

18-4034 Gutachterliche Stellungnahme zur Baugrundsituation
inkl. abfalltechnischer Deklaration
Straßenneubau und Neubau eines Entwässerungskanals
Weinberger Gärten, 53340 Meckenheim



Gutachterliche Stellungnahme zur Baugrundsituation inkl. abfalltechnischer Deklaration

**Straßenneubau und Neubau eines Entwässerungskanals
Weinberger Gärten, 53340 Meckenheim**

Auftraggeber: TerraD GmbH
Zur Pumpstation 1
42781 Haan

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

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

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

Erstellt im: April 2018

Projekt-Nr.: 18-4034

Exemplar: I

Inhalt:

1 Allgemeines	1
1.1 Auftrag, Aufgabenstellung und Vorgang	1
1.2 Gutachterliche Leistungen	2
1.3 Arbeitsgrundlagen	3
1.4 Beteiligte Personen und Firmen	6
2 Untersuchungsablauf	7
2.1 Untersuchungsbereich	7
2.2 Vorgehensweise	7
3 Ergebnisse der Gelände- und bodenmechanischen Untersuchungen	9
3.1 Untersuchungsfläche	9
3.2 Kernbohrungen, Rammkern- und Rammsondierungen, Proben	10
3.3 Bodenmechanische Kennwerte	15
3.4 Homogenbereiche (Erdarbeiten – Laden, Lösen)	17
3.5 Grundwasser und Wasserschutzgebiet	22
4 Bodenmechanische Bewertung der Untersuchungsergebnisse	23
4.1 Wasserhaltung	23
4.2 Bodenmechanik Straßenbau	23
4.2.1 Trag- und Frostschutzschicht sowie Erdplanum bestehende Zuwegungen	23
4.2.2 Bereiche Neubau Planstraßen	24
4.2.3 Zusammenfassung	25
4.3 Bodenmechanik Kanalbau	25
4.3.1 Wiederverwertbarkeit der erkundeten Böden	25
4.3.2 Rammbarkeit der erkundeten Böden	27
4.3.3 Rohrvortriebsarbeiten	27
4.3.4 Kanalsohle / Kanalaufleger	28
4.4 Versickerungsfähigkeit oberflächennaher Böden	29
4.5 Gründung eines Lärmschutzwalls	30
4.6 Allgemeine bodenmechanische Hinweise	30
5 Ergebnisse und Bewertung der chemischen Untersuchungen	32
5.1 Deklaration Oberflächenbefestigung	33

5.1.1	Asphalt.....	33
5.1.2	Gehwegpflaster (Beton)	33
5.2	Deklaration Bodenaushub.....	34
5.3	Zusammenfassung der abfalltechnischen Bewertung.....	39
5.4	Allgemeine Hinweise zur abfalltechnischen Bewertung	40
6	Schlussbemerkungen.....	42

Anhang:

Anhang 1:	Übersichtsskizze
Anhang 2:	Lage der Sondieransatzpunkte und Auffüllungsmächtigkeiten
Anhang 3:	Profile der Kernbohrungen und Rammkernsondierungen sowie Rammdiagramme
Anhang 4:	Originaldaten des bodenmechanischen Labors
Anhang 5:	Originaldaten des umweltanalytischen Labors

1 Allgemeines

1.1 Auftrag, Aufgabenstellung und Vorgang

Die Althoff & Lang GbR, Robert-Perthel-Straße 19 in 50739 Köln wurde von der TerraD GmbH, Zur Pumpstation 1, 42781 Haan mit der Baugrunderkundung des zu erschließenden Plangebietes zwischen der Bonner Straße, der Gudenauer Allee der Straße „Auf dem Stephansberg“ in 53340 Meckenheim beauftragt. Ebenfalls wurden die Prüfung der Versickerungsfähigkeit und die abfalltechnische Deklaration der Bodenmassen beauftragt.

Geplant ist die Errichtung von Planstraßen im Neubaugebiet sowie die Sanierung bzw. der Ausbau des Rad-/Feldweges im Osten des Untersuchungsgebietes. Zusätzlich zum Straßenneu- und -umbau ist der Neubau eines Entwässerungskanals für das Erschließungsgebiet vorgesehen.

