen sind wie auch folgende Angaben und Annahmen zur Bauplanung verantwortlich zu prüfen.

Offenlage gemäß § 3 (2) BauGB

- Grundlage der Bemessungen sind die oben aufgeführten bodenmechanischen Kennwerte, die Bodenerkundung und die im bodenmechanischen Labor untersuchten Einzelproben (Kapitel 4).
- Vor Detailplanung der Gründung sind die Ergebnisse bezüglich der angenommenen Höhenverhältnisse und gegebenen Bohrtiefen zu prüfen und abzustimmen.
- **Vor dem Hintergrund der potentiell sehr hohen Grundwasserstände (siehe Kapitel 4.7) ist ein statischer Nachweis gegen Auftrieb für jeden Bauzustand zu erbringen.**
- Den Verfassern liegen keine vollumfassenden Informationen zur geplanten Baumaßnahme sowie zur Bauplanung selbst vor. Zusätzliche, für das Bauvorhaben bedeutende bodenmechanische Aspekte müssen bei Bedarf durch das Projektmanagement abgefragt und mit den beteiligten Fachplanern (z. B. Tiefbau, Tragwerksplanung, Bodenmechanik) koordiniert werden.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

6 Abfalltechnische Deklaration des Aushubs

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollen die Möglichkeiten zur Wiederverwertung bzw. zur fachgerechten Beseitigung der aufzunehmenden Materialien (Aushub) geklärt werden. Zur **Bestimmung der Wiederverwertbarkeit** des anfallenden **Bodenaushubs** wird das Material in Anlehnung an die LAGA Richtlinie 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“ (TR Boden, Stand 2004) beurteilt. Eine Probe wurde zudem nach den Vorgaben der Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) bewertet. Eine **abfallrechtliche Einordnung** erfolgt nach den Bestimmungen der AVV Abfallverzeichnisverordnung.

Die LAGA-Zuordnungswerte **Z0 bis Z2** stellen die Obergrenze der jeweiligen Einbauklasse bei der Verwendung von mineralischen Bodenmaterialien (bzw. Recyclingbaustoffen oder nicht aufbereitetem Bauschutt) im Erd-, Straßen-, Landschafts- und Deponiebau sowie bei der Verfüllung von Baugruben und Rekultivierungsmaßnahmen dar. Die Gehalte von Bodenmaterialien bis zu den **Z0-Werten** kennzeichnen naturnahe Verhältnisse ohne wesentliche anthropogene Beeinflussung. Bei Recyclingbaustoffen oder nicht aufbereitetem Bauschutt ist bei Einhaltung der Z0-Werte der uneingeschränkte Einbau der Materialien ohne Beeinträchtigung der Schutzgüter möglich. Die **Z1-Werte** stellen die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Grundsätzlich gelten die **Z1.1-Werte**. In hydrologisch günstigen Gebieten gelten die **Z1.2-Werte**. Die **Z2-Werte** stellen die Obergrenze für den Einbau von mineralischen Bodenmaterialien (bzw. Recyclingbaustoffen oder nicht aufbereitetem Bauschutt) mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Bei Überschreitung der **Z2-Werte** ist eine Deponierung des Materials vorzusehen.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

6.1 Deklaration des Bodenaushubs

Aus den aushubrelevanten Bodenbereichen wurden folgende Mischproben zusammengestellt und im Labor gemäß LAGA TR Boden 2004 untersucht:

MP 01 Einzelproben 1/1 bis 1/4, 2/1, 2/2, 3/1, 3/2, 4/1 bis 4/3, 5/1, 5/2 (Auffüllung mit Fremdbeimengungen, westliches Baufeld, Schichten 01/01*)

MP 02 Einzelproben 6/1 bis 6/5, 7/1 bis 7/7, 8/1 bis 8/4, 9/1 bis 9/4 (Auffüllung mit Fremdbeimengungen, östliches Baufeld, Schichten 01/01*)

MP 03 Einzelproben 1/5 bis 1/10, 2/3 bis 2/9, 3/3 bis 3/8, 4/4 bis 4/8, 5/3 bis 5/10, 6/6 bis 6/8, 7/7 bis 7/12, 8/5 bis 8/10 (natürlich anstehender Sand und Schluff, gesamtes Baufeld, Schichten 02/02*)

Zur abfalltechnischen Einstufung der potentiellen Aushubmaterialien wurden in den nachfolgenden Tabellen die Zuordnungswerte der LAGA Verwertungsklassen den Laborergebnissen gegenübergestellt.

Tabelle 8a: Ergebnisse der Feststoffuntersuchung

Parameter	Einheit	LAGA TR Boden 2004 Zuordnungswerte Feststoff Boden				Ergebnisse		
		Z0[8a]	Z0*[8b]	Z1	Z2	MP 01	MP 02	MP 03
Arsen	mg/kg	10	15	45	150	10,2	13,7	2,3
Blei	mg/kg	40	140	210	700	27	61	3
Cadmium	mg/kg	0,4	1	3	10	0,3	0,2	n.n.
Chrom ges.	mg/kg	30	120	180	600	25	20	12
Kupfer	mg/kg	20	80	120	400	19	24	3
Nickel	mg/kg	15	100	150	500	24	20	10
Quecksilber	mg/kg	0,1	1	1,5	5	0,28	0,54	n.n.
Thallium	mg/kg	0,4	0,7	2,1	7	n.n.	n.n.	n.n.
Zink	mg/kg	60	300	450	1.500	71	117	15
Cyanide	mg/kg	-	-	3	10	n.n.	n.n.	n.n.
TOC	(Masse-%)	0,5-1	0,5-1	1,5	5	**1,7**	1,1	0,2
EOX	mg/kg	1	1	3	10	n.n.	n.n.	n.n.
$KW_{C10-C40}$	mg/kg	100	400	600	2.000	n.n.	77	n.n.
ΣBTEX	mg/kg	1	1	1	1	n.b.	n.b.	n.b.
ΣLHKW	mg/kg	1	1	1	1	n.b.	n.b.	n.b.
ΣPAK_{16}	mg/kg	3	3	3 (9)[8c]	30	**4,05**	**11,5**	n.b.
Benzo(a)py.	mg/kg	0,3	0,6	0,9	3	0,38	**1,0**	n.n.
ΣPCB_6	mg/kg	0,05	0,1	0,15	0,5	n.b.	n.b.	n.b.

Offenlage gemäß § 3 (2) BauGB

Tabelle 8b: Ergebnisse der Eluatuntersuchung

Parameter	Einheit	LAGA TR Boden 2004 Zuordnungswerte Eluat Boden				Ergebnisse		
		Z0/Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	MP 01	MP 02	MP 03
pH-Wert	-	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12	5,5-12	8,4	8,4	9,0
Leitfähigkeit	µS/cm	250	250	1.500	2.000	179	398	23,7
Chlorid	mg/l	30	30	50	100	11	30	7,1
Sulfat	mg/l	20	20	50	200	24	**90**	10
Cyanid	µg/l	5	5	10	20	n.n.	n.n.	n.n.
Phenolindex	µg/l	20	20	40	100	n.n.	n.n.	n.n.
Arsen	µg/l	14	14	20	60	5	3	2
Blei	µg/l	40	40	80	200	n.n.	n.n.	1
Cadmium	µg/l	1,5	1,5	3	6	n.n.	n.n.	n.n.
Chrom (ges.)	µg/l	12,5	12,5	25	60	n.n.	1	2
Kupfer	µg/l	20	20	60	100	n.n.	n.n.	n.n.
Nickel	µg/l	15	15	20	70	1	n.n.	1
Quecksilber	µg/l	<0,5	<0,5	1	2	n.n.	n.n.	n.n.
Zink	µg/l	150	150	200	600	n.n.	n.n.	n.n.

n.b. nicht berechenbar, da zur Summenbildung nur Werte größer der Bestimmungsgrenze verwendet werden

n.n. nicht nachweisbar

[8a] Sand

[8b] max. Gehalte für Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen

[8c] Einbau von Material mit Gehalten > 3 mg/kg u. ≤ 9 mg/kg nur in hydrogeologisch günstigen Gebieten

Auf Basis der Laborergebnisse kann das Material folgendermaßen deklariert werden:

Die Materialien der Mischprobe **MP 01** (Auffüllung mit Fremdbeimengungen, westliches Baufeld, Schichten 01/01*) sind aufgrund des PAK-Gehaltes von 4,05 mg/kg und des TOC-Gehaltes von 1,7 Masse-% gemäß LAGA TR Boden 2004 in die **LAGA Verwertungsklasse Z2** einzustufen. Für die Probe MP 01 wurden ergänzend zur LAGA-Untersuchung die Parameter der Deponieverordnung analysiert (siehe Tabelle 9). Danach überschreiten die Parameter Glühverlust und TOC die parameterspezifischen DKI-Zuordnungswerte, alle anderen Parameter halten die DK 0-Zuordnungswerte ein. Die Materialien der Mischprobe MP 01 sind demnach **vorläufig** in die **Deponieklasse DK II** einzugruppieren (siehe unten stehenden Hinweis). Wir empfehlen zur Egalisierung der Parameter Glühverlust bzw. TOC bei einer geplanten Deponierung der Materialien den Untersuchungsumfang um die Einzelparameter elementarer Kohlenstoff oder Brennwert/Atmungsaktivität zu erweitern. Aufgrund der Materialzusammensetzung ist zu erwarten, dass die Materialien der Mischprobe MP 01 **voraussichtlich** in die **Deponieklasse DK 0** einzustufen sind.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Hinweis: *Gemäß Deponieverordnung sind Überschreitungen des TOC und des Glühverlustes – vorbehaltlich einer Zustimmung der zuständigen Behörde – zulässig, wenn die Überschreitungen durch elementaren Kohlenstoff verursacht werden. Da der Parameter TOC (totaler organischer Kohlenstoff) sich aus dem organisch gebundenen, abbaubaren bzw. verrotbaren Kohlenstoff und elementar gebundenen, nicht weiter teilbaren Kohlenstoff zusammensetzt, kann anhand der zusätzlichen Bestimmung von elementarem Kohlenstoff oder Brennwert und Atmungsaktivität oder der Gasbildungsrate der deponierelevante organisch gebundene Kohlenstoffanteil errechnet werden. Das Ergebnis muss von der Behörde geprüft und freigegeben werden.*

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Tabelle 9: Ergebnisse der der Untersuchung nach DepV

Parameter	Einheit	Zuordnungswerte				Ergebnisse
		DK 0	DK I	DK II	DK III	MP 01
organischer Anteil der Trockenmasse der Originalsubstanz[2)]						
Glühverlust	Masse-%	≤ 3	≤ 3[3)4)5)]	≤ 5[3)4)5)]	≤ 10[4)5)]	**4,3**
TOC	Masse-%	≤ 1	≤ 1[3)4)5)]	≤ 5[3)4)5)]	≤ 10[4)5)]	**1,7**
Feststoffparameter						
ΣBTEX	mg/kg	≤ 6				n.b.
ΣPCB$_7$	mg/kg	≤ 1				n.b.
Kohlenwasserstoffe (C_{10}-C_{40})	mg/kg	≤ 500				n.n.
ΣPAK$_{16}$	mg/kg	≤ 30				4,05
Säureneutralisationskapazität	mmol/kg					n.u.
lipophile Stoffe	Masse-%	≤ 0,1	≤ 0,4[5)]	≤ 0,8[5)]	≤ 4[5)]	n.n.
Eluatparameter						
pH-Wert[8)]	-	5,5-13,0	5,5-13,0	5,5-13,0	4,0-13,0	8,4
DOC[9)]	mg/l	≤ 50	≤ 50[3)10)]	≤ 80[3)10)11)]	≤ 100	4,2
Phenolindex (wdf.)	mg/l	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 50	≤ 100	n.n.
Arsen	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 2,5	0,005
Blei	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5	n.n.
Cadmium	mg/l	≤ 0,004	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,5	n.n.
Chrom gesamt	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 7	n.n.
Kupfer	mg/l	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5	≤ 10	n.n.
Nickel	mg/l	≤ 0,04	≤ 0,2	≤ 1	≤ 4	0,001
Quecksilber	mg/l	≤ 0,001	≤ 0,005	≤ 0,02	≤ 0,2	n.n.
Zink	mg/l	≤ 0,4	≤ 2	≤ 5	≤ 20	n.n.
Chlorid[12)]	mg/l	≤ 80	≤ 1.500[13)]	≤ 1.500[13)]	≤ 2.500	11
Sulfat[12)]	mg/l	≤ 100[15)]	≤ 2.000[13)]	≤ 2.000[13)]	≤ 5.000	24
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1	n.n.
Fluorid	mg/l	≤ 1	≤ 5	≤ 15	≤ 50	1,0
Barium	mg/l	≤ 2	≤ 5[13)]	≤ 10[13)]	≤ 30	0,016
Molybdän	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,3[13)]	≤ 1[13)]	≤ 3	0,009
Antimon[16)]	mg/l	≤ 0,006	≤ 0,03[13)]	≤ 0,07[13)]	≤ 0,5	n.n.
Antimon-C(0)-Wert[16)]	mg/l	≤ 0,1	≤ 0,12[13)]	≤ 0,15[13)]	≤ 1	n.u.
Selen	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,03[13)]	≤ 0,05[13)]	≤ 0,7	0,002
gelöste Feststoffe gesamt[12)]	mg/l	≤ 400	≤ 3.000	≤ 6.000	≤ 10.000	110

Fußnoten einsehbar in DepV (27.04.2009, geändert 02. Mai 2013), Anhang 3, Tabelle 2
n.b. nicht berechenbar, da zur Summenbildung nur Werte größer der Bestimmungsgrenze verwendet werden
n.n. nicht nachweisbar
n.u. nicht untersucht

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Die Mischprobe **MP 02** (Auffüllung mit Fremdbeimengungen, östliches Baufeld, Schicht 01/01*) ist mit einem PAK-Gehalt von 11,5 mg/kg, einem Benzo(a)pyren-Gehalt von 1,0 mg/g und einem Sulfat-Gehalt von 90 mg/l der **LAGA Verwertungsklasse Z2** für Boden zuzuweisen.

