
Gutachten zur Gründung sowie Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

**Südstraße 41, 44625 Herne – Neubau eines
Logistikzentrums mit Büro- und Sozialbereichen**

Auftraggeber: PROLOGIS GERMANY CCXLVIII B.V.
Symphony Offices
Gustav Mahlerplein 17
1082 MS Amsterdam
Niederlande

Bearbeitung: Althoff & Lang GmbH
Baugrund- und Umweltberatung
Hermann-Heinrich-Gossen-Straße 3
50858 Köln

M.Sc. Geow. Robin Tordy
Dipl.-Geol. Arne Keßeler

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

Erstellt am: 28. September 2022

Projekt-Nr.: 22-5191

Exemplar: I

Inhalt

1	Allgemeines	4
1.1	Vorgang und Aufgabenstellung	4
1.2	Untersuchungsziel	4
1.3	Gutachterliche Leistungen	4
1.4	Arbeitsgrundlagen	5
1.5	Abstimmungsbeteiligte Personen und Firmen	7
2	Vorgehensweise und Untersuchungsmethodik	8
3	Baugelände und geplante Bebauung	9
3.1	Untersuchungsfläche	9
3.2	Geplante Bebauung	9
4	Ergebnisse der Gelände- und bodenmechanischen Labor-untersuchungen	11
4.1	Rammkernsondierungen und Rammsondierungen	11
4.2	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	13
4.3	Charakteristische Bodenkennwerte	13
4.4	Homogenbereiche (Erdarbeiten – Laden, Lösen)	14
4.5	Seismische Gefährdung, Untergrundklasse, Baugrundklasse	18
4.6	Bergbaulich und geologisch bedingte Gefährdungspotenziale	18
4.7	Wasserschutzzone	19
4.8	Grundwasserverhältnisse	19
5	Bewertung der Untersuchungsergebnisse	20
5.1	Baugrubensicherung, Sicherung von Nachbargebäuden	20
5.2	Bauzeitliche Wasserhaltung	21
5.3	Wassereinwirkung und Frostsicherung	22
5.4	Gründung	23
5.4.1	Gebäudegründung über Einzelfundamente	23
5.4.2	Planum der Industriebodenplatte	27
5.5	Bodenmechanische Wiederverwertbarkeit	28
5.6	Allgemeine bodenmechanische Hinweise	30
5.7	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	31
6	Schlussbemerkungen	33

22-5191 Gutachten zur Gründung
sowie Versickerungsfähigkeit des Untergrundes
Südstraße 41, 44625 Herne
Neubau eines Logistikzentrums mit Büro- und Sozialbereichen



Anhang

- Anhang 1: Übersichtsskizze
- Anhang 2: Lage der Sondieransatzpunkte
- Anhang 3: Profile der Rammkernsondierungen sowie Rammprogramme
- Anhang 4: Originaldaten des bodenmechanischen Labors

1 Allgemeines

1.1 Vorgang und Aufgabenstellung

Die Althoff & Lang GmbH, Baugrund- und Umweltberatung, Hermann-Heinrich-Gossen-Straße 3 in 50858 Köln wurde von der PROLOGIS GERMANY CCXLVIII B.V. Symphony Offices, Gustav Mahlerplein 17 in 1082 MS Amsterdam (Niederlande) mit der Erstellung eines Baugrundgutachtens für eine Gebäudegründung inklusive Bewertung einer möglichen Versickerungsfähigkeit des Untergrundes von Niederschlagswasser für das Grundstück Südstraße 41 in 44625 Herne beauftragt.

Eine abfallrechtliche Einordnung und Deklaration der potentiell anfallenden Bodenmassen aus Gründungsarbeiten oder anderen Erdbewegungen gemäß den Richtlinien der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) und der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) wurde nicht beauftragt.

1.2 Untersuchungsziel

Wesentliches Ziel der Baugrunderkundung für eine Gebäudegründung ist die Ermittlung der auf dem Baugrundstück vorliegenden Böden und deren lokale Ausprägungen. Auf Basis der Erkundungen werden bauvorhabenspezifische Gründungsalternativen vorgestellt und bemessen. Des Weiteren erfolgen Ableitungen zu diversen bautechnischen Fragestellungen wie u. a. die Beschreibung der Wassereinwirkung (Grundlage zu planender Abdichtung im Untergrund), zulässige Böschungswinkel, Hinweise zu ggf. bodenmechanisch erforderlichen Maßnahmen etc.

1.3 Gutachterliche Leistungen

- 1) Aufschlüsse des Untergrundes durch das Niederbringen von Rammkernsondierungen (RKS, \varnothing 50/36 mm, 17 Stück) bis in eine maximale Tiefe von -7,00 m unter Geländeoberkante – im Folgenden „u. GOK“ – inkl. Dokumentation gemäß DIN 4023 und DIN EN ISO 14688
- 2) Durchführung schwerer Rammsondierungen (DPH, 8 Stück) bis in eine maximale Tiefe von -7,00 m u. GOK
- 3) Durchführung leichter Rammsondierungen (DPL, 3 Stück) bis in eine maximale Tiefe von -3,00 m u. GOK
- 4) Einmaß der Bohransatzpunkte nach Lage und Höhe sowie Eintrag in einen Lageplan

- 5) Entnahme gestörter Bodenproben und Lagerung, sofern diese nicht zu analytischen Zwecken genutzt werden
- 6) Bodenmechanische Laboruntersuchungen: Korngrößenanalyse nach DIN EN ISO 17892-4 anhand von Bodenproben (4 Stück)
- 7) Darstellung der Ergebnisse aus der Geländeerfassung
- 8) Ermittlung und Darstellung bodenmechanischer Parameter/Kennwerte
- 9) Recherche der Grundwasserverhältnisse
- 10) Ermittlung der Tragfähigkeit zur Gründung
- 11) Hydrogeologische Bewertung der vorliegenden Böden für die Versickerung von Niederschlagswasser

1.4 Arbeitsgrundlagen

Den Gutachtern wurden vom Auftraggeber diverse Unterlagen zur Verfügung gestellt. Folgende Unterlagen finden in diesem Gutachten Verwendung:

- Entwurfsplanung Variante 1 – Lageplan (Architekturbüro Kühling, Stand unbekannt)
Entwurfsplanung 2-4 wurden in Abstimmung mit dem Bauherrn nicht weiter berücksichtigt

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
- [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 2019-09
- [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 und 2021-07
- [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 2017-12
- [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 2017-12
- [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] DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, WU-Richtlinie“, Stand 2017-12
- [19] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18195 Abdichtung von Bauwerken – Begriffe, Stand 2017-07
- [20] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18195-1 Bauwerksabdichtungen – Teil 1: Grundsätze, Definitionen. Zuordnung der Abdichtungsarten, Stand 2011-12
- [21] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18319 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Rohrvortriebsarbeiten, Stand 2019-09

1.5 Abstimmungsbeteiligte Personen und Firmen

- Herr Cremer, PROLOGIS GERMANY CCXLVIII B.V. Symphony Offices, Gustav Mahlerplein 17, 1082 MS Amsterdam (Niederlande) (Auftraggeber)
- Herr Vogt, ISR - Innovative Stadt- und Raumplanung GmbH, Zweigstelle: Friedrich-Ebert-Straße 8, 40210 Düsseldorf (Planung)
- Frau Steger, Architekturbüro Kühling, Florianstraße 6, 33102 Paderborn (Architektin)
- Herr Tordy, Herr Keßeler, Althoff & Lang GmbH – Baugrund- und Umweltberatung, Hermann-Heinrich-Gossen-Straße 3, 50858 Köln (Verfasser)

2 Vorgehensweise und Untersuchungsmethodik

Vor Beginn der Geländearbeiten wurden vier Baukonzepte diskutiert. Für die Bodenuntersuchungen sollte sich in Rücksprache mit dem Auftraggeber auf die erste Variante fokussiert werden, da diese zum derzeitigen Stand der Planungen bevorzugt wird. Erweiternde Baufelder werden voraussichtlich im späteren Verlauf berücksichtigt, jedoch konnten diese Flächen zum aktuellen Zeitpunkt nicht betreten und in dem vorliegenden Bodengutachten berücksichtigt werden. Die Untersuchungspunkte wurden daher auf Basis der ersten Variante eingeplant.

Der Untergrund wurde mittels Rammkernsondierungen aufgeschlossen und es wurden Proben der erkundeten Schichten entnommen. Zusätzlich wurden Rammsondierungen durchgeführt.

Die bodenmechanische Bewertung des Baugrundes erfolgte auf Basis der Zusammensetzung des Bohrguts und der Ergebnisse der durchgeführten Rammsondierungen. Zur detaillierten Bestimmung der bodenmechanischen Eigenschaften wurden zusätzlich ausgewählte Proben im bodenmechanischen Labor der GeoLab Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR, Annastraße 31, 45130 Essen untersucht.

Diverse Einzelproben wurden nicht im Labor untersucht, da sie ähnliche Eigenschaften wie die untersuchten Proben aufweisen 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.

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse kann im Folgenden eine an das geplante Bauvorhaben angepasste Gründungsempfehlung ausgesprochen werden.

3 Baugelände und geplante Bebauung

3.1 Untersuchungsfläche

Die geplante Neubebauung soll auf dem Grundstück Südstraße 41 in 44625 Herne entstehen (Anhänge 1 und 2). Die Untersuchungsfläche definiert sich aus den Untersuchungspunkten, die gemäß dem übergebenen Planstand (siehe Kapitel 1.4) festgelegt wurden.

Bei dem Grundstück handelt es sich um eine brachliegende Fläche. Alte, gewerblich genutzte Gebäude sowie Oberflächenbefestigungen wurden bereits zurückgebaut. In Randbereichen der Untersuchungsfläche sind weiterhin größere Sträucher und Bäume anzutreffen.

Die Untersuchungsfläche liegt gemäß dem Roheinmaß der Bohransatzpunkte bei einer Höhe zwischen 62,02 und 63,82 m ü. NHN. Im Vergleich zu den umliegenden Flächen ist im Bereich der alten Gebäude (Zentrum der Untersuchungsfläche) ein niedrigeres Niveau zu verzeichnen. Zusätzlich ist der nördliche Teil der Untersuchungsfläche deutlich höher und fällt im Süden in Richtung der Südstraße (RKS 15) ab. Grundlage dieser Angaben ist ein von Seiten der Althoff & Lang GmbH durchgeführtes Roheinmaß der Sondieransatzpunkte, welches sich auf die Höhe eines Kanaldeckels (62,09 m ü. NHN) südlich der Untersuchungsfläche in der Südstraße bezieht.

3.2 Geplante Bebauung

Geplant ist der Neubau eines Logistikzentrums mit Büro- und Sozialbereichen. Gemäß der vorliegenden Planung ist das Bauvorhaben in zwei größere Gebäude aufzuteilen. Ein kleineres Lagerhaus im Westen und ein größeres Lagerhaus mit angeschlossenen Büro- und Sozialbereichen im Osten. Um die Gebäude sind Verkehrswege und Parkplätze geplant. Alle Gebäude sind nach aktuellem Planstand nicht unterkellert.

Die geplante „Nullhöhe“ der Oberkante Fertigfußboden Erdgeschoss (OK FFB EG) wurde in einem Planertreffen am 23.09.2022 vorerst auf 63,55 m ü. NHN festgelegt. Höhenverhältnisse und resultierende Gründungsniveaus sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Über die zukünftigen Geländebeziehungen 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
- Geringfügige Änderungen im Bereich weniger Zentimeter sind zu vernachlässigen und haben keinen Einfluss auf das Gründungskonzept, sofern andere bindende Höhen (z. B. zum Thema Frostsicherheit, Gründung in der jeweils diskutierten und gründungsrelevanten Schicht etc.) berücksichtigt werden.

Tabelle 1: Übersicht Höhenverhältnisse

Lage	ca. Höhe in m über NHN ^[1a]
Aktuelle Geländeoberkante (auf Basis der eingemessenen Untersuchungsstellen)	62,02 bis 63,82
Angenommene OK FFB EG (konzeptionelle „Nullhöhe“)	63,55
Standardisiert geplantes, frostfreies (-0,80 u. GOK) Gründungsniveau bei einer Einzelfundamentgründung ^[1b]	62,75

[1a] Der Unterschied zwischen den Höhenangaben von NN zu NHN fällt in der hier relevanten Region nur äußerst gering aus und kann gem. den o. g. „geringfügigen Änderungen im Bereich weniger Zentimeter“ vernachlässigt werden. Im Folgenden werden absolute Höhen gemäß dem aktuellen Höhensystem in „m ü. NHN“ angegeben.

[1b] Differiert je nach Gründungsart, Fundamentgeometrie und Höhe der jeweiligen Geschosse.

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.

4 Ergebnisse der Gelände- und bodenmechanischen Laboruntersuchungen

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

4.1 Rammkernsondierungen und Rammsondierungen

Zur Baugrunderkundung wurden 17 Prüfstellen festgelegt. Aufgrund eines Bohrstillstands wurde an dem Sondieransatzpunkt 15 die Rammsondierung erneut angesetzt. Insgesamt wurden im Bereich des geplanten Baufeldes 17 Rammkernsondierungen (RKS 01 bis 17) sowie acht schwere (DPH 01, 02, 07, 08, 09, 10, 15b und 17) und drei leichte Rammsondierungen (DPL 11, 15a und 16) abgeteuft.

Die Schichtenaufnahmen aus den durchgeführten 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 (S) bzw. einem Homogenbereich (HB) zusammengefasst, sofern sie für das geplante Bauvorhaben aus bodenmechanischer Sicht vergleichbare Eigenschaften aufweisen.

Tabelle 2: Zusammensetzung des Untergrundes^[2a]

HB	S	ca. Höhe in m ü. NHN	Zusammensetzung (Bohrgutansprache)
A	01	63,32; 63,82 bis 62,52; 63,62	Auffüllung (humoser Oberboden): (tlw. stark) durchwurzelt (bis 20 Vol.-%) und humos Heterogene Auffüllung, vorwiegend Schluff mit Beimengungen an Sand und Kies, teilweise Fremdbestandteile (Anteil an Fremdbestandteilen ≤ 30 Vol.-%, Asphaltbruch, Betonbruch, Mörtel, Schlacke, Ziegelbruch), (dunkle) Grau-/Braun-Färbungen, vorwiegend bindig, trocken bis erdfeucht.
B	02	62,02; 63,73 bis 59,80; 62,98 (tlw. Endteufe)	Auffüllung: heterogenes Gemenge an Schluff, Kies, Sand, teilweise schwach tonig, tlw. geringer Wurzel-Anteil, Fremdbestandteile (Anteil an Fremdbestandteilen ≤ 80 Vol.-%, Beton, Mörtel, Schlacke, Ziegelbruch), vorwiegend Grau- und Braunfärbungen, rollig und bindig in Abhängigkeit des Feinkornanteils, erdfeucht bis feucht.
C	03	60,04; 62,98 bis 56,82; 60,73 (tlw. Endteufe)	Anstehendes (verwitterter Löss): vorwiegend Schluff, mit variierendem Ton- und Grus-Anteil (Sand- und Kies-Beimengungen), heterogene graue/braune/rötliche/grünliche Färbung, bindig, vorwiegend erdfeucht.
	04	59,46; 60,48 bis 58,86; 59,48	Anstehendes (zwischengelagerte Grus-Lagen): tendenziell Kies-Sand, partiell schluffig, Grau-/Braun-Färbungen, vorwiegend locker, teilweise bindige Matrix, erdfeucht bis feucht.

[2a] Vereinfachte Zusammenfassung der erkundeten Schichten sowie relevante Auffälligkeiten. Einzelheiten sind den detaillierten Schichtenverzeichnissen (Anhang 3) zu entnehmen.

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

- Schicht 01: vorwiegend weiche bis steife Konsistenz
- Schicht 02: lockere bis mitteldichte Lagerung (rollige Bereiche) / weiche bis halb feste Konsistenz (bindige Bereiche)
- Schicht 03: weiche bis halb feste Konsistenz, teilweise handelt es sich bei den Grus-Körnern um halb festen bis festen Schluff
- Schicht 04: lockere bis mitteldichte Lagerung

4.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur detaillierten Bestimmung der bodenmechanischen Eigenschaften wurden der GeoLab Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR, Annastraße 31, 45130 Essen ausgewählte Proben übergeben.

Die folgende Tabelle 3 gibt einen Überblick über die durchgeführten Laboruntersuchungen an den für die erkundeten Schichten exemplarisch ausgewählten Einzelproben. Die Originaldaten des bodenmechanischen Labors finden sich in Anhang 4.