Ebenfalls ist der Rückbau des an der süd-östlichen Grenze des Gebietes verlaufenden asphaltierten Feldweges inkl. des ungebundenen Oberbaus geplant.

Ziel der Baugrunderkundung ist die Ermittlung der auf dem Erschließungsgebiet anstehenden Böden als Grundlage für bodenmechanische Bemessungen für den Kanal- und Straßenbau. Die Böden werden bodenmechanisch charakterisiert und es werden Empfehlungen zum Bauablauf ausgesprochen sowie bodenmechanische Kennwerte für das Kanal- und Straßenplanum ermittelt. Des Weiteren wurde die Möglichkeit einer Versickerung in oberflächennahen Böden geprüft.

Gemäß vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Kartenwerken kommen im Untersuchungsgebiet zwei große Bereiche aufgefüllter Böden vor. Ziel der Untersuchungen war, diese Auffüllungsbereiche zu verifizieren bzw. einzugrenzen.

Die abfalltechnische Einordnung und Deklaration der bei den Ausschachtarbeiten potentiell anfallenden Bodenmassen erfolgt gemäß den Richtlinien der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) und der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV). Die Deklaration dient der Planung fachgerechter Verwertungs- bzw. Beseitigungswege sowie der Kostenkalkulation.

Die Ergebnisse der umwelthygienischen Untersuchung der Asphaltdecke auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) werden hinsichtlich einer Wiederverwertung bzw. Entsorgung des Materials diskutiert.

Des Weiteren werden die Ergebnisse der umweltchemischen Analytik bezüglich der bei Gründungsarbeiten potentiell anfallenden Bodenmassen im Hinblick auf die Wiederverwertung bzw. Entsorgung bewertet.

1.2 Gutachterliche Leistungen

- 1) Aufschlüsse der Oberflächenbefestigung durch das Niederbringen von Kernbohrungen (KB Ø 100 mm, 9 Stück)
- 2) Rammkernsondierungen bis in eine maximale Endteufe von maximal -5,00 m unter aktueller Geländeoberkante - im Folgenden „u. GOK“ (RKS Ø 50 mm, 35 Stück)
- 3) Schwere Rammsondierungen gemäß DIN 4094 bis in eine maximale Endteufe von -4,00 m u. GOK (DPH, 18 Stück)
- 4) Leichte Rammsondierungen gemäß DIN 4094 bis in eine maximale Endteufe von -3,00 m u. GOK (DPL, 1 Stück)
- 5) Einmaß der Sondieransatzpunkte nach Lage und Höhe sowie Eintrag in einen Lageplan (54 Stück)
- 6) Erfassung des Untergrundes durch Bodenansprache gemäß DIN 4023 und EN ISO 14688
- 7) Entnahme gestörter Bodenproben und Lagerung, sofern diese nicht zu analytischen Zwecken genutzt werden
- 8) Bodenmechanische und umwelthygienische Untersuchungen:
 - a. Korngrößenanalyse nach DIN EN ISO 17892-4 anhand von Bodenproben (5 Stück)
 - b. Kompressionsversuch nach DIN EN 17892-5 anhand von Bodenproben (3 Stück)
 - c. Bestimmung der hydraulischen Leitfähigkeit nach DIN 18130 anhand von Bodenproben (2 Stück)
 - d. PAK-Analytik der Asphaltproben gemäß U.S.-EPA (3 Stück)
 - e. Laboruntersuchung gemäß LAGA Tab. II. 1.2-4/5 (Boden 2004) der aushubrelevanten Bodenbereiche (6 Stück)

- f. Ergänzende Laboruntersuchung gemäß DepV (2 Stück)
- 9) Darstellung der Ergebnisse aus der Geländeerfassung
 - 10) Ermittlung und Darstellung bodenmechanischer Parameter/Kennwerte
 - 11) Ermittlung und Darstellung umwelthygienischer Parameter sowie abfalltechnischer Deklaration
 - 12) Zusammenfassung der Ergebnisse

1.3 Arbeitsgrundlagen

Den Verfassern wurden seitens des Auftraggebers mehrere Lagepläne des Untersuchungsbereichs inklusive der geplanten Baumaßnahmen sowie der vermuteten Auffüllungsbereiche zur Verfügung gestellt.