Alle Untersuchungsparameter der Mischprobe **MP 03** (natürlich anstehender Sand und Schluff, gesamtes Baufeld, Schicht 02/02*) bleiben unauffällig, sodass gemäß LAGA die Materialien der **Verwertungsklasse Z0** für Boden zuzuweisen sind.

Das **gesamte aushubrelevante Material ist unter der AVV Abfallschlüsselnummer 17 05 04** (Boden und Stein mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen) einer Verwertung im Sinne der LAGA zuzuführen.

> ***Hinweis:*** *Die Auffüllung enthält anthropogene Fremdbestandteile. Die exakte Menge kann nicht bestimmt werden. Sie kann stellenweise > 10 Vol.-% betragen. Fremdbeimengungen sind, unabhängig von der abfalltechnischen Deklaration, unbedingt bei der Kostenkalkulation für die Entsorgung des Aushubs, zu berücksichtigen. Diese sind für den Bauherrn erkennbar auszuweisen. Möglicherweise ist eine Entsorgung unter der AVV Abfallschlüsselnummer 17 01 07 kostengünstiger.*

6.2 Zusammenfassung Deklaration

Die nachfolgende Tabelle fasst die abfalltechnischen Deklarationen für die aushubrelevanten Böden zusammen.

Tabelle 10: Zusammenfassung der Laborergebnisse und abfalltechnische Deklaration

Probe	Funktion/Material	Lage	zuordnungsrelevanter Parameter	Deklaration	AVV
MP 01	Auffüllung mit Fremdbeimengungen	westliches Baufeld	Glühverlust 4,3, TOC 1,7 Ma.-%, PAK 4,05 mg/kg	**Z2/DK II (voraussichtlich DK 0)**	**17 05 04**
MP 02	Auffüllung mit Fremdbeimengungen	östliches Baufeld	PAK 11,0 mg/kg, Benzo(a)py. 1,0 mg/kg, Sulfat 90 mg/l	**Z2**	
MP 03	natürlich anstehende Sande und Schluffe	gesamtes Baufeld	-	**Z0**	

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Die vorliegende Bewertung des Untergrunds erfolgte auf Basis punktueller Probenahmen. Abweichungen von den hier dargestellten Verhältnissen können nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Sollten im Vorfeld oder während der Arbeiten weitere, hier nicht deklarierte Abfälle festgestellt werden, so sind die Verfasser umgehend davon in Kenntnis zu setzen, um weitere Maßnahmen abzustimmen. In der Folge sind diese Abfallstoffe dann gegebenenfalls einer Laboranalytik zu unterziehen und gemäß Abfallverzeichnisverordnung zu deklarieren.

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

7 Allgemeine Hinweise zur abfalltechnischen Bewertung und Verwertung/Beseitigung

Die hier dargestellten Laboranalysen und abfalltechnischen Bewertungen wurden gemäß den Vorgaben der LAGA, DepV bzw. AVV durchgeführt. Dies ist die allgemein übliche Vorgehensweise zur abfalltechnischen Bewertung bzw. Deklaration von mineralischen Bauschutt- und Boden-Abfällen. Die genannte Vorgehensweise ist ausreichend, wenn - wie vom Gesetzgeber vorgesehen - eine Verwertung der Abfälle beabsichtigt wird. Soll abweichend von der Vorgabe des Gesetzgebers die Beseitigung von Abfällen angedacht werden, obwohl eine Verwertung möglich ist, so sind in der Regel den Entsorgern zusätzliche Laboranalysen vorzulegen. Dabei sind gegebenenfalls zusätzliche Annahmekriterien der Abfall-Annahmestellen (Entsorger) zu beachten. Die zusätzlichen Laboranalysen können möglicherweise zu abweichenden Entsorgungskosten führen.

Des Weiteren weisen wir darauf hin, dass auch in Abhängigkeit von der Gesamtkubatur der zu entsorgenden Abfälle die Entsorger zusätzliche Analysen fordern können. Erfahrungsgemäß ist in der Regel eine Analyse je 1.000 m³ zu entsorgendem Abfall vorzulegen. Wir empfehlen daher grundsätzlich mit dem ausführenden Unternehmen und den Annahmestellen im Vorfeld der Maßnahme abzustimmen, ob weitere Proben zu untersuchen sind.

Alle Forderungen hinsichtlich zusätzlicher Beprobungen, Analysen und Deklarationen von Abfällen sind von den Anbietern vor der Vergabe schriftlich darzulegen. Wir empfehlen aus Erfahrung, diese Forderungen unbedingt in Abstimmung mit den Verfassern zu prüfen.

Bei der Verwertung bzw. Entsorgung von Abfällen sind die Vorgaben der örtlichen Abfallsatzung, insbesondere zum Anschluss- und Benutzungszwang, zu beachten. **Das ausführende Unternehmen muss die geplanten Annahmestellen unter Angabe der Optionen Verwertung/Beseitigung dem Bauherrn im Vorfeld der Maßnahme zur Prüfung vorlegen. Für eine unzulässige Entsorgung kann der Bauherr seitens der Umweltbehörden haftbar gemacht werden.**

Die Auffüllungen enthalten anthropogene Fremdbestandteile. Die exakte Menge kann nicht bestimmt werden und kann stellenweise > 10 Vol.-%, örtlich bis 100 Vol.-% betragen. Fremdbeimengungen sind unabhängig von der abfalltechnischen Deklaration unbedingt bei der Kostenkalkulation für die Entsorgung des Aushubs zu berücksichtigen. Diese sind für den Bauherrn erkennbar auszuweisen. Möglicherweise ist eine Entsorgung unter der AVV Abfallschlüsselnummer 17 01 07 abzufahren.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Sollten im Zuge von Aushubarbeiten weitere Materialien (z. B. Beton, Pflaster, Asphalt etc.) im Untergrund angetroffen werden, so sind die Verfasser zu informieren. Die Abfälle sind abfalltechnisch zu deklarieren und einer fachgerechten Verwertung/Beseitigung im Sinne des Gesetzgebers zuzuführen.

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

8 Schlussbemerkungen

Bodengruppen gemäß DIN 18196 und Homogenbereiche in Anlehnung an DIN 18300 konnten ermittelt werden. Bodenmechanische Kennwerte, abgeleitet aus den Geländeerkenntnissen, wurden angegeben.

Zur Grundwassersituation sowie zur Wasserhaltung und Frostsicherung wurde Stellung genommen.

Bei Zutritt von Schichtwässern in die Baugrube sind Böschungen als nicht standsicher anzunehmen. Darüber hinaus ist das Material aller Schichten in seiner Tragfähigkeit unter anderem von seinem Wassergehalt abhängig und deshalb während der Bauphase möglichst vor Wasserzutritt zu schützen.

Unter den hier fixierten Voraussetzungen wurden Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes und zu erwartende Setzungen für Einzel- und Streifenfundamente sowie Bettungsmoduln für ein Plattentragwerk ermittelt. Die Wahl der geeigneten Gründung sollte, unter anderem unter Berücksichtigung der in diesem Gutachten dargestellten Hinweise bauseits in Abstimmung mit den planenden Beteiligten (insbesondere genannt seien Tragwerksplanung sowie Tiefbauer und/oder Spezialtiefbauer) erfolgen.

Vor dem Hintergrund der potentiell hohen Grundwasserstände ist ein statischer Nachweis gegen Auftrieb für jeden Bauzustand zu erbringen.

Eine baubegleitende Prüfung der offenen Aushub- bzw. Gründungssohle durch einen Bodengutachter sowie laufende Abstimmungen zwischen Tiefbau, Tragwerksplanung und Bodengutachtern sind zur Kostenoptimierung und zur Minimierung des Baugrundrisikos zu empfehlen.

Die abfalltechnische Deklaration ermöglicht die Kostenkalkulation der anfallenden Abfälle. Gefährliche Abfälle bzw. Hinweise auf eine Kontamination des Untergrunds wurden im Zuge der Untersuchungen nicht festgestellt.

Die Gutachter gehen von der Durchführung aller Arbeiten durch fachkundige Personen und Firmen aus. Die Vorgaben der technischen Regelwerke und DIN-Normen - insbesondere der genannten - sind einzuhalten.

Des Weiteren müssen alle getroffenen bauseitigen Annahmen verantwortlich geprüft und bei Bedarf mit den Geländeerkenntnissen abgeglichen werden.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Aufgrund des Aufschlusses des Untergrundes durch punktuelle Bohrungen sind Abweichungen von den hier dargestellten Verhältnissen möglich. Sollten während der Tiefbauarbeiten Abweichungen von den hier beschriebenen Baugrundverhältnissen vorgefunden werden, sind die Gutachter umgehend zu informieren.

Eine Abnahme der offenliegenden Baugrube bzw. Gründungssohle und die Verifizierung der Ergebnisse behalten wir uns vor. Hierzu bitten wir um rechtzeitige Mitteilung zum Baubeginn (Aushub).

Basis der vorgestellten Untersuchungen und der daraus resultierenden Maßnahmen ist der Kenntnisstand der Gutachter vom Juni 2019.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit zu verwenden, der Umfang ergibt sich aus dem Inhaltsverzeichnis.

Köln, 03.06.2019
Gutachter:

Dipl.-Geol. Peter Brück

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung
Robert-Perthel-Straße 19
50739 Köln
Tel.: 0221 / 9639 055 - 0
Fax: 0221 / 9639 055 - 10