Tabelle 3: Übersicht bodenmechanische Laboruntersuchungen

Schicht	Einzelprobe ^[3a]	Laboruntersuchung	Kurzbewertung
03	4/3	Körnungsanalyse nach DIN EN ISO 17892-4	U, s*, t' ^[3b] $k_r = 6 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ ^[3c]
03	8/4		U, s*, t' ^[3b] $k_r = 1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ ^[3c]
04	10/4		S, u, t' ^[3b] $k_r = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ ^[3c]
03	16/4		U, s, t' ^[3b] $k_r = 7 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ ^[3c]

[3a] Die Benennung der Einzelproben entsprechen ihrer Bezeichnung im Schichtenverzeichnis (z. B. 4/3).

[3b] Kurzzeichen des Bodens nach DIN 4023.

[3c] Orientierende, rechnerisch ermittelte, hydraulische Durchlässigkeit gemäß der Methodik nach Beyer (Ableitung aus der Körnungslinie).

4.3 Charakteristische Bodenkennwerte

Grundlagen für die Ermittlung der bodenmechanischen Kennwerte bilden verschiedene DIN-Normen (DIN 1055-2, DIN 18196 und DIN 4017, Teil 1), Erfahrungswerte sowie die im Labor bestimmten bodenmechanischen Eigenschaften (Kapitel 4.2).

Zur Vorbemessung können die in Tabelle 4 aufgeführten bodenmechanischen Kennwerte und Bodengruppen (DIN 18196) abgeschätzt werden. Die für die vorliegenden Böden angegebenen bodenmechanischen Eigenschaften gelten ausschließlich unter Voraussetzung der in Kapitel 4.1 aufgeführten Konsistenzen bzw. Lagerungsdichten und unter Berücksichtigung der in diesem Gutachten beschriebenen Bearbeitung der vorliegenden Böden (siehe Kapitel 5.4).

Tabelle 4: Bodenmechanische Kennwerte der Schichten

Schicht	01	02	03	04
Bodengruppe DIN 18196	A, [OU], [OH], [UL], [UM], [SU*] [4a, 4b]	A, [SW],[SU], [GW],[GU], [UL], [UM] [4a, 4b]	UM, UL, [4b, 4c]	SE, GU, SU, GU*, SU* [4b, 4c]
cal ϕ' Winkel der inneren Reibung	ca. 25,0° bis 30,0°	ca. 27,5° bis 32,5°	ca. 27,5°	ca. 27,5°-32,5°
cal c' effektive Kohäsion [kN/m²]	ca. 0,0 bis 2,0	ca. 0,0 bis 2,0	ca. 0,0 bis 5,0	ca. 0,0
Es Steifemodul [MN/m²]	_[4d]	_[4d]	ca. 5,00 bis 15,0[4e]	ca. 5,00 bis 30,0[4e]
γ Wichte (erdfeucht) [kN/m³]	ca. 16,0 bis 19,5	ca. 16,0 bis 20,0	ca. 18,5	ca. 16,5 bis 18,5
γ Wichte unter Auftrieb [kN/m³]	ca. 8,5 bis 10,5	ca. 8,5 bis 12,0	ca. 10,0	ca. 9,0 bis 10,5
k_f Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	ca. 10 ⁻⁵ bis 10 ⁻⁸	ca. 10 ⁻³ bis 10 ⁻⁸ [h]	ca. 10 ⁻⁶ bis 10 ⁻⁹ [4c]	ca. 10 ⁻⁵ bis 10 ⁻⁸ [4c]
Frostempfindlichkeitsklasse	F2 bis F3	F1 bis F3[9]	F3[4c]	F1 bis F3[4c]

[4a] In dem Material können Steine und/oder 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] Unter anderem abgeleitet aus den im bodenmechanischen Labor ermittelten Werten. (Kapitel 4.2, Originaldaten des Labors sind in Anhang 4 dargestellt).

[4d] Für einen humosen Oberboden oder eine 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.

4.4 Homogenbereiche (Erdarbeiten – Laden, Lösen)

Gemäß DIN 18300 (Stand 2019-09) sind für Ausschreibungszwecke (VOB, Teil C Erdarbeiten) über die in Kapitel 4.1 bis 4.3 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/oder 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.

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

- **Homogenbereich HB A** beinhaltet die oberflächennahen, humosen Materialien der **Schicht 01**. Es handelt sich um weitestgehend heterogene Kornverteilungen (bindig und rollig). Hinweise auf Steine und/oder Blöcke wurden im Zuge der Rammkernsondierungen nicht angetroffen, was allerdings auch methodisch bedingt sein kann. Die Lösbarkeit der Böden von Homogenbereich HB A steht in Abhängigkeit des Feinkornanteils, der sich erfahrungsgemäß in den oberen 0,5 m kleinräumig verändern kann. Die Böden von Homogenbereich HB A sind demnach leicht (rollig) bis mittelschwer (bindig) lösbar. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass Steine und/oder Blöcke (insbesondere „Brocken“ aus Bauschutt) oder größere Wurzeln vorkommen, die schwer zu lösen sind (siehe Hinweise Tabelle 4).

Das Material der Auffüllung weist teilweise sehr hohe Gehalt an Bauschutt auf (insbesondere Ziegelbruch, Beton und Schotter) und ist in größeren Teilbereichen als Boden-Bauschutt-Gemisch mit Gehalten an Fremdbestandteilen deutlich größer 10 Vol.-% anzusehen.

Bei einem erhöhten Wurzel-Anteil empfiehlt es sich, die Grasnarbe bzw. den humosen Oberboden vorab mittels Schällöffel abzuziehen und gesondert vom restlichen Bodenaushub gemäß den technischen Regeln zu lagern/verwerten/entsorgen. Ein möglicher Verbleib und Wiedereinbau der oberflächennahen Bodenmaterialien ist nach Prüfung des Anteils an Fremdbestandteilen sowie an Wurzelwerk gärtnerisch-ästhetisch (Bodenart, Humusanteil, Wasserhalte- und Nährstoffkapazität) zu entscheiden. Im Falle des Wiedereinbaus muss in jedem Fall die nutzungsspezifische Eignung anhand der Prüf- und Vorsorgewerte gemäß BBodSchV nachgewiesen werden.

Ist eine Verwertung/Beseitigung des humosen Oberbodens vorgesehen, ist eine labortechnische Analyse gemäß LAGA und/oder Deponieverordnung durchzuführen.

- **„Homogenbereich“ HB B** umfasst das heterogene Auffüllungsmaterial der Schicht 02. Körnige und bindige Materialien können nicht spezifisch eingegrenzt oder in eine Abfolge unterteilt werden. Bindige Auffüllungen sind demnach mittelschwer zu lösen und körnige Auffüllungen sind hingegen leicht zu lösen. Partiiell wurden Bohrwiderstände angetroffen, die als Hinweise auf Steine und/oder Blöcke interpretiert werden könnten. Im Falle eines solchen Vorkommen sind diese schwer zu lösen. Zudem wurde Bauschutt (z. B. Metall, siehe RKS 14) angetroffen, welcher ebenfalls schwer lösbar sein könnte.

Das Material der Auffüllung weist teilweise sehr hohe Gehalt an Bauschutt auf (insbesondere Ziegelbruch, Beton und Schotter) und ist in größeren Teilbereichen als Boden-Bauschutt-Gemisch mit Gehalten an Fremdbestandteilen deutlich größer 10 Vol.-% anzusehen.

- **Homogenbereich HB C** besteht aus natürlich anstehendem Löss/Lösslehm mit Grus-Einlagerungen der Schichten 03 und 04. Es handelt sich vorwiegend um Schluff mit variierendem Sand- und Ton-Anteil mit eingelagerten schluffigen Sand-Kies-Lagen. Das Material ist liegt in einer vorwiegend weiche bis halbfeste Konsistenz bzw. lockeren bis mitteldichten Lagerung vor. Aufgrund des hohen Feinkornanteils ist das Material des HB C vorwiegend mittelschwer lösbar.

Tabelle 5: Für die Ausschreibung geforderte Zusatzparameter gemäß DIN 18300 (2019:09)

	HB A	HB B	HB C
Beschreibung	<i>siehe Kapitel 4.1 bis 4.4</i>		
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN EN ISO 17892-4	_[5a]	_[5a]	Körnungsanalysen an den Proben: 4/3, 8/4, 10/4, 16/4 (Anhang 4)
organischer Anteil nach DIN 18128 (Glühverlust)	_[5a]	_[5a]	_[5a]
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	<i>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.</i>		
Massenanteil von Steinen und Blöcken	<i>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.</i>		
Bodengruppen nach DIN 18196	<i>siehe Kapitel 4.3</i>		
Undränierete Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2	_[5b]	_[5b]	_[5c]
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 sowie Plastizitätszahl und Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	_[5b]	_[5b]	_[5d]

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

[5b] Für heterogene Böden / Auffüllungen kann voraussichtlich kein aussagekräftiger, einheitlicher Wert ermittelt werden.

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

[5d] 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.

4.5 Seismische Gefährdung, Untergrundklasse, Baugrundklasse

Nach ehemaliger, im Markt noch etablierter DIN EN 1998-1/NA (2011-01) liegt die Untersuchungsfläche außerhalb von Erdbebenzonen.

Gemäß der aktuellen DIN EN 1998-1/NA (2021-07) liegen für Untersuchungsflächen spezifischere Daten in Form der spektralen Antwortbeschleunigungen (SaP,R) vor.

Für die Untersuchungsfläche sind je nach gewählter Wiederkehrperiode die folgenden spektralen Antwortbeschleunigungen (SaP,R) zugrunde zu legen:

- Wiederkehrperiode $T_{NCR} = 475$ Jahre: $\leq 0,4 \text{ m/s}^2$
- Wiederkehrperiode $T_{NCR} = 975$ Jahre: $\leq 0,6 \text{ m/s}^2$
- Wiederkehrperiode $T_{NCR} = 2475$ Jahre: $\leq 1,0 \text{ m/s}^2$

Da sich das Gebiet außerhalb von Erdbebenzonen befindet, werden keine Baugrund- und Untergrundklassen definiert.

4.6 Bergbaulich und geologisch bedingte Gefährdungspotenziale

In der großmaßstäblichen Bürgerauskunft des Geologischen Dienstes NRW sind im betreffenden Kilometerquadrant (500 m x 500 m), „Gasaustritt aus Bohrungen“ sowie „verlassene Tagesöffnungen“ aus dem Bergbau gelistet.

- Im tieferen Untergrund können unter bestimmten Voraussetzungen geogene, natürlich entstandene **Gasgemische** vorhanden sein. Aufgrund seiner geringen Dichte kann nicht gebundenes Gas durch gasdurchlässige Schichten, an Klüften und Störungszonen, aber auch durch bergbaubedingte Hohlräume aufsteigen. Gering gasdurchlässige Gesteinsschichten können es am weiteren Aufstieg hindern. Dabei kann es sich in unterschiedlich großen Mengen ansammeln und unter Umständen einen hohen Druck aufbauen. Wird eine solche Schicht durchbohrt und die Gasansammlung angebohrt, kann dieses druckhaft gespannte Gas schlagartig in die Bohrung entweichen. Neben einer schlagartigen Belastung der Bohrungseinrichtung kann es zur Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre kommen.

Für die Gefahrenabschätzung sollte berücksichtigt werden, dass nach aktueller Planung, die Neubebauung in Form einer oberflächennahen Flachgründung realisiert wird. Das Risiko gasführende Schichten anzuschneiden, kann daher geringer als bei alternativen Tiefgründungsmethoden oder durch Verbaumaßnahmen betroffene Bauvorhaben ausfallen.

- Die **Tagesöffnung** liegt voraussichtlich in dem angegebenen Kilometerquadrant. Informationen, dass die Tagesöffnung im Bereich der Untersuchungsfläche liegt, liegen den Verfassern nicht vor.
- Darüber hinaus sind keine weiteren, öffentlich einsehbaren, geologisch bedingte Gefährdungspotentiale vorhanden bzw. bekannt.

Die Einholung einer grundstücksbezogenen Auskunft bei der Bezirksregierung Arnsberg oder dem Geologischen Dienst NRW in Krefeld wird empfohlen (gebührenpflichtig).

4.7 Wasserschutzzone

Die Untersuchungsfläche befindet sich außerhalb bestehender Wasserschutzzonen.

4.8 Grundwasserverhältnisse

Im Zuge der Geländearbeiten am 4., 5. und 10.08.2022 konnte kein Grundwasser in den offenen Bohrlöchern (offene Bohrlochsohlen zwischen 57,02 bis 61,73 m ü. NHN) eingepegelt werden. Darüber hinaus gab es ebenfalls keine Hinweise (keine nassen Boden-Horizonte, keine charakteristischen Verfärbungen etc.) auf Grund- oder Stauwasser bis zur jeweiligen Endteufe.

Öffentlich einsehbare Daten liegen nicht vor. Grundwassermessstellen liegen lediglich mit einer Distanz von 2,3 km Entfernung vor. Hier weichen jedoch die geologischen Verhältnisse soweit ab, dass Rückschlüsse auf die Untersuchungsfläche nicht zuverlässig getroffen werden können.

Um belastbare Daten einzuholen, wären Beobachtungen der Grundwasserschwan- kungen anhand von Grundwasserstellen in näherer Umgebung über längere Zeiträume vonnöten. Ein entsprechendes Vorgehen wäre mit größeren Kosten und einem zusätzlichen Zeitaufwand verbunden.

Die derzeitige Planung sieht einen Neubau ohne Unterkellerung vor. Abgeleitet aus Erfahrungen aus dem Untersuchungsgebiet und der örtlichen Geländemorphologie kann das Vorkommen eines stehenden Grundwasserkörpers im Niveau des geplanten Bauraumes im Prinzip ausgeschlossen werden. Temporäre Stau- und Schichtwässer können bei den hier vorliegenden bindigen, wasserstauenden Böden allerdings sehr wohl im Niveau des Bauraumes vorkommen.

5 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

5.1 Baugrubensicherung, Sicherung von Nachbargebäuden

Allgemeinhinweise zum Herstellen von Baugruben und Gräben (DIN 4124) sind dringend zu berücksichtigen (u. a. Bauzwischenstände, Schutzstreifen etc.).

Bei einer Gesamttiefe von -1,25 m dürfen kleine Gruben und Gräben gemäß DIN 4124 bei den hier vorliegenden Böden senkrecht ausgekoffert werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche nicht stärker als 1:10 ansteigt (beispielweise im Bereich etwaiger nicht unterkellerten Gebäudeteile).

Für Baugrubenböschungen, die tiefer als -1,25 m 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.

Hinweis: Die in diesem Kapitel aufgeführten Böschungswinkel lehnen sich an DIN 4124 an. Die Norm bezieht ihre Angaben explizit auf temporäre Böschungen zur Baugrubensicherung / Sicherung von Stichgräben etc. bis in eine maximale Tiefe von -5,00 m. 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 (Schichten 01 und 02) äußerst rollig und rutschungsempfindlich reagieren können. In solchen Materialien können sich die Böschungswinkel den in Kapitel 4.2 aufgeführten Reibungswinkeln 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.

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.

Bei Hinweisen auf Böschungsbewegungen (Risse etc.) sind umgehend Sicherungsmaßnahmen einzuleiten. In diesem Zusammenhang sind weitere Vorschriften der DIN 4124 „Baugruben“ zu beachten. Darüber hinaus gelten die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften der Tiefbauberufsgenossenschaft.

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 „Aussachtungen 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.

5.2 Bauzeitliche Wasserhaltung

Schicht- oder Grundwässer wurden im Niveau des Bauraumes zum Zeitpunkt der Geländearbeiten am 4., 5. und 10.08.2022 nicht angetroffen. Mit dem Auftreten temporärer Schicht- und/oder Stauwässer in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf (hier auch Tagwässer) ist zu rechnen. Stauwasser bildet sich dabei über den bindigen Schichten. Stauwasser kann sich auf und innerhalb dieser Schichten bilden. Stauwasser im Boden kann dann beim Aushub der Baugrube aus den Böschungsfanken austreten (ähnlich wie bei Schichtwasser). Aus Böschungsfanken austretendes Wasser kann Böschungen in kürzester Zeit destabilisieren, insbesondere dann, wenn durch den Wasseraustritt Materialverlagerungen stattfinden.