Auf Basis der einschlägigen DIN-Normen, Verordnungen und Arbeitsanweisungen sowie geowissenschaftlichen Informationsquellen (jeweils aufgeführt) werden die für das Bauvorhaben notwendigen Grundlagendaten ermittelt und fachlich bewertet

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Hinweise zur Anwendung der Abfallverzeichnis-Verordnung vom 09. August 2005 (BANz. 148a)
- [2] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 4023 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen, Stand 2006
- [3] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01), Ausgabe 2001, Fassung 2005
- [4] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln, Mitteilung 20 (M 20), Stand 1997
- [5] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung - 1.2 Bodenmaterial, Stand 2004

- [6] 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
- [7] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV): Abfallrechtliche Zuordnung von teerhaltigem Straßenaufbruch, Oktober 2007
- [8] Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung AVV) vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S.3379), zuletzt geändert 17.07.2017 (BGBl. I S. 2644)
- [9] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S.900), zuletzt geändert 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465)
- [10] Verordnung zur Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung NachwV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S.900), zuletzt geändert 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)
- [11] 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. Juli 2017 (BGBl. I S. 2.808)
- [12] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012 (RStO 12)
- [13] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004, Fassung 2007 (ZTV SoB-StB 04)
- [14] 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
- [15] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN EN ISO 22476-2_Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 2: Rammsondierungen, Stand 2012-03

- [16] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18300 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten
- [17] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18301 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Bohrarbeiten
- [18] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18309 VOB Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Einpressarbeiten
- [19] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18312 VOB Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Untertagebauarbeiten
- [20] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 18196 Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, Stand 2011-05
- [21] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 1054 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Stand 2010-12
- [22] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 1055-2 Einwirkung auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngößen, Stand 2010-11
- [23] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 4017 Baugrund - Berechnung des Grundbruchwiderstandes von Flachgründungen, Stand 2006-03
- [24] Deutsches Institut für Normung (DIN): DIN 4124 - Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten, Stand 2012-01
- [25] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 1994, Fassung 1997 (ZTVE-StB)

Auf die genannten Quellen wird im Folgenden anhand der entsprechenden Zahl in eckiger Klammer (z. B. [4]) verwiesen.

1.4 Beteiligte Personen und Firmen

- TerraD GmbH, Zur Pumpstation 1, 42781 Haan (Auftraggeber)
- Herr Felsmann, ISR – Innovative Stadt- und Raumplanung GmbH, Zur Pumpstation 1, 42781 Haan (Planung)
- Herr Bouman, Leinfelder Ingenieure GmbH, Zur Pumpstation 1, 42781 Haan (Planung)
- Herr Radtke, Herr Lang, Herr Brück, Althoff & Lang GbR, Robert-Perthel-Straße 19, 50739 Köln (Verfasser)

2 Untersuchungsablauf

2.1 Untersuchungsbereich

Der vom Auftraggeber vorgegebene Untersuchungsbereich umfasst die Planstraßen und den geplanten Kanalgraben des Erschließungsgebietes inklusive Lärmschutzwall südlich der Bonner Straße bzw. der Gudenauer Allee in 53340 Meckenheim (Anhang 1). Gleichzeitig gehören die angrenzenden Feld- sowie Geh-/Radwege im östlichen Bereich der Fläche zum Untersuchungsgebiet (Anhang 2).