Dipl.-Geogr. Uwe Radtke

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Anhang

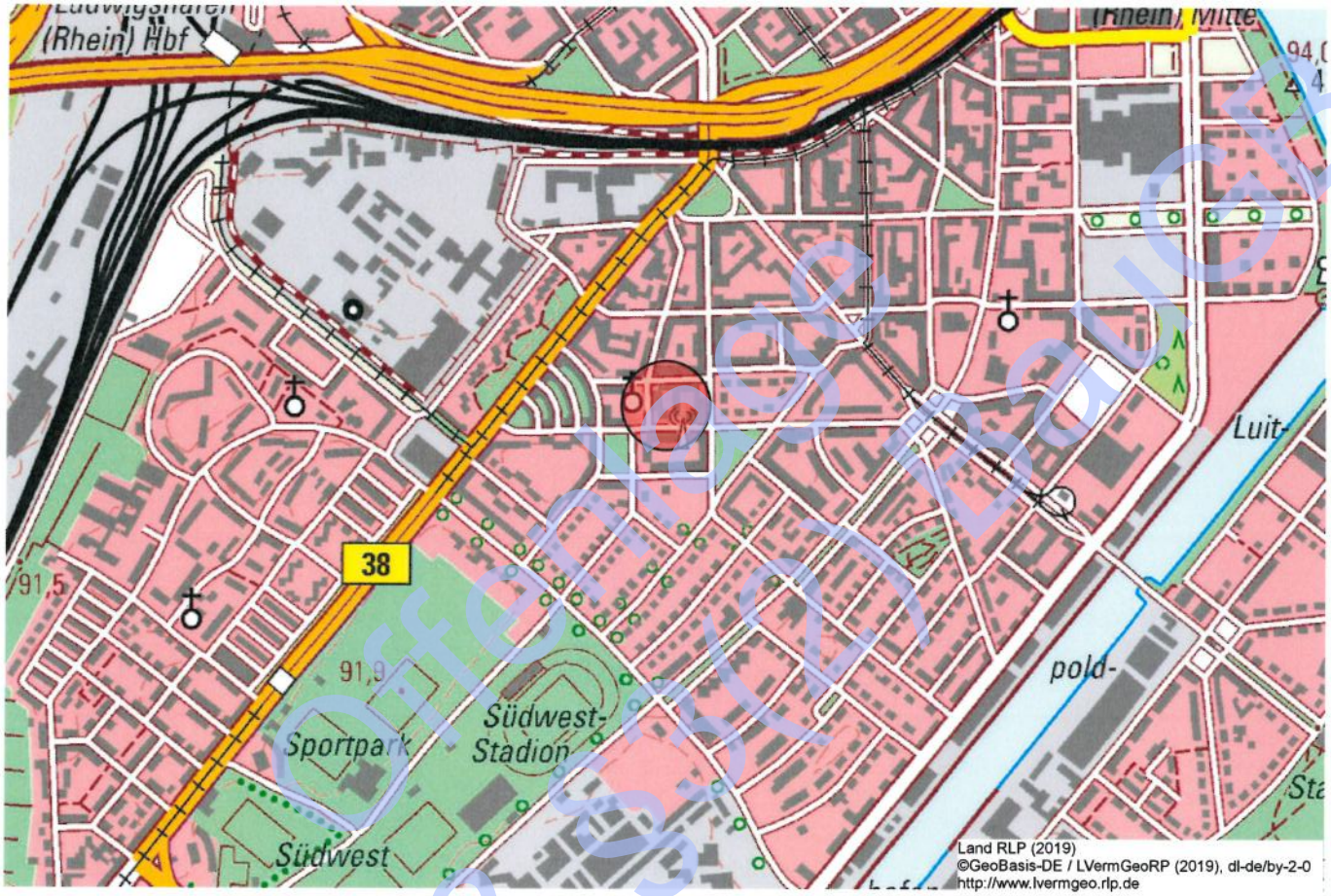
Offenlage
gemäß §3(2) BauGB

Anhang 1

Übersichtsskizze

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

N



Lage der Untersuchungsfläche

Auftraggeber: Pro Concept Projektbau Bayernstraße GmbH

Projekt: 19-4296 Wohnbebauung Pfalzwerke, 67061 Ludwigshafen, Baufeld I

Planinhalt: Übersichtsskizze

Dat./Bearb.: 03.06.2019 / Ha

Dat./Gepr.: 03.06.2019 / PB

Maßstab: ohne

Zeichnung Nr.: 19-4296 a

Anhang: 1

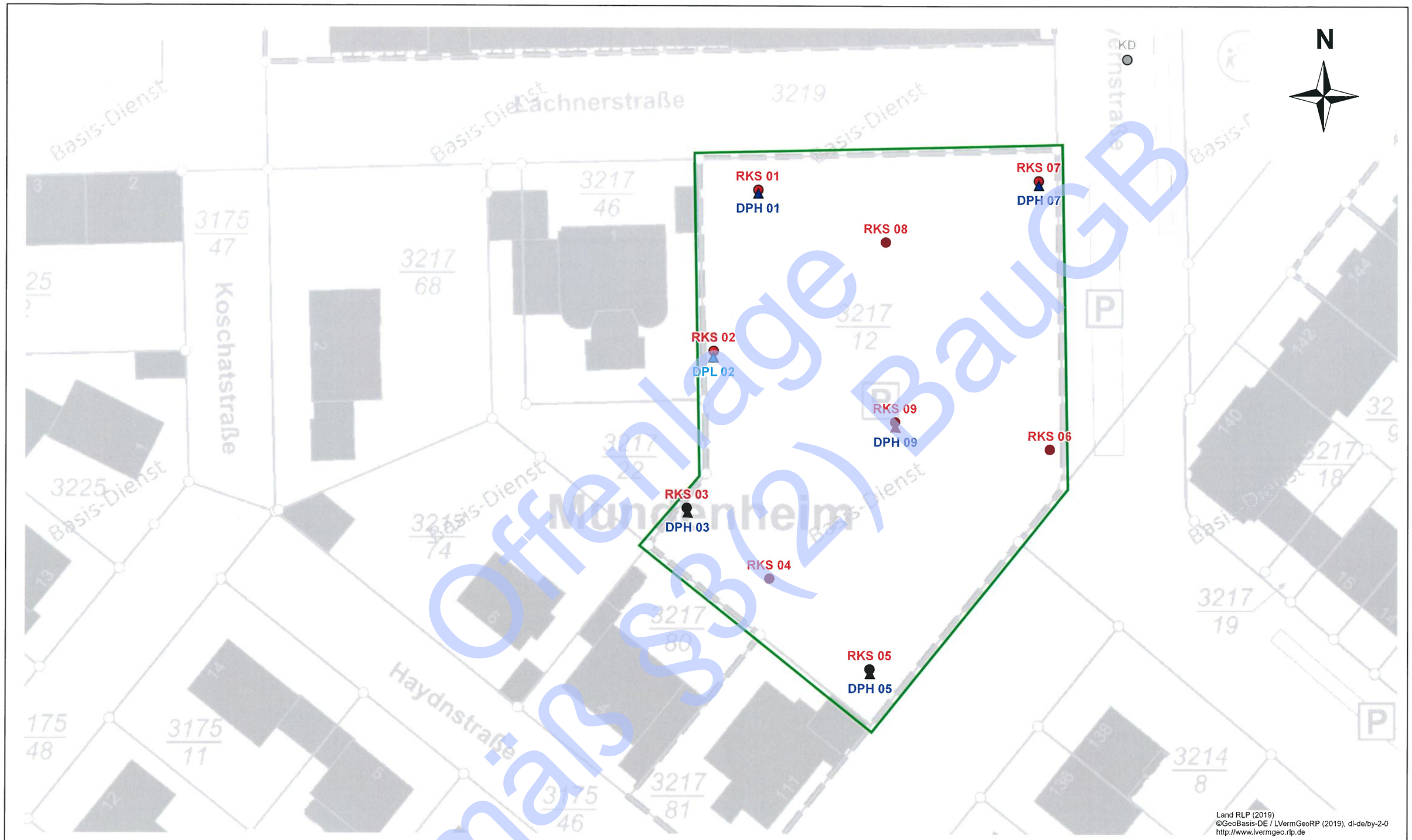
Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung
Robert-Perthel-Straße 19
50739 Köln

gemäß SIZ Bauen

Anhang 2

Lage der Sondieransatzpunkte

Offenlage
gemäß §3(2) BauGB



Offenlage gemäß §3(2) BauGB
Mundenheim

Lage des Untersuchungsgebiets

RKS 01 — Lage der Rammkernsondierung

DPH 01 — Lage der schweren Rammsondierung

DPL 02 — Lage der leichten Rammsondierung

KD — Kanaldeckel Bezugspunkt Nivellement

0 25 m

Maßstab 1 : 500

Auftraggeber: Pro Concept Projektbau Bayernstraße GmbH

Projekt: 19-4296 Wohnbebauung Pfalzwerke, 67061 Ludwigshafen, Baufeld III

Planinhalt: Lage der Sondieransatzpunkte

Dat./Bearb.: 21.03.2019 / Ha Dat./Gepr.: 21.01.2019 /

Maßstab: 1:500 Zeichnung Nr.: 19-4296 d Anhang: 2

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung
Robert-Perthel-Straße 19
50739 Köln

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung

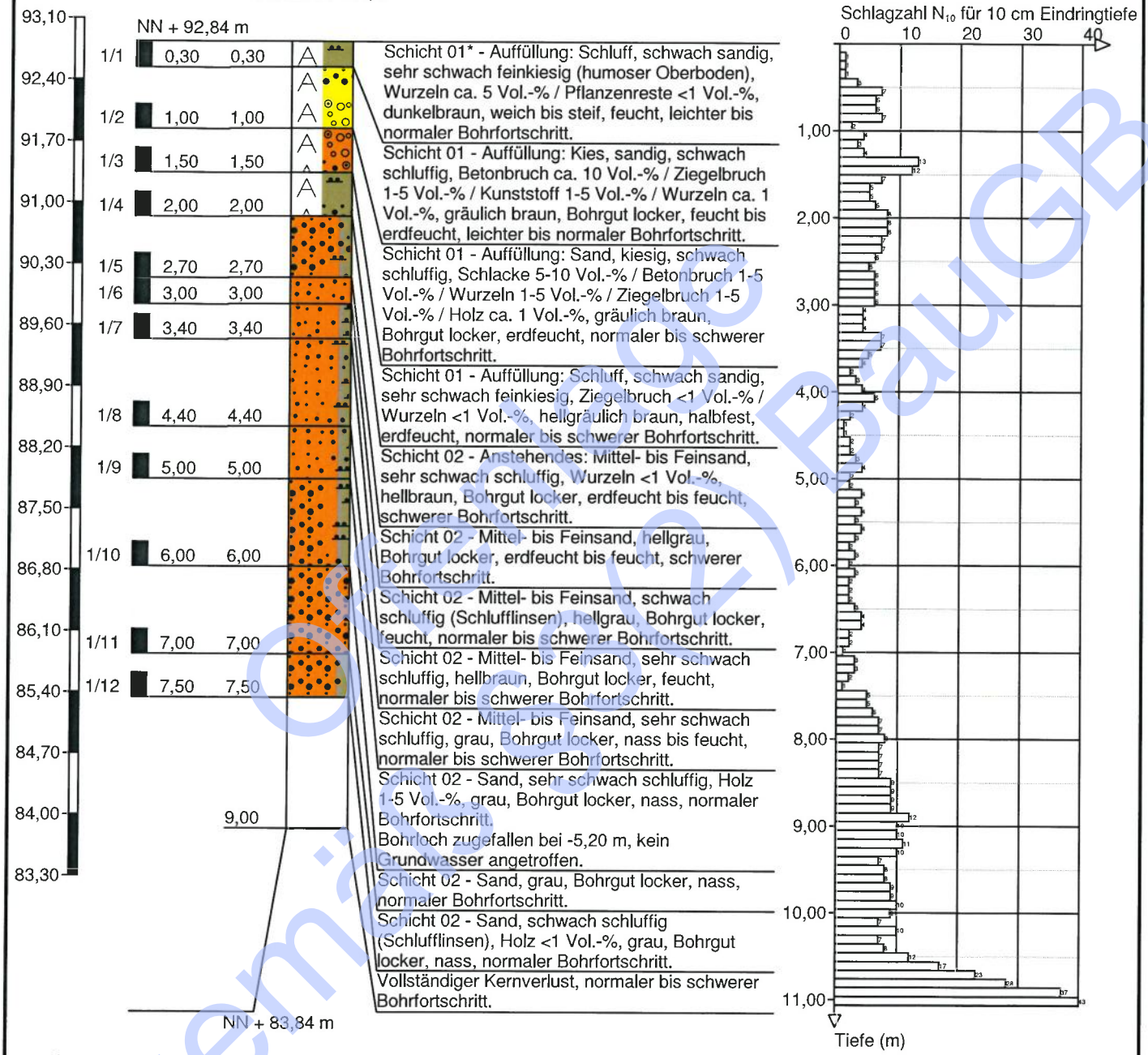
Anhang 3

Profile der Kernbohrungen, Rammkernsondierungen und Rammdiagramme

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung

RKS/DPH 01



Höhenmaßstab 1:70

gemäß DIN 4023 BauGB

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung
Robert-Perthel-Straße 19
50739 Köln

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 3

Projekt: 19-4296-BF III Wohnbebauung Pfalzwerke, 67061 Ludwigshafen

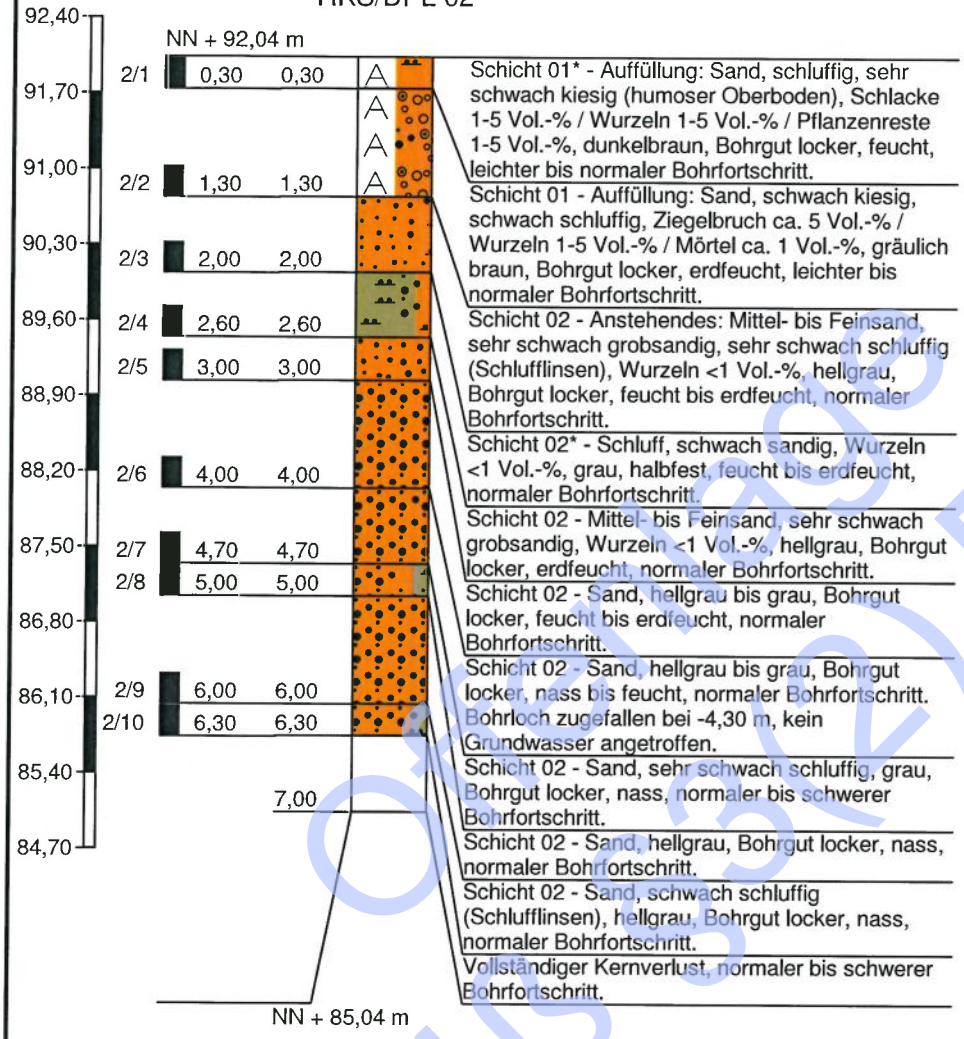
Auftraggeber: Pro Concept Projektbau GmbH