Eine offene Wasserhaltung zur Regulierung von Stauwasser kann vorgehalten werden. Niederschlagswasser kann je nach angeschnittenen Sand-Lagen über die Baugrubensohle versickern. In größeren Teilbereichen kann sich bei den vorliegenden bindigen Böden jedoch auch Niederschlagswasser anstauen. In diesem Fall kann eine Trockenhaltung der Baugrube durch Pumpensümpfe mit Dränpackungen erfolgen.

Eine Wassersättigung bzw. ein „Aufweichen“ der Bodenmaterialien während der Bauzeit ist dringend zu vermeiden. Dies gilt vor allem in Zusammenhang mit den Verdichtungsarbeiten im Niveau der Gründungssohle. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass sowohl die Konsistenz der hier vorliegenden Böden maßgeblich vom Wassergehalt abhängig ist.

5.3 Wassereinwirkung und Frostsicherung

Auf Basis der Angaben zu Grundwasser und Stauwasser in Verbindung mit den Wasserdurchlässigkeiten der erkundeten Böden ergeben sich Wassereinwirkungsklassen für eine Abdichtung 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 die 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.

Hinweis: DIN 18533-1 gilt nicht für wasserundurchlässige Bauteile (also z. B. nicht für Konstruktionen und Bauteile nach DAfStb-Richtlinie für wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton). Die Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533 und die Beanspruchungsklasse der WU-Richtlinie der DAfStB sind nicht gleichzusetzen (z. B. entspricht „drückendes Wasser“ nach DIN 18533-1 der Wassereinwirkungsklasse W2 und nach WU-Richtlinie der Beanspruchungsklasse 1).

Die erkundeten Schichten 01 bis 04 sind als **wenig durchlässige** oder **partiell wenig durchlässige Böden** ($k_f\text{-Wert} \leq 10^{-4} \text{ m/s}$) im Sinne der DIN 18533-1 zu bewerten.

Gemäß DIN 18533-1 liegt kein durchgehend stark durchlässiger Baugrund vor. Für diesen Fall beschreibt DIN 18533-1, dass bei der Planung und Ermittlung des Bemessungswasserstandes für die Abdichtungsplanung eine Stauwassereinwirkung bis Oberkante Gelände anzusetzen ist. Der Zutritt von Wasser in den Bauraum und eine damit einhergehende Stauwasserbildung ist nicht auszuschließen.

Auf Basis der dargelegten Verhältnisse können Wassereinwirkungsklassen für die Planung der Abdichtung wie folgt zugrunde gelegt werden:

- Auf Basis der in Kapitel 4.8. erläuterten Wasserverhältnisse ist im Niveau des Bauraumes mit keinem „drückenden Wasser“ bedingt durch Grund-/Hochwasser zu rechnen.
- Im Niveau der Schichten 01 bis 04 kann ein Zutritt von Wasser in den Bauraum und eine damit einhergehende Stauwasserbildung nicht ausgeschlossen werden. Es ist daher vorab die Wassereinwirkungsklasse W2-E „drückendes Wasser“ bedingt durch potentiell Stauwasser einzuplanen.

- Davon abweichend kann laut DIN 18533-1 bei nicht unterkellerten Gebäuden, welche über einen stark durchlässigen Bodenaustausch ($k_f > 10^{-4}$ m/s) gründen, die Wassereinwirkung auf die Klasse W1-E „Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser“ optimiert werden. Wir weisen jedoch darauf hin, dass sich das Niederschlagswasser bei den darunter liegenden, nicht versickerungsfähigen Böden aufstauen kann.

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

Frostempfindliche Materialien an Sohlen, die überbaut werden, sind vor Frost zu schützen (geeignete Bauablaufplanung, Berücksichtigung des Witterungsverlaufs, Stehenlassen von Schutzschichten und Freilegung der Sohlen und sofortige Überbauung). Sollten frostempfindliche Materialien dennoch Frost ausgesetzt worden sein, müssen diese vor einer Überbauung wenn möglich nachverdichtet oder alternativ ausgetauscht werden.

5.4 Gründung

5.4.1 Gebäudegründung über Einzelfundamente

Der Markt bietet 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.

Aufgrund der ungünstigen (heterogenen) Baugrundverhältnisse ist eine einfache Flachgründung (Einzel- und Streifenfundamente oder tragende Bodenplatte (Plattentragwerk)) nicht ohne aufwendige Zusatzmaßnahme (beispielsweise tiefgreifender Bodenaustausch) möglich. Es muss unter Umständen kleinräumig unterschiedlich vorgegangen werden. **Eine diesbezügliche Korrespondenz zwischen Verfassern und der Baustellenleitung ist dringend erforderlich.** Alternativ können bei Bedarf Gründungsparameter für alternative Gründungsformen bei den Verfassern abgefragt und diskutiert werden.

Im Niveau der standardisierten Flachgründung (62,75 m ü. NHN) liegen Materialien der Schichten 01 und 02 vor. Das Material der Schicht 03 ist teilweise unmittelbar unterhalb des Gründungsniveaus anzutreffen. In Teilbereichen liegt die geplante Gründungshöhe sogar oberhalb der aktuellen Geländeoberkante.

Im Baufeld liegen zum Teil bindige Böden vor (Schichten 01, 03 und zum Teil 02). Neben einer grundsätzlichen Setzungsempfindlichkeit sind bindige Böden im Hinblick auf eine Gründung insbesondere durch ihre Wasserempfindlichkeit charakterisiert. Eine Bearbeitung dieser Böden ist daher sorgfältig und bautechnisch korrekt durchzuführen. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass aufnehmbare Lasten des bindigen Bodens in der Regel aufgrund notwendiger Setzungsbeschränkungen vergleichsweise gering ausfallen. Des Weiteren ist zu beachten, dass die Konsistenz und Tragfähigkeit eines bindigen Bodens maßgeblich vom Wassergehalt abhängig ist. Während Perioden mit hoher Feuchtigkeit (Witterung) kann die Wasserempfindlichkeit des Bodens die Baustellenlogistik negativ beeinflussen. Gründungen in aufgeweichten Bodenschichten sind nicht möglich. Bei andauernder Wassersättigung des Bodens müssen Beeinträchtigungen des Bauablaufs bis hin zu temporären Baustillständen bei Erdarbeiten einkalkuliert werden.

Hinweis: Einmal aufgeweicht, erreicht das bindige Material auch nach Abtrocknung seine ursprünglichen bodenmechanischen Eigenschaften nicht mehr. Einmal aufgeweichte Schichten sind auszutauschen. Neben erhöhten Kosten hat eine nachträgliche Tieferführung des Erdaushubes möglicherweise Auswirkungen auf den gesamten Bauablauf (Stichworte Baugrubensicherung/Verbau sowie Wasserhaltung). Diese Thematiken sind seitens der Projektplanung unbedingt zu beachten.

Die folgenden Bedingungen sind unter allen Umständen einzuhalten. Kann eine solche Vorgehensweise nicht gewährleistet werden, sind alternative Gründungsmethoden/ Bodenverbesserungen wie Rüttelstopfsäulen etc. zu diskutieren:

- Etwaige Überreste von humosen Oberboden sind grundsätzlich aus dem gründungsrelevanten Bereich zu entfernen. Dies gilt sowohl für Streifenfundamentgräben und eine nicht tragende Bodenplatte als auch für ein Plattentragwerk.
- Zur Verbesserung der bodenmechanischen Parameter und zur grundsätzlichen Homogenisierung des Untergrundes ist ein Bodenaustausch mit einer Mächtigkeit von mindestens 1,0 m vorzusehen. Darüber hinaus ist beim Bodenaustausch ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen.

- Sollten in der Aushubsohle bindige Auffüllungen angetroffen werden, ist der Bodenaustausch auf bis zu 1,5 m zu erweitern.
- Nachverdichtung der Aushubsohle:
 - Die Aushubsohle ist im Fall einer rolligen Auffüllung gründlich nachzuverdichten.
 - Eine Nachverdichtung der Gründungssohle ist bei bindigen, schlecht verdichtbaren Böden nicht möglich, und ist unter Umständen kontraroduktiv. Diese dürfen daher nicht weiter verdichtet werden.
 - **Unterhalb der Einzelfundamente ist die Aushubsohle in jedem Fall mittels Lastplattendruckversuche zu prüfen, um weiche, oder lockere Bodenverhältnisse unterhalb des Aushubniveaus auszuschließen.**
- Zum Bodenaustausch:
 - 1,0 – 1,5 m Mächtigkeit mit Berücksichtigung des Lastausbreitungswinkels von 45° (siehe oben).
 - Für einen Bodenaustausch ist körniges, verdichtungsfähiges und raumbeständiges Austauschmaterial zu verwenden. (z. B. Kies-Sand 0/32 oder 0/45 gemäß den Anforderungen der ZTV SoB-StB 04 für Kies- und Schottertragschichten).
 - Das Austauschmaterial ist in maximal 20 cm mächtigen Lagen einzubauen und zu verdichten.
 - Verdichtungsziel: Verformungsmodul $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ mit einem E_{v2}/E_{v1} -Verhältnis $\leq 2,5$ oder mit einem Verformungsmodul $E_{v1} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen.
- Die unten aufgeführte Einbindetiefe darf nicht unterschritten werden. Die Einbindetiefe bezieht sich dabei auf die geringste Überdeckung des Erdreiches oberhalb der Gründungssohle. Dies ist insbesondere in den Bereichen zu berücksichtigen, in denen aktuell die Geländeoberkante unterhalb der geplanten Gründungssohle liegt und in den Bereichen, wo das Gelände über die Länge hin abfällt.

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 $\gamma = 1,4$ 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.

Die Ermittlung der aufgeführten Werte erfolgt unter Betrachtung einzelner Fundamente. Eine potentielle gegenseitige Beeinflussung von Fundamenten (Gruppenwirkung) wird nicht berücksichtigt. Die Betrachtung einer möglichen Gruppenwirkung (insbesondere zu erwähnen seien hier Setzungsmulden) ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht zielführend und hat zu einem späteren Zeitpunkt zu erfolgen.

Tabelle 6: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes für mittig, lotrecht belastete quadratische Einzelfundamente gemäß DIN 4017, Teil 1; **Schicht 01 bis 03 mit einem Bodenaustausch von mind. 1 m gem. der o. g. Vorgaben**; setzungsempfindliches Gebäude

Kleinste Einbindetiefe t des Fundaments	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes für mittig, lotrecht belastete quadratische Einzelfundamente mit Dimensionen $a' \times a'$					
	$a' = 0,50 \text{ m}$	$a' = 1,00 \text{ m}$	$a' = 1,50 \text{ m}$	$a' = 2,00 \text{ m}$	$a' = 2,50 \text{ m}$	$a' = 3,00 \text{ m}$
$t = 0,80 \text{ m}$	420 kN/m ²	330 kN/m ²	340 kN/m ²	250 kN/m ² [6b]	200 kN/m ² [6b]	170 kN/m ² [6b]
$t = 1,50 \text{ m}$	500 kN/m ² [6a]	540 kN/m ²	320 kN/m ² [6b]	240 kN/m ² [6b]	190 kN/m ² [6b]	160 kN/m ² [6b]
$t = 2,50 \text{ m}$	500 kN/m ² [6a]	700 kN/m ² [6a]	330 kN/m ² [6b]	240 kN/m ² [6b]	190 kN/m ² [6b]	160 kN/m ² [6b]

[6a] berechnet mit reduzierter Einbindetiefe $t = 2 \cdot a$

[6b] Wert reduziert durch Setzungsbeschränkung $\leq 2,0 \text{ cm}$

Für variierende Fundamentbreiten und Einbindetiefen können die in Tabelle 6 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 unter Ansatz der aus Tabelle 6 abzuleitenden Gründungsparameter bei $\leq 2,0$ cm. Aufgrund der eingearbeiteten Setzungsbeschränkung fallen die Werte zum Teil vergleichsweise gering aus.

5.4.2 Planum der Industriebodenplatte

Die Gründung einer industriell genutzten Bodenplatte wird in der Regel über die Anforderungen aus dem Straßenwesen in Form eines Verformungsmoduls festgelegt. Sollten im Zuge des Bauvorhabens darüber hinaus weitere/andere Anforderungen gestellt werden, sind diese im Vorfeld abzustimmen.

Standardgemäß ist auf dem Fertigplanum (Tragschicht) einer Industriebodenplatte (nicht tragend) ein Verformungsmodul E_{v2} von ≥ 100 bis 120 MN/m^2 nachzuweisen. Um die entsprechenden Werte erreichen zu können, wird an das Erdplanum (Unterkanten der Tragschicht) die Anforderung eines Verformungsmoduls (E_{v2}) von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ gestellt.

Im Niveau der angenommenen Unterkante der Bodenplatte/OK Tragschicht kommen die Auffüllungsmaterialien der Schichten 01 und 02 zu liegen. Partiiell liegt diese Höhe oberhalb der aktuellen Geländeoberkante. Verformungsmoduln (E_{v2}) von $\geq 100 \text{ MN/m}^2$ sind daher nicht ohne weitere Maßnahmen möglich.

- Etwaige Überreste von humosem Oberboden sind grundsätzlich aus dem gründungsrelevanten Bereich zu entfernen. Dies gilt sowohl für Streifenfundamentgräben und eine nicht tragende Bodenplatte als auch für ein Plattentragwerk.
- Erdplanum:
 - Zur Verbesserung der bodenmechanischen Parameter ist im Allgemeinen ein Bodenaustausch von weiteren 20 cm vorzusehen.
 - Sofern weiter bindige Auffüllungen vorliegen, sind weitere 20 cm, folglich ein Bodenaustausch von 0,40 m vorzusehen.
 - Für einen Bodenaustausch ist körniges, verdichtungsfähiges und raumbeständiges Austauschmaterial zu verwenden. (z. B. Kies-Sand 0/32 oder 0/45 gemäß den Anforderungen der ZTV SoB-StB 04 für Kies- und Schottertragschichten).
 - Das Austauschmaterial ist in maximal 20 cm mächtigen Lagen einzubauen und zu verdichten.

- Eine äquivalente Vorgehensweise ist für die Teilbereich eines zusätzlichen Einbaus von Material zum Erreichen der Sollhöhe des Erdplanums vorzusehen.

Die Prüfung der Tragschicht mittels Lastplattendruckversuchen wird dringend empfohlen. Zusätzlich empfiehlt sich vorab eine Prüfung des Erdplanums um frühzeitig auf materialbedingte Abweichungen in der vorliegenden Auffüllung reagieren zu können und spätere Verbesserungsmaßnahmen zu vermeiden.

5.5 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.

Hinweise:

- *Die Wiederverwertbarkeit bezieht sich hierbei lediglich auf die bodenmechanischen Eigenschaften. Eine abfallrechtliche Einordnung und Deklaration der Bodenmaterialien sind nicht Teil des Gutachtens. Entsprechende Nachweise sind jedoch je nach Eignungszweck zu führen.*
- *Die nachfolgenden Angaben zur Wiederverwertbarkeit beziehen sich rein auf die bodenmechanischen Eigenschaften des Materials. Hinsichtlich eines Wiedereinbaus von Bodenmaterialien sind auch immer die umwelthygienischen Eigenschaften von Böden zu berücksichtigen. Ein Wiedereinbau von natürlich gewachsenen Böden (hier Schichten 02 und 03) ist unter umwelthygienischen Gesichtspunkten in der Regel möglich.*

Im Zuge der geplanten Baumaßnahme sind die Materialien der Schichten 01 bis 03 aushubrelevant und fallen potentiell in größeren Mengen an. Das Material der Schicht 04 wird voraussichtlich nicht ausgekoffert.

Schicht 01 (humoser Oberboden/Auffüllung):

Das Material der Schicht 01 ist als heterogen und grundsätzlich setzungsempfindlich anzusehen. Darüber hinaus enthält das Material der Schicht 01 humose Bestandteile und Pflanzenreste. Eine Wiederverwertung in sackungsempfindlichen Bereichen (beispielsweise als Bauraumverfüllung oder Tragschichtmaterial) ist nicht zulässig. Eine Wiederverwendung kann aus bodenmechanischer Sicht gegebenenfalls in Bereichen oberflächlicher Geländemodellierungen erfolgen, in denen Sackungen toleriert werden können.