2.2 Vorgehensweise

In Absprache mit dem Auftraggeber und den planenden Beteiligten wurden insgesamt 35 Sondieransatzpunkte im Untersuchungsbereich festgelegt. Dabei wurden folgende Auswahlkriterien berücksichtigt:

- a) Rücksichtnahme auf die bestehende Leitungssituation
- b) Beprobung der bestehenden Fahrbahnen im Bereich etwaiger Umbau sowie Rückbaumaßnahmen
- c) Beprobung aufgrund einer möglichen örtlichen Versickerung von Niederschlagswässern
- d) Sondierungen im Bereich der Planstraßen, gleichzeitige Tieferführung der Sondierungen für den geplanten Kanalneubau
- e) Sondierungen zur Eingrenzung der vorliegenden Auffüllungsbereiche innerhalb des Erschließungsgebietes
- f) Mindestanzahl von zwei Sondierungen je Flurstück bzw. Eigentümer
- g) Gleichmäßige Verteilung im Untersuchungsbereich unter Maßgabe von a), b), c), d) und e).

An ausgewählten Punkten wurden zusätzlich Rammsondierungen niedergebracht. Die Lage der Sondieransatzpunkte kann dem Anhang 2 entnommen werden.

Alle mittels Kernbohrung entnommenen Asphaltproben im Bereich bestehender Verkehrswege wurden erst mittels PAK-Schnelltest (Lackansprühverfahren) geprüft. Repräsentativ ausgewählte Asphaltkerne der Rammkernsondierungen wurden anschließend mittels Laboranalyse hinsichtlich ihres PAK-Gehalts untersucht.

Eine separate Analyse der Oberflächenbefestigung aus Beton (Betonpflastersteine im Bereich von BAP 22) wurde nicht durchgeführt.

Zur abfalltechnischen Deklaration der bei der geplanten Baumaßnahme anfallenden Bodenmassen wurden ausgewählte Einzelproben der Sondierungen unter Berücksichtigung der räumlichen Verteilung zu materialspezifischen Mischproben zusammengestellt und gemäß den Vorgaben der LAGA TR 2004, Tab. II. 1.2-4/5 (Boden) und ergänzend gemäß DepV labortechnisch untersucht.

Mit den umwelthygienischen Laboruntersuchungen 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 beigelegt.

Die Ergebnisse der Analysen ermöglichen eine eindeutige abfallrechtliche Deklaration aller anfallenden Abfälle gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) bzw. Abfallverzeichnisverordnung.

Die bodenmechanische Bewertung des Baugrundes erfolgte auf Basis der Zusammensetzung des Bohrguts, der Ergebnisse der Rammsondierungen und der Ergebnisse der Untersuchung charakteristischer Einzelproben im bodenmechanischen Labor. Zur detaillierten Bestimmung der bodenmechanischen Eigenschaften wurden ausgewählte Proben der GeoLab Dipl.-Ing. M. Hüdel + T. Meyer GbR, Annastraße 31, 45130 Essen sowie dem Erdbaulabor Dr. Hennig, Sonntagstraße 7 in 53560 Vettelschoß übergeben. An den Proben 3/3, 6/5, 12/4, 20/1 sowie 22/1 wurden Körnungsanalysen nach DIN EN ISO 17892-4 durchgeführt. Zusätzlich wurde der k_r -Wert anhand des Materials zweier Proben (27/3 und 30/4) nach DIN 18130 analytisch bestimmt. An den Proben 2/4, 4/2 und 7/4 wurde jeweils der Steifemodul nach DIN EN ISO 17892-5 bestimmt.

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

3 Ergebnisse der Gelände- und bodenmechanischen Untersuchungen

3.1 Untersuchungsfläche

Der vom Auftraggeber vorgegebene Untersuchungsbereich liegt im Norden des Stadtzentrums der Stadt Meckenheim. Er umfasst die Planstraßen und die geplanten Kanäle des Erschließungsgebietes zwischen Bonner Straße, Gudenauer Allee und der Straße „Auf dem Stephansberg“. Außerdem gehören die östlich angrenzenden bestehenden Rad-/Gehwege sowie der südliche Feldweg zum Untersuchungsgebiet (Anhang 1 und 2).