Bearb.: Sa

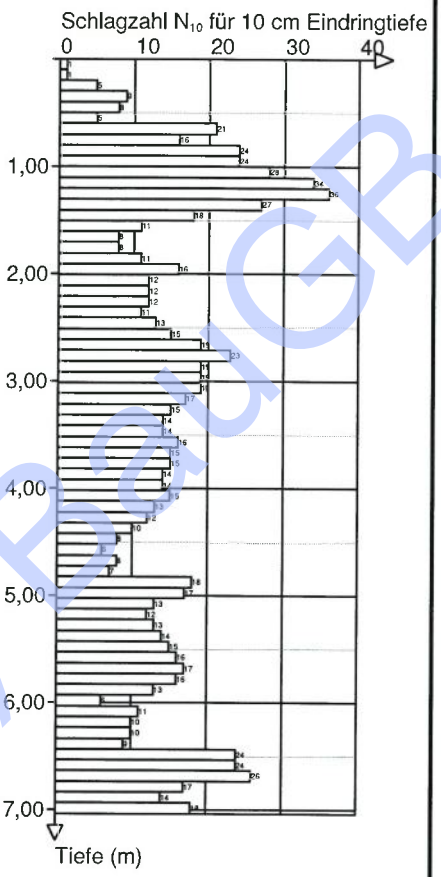
Datum: 11.03.2019

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung

RKS/DPL 02



Höhenmaßstab 1:70

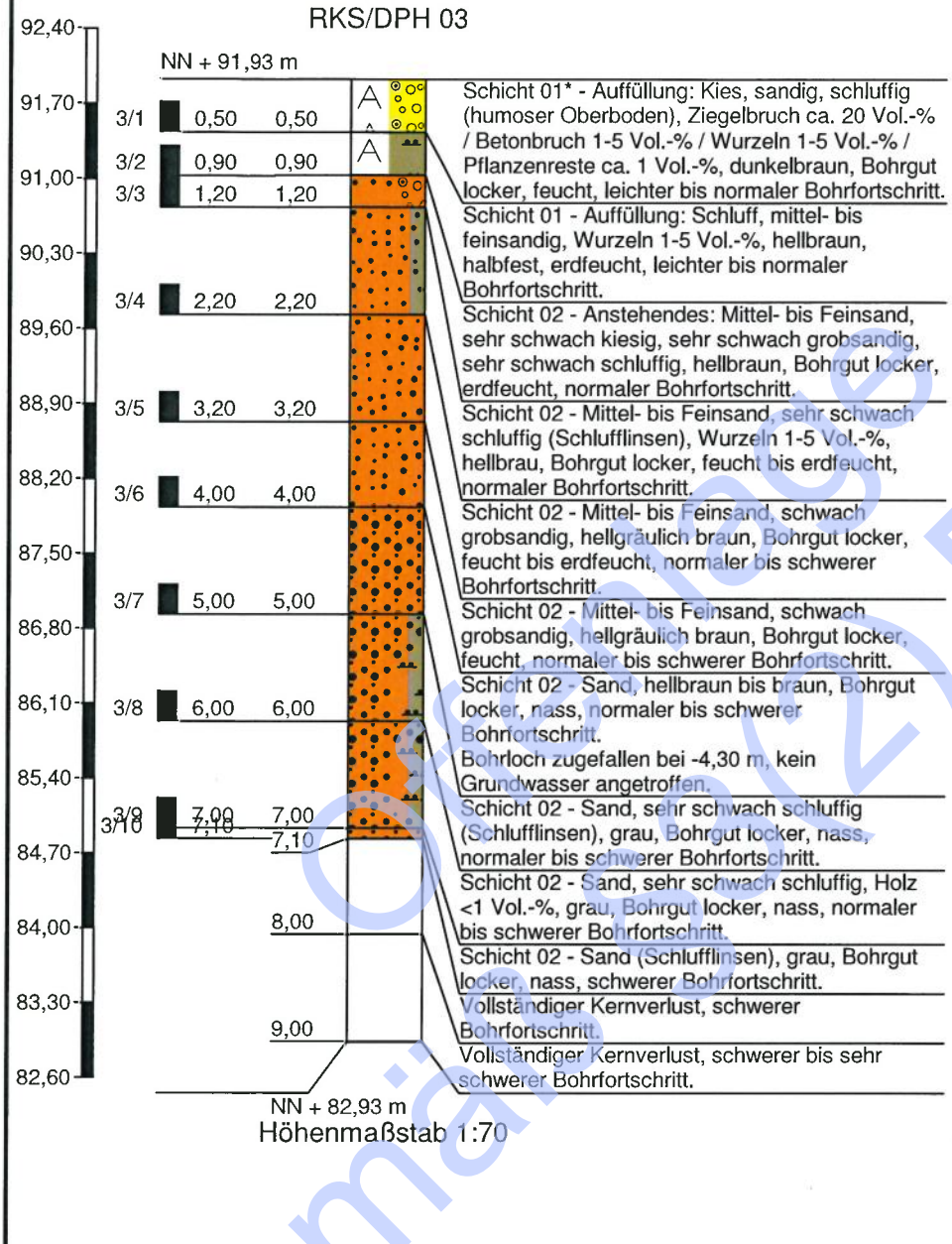


Original gemäß § 32 BauGB

Althoff & Lang GbR **Baugrund- und Umweltberatung** Robert-Perthel-Straße 19 50739 Köln	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: 3 Projekt: 19-4296-BF III Wohnbebauung Pfalzwerke, 67061 Ludwigshafen Auftraggeber: Pro Concept Projektbau GmbH Bearb.: Sa | Datum: 11.03.2019

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung

RKS/DPH 03



Schicht 01* - Auffüllung: Kies, sandig, schluffig (humoser Oberboden), Ziegelbruch ca. 20 Vol.-% / Betonbruch 1-5 Vol.-% / Wurzeln 1-5 Vol.-% / Pflanzenreste ca. 1 Vol.-%, dunkelbraun, Bohrgut locker, feucht, leichter bis normaler Bohrfortschritt.

Schicht 01 - Auffüllung: Schluff, mittel- bis feinsandig, Wurzeln 1-5 Vol.-%, hellbraun, halbfest, erdfeucht, leichter bis normaler Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Anstehendes: Mittel- bis Feinsand, sehr schwach kiesig, sehr schwach grobsandig, sehr schwach schluffig, hellbraun, Bohrgut locker, erdfeucht, normaler Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Mittel- bis Feinsand, sehr schwach schluffig (Schlufflinsen), Wurzeln 1-5 Vol.-%, hellbrau, Bohrgut locker, feucht bis erdfeucht, normaler Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Mittel- bis Feinsand, schwach grobsandig, hellgräulich braun, Bohrgut locker, feucht bis erdfeucht, normaler bis schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Mittel- bis Feinsand, schwach grobsandig, hellgräulich braun, Bohrgut locker, feucht, normaler bis schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Sand, hellbraun bis braun, Bohrgut locker, nass, normaler bis schwerer Bohrfortschritt.
Bohrloch zugefallen bei -4,30 m, kein Grundwasser angetroffen.

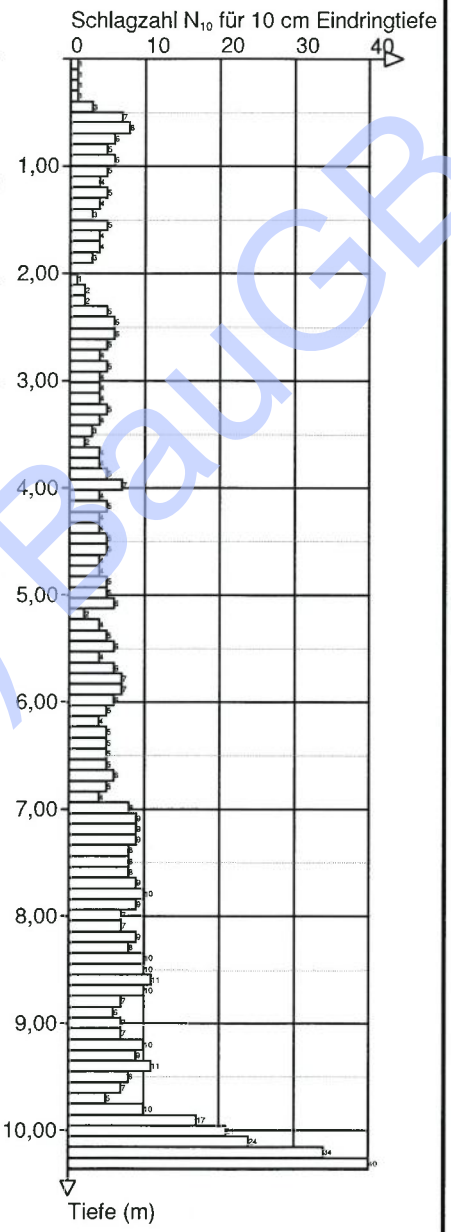
Schicht 02 - Sand, sehr schwach schluffig (Schlufflinsen), grau, Bohrgut locker, nass, normaler bis schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Sand, sehr schwach schluffig, Holz <1 Vol.-%, grau, Bohrgut locker, nass, normaler bis schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Sand (Schlufflinsen), grau, Bohrgut locker, nass, schwerer Bohrfortschritt.

Vollständiger Kernverlust, schwerer Bohrfortschritt.

Vollständiger Kernverlust, schwerer bis sehr schwerer Bohrfortschritt.

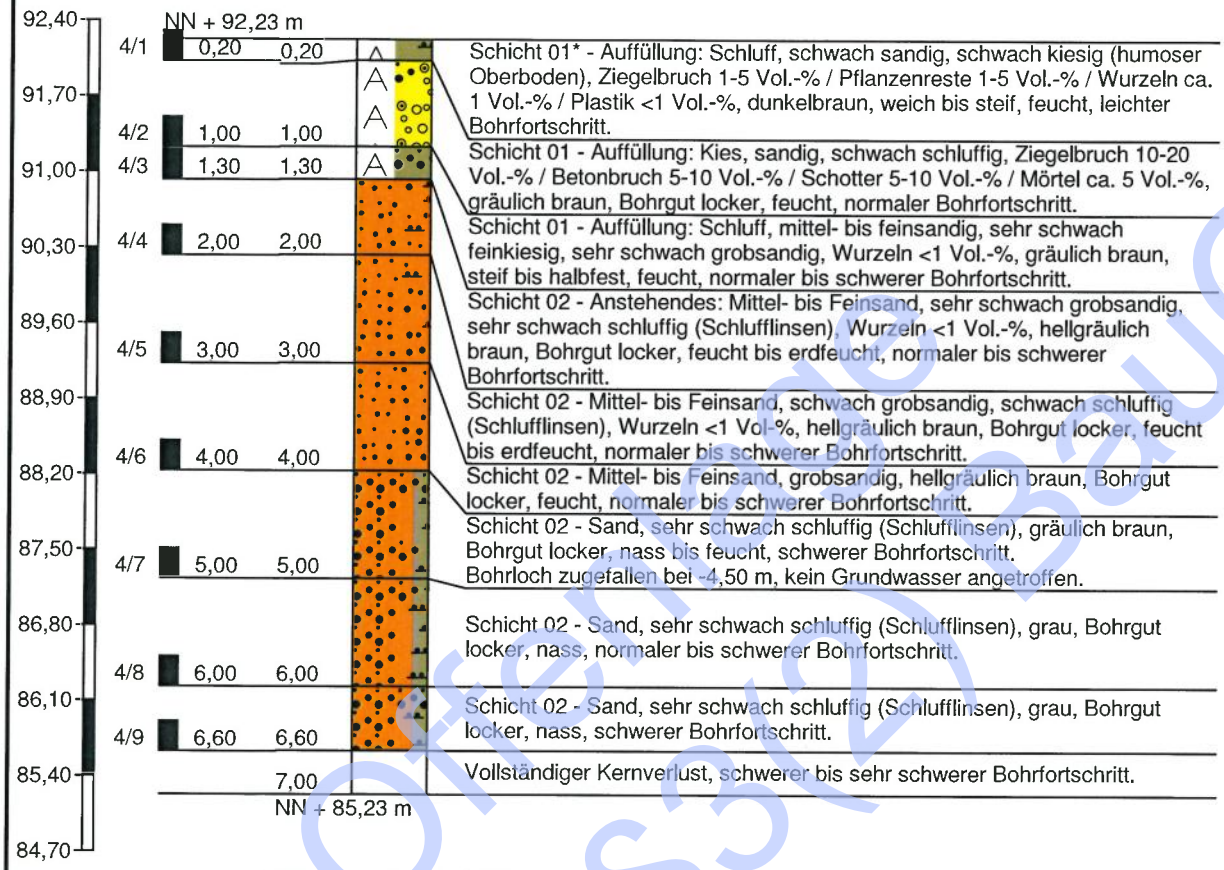


gemäß §72 BauGB

Althoff & Lang GbR **Baugrund- und Umweltberatung** Robert-Perthel-Straße 19 50739 Köln	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: 3 Projekt: 19-4296-BF III Wohnbebauung Pfalzwerke, 67061 Ludwigshafen Auftraggeber: Pro Concept Projektbau GmbH Bearb.: Sa — Datum: 11.03.2019

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung

RKS 04



Höhenmaßstab 1:70

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung
Robert-Perthel-Straße 19
50739 Köln