Oberflächennaher, zur Rekultivierung geeigneter Boden (sogenannter „Mutterboden“) ist gemäß BauGB im Sinne des Gesetzgebers abzuschleppen und vor Ort wieder als Rekultivierungsschicht in Grünflächen einzubauen. Wir empfehlen grundsätzlich eine umwelthygienische Eignungsprüfung gemäß den Vorgaben der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung für den Wirkungspfad Boden-Mensch sowie gemäß DIN 18915 vorzunehmen.

Ist eine Verwertung vor Ort nicht möglich, so ist das Material einer geeigneten Entsorgung zuzuführen.

Schicht 02 (heterogene Auffüllung):

Das Material der Schicht 02 ist als heterogen anzusehen und enthält zum Teil hohe Gehalte an Fremdbestandteilen. Eine Wiederverwendung der Materialien der Schicht 02 ist in sackungsempfindlichen Bereichen (beispielsweise als Bauraumverfüllung) nicht zu empfehlen. Eine Wiederverwendung ist aus bodenmechanischer Sicht in solchen Bereichen möglich, in denen Sackungen toleriert werden können (beispielsweise Bereiche einer Geländemodellierung).

Schicht 03 (Löss/Lösslehm):

Das Material der Schicht 03 (verwitterter Löss) ist als schlecht verdichtbar zu bewerten. Aufgrund des gestörten thixotropen Gefüges ist eine Wiederherstellung der üblicherweise vorhandenen Tragfähigkeit kaum möglich. Eine Wiederverwendung ist in sackungsempfindlichen Bereichen (beispielsweise als Bauraumverfüllung) nicht zu empfehlen/zulässig. Eine Wiederverwendung ist aus bodenmechanischer Sicht in solchen Bereichen möglich, in denen Sackungen toleriert werden können (beispielsweise Bereiche einer Geländemodellierung).

5.6 Allgemeine bodenmechanische Hinweise

- Werden unterschiedliche Gründungsniveaus angesteuert und/oder wird für die Baugrube eine interne Abböschung für variierende Höhenniveaus vorgesehen, sei auf Kapitel 5.1 hingewiesen. Die dort erwähnten Punkte gelten ebenfalls für die einzelnen Gebäudeteile des neuen Bauvorhabens. Im Zweifel 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 gegebenenfalls notwendig.
- Bei Fundamenten, die bereits im Bauzustand belastet werden, ist zu prüfen, ob der Standsicherheitsnachweis auch für die jeweiligen Bauzwischenzustände gültig ist (z. B. Belastung von Fundamenten an zwischenzeitlichen, internen Baugrubenböschungen).
- Die hier vorliegenden Böden, in die einzelne Gebäudeteile einbinden, weisen keine kapillarbrechende Wirkung auf. Sollte das Bauwerk gegen aufsteigende Bodenfeuchte geschützt werden müssen, ist eine gemäß den einschlägigen technischen Regeln angepasste kapillarbrechende Schicht unter diesen Bauwerksteilen einzubauen.
- 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 Schichten 01 und 03, partiell auch Schicht 02) sind erfahrungsgemäß für eine Befahrung mit Baugeräten nicht 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 $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nicht durchgehend erreicht wird (siehe Kapitel 5.4.2). Die Planung eines geeigneten Unterbaus für die Verkehrsflächen kann nach Rücksprachen zwischen Planern und Verfasser erfolgen.

- 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.
- 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. Sollte im Zuge der weiteren Bauplanungen ein anderes Gründungsniveau vorgesehen werden, ist Rücksprache mit den Verfassern notwendig.
- Beim Aushub der unmittelbaren Gründungssohle ist die Verwendung eines Schälöffels zu empfehlen, um die Störung der Gründungssohle möglichst zu minimieren.
- 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.

5.7 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Zur Versickerung von Niederschlagswasser in den Untergrund ist gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 tendenziell ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s erstrebenswert, unter Umständen kann eine Versickerung in Böden mit einem k_f -Wert $\geq 1 \cdot 10^{-6}$ diskutiert werden, jedoch gilt, je kleiner der k_f -Wert, desto größer werden die Versickerungsanlagen.

Bei einem k_f -Wert von $\geq 5 \cdot 10^{-3}$ m/s hingegen kann keine ausreichende Verweilzeit gewährleistet werden um eine ausreichende Reinigung/Filterung Wirkung zu erzielen. Eine Versickerung in diesen Böden ist in der Regel nicht mehr gestattet.

Zur detaillierten Bestimmung der hydraulischen Leitfähigkeit wurden diverse Einzelproben der GeoLab Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR, Annastraße 31, 45130 Essen übergeben und auf ihre Kornverteilung hin untersucht (Anhang 4).

Die Wasserdurchlässigkeit (k_f -Wert) der erkundeten Schichten wurde anhand der in Anlehnung an Beyer (Wolfgang Beyer: Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Kiesen und Sanden aus der Kornverteilung. In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik (WWT) 14. Jahrgang, 1964, S. 165 - 169.) ermittelten k_f -Werte (auf Basis der Körnungslinien) und gemäß Literaturwerten und Erfahrungswerten bewertet.

- Schicht 01/02: Für eine heterogene Auffüllung kann kein einheitlicher k_f -Wert angenommen werden. Eine Versickerung über heterogene Auffüllungen wird aus umwelthygienischen Gründen in der Regel nicht gestattet.
- Schicht 03: Bei dem Material der Schicht 03 handelt es sich um einen bindigen Boden mit Schluff als Hauptbestandteil und variierendem Ton- und Sand-Beimengungen. Der k_f -Wert liegt in der Regel zwischen $1 \cdot 10^{-6}$ und $1 \cdot 10^{-9}$ m/s. Es kann keine ausreichende Versickerung über die Böden der Schicht 03 gewährleistet werden.
- Schicht 04: Das Material der Schicht 04 enthält zwar einen deutlich höheren Kies- und Sand-Anteil als das Material der Schicht 03, jedoch unterbinden hohe Feinkornanteile weiterhin eine ausreichende Versickerungsfähigkeit. Der k_f -Wert liegt voraussichtlich zwischen ca. $1 \cdot 10^{-5}$ und $1 \cdot 10^{-8}$ m/s.

Darüber sind Lagen des Materials der Schicht 03 zwischengeschaltet, die das Versickern von Niederschlagswasser auch im Niveau der Schicht 04 verhindern.

Im erkundeten Bereich liegen keine Böden mit einer ausreichenden Versickerungsfähigkeit für die Versickerung von Niederschlagswasser vor.

6 Schlussbemerkungen

Bodengruppen gemäß DIN 18196 sowie Homogenbereiche in Anlehnung an DIN 18300 konnten ermittelt werden. Bodenmechanische Kennwerte, abgeleitet aus den Geländeerkennnissen und Laboranalysen, 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 extrem von seinem Wassergehalt abhängig und deshalb während der Bauphase dringend vor Wasserzutritt zu schützen.

Unter den hier fixierten Voraussetzungen wurden Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes sowie zu erwartende Setzungen ermittelt. Des Weiteren wurden Vorgehensweisen zur Bodenverbesserung für eine Gründung einer industriell genutzten Bodenplatte erläutert. Unter den aufgeführten Bedingungen liegt ein ausreichend tragfähiger Baugrund vor.

Eine baubegleitende Prüfung der offenen Gründungssohle durch einen Bodengutachter ist unerlässlich. Laufende Abstimmungen zwischen Tiefbau, Tragwerksplanung und Bodengutachtern sind darüber hinaus unter der hier beschriebenen Vorgehensweise zur Kostenoptimierung und zur Minimierung des Baugrundrisikos zu empfehlen.

Auf die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes im Hinblick auf die Versickerung von Niederschlagswasser wurde eingegangen.

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 Geländeerkennnissen abgeglichen werden.

Aufgrund des Aufschlusses des Untergrundes durch punktuelle Bohrungen sind Abweichungen von den hier dargestellten Bodenverhältnissen möglich. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der heterogenen Bodenverhältnisse zu berücksichtigen. Sollten während der Tiefbauarbeiten Abweichungen von den hier beschriebenen Baugrundverhältnissen vorgefunden werden, sind die Gutachter umgehend zu informieren.

22-5191 Gutachten zur Gründung
sowie Versickerungsfähigkeit des Untergrundes
Südstraße 41, 44625 Herne
Neubau eines Logistikzentrums mit Büro- und Sozialbereichen



Basis der vorgestellten Untersuchungen und der daraus resultierenden Maßnahmen ist der Kenntnisstand der Gutachter vom September 2022.

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

Köln, 28.09.2022

Projektleiter/Gutachter:

i. A. M.Sc. Geow. Robin Tordy



Gutachter:

Althoff & Lang GmbH
Baugrund- und Umweltberatung
Hermann-Heinrich-Gossen-Straße 3
50858 Köln

Tel.: 0221 / 9639 055 - 0 i. A. Dipl.-Geol. Arne Keßeler
Fax: 0221 / 9639 055 - 19

22-5191 Gutachten zur Gründung
sowie Versickerungsfähigkeit des Untergrundes
Südstraße 41, 44625 Herne
Neubau eines Logistikzentrums mit Büro- und Sozialbereichen



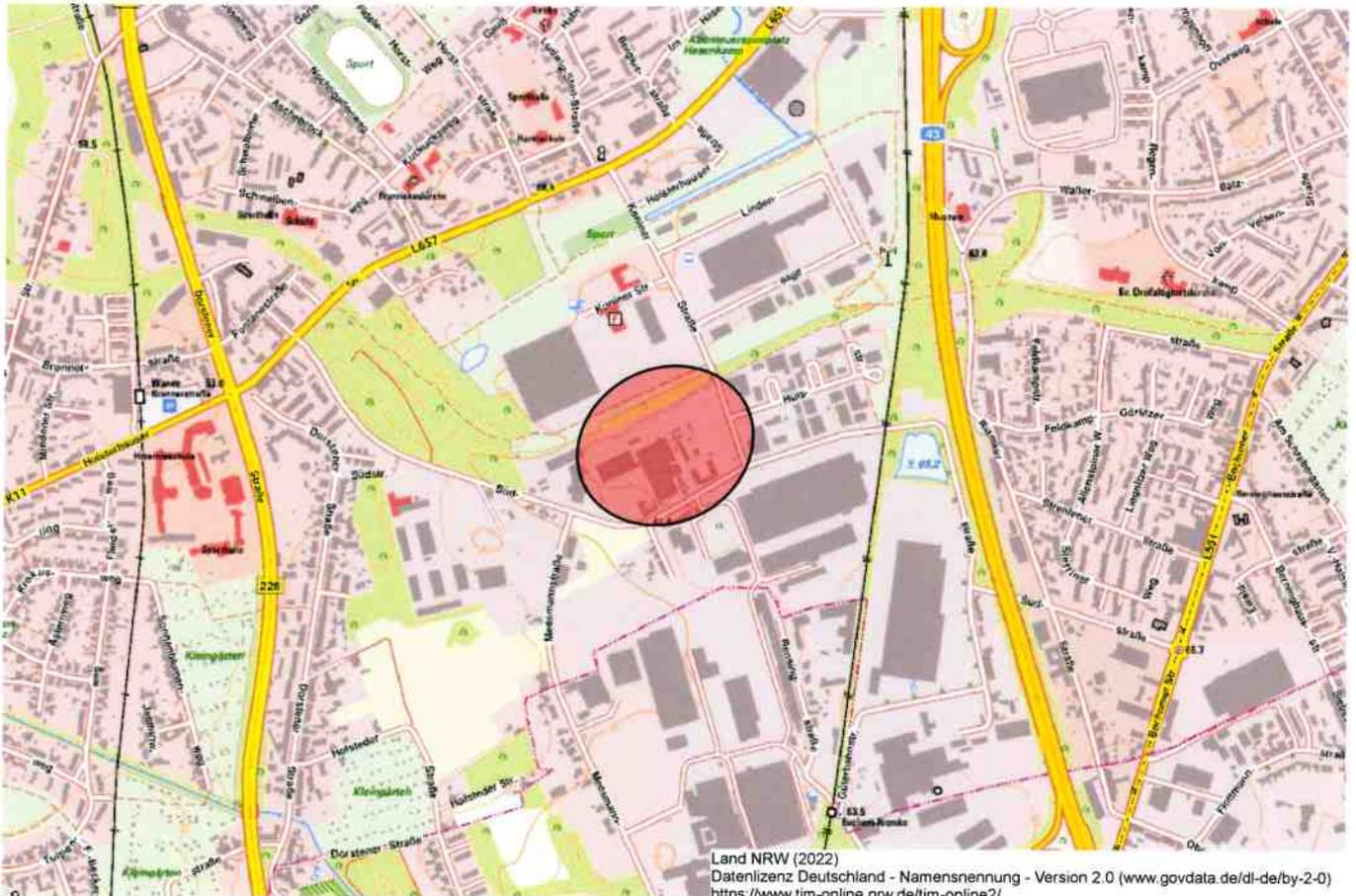
Anhang

22-5191 Gutachten zur Gründung
sowie Versickerungsfähigkeit des Untergrundes
Südstraße 41, 44625 Herne
Neubau eines Logistikzentrums mit Büro- und Sozialbereichen



Anhang 1

Übersichtsskizze



Land NRW (2022)
Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)
<https://www.tim-online.nrw.de/tim-online2/>



Lage der Untersuchungsfläche

Auftraggeber: PROLOGIS GERMANY CCXLVIII B.V.

Projekt: 22-5191 Südstraße 41, 44625 Herne

Planinhalt: Übersichtsskizze

Dat./Bearb.: 29.07.2022 / Ha

Dat./Gepr.: 29.07.2022 / *He/H*

Maßstab: ohne

Zeichnung Nr.: 22-5191 a

Anhang: 1



Althoff & Lang GmbH
Baugrund- und Umweltberatung
Hermann-Heinrich-Gossen-Straße 3
50858 Köln

22-5191 Gutachten zur Gründung
sowie Versickerungsfähigkeit des Untergrundes
Südstraße 41, 44625 Herne
Neubau eines Logistikzentrums mit Büro- und Sozialbereichen

Anhang 2

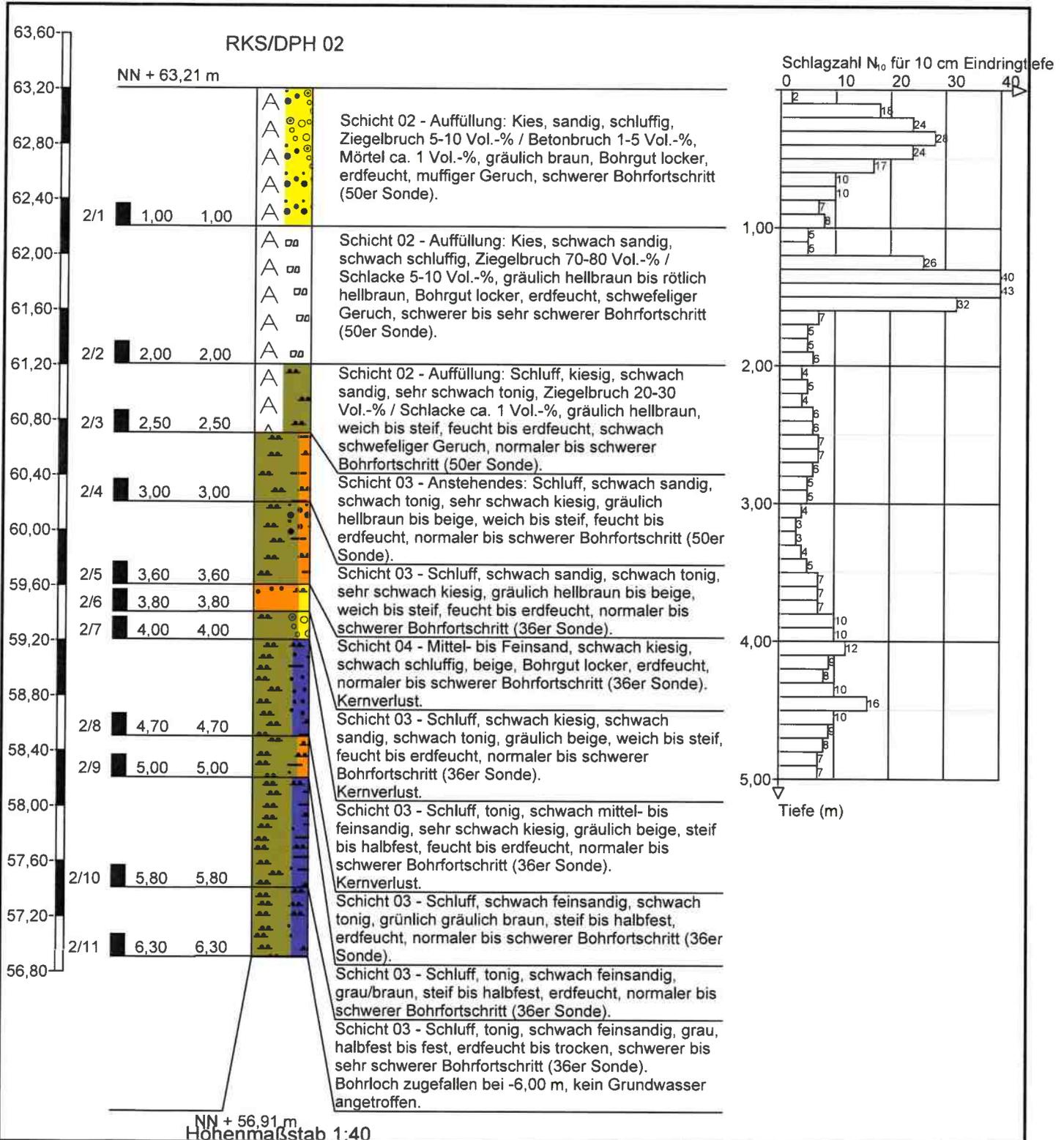
Lage der Sondieransatzpunkte

22-5191 Gutachten zur Gründung
sowie Versickerungsfähigkeit des Untergrundes
Südstraße 41, 44625 Herne
Neubau eines Logistikzentrums mit Büro- und Sozialbereichen