Die Untersuchungsfläche wird zurzeit überwiegend zu landwirtschaftlichen Zwecken genutzt. Im Osten angrenzend befindet sich ein Spielplatz. Die aktuelle Geländeoberkante des Untersuchungsgebietes fällt von Südosten nach Nordwesten ab. Die von uns angesetzten Sondieransatzpunkte weisen maximale Höhenunterschiede von 9 m (max. 182,46 / min. 173,45 m ü. NHN) auf. Grundlage dieser Angabe sind der vorliegende Vermesserplan sowie ein von uns durchgeführtes Roheinmaß der Sondieransatzpunkte, welches sich auf die Höhen dreier Kanaldeckel (Bonner Straße, Auf dem Stephansberg, östlicher Geh-/Radweg) bezieht. Die Korrektheit der Plangrundlage und der daraus abgeleiteten Höhen ist seitens der Planung zu prüfen.

Im Osten des Gebietes kommen devonische Tone und Sande vor, welche nach Westen hin von holozänen Sedimenten (Sande sowie Hochflutablagerungen) überlagert werden. Teilweise liegen im Westen des Gebietes in Tiefen ab -2,5 m ebenfalls Terrassensedimente vor. Oberflächennah liegt das aufgefüllte bzw. umgelagerte Material des humosen Oberbodens. Im zentralen Bereich kommen Auffüllungen bis zu 3,0 m Tiefe vor. Die Auffüllung ist gemäß Bohrgutansprache unauffällig und besteht hauptsächlich aus umgelagerten Böden, dies macht eine Abgrenzung zu den natürlich gewachsenen anstehenden Böden schwierig. Die Lage der vermuteten Auffüllungsbereiche sowie die Lage der vorgefundenen, erkundeten Auffüllung inkl. deren Mächtigkeit ist in Anhang 3 schematisch dargestellt. Auffüllungen, welche mächtiger als 2 m ausfallen, sind in zwei Bereichen in der Mitte des Untersuchungsgebietes angetroffen worden (ähnlich der vorgelegten Kartenwerke der vermuteten Auffüllungen). Zusätzlich findet sich eine kleine Fläche im Westen des Untersuchungsgebietes mit Auffüllungsmächtigkeiten bis zu 2 m (RKS 02). Im Osten des Untersuchungsgebiets wurde bei RKS 19 bis 22 eine tiefreichende Auffüllung erkundet, die sich im Bereich bestehender Kanaltrassen befindet. Die Ergebnisse und

Bewertung der chemischen Untersuchungen der Auffüllungen sowie der anstehenden Böden finden sich in Kapitel 5, die entsprechenden Prüfberichte des umwelt-hygienischen Labors in Anhang 5.

3.2 Kernbohrungen, Rammkern- und Rammsondierungen, Proben

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt 35 Rammkernsondierungen (RKS 01 bis 35) niedergebracht und 19 Rammsondierungen abgeteuft (DPH 01, 03, 04, 05, 08, 09, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24 und 31, sowie DPL 27). In Bereichen mit einer Oberflächenbefestigung wurde diese vorab mittels Kernbohrungen aufgeschlossen.

Die Mächtigkeiten der Oberflächenbefestigungen sind der nachfolgenden Tabelle 1 oder Anhang 3 zu entnehmen.

Tabelle 1: Mächtigkeiten Oberflächenbefestigung

Ansatzpunkt	Lage	Mächtigkeit Asphalt [m]	Mächtigkeit Betonpflaster [m]
RKS 19	Geh-/Radweg	0,11	
DPH 19	Geh-/Radweg	0,09	
RKS 20	Geh-/Radweg	0,08	
RKS 22	Geh-/Radweg		0,10
DPH 22	Geh-/Radweg		0,10
RKS 23	Feldweg	0,12	
RKS 24	Feldweg	0,12	
DPH 24	Feldweg	0,12	
RKS 25	Feldweg	0,16	

Die Schichtenaufnahmen aus den durchgeführten Rammkernsondierungen sind in Anhang 3 gemäß DIN 4023 dokumentiert. Die Lage der Sondierungen ist Anhang 2 zu entnehmen. In den nachfolgenden Tabellen 2 und 3 ist der bis zur gegebenen Endtiefe der Rammkernsondierungen angetroffene Schichtaufbau zusammengefasst:

Tabelle 2: Schichtaufbau

Schicht	ca. Tiefe u. GOK [m]	Einzelproben	Zusammensetzung (Bohrgutansprache)	Lage/ Funktion/ Niveau
-	0,00 bis -0,08; -0,16	A19, RA19, A20, A23, A24, RA24, A25	Asphalt, schwarz, hart, trocken.	bestehende Oberflächen- befestigung
-	0,00 bis -0,10	B22, RB22	Betonpflasterstein, grau, hart, trocken.	bestehende Oberflächen- befestigung
01*	-0,08; -0,16 bis -0,50; -0,80	19/1, 20/1, 22/1, 23/1, 24/1, 25/1	Auffüllung (bestehende Trag-/ Frostschuttschicht): Sand und Kies, vereinzelt schwach schluffig, vereinzelt Fremdbestandteile (Wurzeln, Schlacke, Ziegelbruch, insgesamt < 10 Vol.%), braun, tlw. gräulich braun, rollig, feucht.	bestehende Trag-/ Frostschutz- schichtniveau/ Erdplanums- niveau
01	0,00 bis -0,20; -1,00	1/1, 2/1, 3/1, 4/1, 5/1, 6/1, 7/1, 8/1, 10/1, 11/1, 12/1, 13/1, 14/1, 15/1, 16/1, 17/1, 18/1, 21/1, 26/1, 27/1, 28/1, 29/1, 30/1, 31/1, 32/1, 33/1, 34/1, 35/1	Auffüllung (humoser Oberboden): sandiger, tlw. kiesiger Schluff sowie schluffiger, tlw. kiesiger Sand, Fremdbestandteile (Wurzeln, z.T. Ziegelbruch, insgesamt < 10 Vol.%), braun bis dunkelbraun, bindig (weich bis steif) oder rollig, erdfeucht bis feucht.	Oberer Boden der noch nicht erschlossenen Grünflächen/ Niveau der zukünftigen Trag- / Frostschutz- schicht/ tlw. Erdplanum im Bereich der Planstraßen und Lärmschutzwall
02	0,00; -1,00 bis -0,90; -3,00	2/2, 2/3, 6/2, 8/2, 9/1, 14/2, 14/3, 15/2, 16/2, 21/2, 22/2, 22/3, 22/4	Auffüllung: kiesiger Sand bis tlw. sandiger Kies, schwach schluffig, vereinzelt schwach tonig, tlw. Fremdbestandteile (Ziegelbruch, Fliesenbruch, Kohle, insgesamt < 10 Vol.%), braun, tlw. hellbraun, tlw. dunkelbraun, rollig, feucht bis erdfeucht.	Niveau des zukünftigen Erdplanums der Planstraßen und Lärmschutzwall/ tlw. Niveau Kanalgraben
03	-0,20; -1,80 bis -0,70; -3,00	7/2, 7/3, 7/4, 10/2, 12/2, 17/2, 18/2, 19/2, 19/3, 19/4, 20/2, 20/3, 21/3, 23/2, 23/3, 23/4, 24/2, 25/2, 26/2, 27/2, 28/2, 29/2, 30/2, 30/3, 31/2, 32/2, 33/2, 34/2, 34/3, 35/2, 35/3, 35/4	Auffüllung: Schluff, schwach sandig, tlw. schwach kiesig, vereinzelt schwach tonig, tlw. Ton, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig, tlw. Fremdbe- standteile (Ziegelbruch, Kohle, Wurzeln, Schlacke, Textilfasern, insgesamt < 10 Vol.%), braun bis hellbraun tlw. rötlich braun oder gräulich braun bis grau, bindig, erdfeucht bis feucht.	Niveau des zukünftigen Erdplanums der Planstraßen und Lärmschutzwall/ Niveau Kanalgraben