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 3

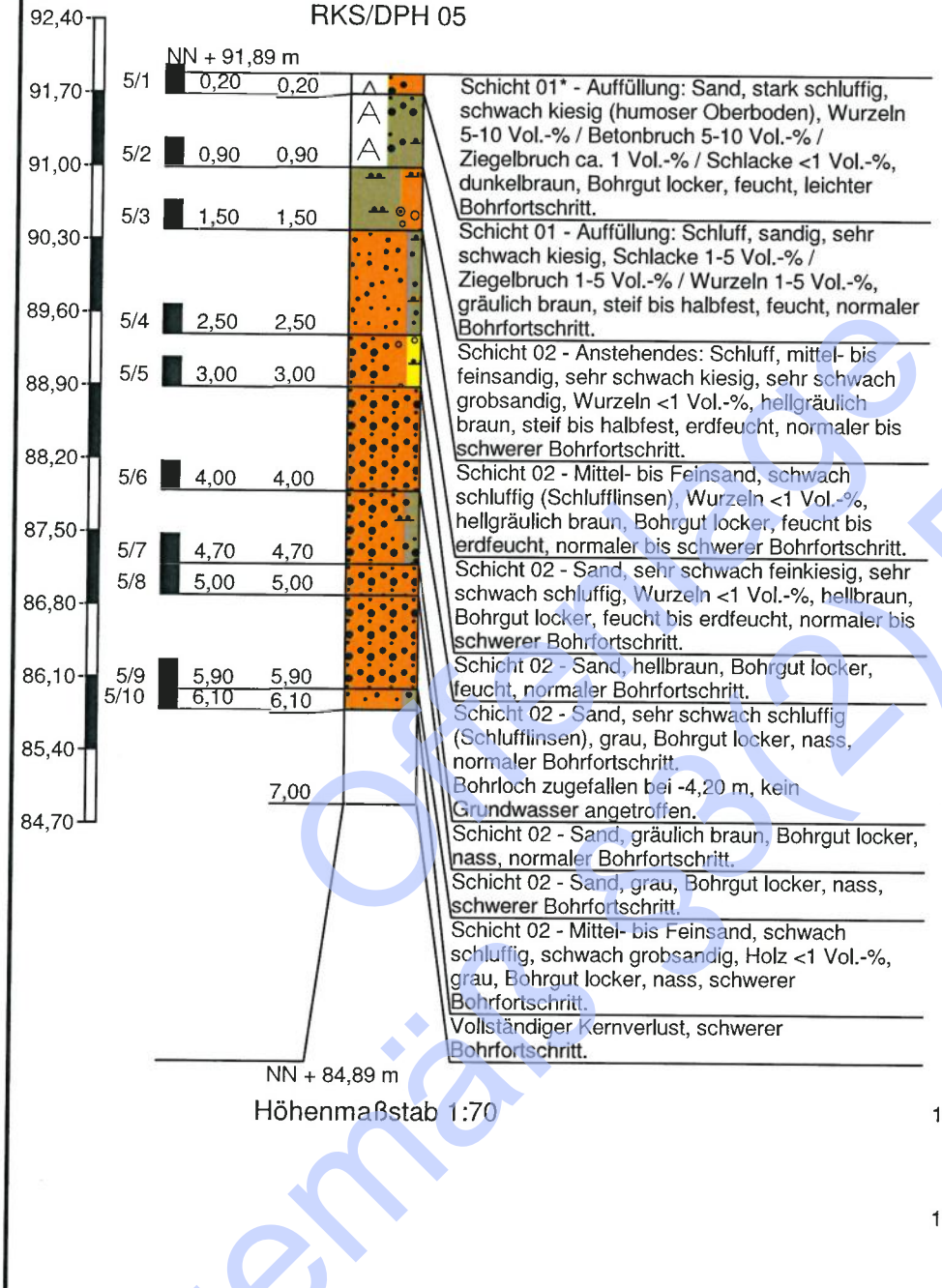
Projekt: 19-4296-BF III Wohnbebauung Pfalzwerke, 67061 Ludwigshafen

Auftraggeber: Pro Concept Projektbau GmbH

Bearb.: Sa | Datum: 12.03.2019

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung

RKS/DPH 05



Schicht 01* - Auffüllung: Sand, stark schluffig, schwach kiesig (humoser Oberboden), Wurzeln 5-10 Vol.-% / Betonbruch 5-10 Vol.-% / Ziegelbruch ca. 1 Vol.-% / Schlacke <1 Vol.-%, dunkelbraun, Bohrgut locker, feucht, leichter Bohrfortschritt.

Schicht 01 - Auffüllung: Schluff, sandig, sehr schwach kiesig, Schlacke 1-5 Vol.-% / Ziegelbruch 1-5 Vol.-% / Wurzeln 1-5 Vol.-%, gräulich braun, steif bis halbfest, feucht, normaler Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Anstehendes: Schluff, mittel- bis feinsandig, sehr schwach kiesig, sehr schwach grobsandig, Wurzeln <1 Vol.-%, hellgräulich braun, steif bis halbfest, erdfeucht, normaler bis schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Mittel- bis Feinsand, schwach schluffig (Schlufflinsen), Wurzeln <1 Vol.-%, hellgräulich braun, Bohrgut locker, feucht bis erdfeucht, normaler bis schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Sand, sehr schwach feinkiesig, sehr schwach schluffig, Wurzeln <1 Vol.-%, hellbraun, Bohrgut locker, feucht bis erdfeucht, normaler bis schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Sand, hellbraun, Bohrgut locker, feucht, normaler Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Sand, sehr schwach schluffig (Schlufflinsen), grau, Bohrgut locker, nass, normaler Bohrfortschritt.

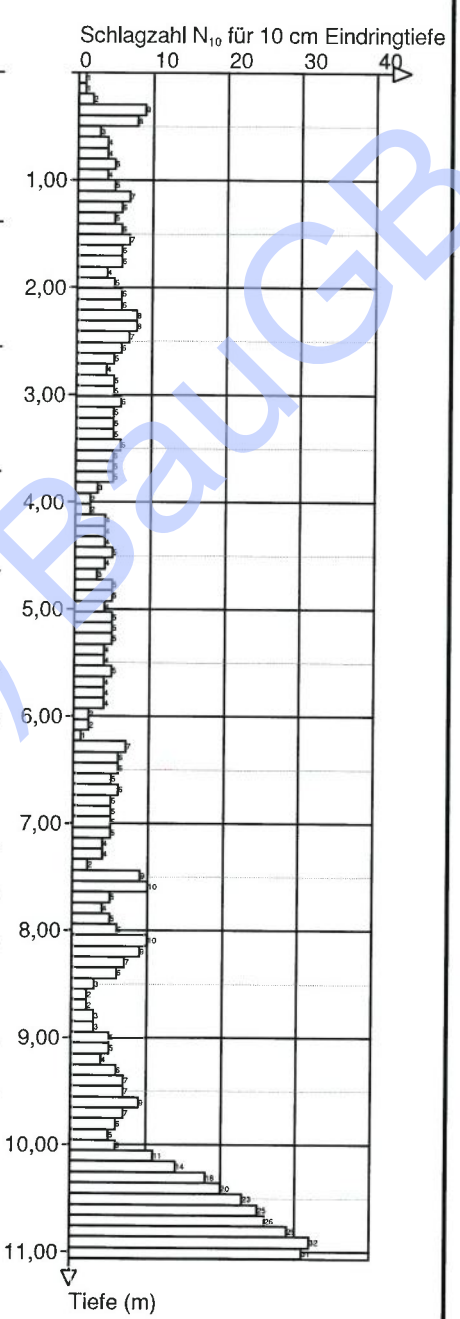
Bohrloch zugefallen bei -4,20 m, kein Grundwasser angetroffen.

Schicht 02 - Sand, gräulich braun, Bohrgut locker, nass, normaler Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Sand, grau, Bohrgut locker, nass, schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Mittel- bis Feinsand, schwach schluffig, schwach grobsandig, Holz <1 Vol.-%, grau, Bohrgut locker, nass, schwerer Bohrfortschritt.

Vollständiger Kernverlust, schwerer Bohrfortschritt.



Original gemäß §3(2) BauGB

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung
Robert-Perthel-Straße 19
50739 Köln

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 3

Projekt: 19-4296-BF III Wohnbebauung Pfalzwerke, 67061 Ludwigshafen

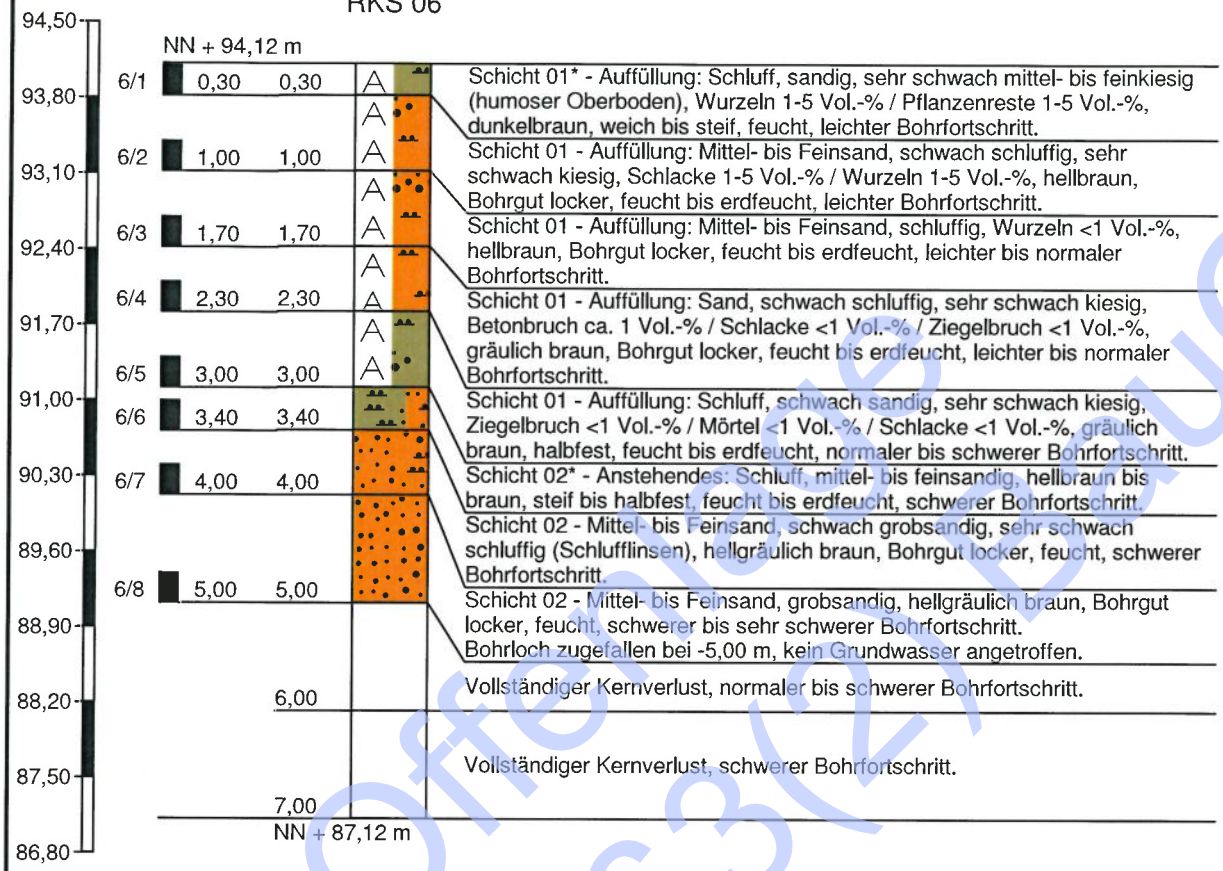
Auftraggeber: Pro Concept Projektbau GmbH

Bearb.: Sa

Datum: 12.03.2019

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung

RKS 06



Höhenmaßstab 1:70

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung
Robert-Perthel-Straße 19
50739 Köln

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 3

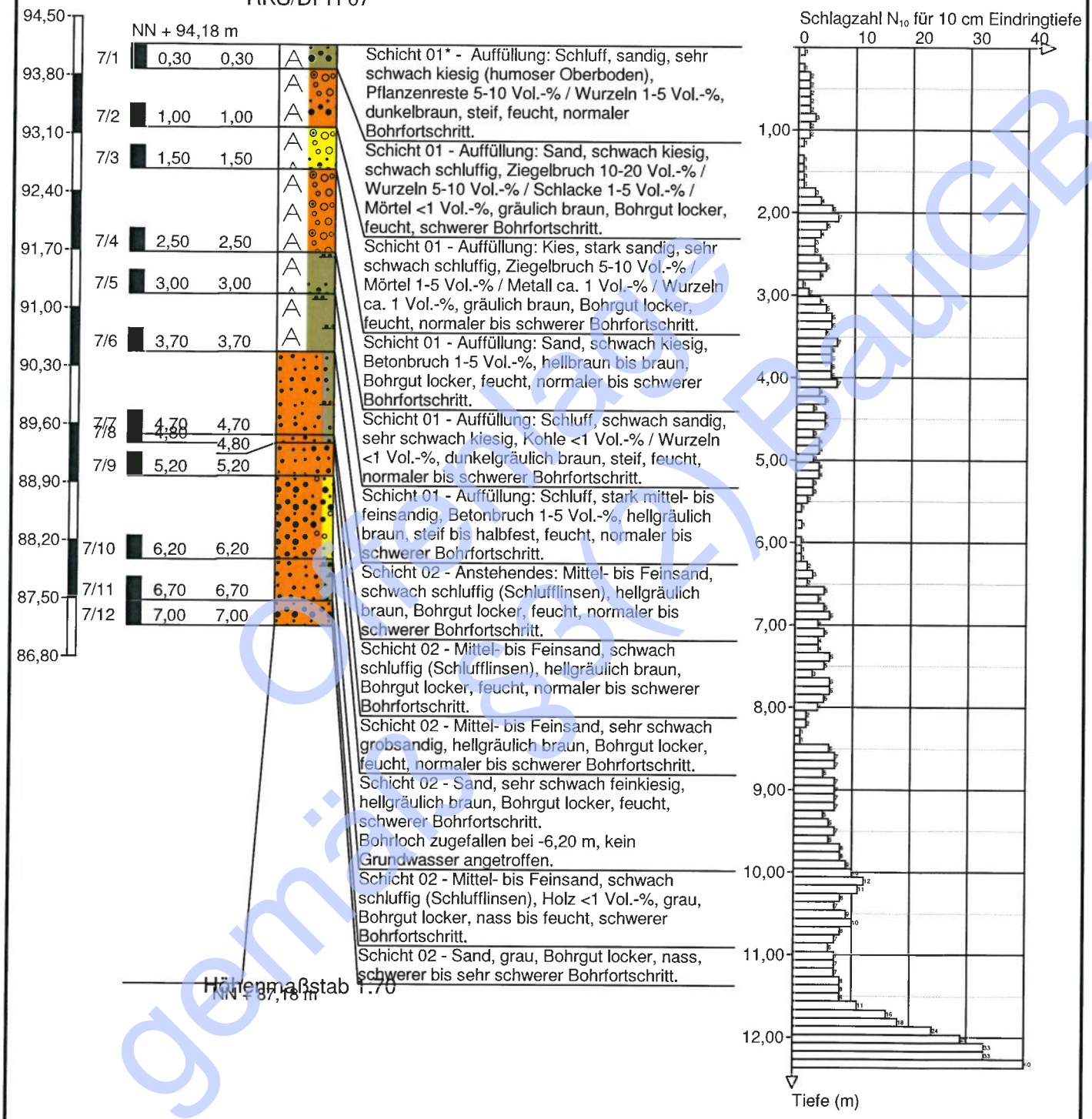
Projekt: 19-4296-BF III Wohnbebauung Pfalzwerke, 67061 Ludwigshafen