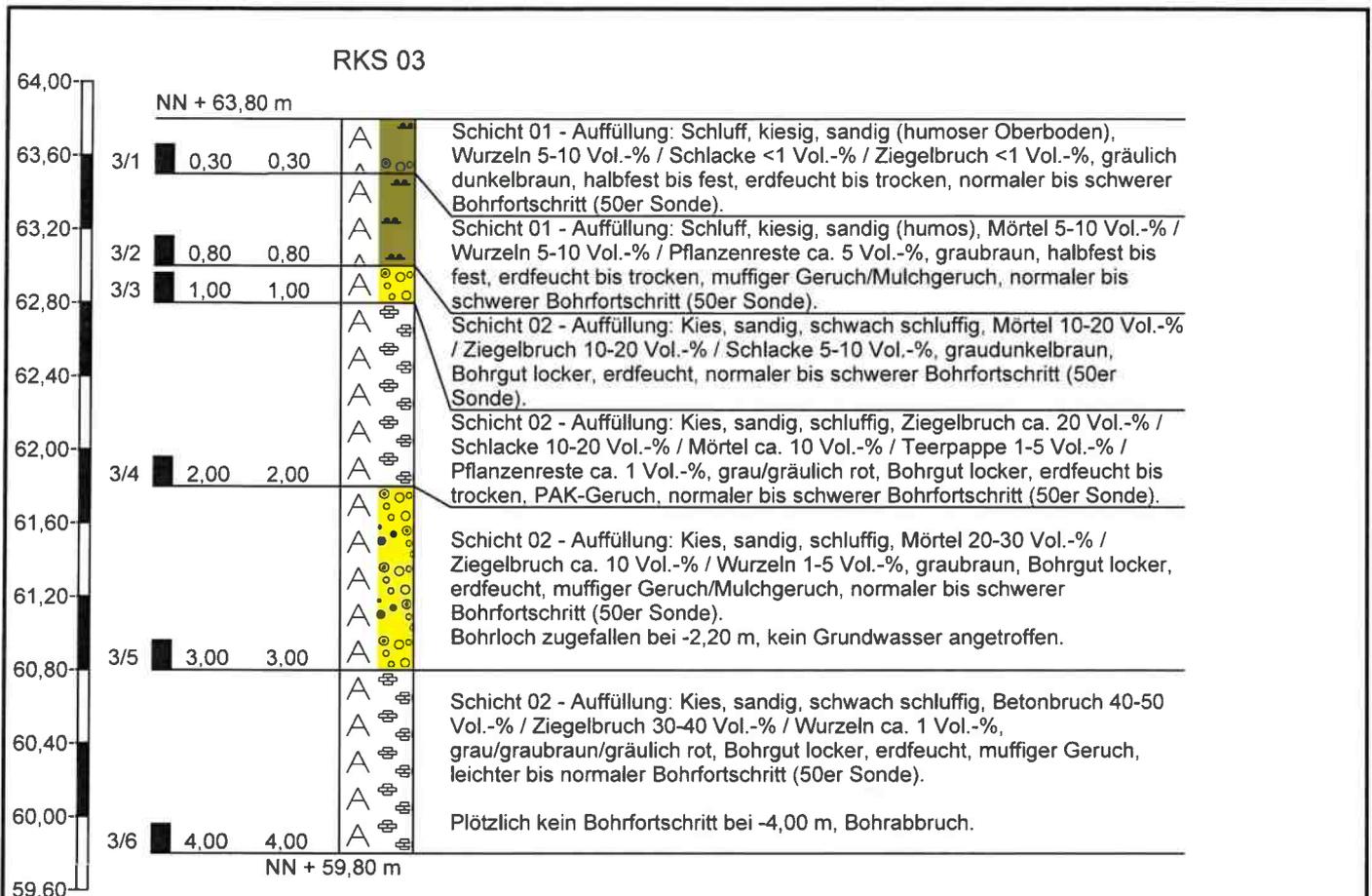


Anhang 3

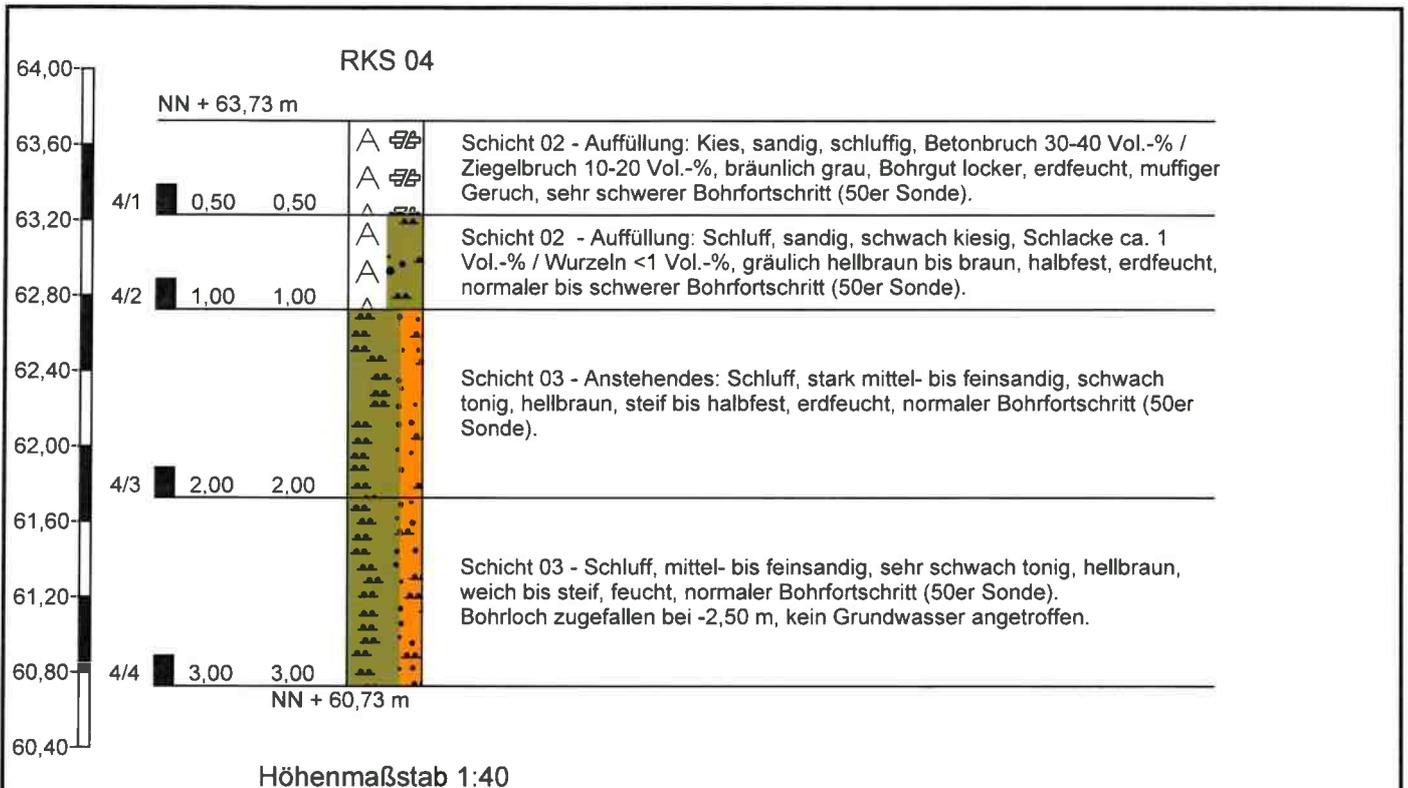
Profile der Rammkernsondierungen sowie Rammdiagramme



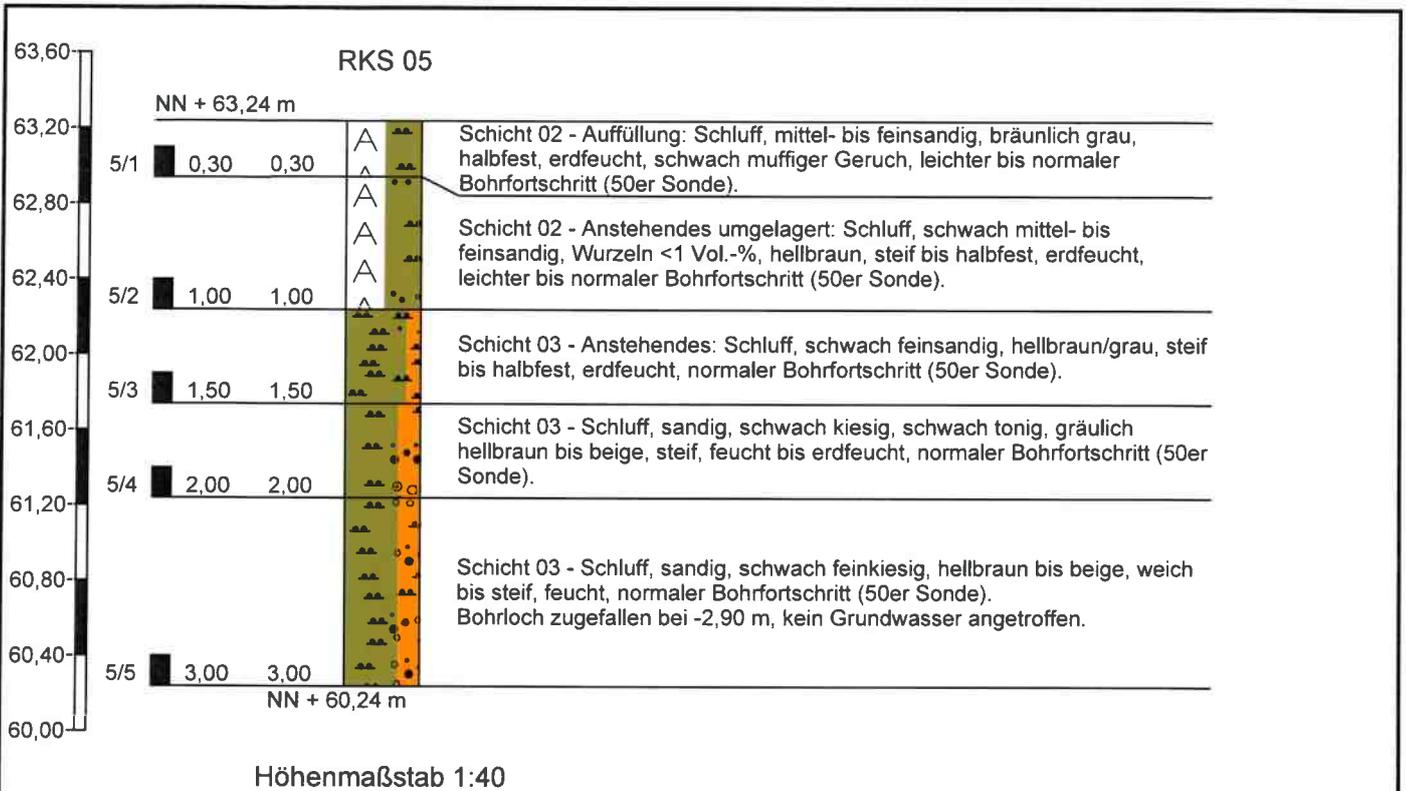
Althoff & Lang GmbH Baugrund- und Umweltberatung Hermann-Heinrich-Gossen-Straße 3 50858 Köln	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023		Anlage: 3	
			Projekt: 22-5191 Südstraße 41, 44625 Herne	
			Auftraggeber: Prologis Germany CCXLVIII	
			Bearb.: Sa	Datum: 10.08.2022

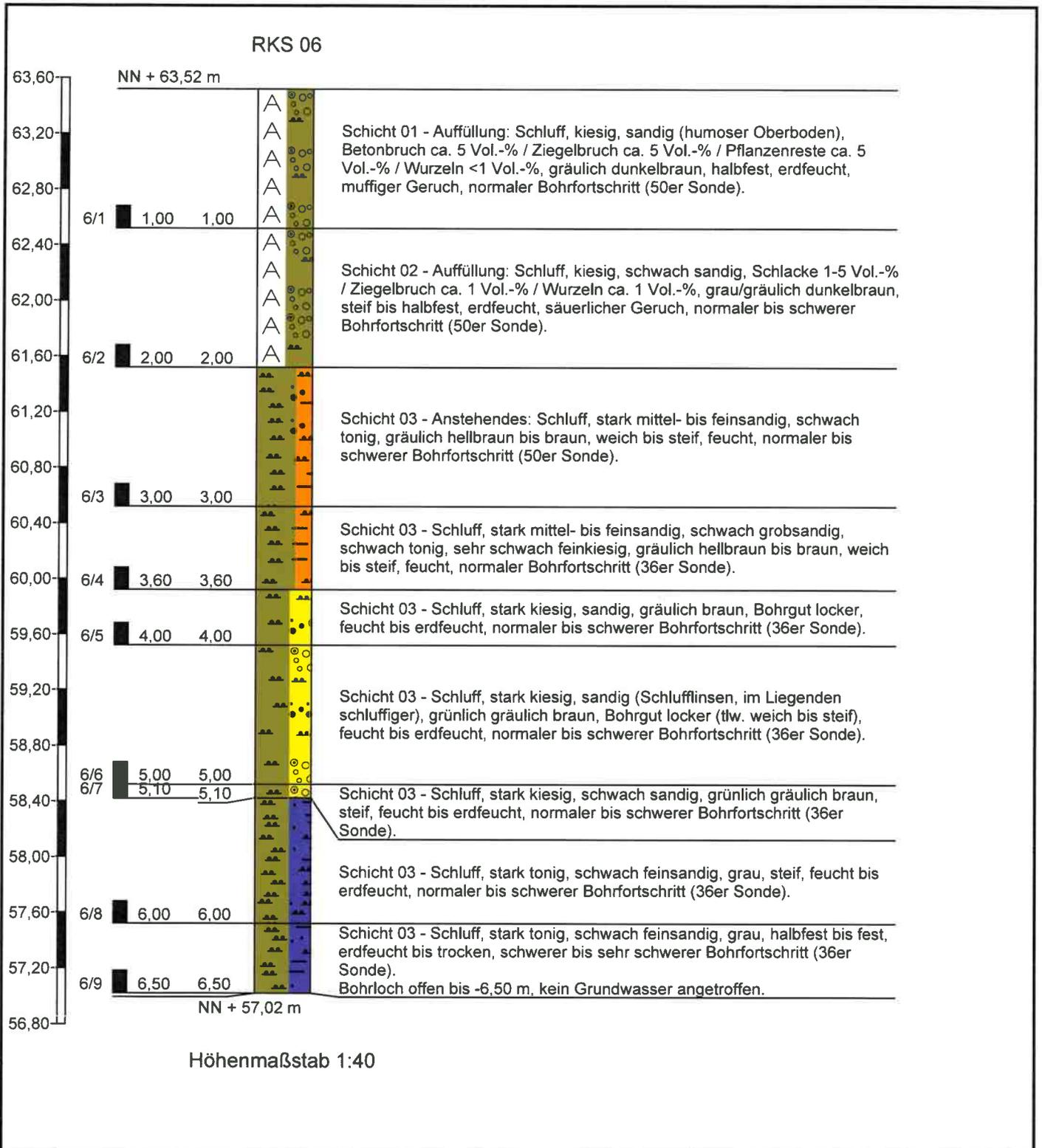


Althoff & Lang GmbH Baugrund- und Umweltberatung Hermann-Heinrich-Gossen-Straße 3 50858 Köln	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: 3	
		Projekt: 22-5191 Südstraße 41, 44625 Herne	
		Auftraggeber: Prologis Germany CCXLVIII	
		Bearb.: Sa	Datum: 05.08.2022