Auftraggeber: Pro Concept Projektbau GmbH

Bearb.: Sa | Datum: 12.03.2019

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung

RKS/DPH 07

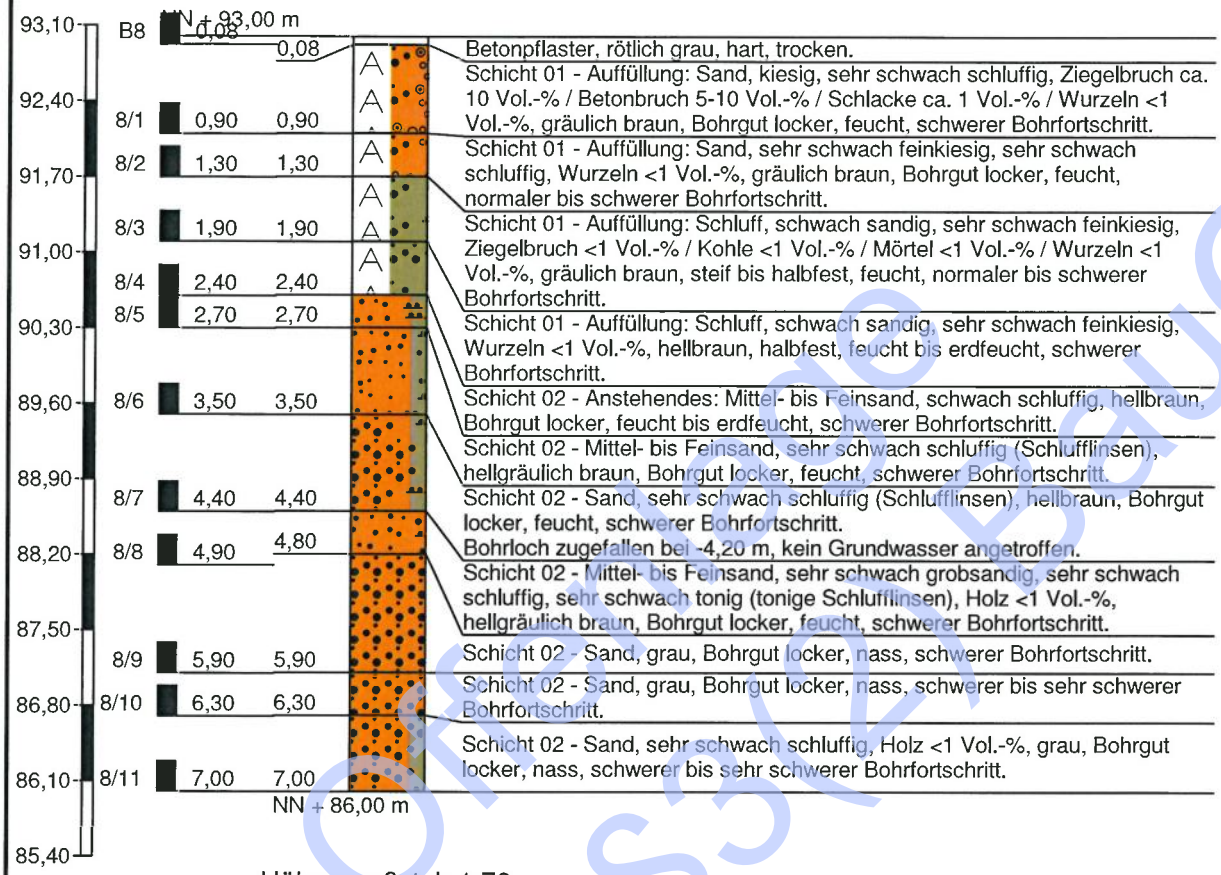


Original gemäß BauGB

Althoff & Lang GbR **Baugrund- und Umweltberatung** Robert-Perthel-Straße 19 50739 Köln	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: 3 Projekt: 19-4296-BF III Wohnbebauung Pfalzwerke, 67061 Ludwigshafen Auftraggeber: Pro Concept Projektbau GmbH Bearb.: Sa | Datum: 12.03.2019

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung

RKS 08



Höhenmaßstab 1:70

Betonpflaster, rötlich grau, hart, trocken.

Schicht 01 - Auffüllung: Sand, kiesig, sehr schwach schluffig, Ziegelbruch ca. 10 Vol.-% / Betonbruch 5-10 Vol.-% / Schlacke ca. 1 Vol.-% / Wurzeln <1 Vol.-%, gräulich braun, Bohrgut locker, feucht, schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 01 - Auffüllung: Sand, sehr schwach feinkiesig, sehr schwach schluffig, Wurzeln <1 Vol.-%, gräulich braun, Bohrgut locker, feucht, normaler bis schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 01 - Auffüllung: Schluff, schwach sandig, sehr schwach feinkiesig, Ziegelbruch <1 Vol.-% / Kohle <1 Vol.-% / Mörtel <1 Vol.-% / Wurzeln <1 Vol.-%, gräulich braun, steif bis halbfest, feucht, normaler bis schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 01 - Auffüllung: Schluff, schwach sandig, sehr schwach feinkiesig, Wurzeln <1 Vol.-%, hellbraun, halbfest, feucht bis erdfeucht, schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Anstehendes: Mittel- bis Feinsand, schwach schluffig, hellbraun, Bohrgut locker, feucht bis erdfeucht, schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Mittel- bis Feinsand, sehr schwach schluffig (Schlufflinsen), hellgräulich braun, Bohrgut locker, feucht, schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Sand, sehr schwach schluffig (Schlufflinsen), hellbraun, Bohrgut locker, feucht, schwerer Bohrfortschritt.
Bohrloch zugefallen bei -4,20 m, kein Grundwasser angetroffen.

Schicht 02 - Mittel- bis Feinsand, sehr schwach grobsandig, sehr schwach schluffig, sehr schwach tonig (tonige Schlufflinsen), Holz <1 Vol.-%, hellgräulich braun, Bohrgut locker, feucht, schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Sand, grau, Bohrgut locker, nass, schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Sand, grau, Bohrgut locker, nass, schwerer bis sehr schwerer Bohrfortschritt.

Schicht 02 - Sand, sehr schwach schluffig, Holz <1 Vol.-%, grau, Bohrgut locker, nass, schwerer bis sehr schwerer Bohrfortschritt.

Original gemäß §57 BauGB

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung
Robert-Perthel-Straße 19
50739 Köln

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

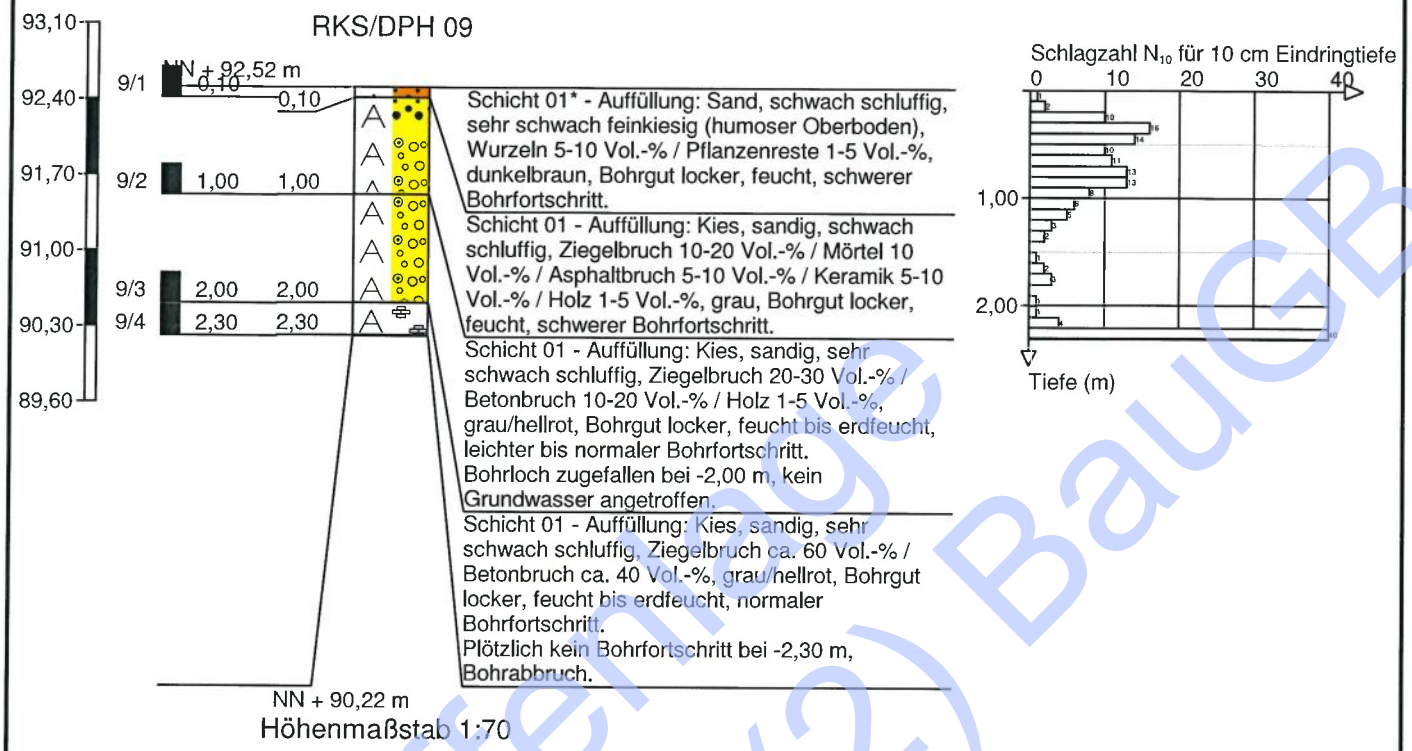
Anlage: 3

Projekt: 19-4296-BF III Wohnbebauung Pfalzwerke, 67061 Ludwigshafen

Auftraggeber: Pro Concept Projektbau GmbH

Bearb.: Sa | Datum: 12.03.2019

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung



Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Althoff & Lang GbR **Baugrund- und Umweltberatung** Robert-Perthel-Straße 19 50739 Köln	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: 3 Projekt: 19-4296-BF III Wohnbebauung Pfalzwerke, 67061 Ludwigshafen Auftraggeber: Pro Concept Projektbau GmbH Bearb.: Sa | Datum: 12.03.2019

Anhang 4

Originaldaten der bodenmechanischen Labore

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

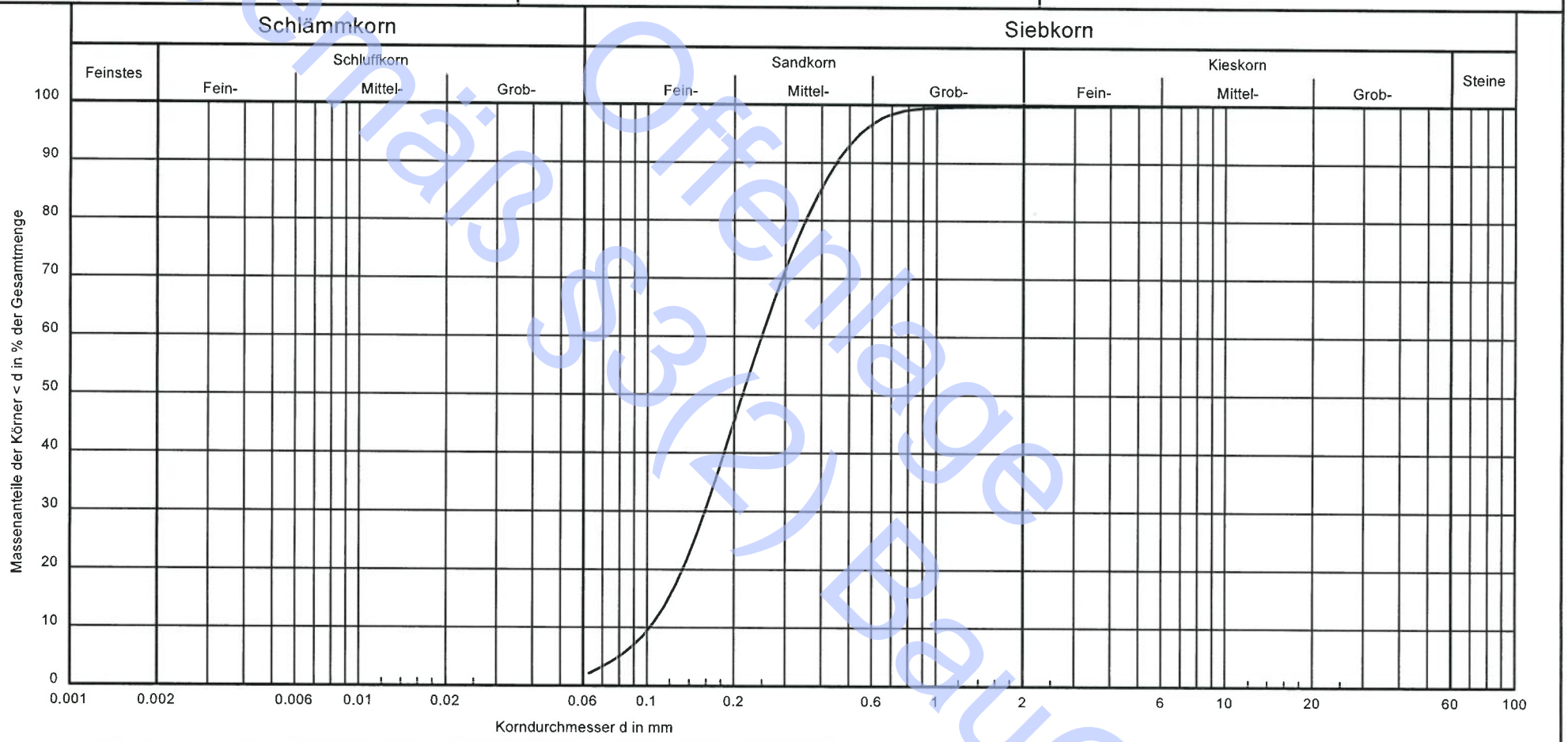
GeoLab Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR
Annastraße 31, 45130 Essen
Tel.+ FAX 0201 / 24 86 487

Bearbeiter: A+L Datum: 05.04.2019

Körnungslinie

DIN EN ISO 17892-4

Prüfungsnummer: 19-4296-BF III
Probe entnommen am: (AG)
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: DIN

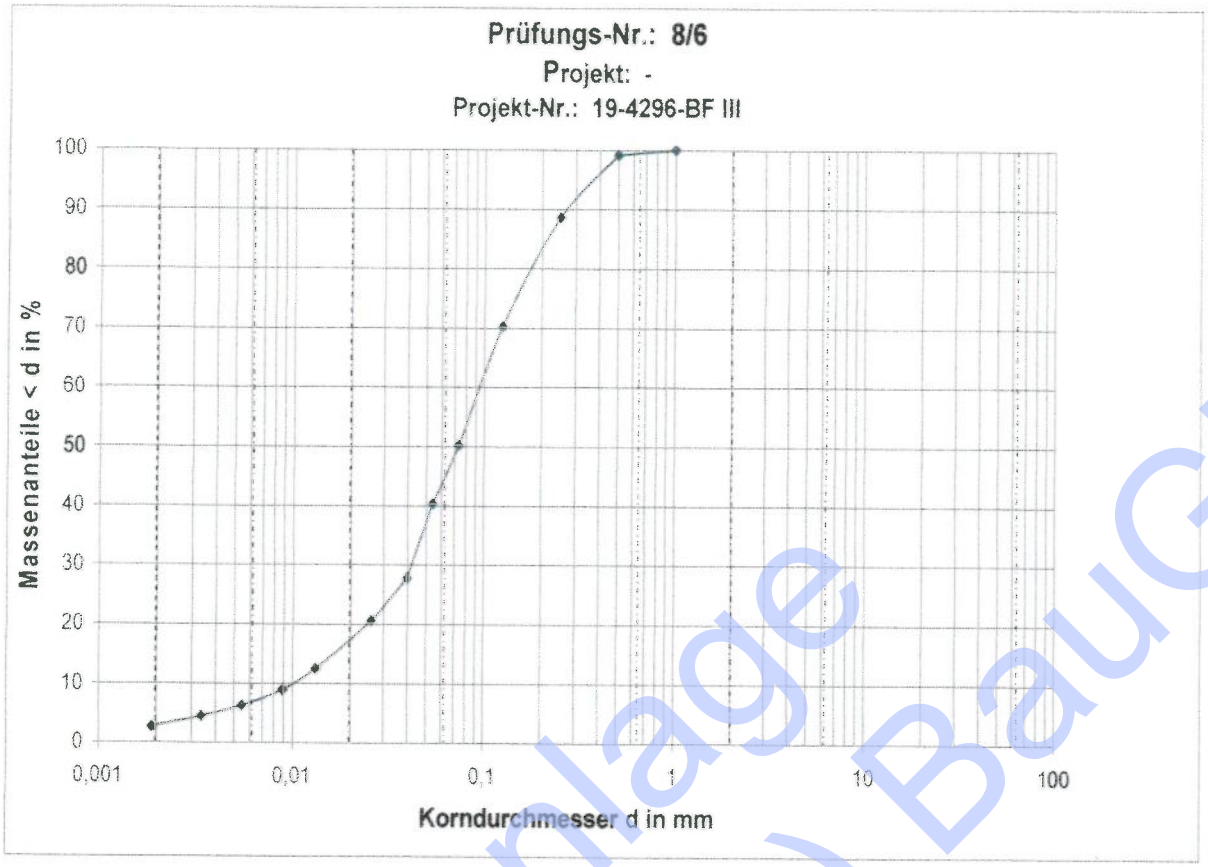


Bezeichnung:	7/9
Bodenart:	S
T/U/S/G [%]:	- /2.2/97.6/0.2
U/Cc:	2.4/1.0
Signatur:	

Bemerkungen:
Althoff & Lang GbR
Robert-Perthel-Straße 19; 50739 Köln

Bericht:
Anlage:

gemäß §3(2) BauGB Offenlage



Bestimmung der Korngrößenverteilung durch kombinierte Siebung und Sedimentation (DIN EN ISO 17892-4)

Prüflabor: Erdbaulabor Dr. Hennig
Sonntagstr. 7
53560 Vettelschoß
Tel./Fax: 02645-8663

Labornummer: 1904-025

ausgeführt durch: He **am:** 04.19

Auftraggeber: Althoff & Lang GbR, Robert-Perthel-Straße 19, 50739 Köln

Projekt: -

Projekt-Nr.: 19-4296-BF III

Prüfungs-Nr.: 8/6

Entnahmetiefe:

Wassergehalt:

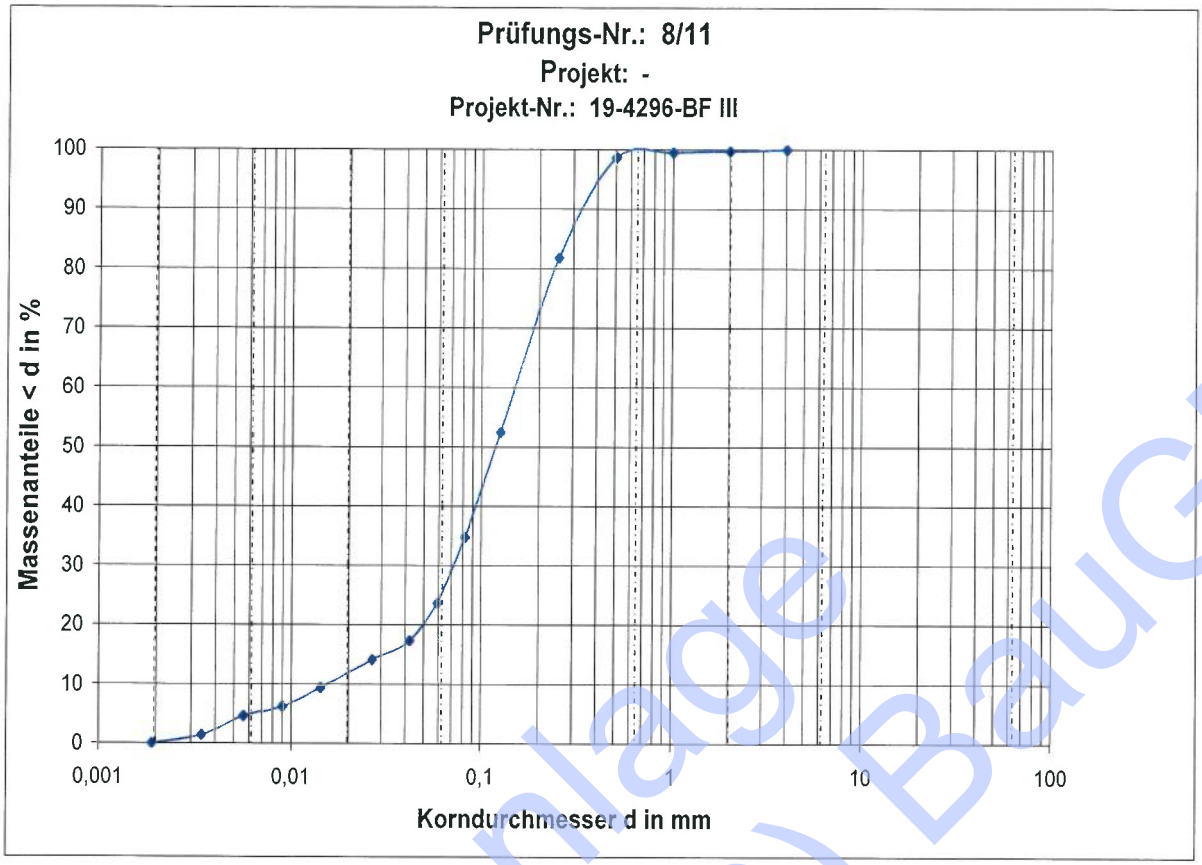
Anteil < 0,063 mm:

U = d_{60}/d_{10}:

Bodengruppe:

Bemerkungen:

Offenlage gemäß §3(2) BauGB



Bestimmung der Korngrößenverteilung durch kombinierte Siebung und Sedimentation (DIN EN ISO 17892-4)

Prüflabor: **Erdbaulabor Dr. Hennig**
Sonntagstr. 7
53560 Vettelschoß
Tel./Fax: 02645-8663

Labornummer: 1904-026

ausgeführt durch: He **am:** 04.19

Auftraggeber: Althoff & Lang GbR, Robert-Perthel-Straße 19, 50739 Köln

Projekt: -

Projekt-Nr.: 19-4296-BF III

Prüfungs-Nr.: 8/11

Entnahmetiefe:

Wassergehalt:

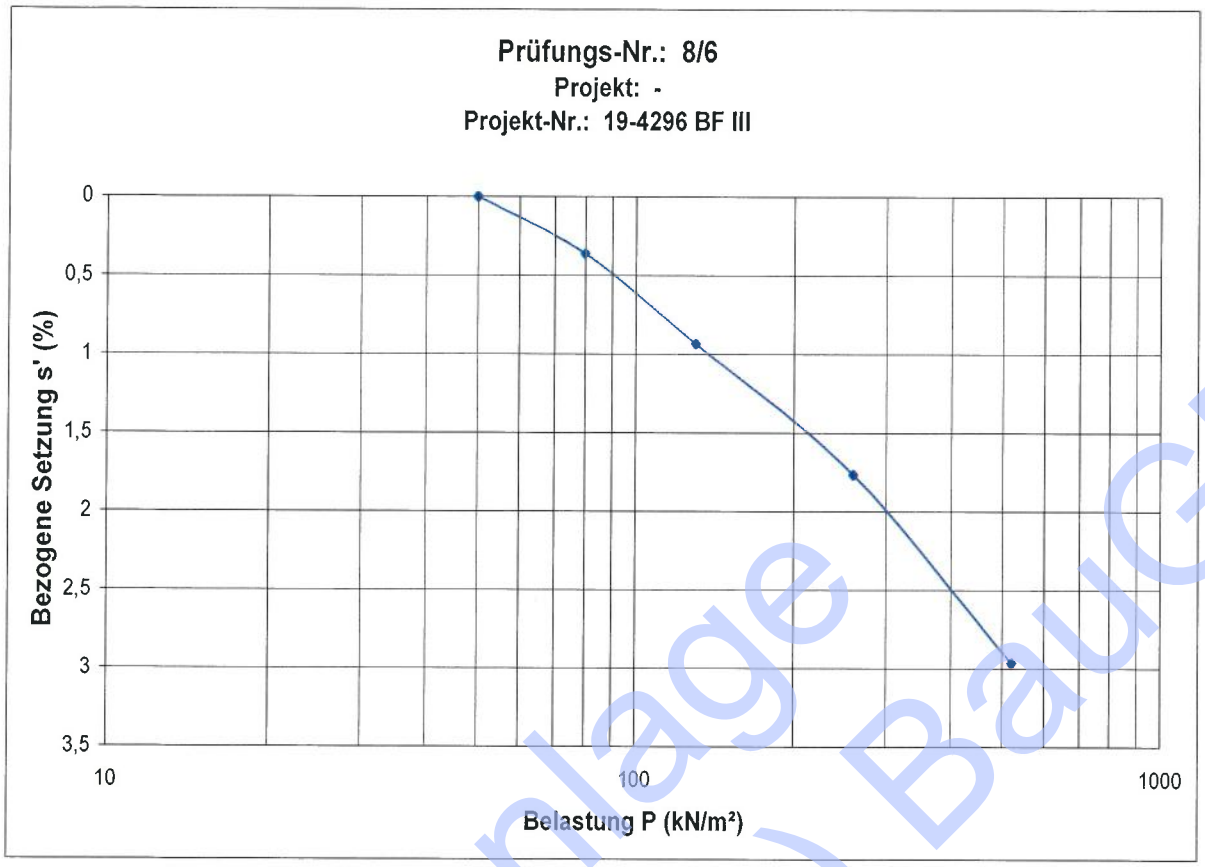
Anteil < 0,063 mm:

U = d_{60}/d_{10}:

Bodengruppe:

Bemerkungen:

Offenlage gemäß §3(2) BauGB



Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Kompressionsversuch (DIN EN ISO 17892-5)

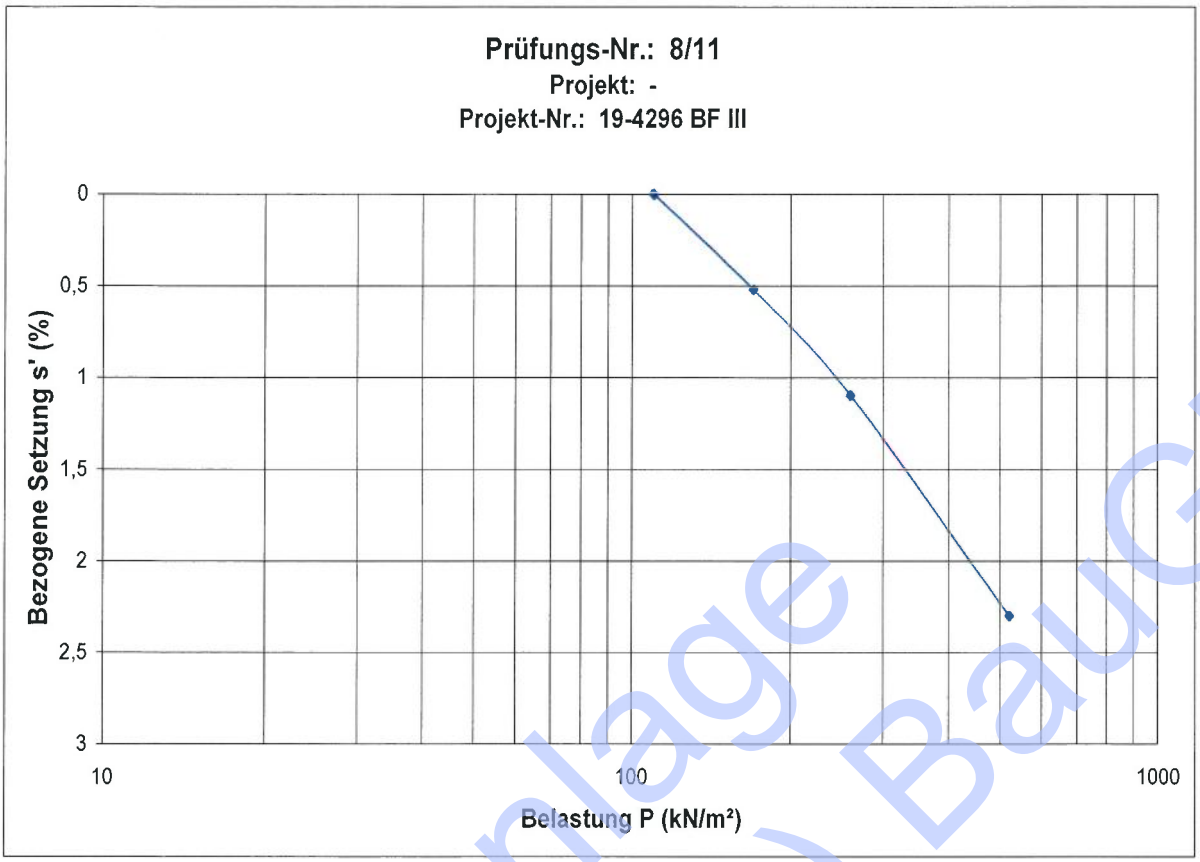
Prüflabor: **Erdbaulabor Dr. Hennig**
Sonntagstr. 7
53560 Vettelschoß
Tel./Fax: 02645-8663

Labornummer: 1904-025
ausgeführt durch: He **am:** 04.19

Auftraggeber: Althoff & Lang GbR, Robert-Perthel-Straße 19, 50739 Köln
Projekt: -
Projekt-Nr.: 19-4296 BF III
Prüfungs-Nr: 8/6
Entnahmetiefe:
Ringanordnung: fest **Vorbelastung:** 50 kN/m²
Ringdurchmesser: 71,40 mm **Anfangshöhe h_{20}:** 19,25 mm

Bemerkungen: gestörte Probe aus RKS. Probe im Proctortopf leicht verdichtet (w = 11,8 %, ρ_d = 1,59 g/cm³, Lagerungsdichte: n.b.). Die unten angegebenen Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf diese Einbaubedingungen.

Lastbereich (kN/m²)	*E_{sl} (MN/m²)*
50- 80	8,2
80- 130	8,8
130- 260	15,6
260- 520	21,8



Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Kompressionsversuch (DIN EN ISO 17892-5)

Prüflabor: **Erdbaulabor Dr. Hennig**
Sonntagstr. 7
53560 Vettelschoß
Tel./Fax: 02645-8663

Labornummer: 1904-026
ausgeführt durch: He **am:** 04.19

Auftraggeber: Althoff & Lang GbR, Robert-Perthel-Straße 19, 50739 Köln
Projekt: -
Projekt-Nr.: 19-4296 BF III
Prüfungs-Nr: 8/11
Entnahmetiefe:
Ringanordnung: fest **Vorbelastung:** 110 kN/m²
Ringdurchmesser: 71,40 mm **Anfangshöhe h_{20}:** 19,16 mm

Bemerkungen: gestörte Probe aus RKS. Probe im Proctortopf leicht verdichtet (w = 27,2 %, ρ_d = 1,56 g/cm³, Lagerungsdichte: n.b.). Die unten angegebenen Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf diese Einbaubedingungen.

Lastbereich (kN/m²)	*E_{s1} (MN/m²)*
110- 170	11,5
170- 260	15,7
260- 520	21,7

Anhang 5

Originaldaten des umweltanalytischen Labors

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

eurofins | Umwelt

Eurofins Umwelt West GmbH - Vorgebirgsstrasse 20 - D-50389 - Wesseling

Althoff & Lang GbR
Baugrund- und Umweltberatung
Robert-Perthel-Straße 19
50739 Köln

Titel:	**Prüfbericht zu Auftrag 01921221**
Prüfberichtsnummer:	**AR-19-AN-017622-01**
Auftragsbezeichnung:	**19-4296-BF III**
Anzahl Proben:	**3**
Probenart:	**Boden**
Probenehmer:	**Auftraggeber**
Probeneingangsdatum:	**17.04.2019**
Prüfzeitraum:	**17.04.2019 - 16.05.2019**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Olaf Carstens
Prüfleitung
Tel. +49 2236 897 186

Digital signiert, 16.05.2019
Olaf Carstens
Prüfleitung

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14078-01-00

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

				Probenbezeichnung		MP01	MP02	MP03
				Probennummer		019079211	019079212	019079213
Parameter	**Lab.**	**Akkr.**	**Methode**	**BG**	**Einheit**			
Probenvorbereitung Feststoffe								
Probenmenge inkl. Verpackung	AN		DIN 19747: 2009-07		kg	2,7	3,5	3,2
Fraktion < 2 mm	AN	LG004	DIN ISO 11464: 2006-12	0,1	%	67,8	-	-
Fraktion > 2 mm	AN	LG004	DIN ISO 11464: 2006-12	0,1	%	32,2	-	-
Fremdstoffe (Art)	AN	LG004	DIN 19747: 2009-07			nein	nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN	LG004	DIN 19747: 2009-07		g	0,0	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN	LG004	DIN 19747: 2009-07			ja	ja	nein
Rückstellprobe	AN		Hausmethode	100	g	2100	-	-
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz								
Trockenmasse	AN	LG004	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	87,9	89,4	87,1
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)								
Säuregrad nach Baumann Gully	FR/f	JE02	DIN 4030-2: 2008-06	4	ml/kg TS	< 4	-	-
Anionen aus der Originalsubstanz								
Sulfid, gesamt	FR/f	JE02	DIN 4030-2: 2008-06	5,0	mg/kg TS	5,0	-	-
Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN ISO 17380: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Anionen aus dem Salzsäureauszug nach DIN 4030-2: 2008-06								
Sulfat (SO4)	AN	LG004	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	20	mg/kg TS	730	-	-
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01#								
Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,8	mg/kg TS	10,2	13,7	2,3
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	2	mg/kg TS	27	61	3
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,2	mg/kg TS	0,3	0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	25	20	12
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	19	24	3
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	24	20	10
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846: 2012-08	0,07	mg/kg TS	0,28	0,54	< 0,07
Thallium (Tl)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	71	117	15
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz								
Glühverlust	AN	LG004	DIN EN 15169: 2007-05	0,1	Ma.-% TS	4,3	-	-
TOC	AN	LG004	DIN EN 13137: 2001-12	0,1	Ma.-% TS	1,7	1,1	0,2
EOX	AN	LG004	DIN 38414-S17: 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	AN	LG004	LAGA KW/04: 2009-12	0,02	Ma.-%	< 0,02	-	-
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	LG004	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2009-12	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	LG004	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2009-12	40	mg/kg TS	< 40	77	< 40

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

				Probenbezeichnung		MP01	MP02	MP03
				Probennummer		019079211	019079212	019079213
Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit			
BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz								
Benzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/-p-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08		mg/kg TS	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]
Isopropylbenzol (Cumol)	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Styrol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	-
Summe BTEX + Styrol + Cumol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08		mg/kg TS	(n. b.) [1)]	-	-
LHKW aus der Originalsubstanz								
Dichlormethan	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07		mg/kg TS	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]
PAK aus der Originalsubstanz								
Naphthalin	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,13	0,27	< 0,05
Acenaphthen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,24	0,73	< 0,05
Anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,14	0,52	< 0,05
Fluoranthen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,66	2,0	< 0,05
Pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,53	1,7	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,40	1,2	< 0,05
Chrysen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,27	0,87	< 0,05
Benzo[b]fluoranthen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,51	1,3	< 0,05
Benzo[k]fluoranthen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,19	0,49	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,38	1,0	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,30	0,60	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,13	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,30	0,67	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	4,05	11,5	(n. b.) [1)]
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	4,05	11,5	(n. b.) [1)]

Offenlage gemäß § 3(2) BauGB

				Probenbezeichnung		MP01	MP02	MP03
				Probennummer		019079211	019079212	019079213
Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit			
PCB aus der Originalsubstanz								
PCB 28	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]
PCB 118	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]
Physikal.-chem. Kenngrößen aus 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01								
pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C5: 2009-07			8,4	8,4	9,0
Temperatur pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C4: 1976-12		°C	21,8	24,0	23,7
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	LG004	DIN EN 27888: 1993-11	5	µS/cm	179	398	104
Wasserlöslicher Anteil	AN	LG004	DIN EN 15216: 2008-01	0,05	Ma.-%	0,11	-	-
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	AN	LG004	DIN EN 15216: 2008-01	50	mg/l	110	-	-
Anionen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01								
Fluorid	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	0,2	mg/l	1,0	-	-
Chlorid (Cl)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	1,0	mg/l	11	30	7,1
Sulfat (SO4)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	1,0	mg/l	24	90	10
Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 14403 (D6): 2002-07	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	AN	LG004	DIN EN ISO 14403 (D6): 2002-07	0,005	mg/l	< 0,005	-	-
Anionen aus dem Heißwasser-Auszug								
Chlorid (Cl)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	25	mg/kg TS	110	-	-
Elemente aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01								
Antimon (Sb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	< 0,001	-	-
Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,005	0,003	0,002
Barium (Ba)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,016	-	-
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	0,001
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,0003	mg/l	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	< 0,001	0,001	0,002
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Molybdän (Mo)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,009	-	-
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,001	< 0,001	0,001
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846: 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Selen (Se)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,002	-	-
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

				Probenbezeichnung		MP01	MP02	MP03
				Probennummer		019079211	019079212	019079213
Parameter	**Lab.**	**Akkr.**	**Methode**	**BG**	**Einheit**			
Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01								
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	AN	LG004	DIN EN 1484: 1997-08	1,0	mg/l	4,2	-	-
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	AN	LG004	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,010	mg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentare zu Ergebnissen

1) nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die mit JE02 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

Offenlage gemäß §3(2) BauGB

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 019079211
Probenbeschreibung MP01

Probenvorbereitung

Probenehmer	Auftraggeber
Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor:	Nein
Fremdstoffe (Menge):	0,0 g
Fremdstoffe (Art):	nein
Siebrückstand > 10mm:	ja
Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.	
Probenteilung / Homogenisierung durch:	Fraktionierendes Teilen
Rückstellprobe:	2100 g

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) **)**

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte
**) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen
***) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen
****) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

Offenlage gemäß § 3(2) BauGB