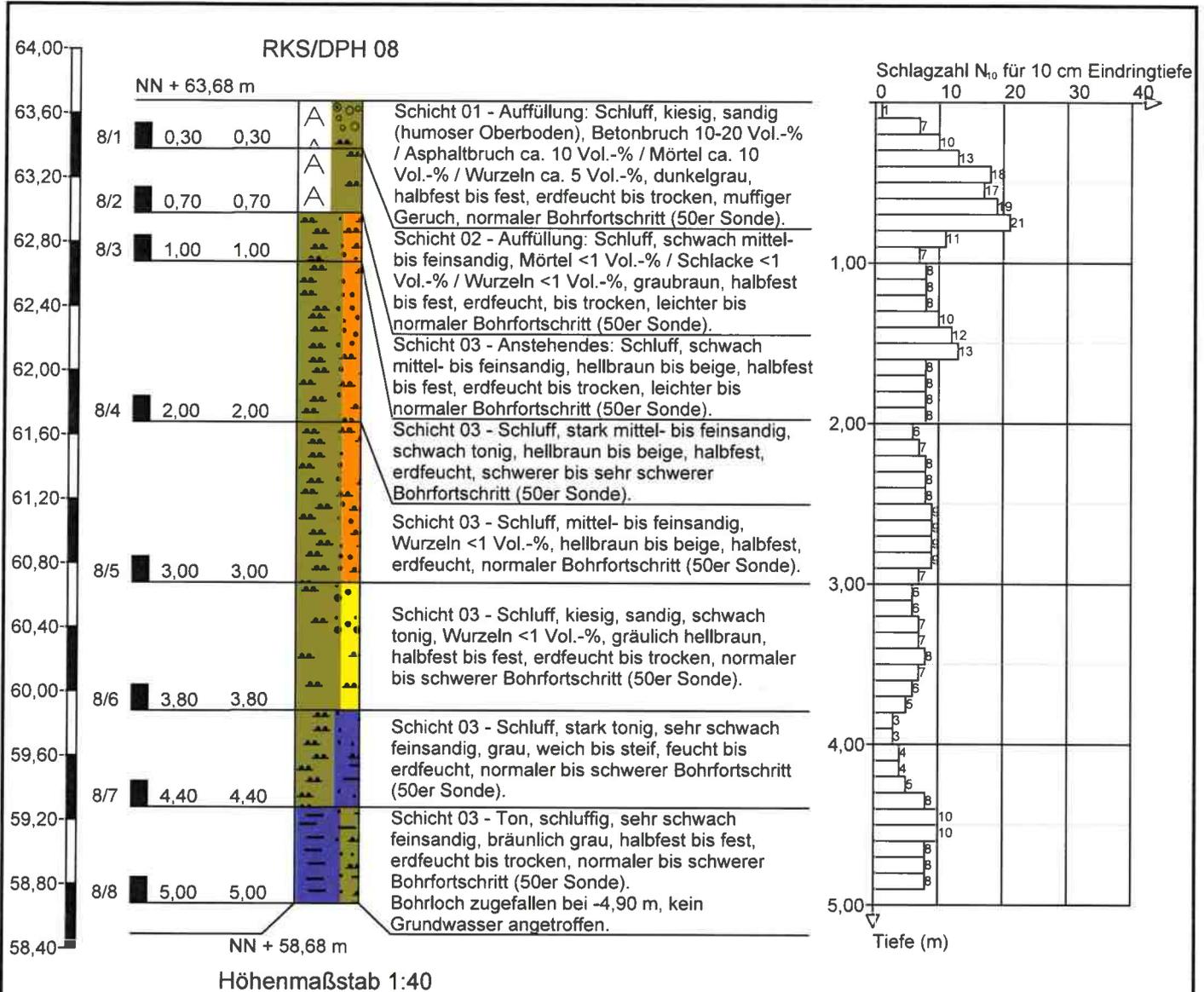


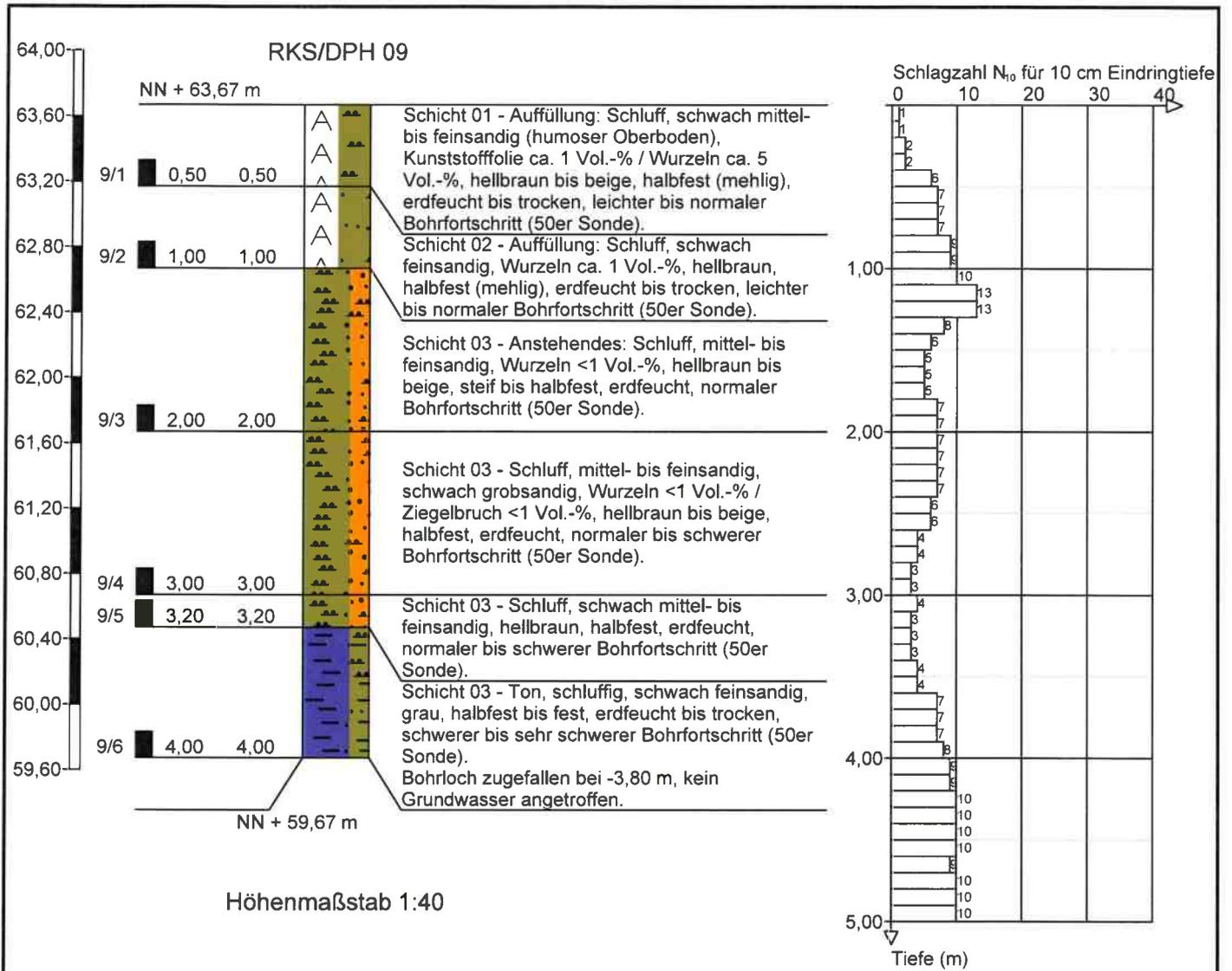
Althoff & Lang GmbH Baugrund- und Umweltberatung Hermann-Heinrich-Gossen-Straße 3 50858 Köln	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: 3	
		Projekt: 22-5191 Südstraße 41, 44625 Herne	
		Auftraggeber: Prologis Germany CCXLVIII	
		Bearb.: Sa	Datum: 04.08.2022



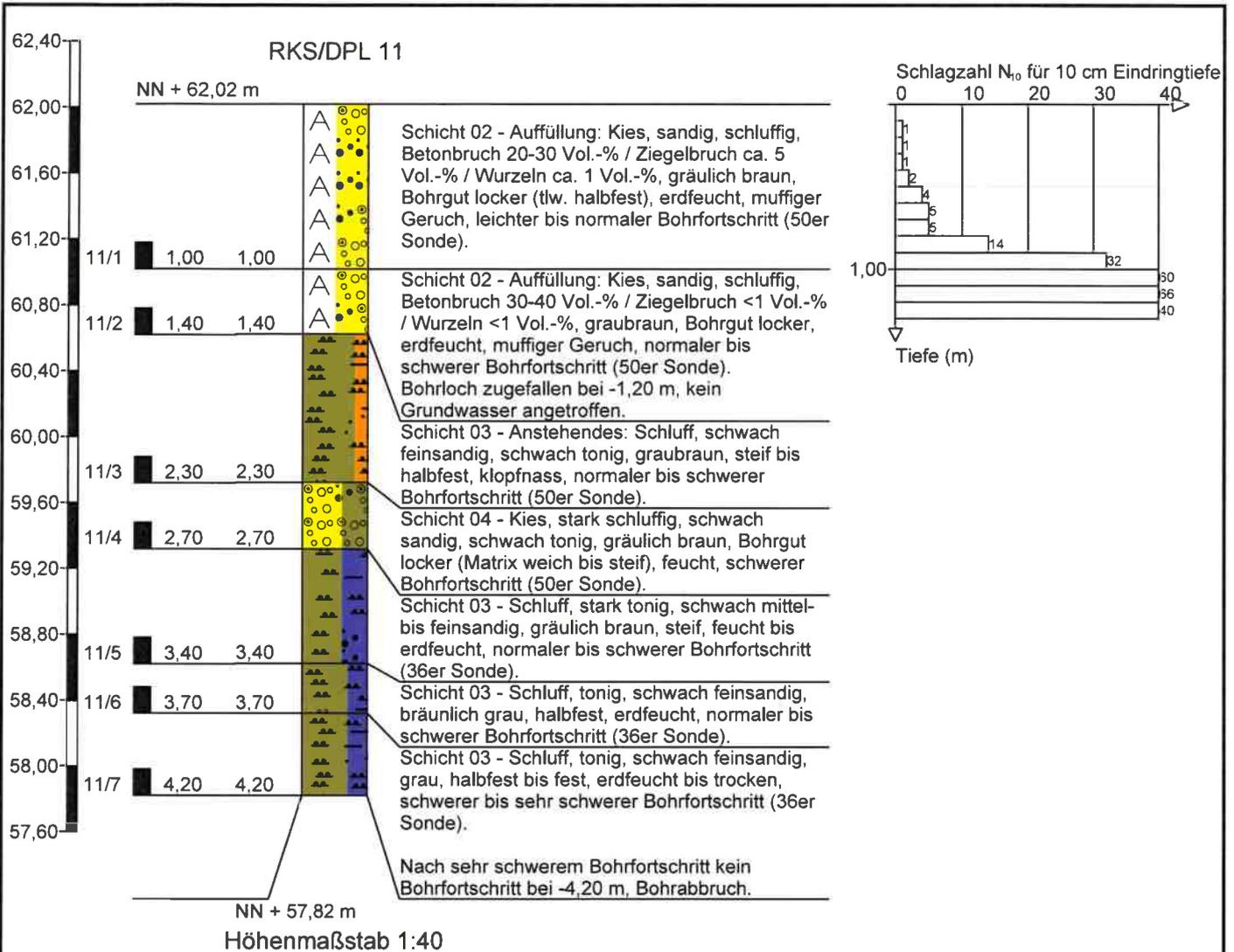


Althoff & Lang GmbH Baugrund- und Umweltberatung Hermann-Heinrich-Gossen-Straße 3 50858 Köln	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: 3	
		Projekt: 22-5191 Südstraße 41, 44625 Herne	
		Auftraggeber: Prologis Germany CCXLVIII	
		Bearb.: Sa	Datum: 10.08.2022

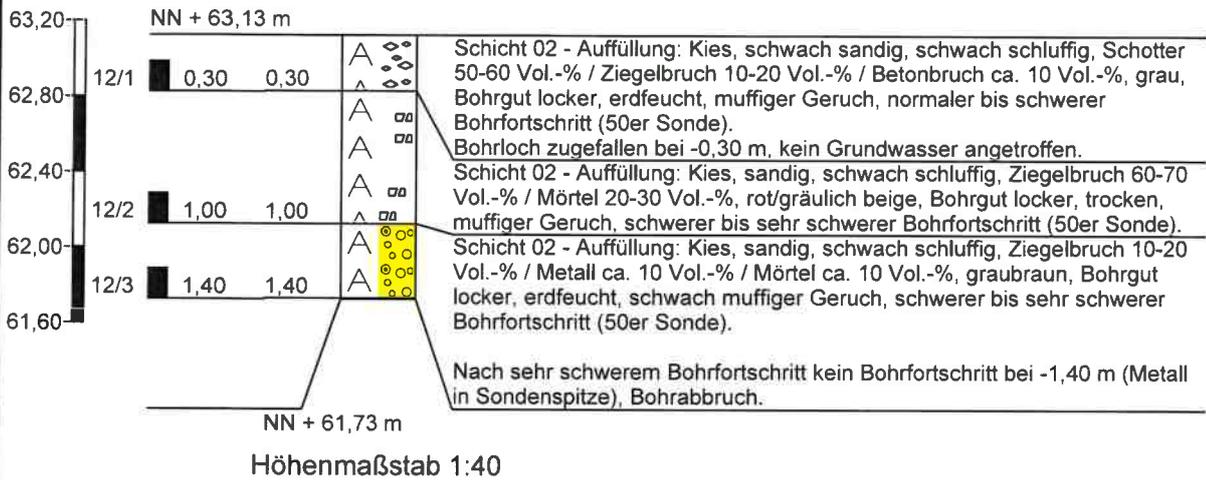


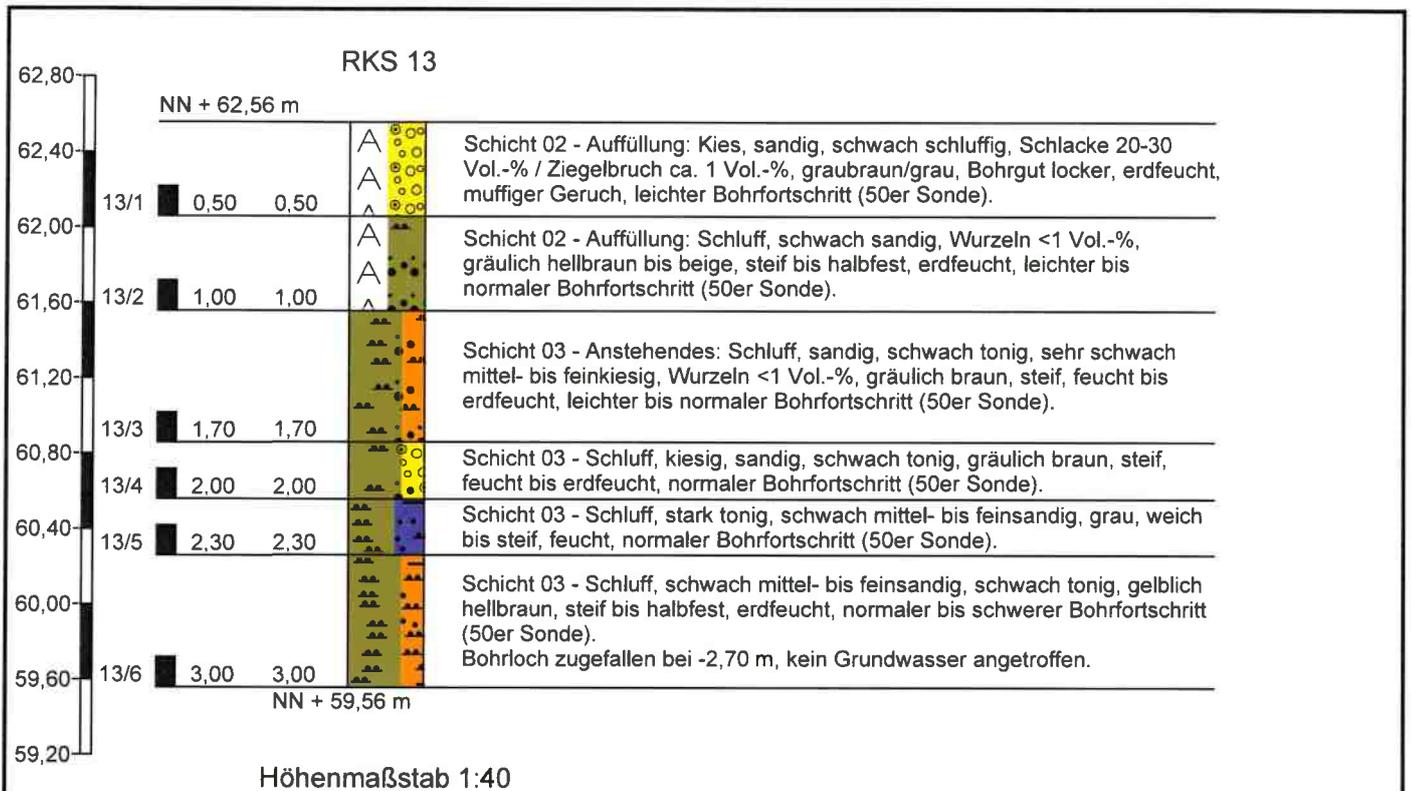


Althoff & Lang GmbH Baugrund- und Umweltberatung Hermann-Heinrich-Gossen-Straße 3 50858 Köln	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: 3	
		Projekt: 22-5191 Südstraße 41, 44625 Herne	
		Auftraggeber: Prologis Germany CCXLVIII	
		Bearb.: Sa	Datum: 04.08.2022

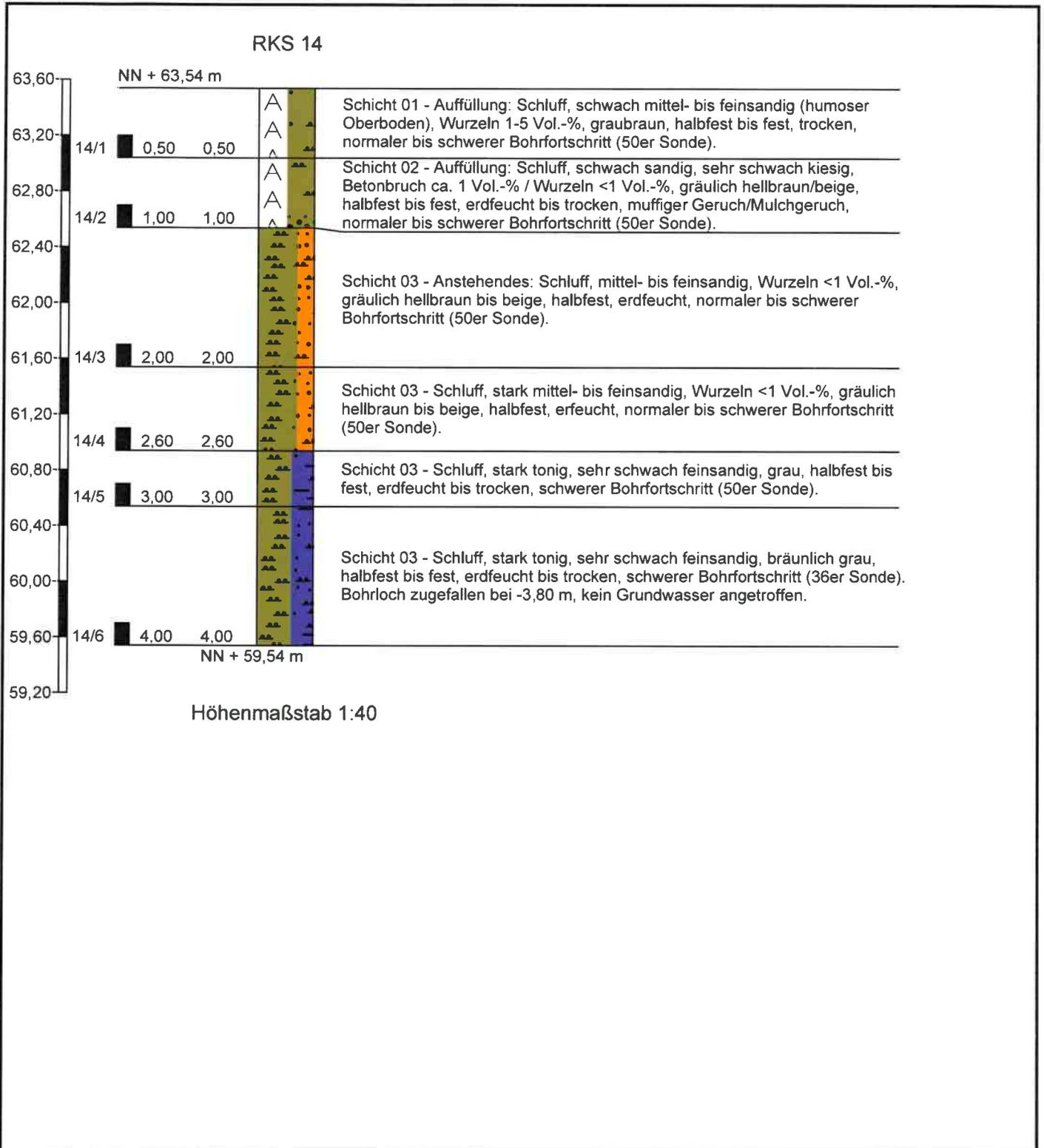


RKS 12

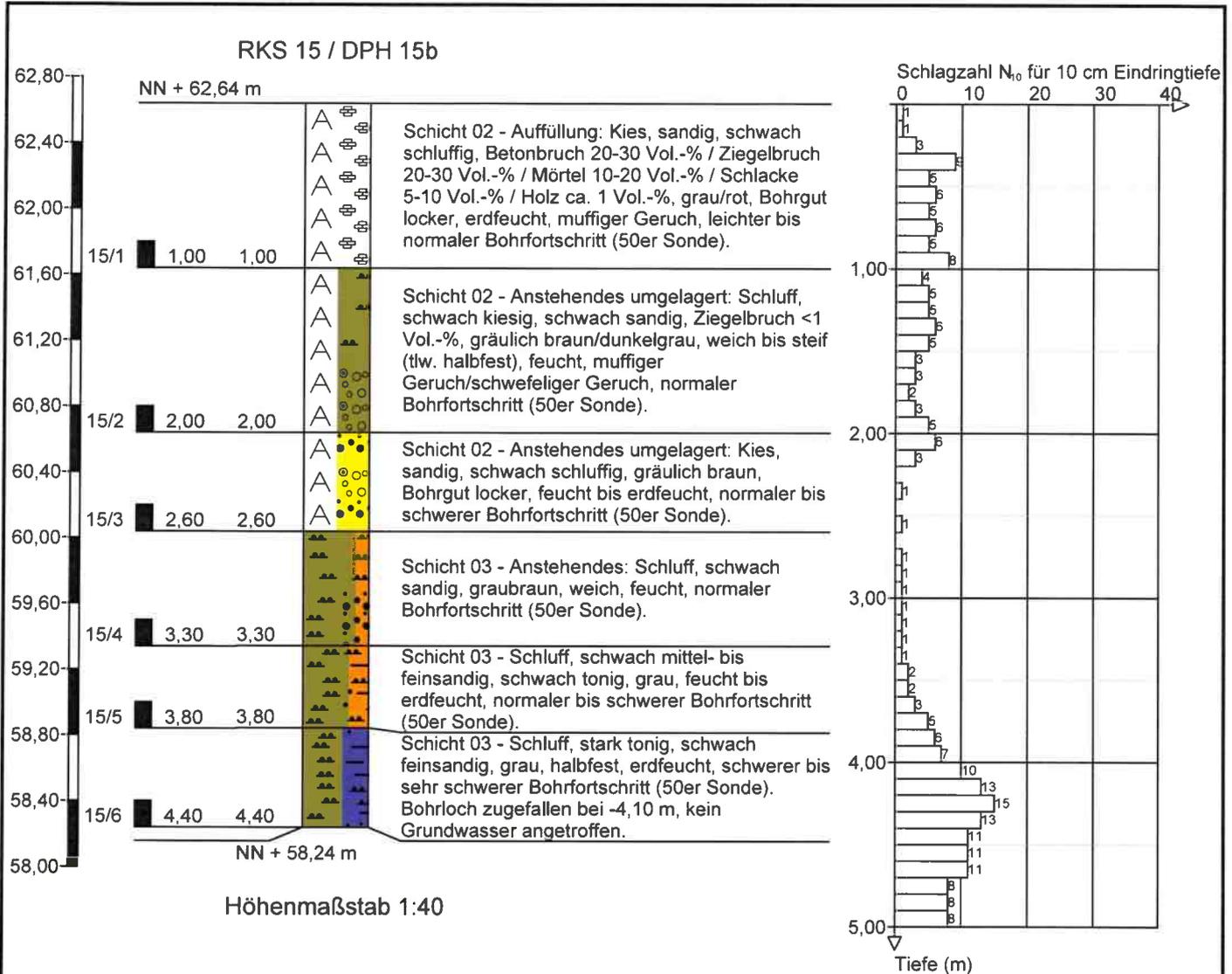




Althoff & Lang GmbH Baugrund- und Umweltberatung Hermann-Heinrich-Gossen-Straße 3 50858 Köln	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: 3	
		Projekt: 22-5191 Südstraße 41, 44625 Herne	
		Auftraggeber: Prologis Germany CCXLVIII	
		Bearb.: Sa	Datum: 04.08.2022

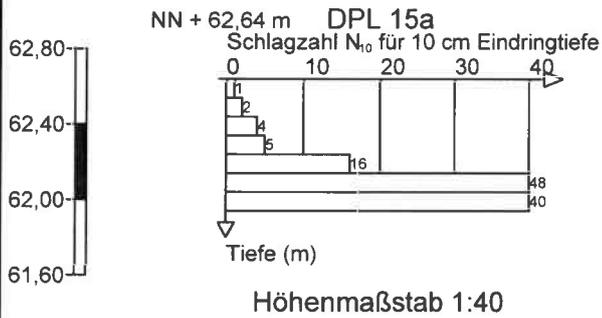


Althoff & Lang GmbH Baugrund- und Umweltberatung Hermann-Heinrich-Gossen-Straße 3 50858 Köln	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: 3	
		Projekt: 22-5191 Südstraße 41, 44625 Herne	
		Auftraggeber: Prologis Germany CCXLVIII	
		Bearb.: Sa	Datum: 04.08.2022





Althoff & Lang GmbH
Baugrund- und Umweltberatung



Althoff & Lang GmbH
Baugrund- und Umweltberatung
Hermann-Heinrich-Gossen-Straße 3
50858 Köln

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN 4023

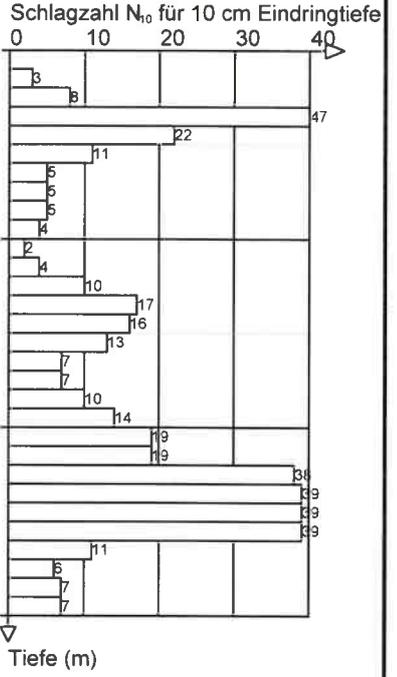
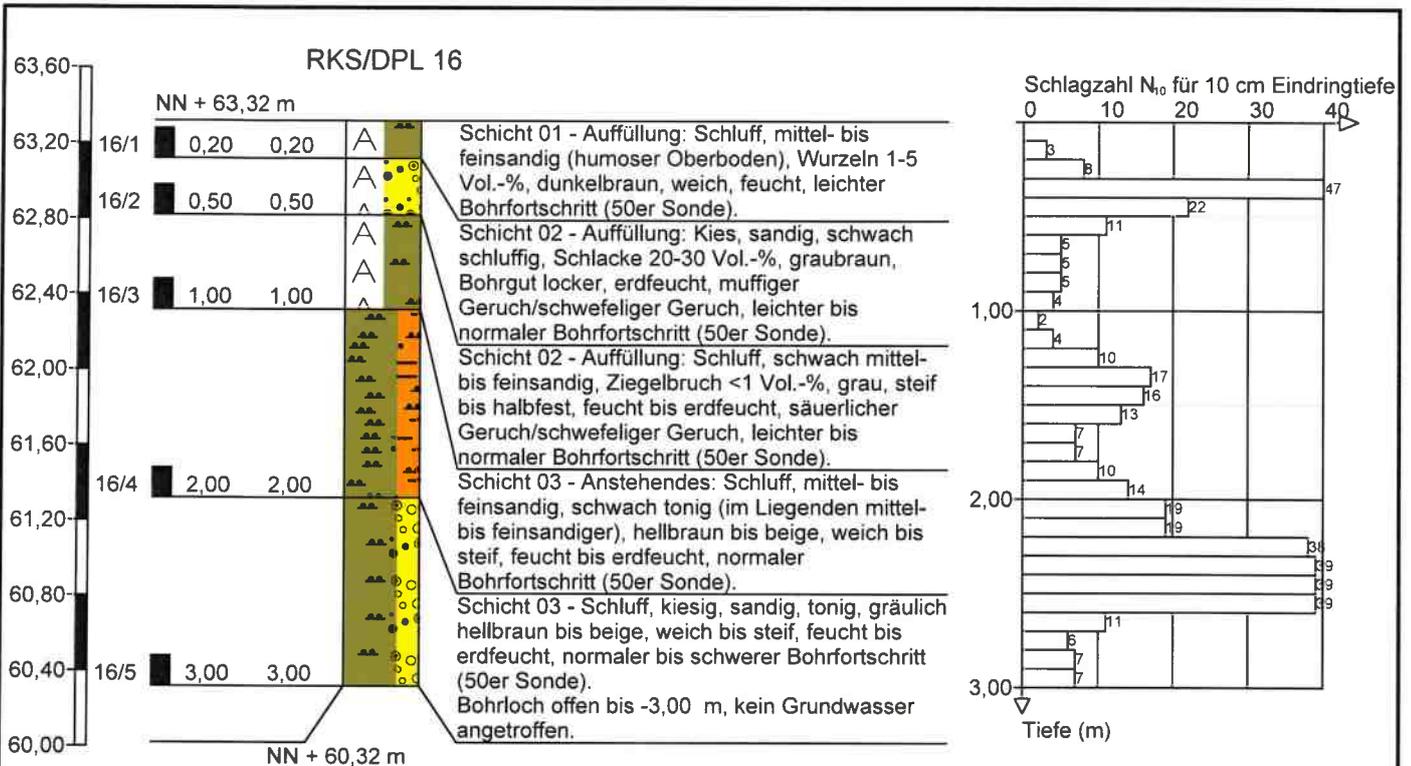
Anlage: 3

Projekt: 22-5191 Südstraße 41, 44625 Herne

Auftraggeber: Prologis Germany CCXLVIII

Bearb.: Sa

Datum: 05.08.2022



22-5191 Gutachten zur Gründung
sowie Versickerungsfähigkeit des Untergrundes
Südstraße 41, 44625 Herne
Neubau eines Logistikzentrums mit Büro- und Sozialbereichen



Anhang 4

Originaldaten des bodenmechanischen Labors

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

Körnungslinie

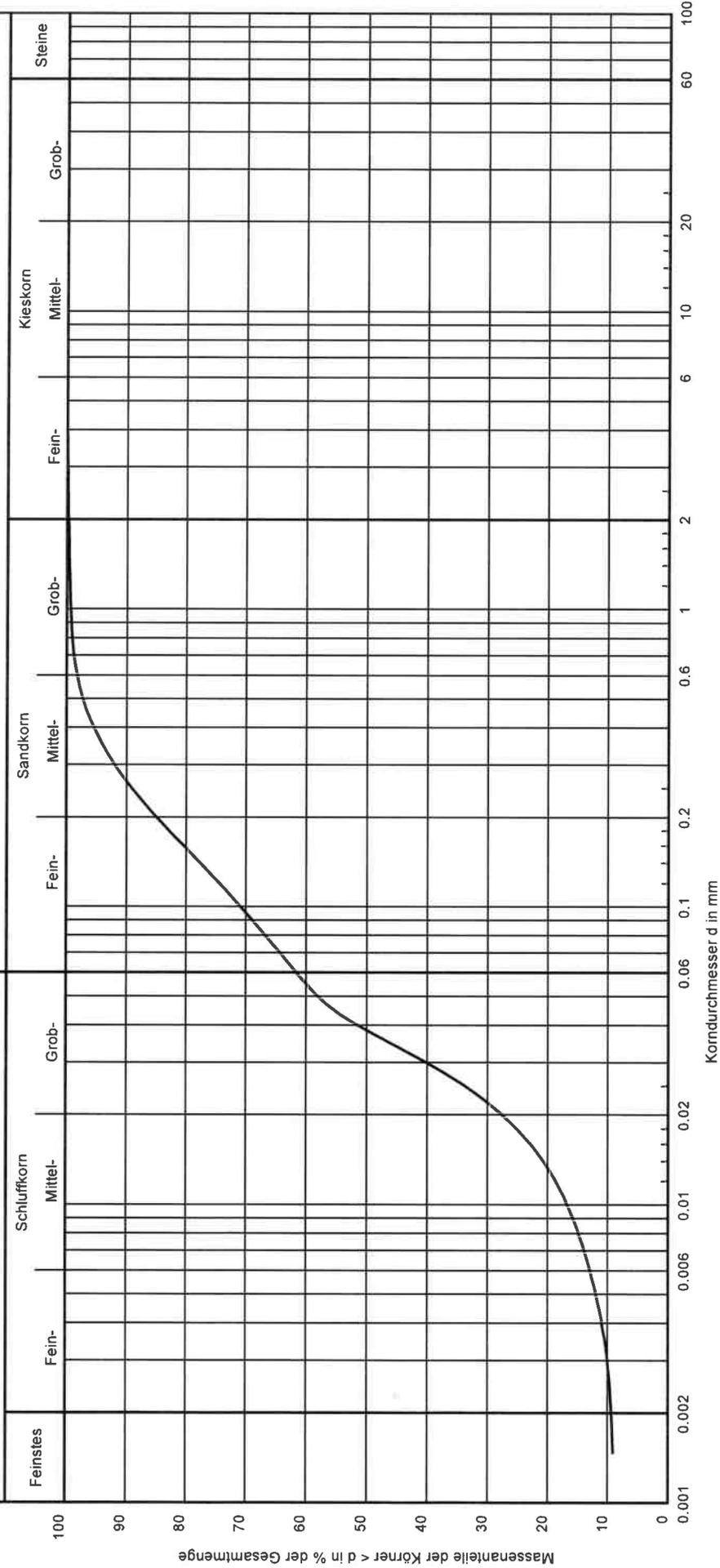
DIN EN ISO 17892-4

Prüfungsnummer: 22-5191
 Probe entnommen am: (AG)
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: A+L Datum: 16.08.2022

Schlammkorn

Siebkorn



Bezeichnung:	4/3	Bemerkungen:	
Bodenart:	U, s, t		Althoff & Lang GmbH
T/U/S/G [%]:	9.4/53.1/37.3/0.2		Hermann Heinrich-Gossen-Str. 3
U/Cc:	18.9/3.0		50858 Köln
Signatur:	_____		
		Report:	
		Attachment:	

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

Körnungslinie

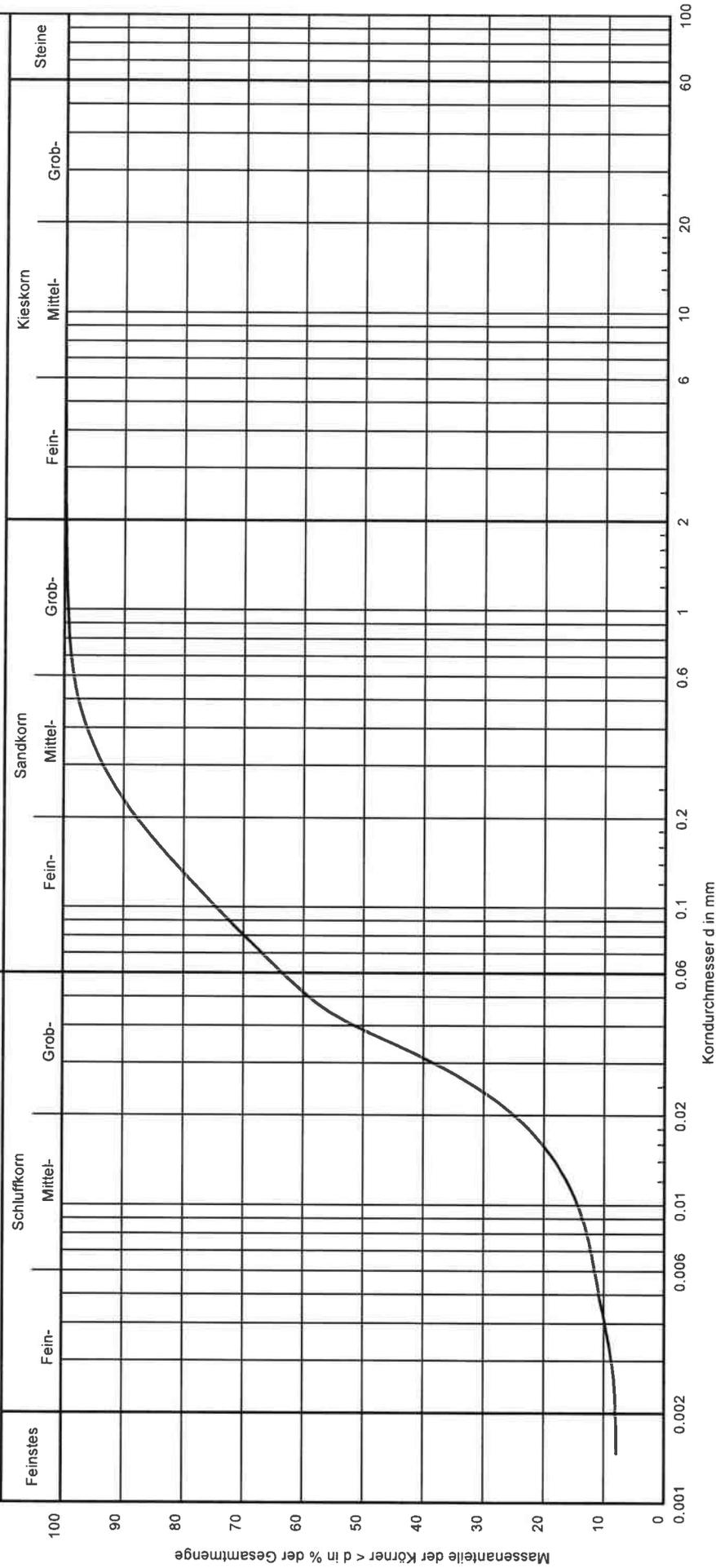
DIN EN ISO 17892-4

Prüfungsnummer: 22-5191
 Probe entnommen am: (AG)
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: A+L Datum: 16.08.2022

Schlammkorn

Siebkorn



Bezeichnung: 8/4
 Bodenart: U, s, t
 T/U/S/G [%]: 8.2/56.5/35.1/0.2
 U/Cc: 12.6/2.7
 Signatur: _____

Bemerkungen:
 Althoff & Lang GmbH
 Hermann Heinrich-Gossen-Str. 3
 50858 Köln

Bericht:
 Anlage:

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

Körnungsline

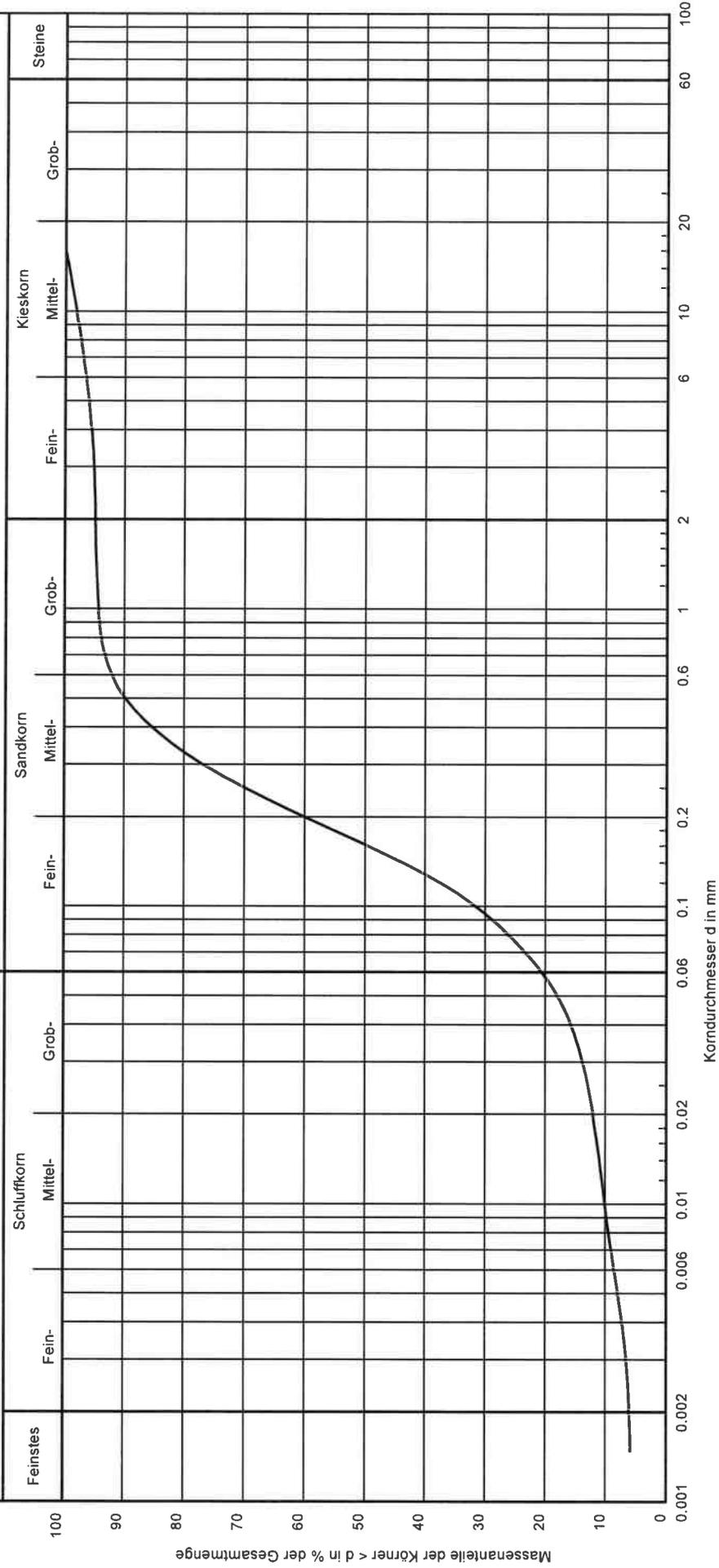
DIN EN ISO 17892-4

Prüfungsnummer: 22-5191
 Probe entnommen am: (AG)
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: A+L Datum: 16.08.2022

Schlammkorn

Siebkorn



Bezeichnung: 10/4
 Bodenart: S, u, l'
 T_U/S_G [%]: 6.2/15.4/73.5/5.0
 U/Cc: 21.0/4.7
 Signatur: _____

Bemerkungen:
 Althoff & Lang GmbH
 Hermann Heinrich-Gossen-Str. 3
 50858 Köln

Bericht:
 Anlage:

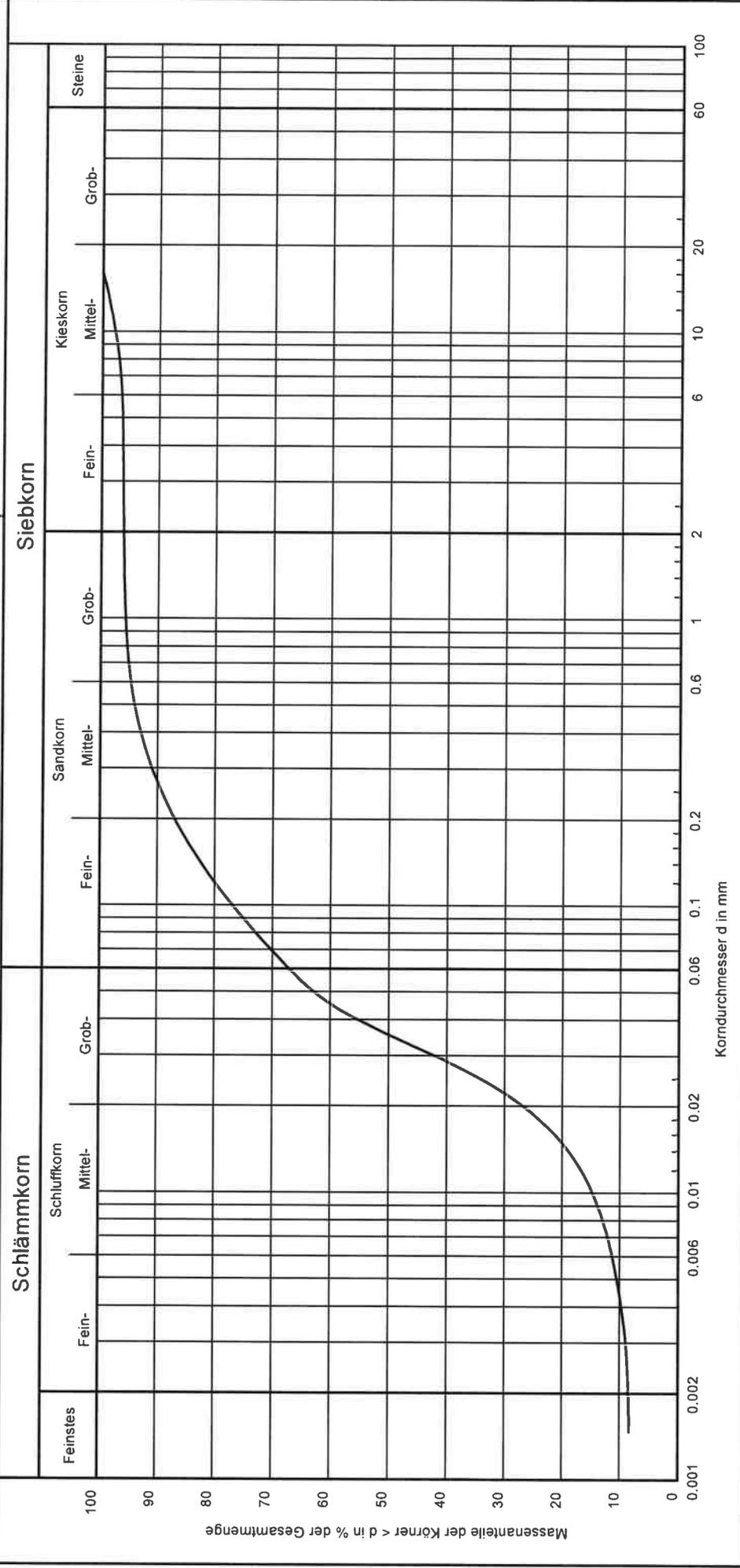
Geolab Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR
 Annastraße 31, 45130 Essen
 Tel.+ FAX 0201 / 24 86 487

Körnungslinie

DIN EN ISO 17892-4

Prüfungsnummer: 22-5191
 Probe entnommen am: (AG)
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: A+L Datum: 16.08.2022



Bezeichnung:	16,4	Bemerkungen:	
Bodenart:	U, s, t'	Althoff & Lang GmbH	
T/U/S/G [%]:	8.6/59.6/28.0/3.8	Hermann Heinrich-Gossen-Str. 3	
U/Cc:	10.5/2.5	50858 Köln	
Signatur:	_____		
		Anlage:	
		Bericht:	