Fortsetzung Tabelle 2: Schichtaufbau

Schicht	ca. Tiefe u. GOK [m]	Einzelproben	Zusammensetzung (Bohrgutansprache)	Lage/ Funktion/ Niveau
04	-0,30; -1,90 bis -1,10; -2,90	1/2, 3/2, 4/2, 5/2, 8/3, 26/3, 26/4, 33/3, 34/4, 34/5	Anstehend (holozäner Hochflut- lehm): Schluff, schwach bis stark sandig, schwach kiesig, tlw. schwach tonig, braun, tlw. hellbraun, tlw. rötlich braun, tlw. grau, bindig, erdfeucht bis feucht.	Niveau des zukünftigen Erdplanums Planstraßen/ tlw. Niveau Kanalgrabens
05	-1,10; -3,00 bis -2,60; -3,50	3/3, 4/3, 5/3, 5/4, 5/5, 5/6, 6/3, 6/4, 7/5, 8/4, 9/2, 9/3, 10/3, 10/4, 26/5, 27/3, 27/4, 27/5, 32/3, 32/4, 33/4, 34/6, 35/5	Anstehend (holozäne fluviatile Sande): Sand, tlw. schwach bis stark schluffig, tlw. schwach fein- kiesig, vereinzelt Kies, sandig, hellbraun bis braun, vereinzelt rötlich oder gräulich braun, rollig, erdfeucht bis feucht.	Niveau des geplanten Kanalgrabens
06	-2,50; -3,50 bis -3,00; -4,50	3/4, 6/5, 7/6	Anstehend (Kies-Sande der Hauptterrasse): Kiese und Sande, tlw. schwach schluffig, braun bis hellbraun, tlw. rotbraun bis schwarz, rollig, erdfeucht bis feucht.	unterhalb des Niveaus des geplanten Kanalgrabens / tlw. Niveau des geplanten Kanalgrabens
07	-0,60; -4,50 bis -2,20; -5,00	1/3, 1/4, 2/4, 7/7, 10/5, 11/2, 11/3, 11/4, 12/3, 12/4, 13/2, 13/3, 13/4, 14/4, 15/3, 15/4, 16/3, 16/4, 17/3, 18/3, 18/4, 19/5, 20/4, 21/4, 21/5, 23/5, 23/6, 23/7, 23/8, 24/3, 24/4, 24/5, 25/3, 25/4, 28/3, 28/4, 29/3, 29/4, 29/5, 30/4, 30/5, 31/3, 31/4, 31/5, 32/5	Anstehend (verwittertes Devon): Schluff und Ton, sandig tlw. kiesig sowie Kies und Sand, tonig, schluffig, (entfestigter Ton- und Schluffstein, tlw. entfestigter Sandstein), hellbraun bis braun, graubraun, hellgrau bis grau, tlw. rot, tlw. beige, bindig, tlw. rollig, erdfeucht bis feucht.	Niveau des geplanten Kanalgrabens/ tlw. Niveau des zukünftigen Erdplanums der Planstraßen

Tabelle 3: Ergänzende Kenndaten zum Schichtaufbau

Schicht	ca. Tiefe u. GOK [m]	Proben Bodenmechanik	Proben chemische Analytik	Bodengruppen und Bodenklassen
Asphalt	0,00 bis -0,08; -0,12	-	A20, A23, A25	-
Pflaster	0,00 bis -0,10	-	-	-
01*	-0,08; -0,16 bis -0,50; -0,80	20/1, 22/1	MP 01 (19/1, 20/1, 22/1, 23/1, 24/1, 25/1)	siehe Tabelle 4
01	-0,00 bis -0,20; -1,00	-	MP 02 (1/1, 2/1, 3/1, 4/1, 5/1, 6/1, 7/1, 8/1, 10/1, 11/1, 12/1, 13/1, 14/1, 15/1, 16/1, 17/1, 18/1, 21/1, 26/1, 27/1, 28/1, 29/1, 30/1, 31/1, 32/1, 33/1, 34/1, 35/1)	siehe Tabelle 4
02	0,00; -1,00 bis -0,90; -3,00	-	MP03 (2/2, 2/3, 6/2, 7/2, 7/3, 7/4, 8/2, 9/1, 10/2, 12/2, 14/2, 14/3, 15/2, 16/2, 17/2, 18/2, 19/2, 19/3, 19/4, 20/2, 20/3, 21/2, 21/3, 22/2, 22/3, 22/4, 23/2, 23/3, 23/4, 24/2, 25/2, 26/2, 27/2, 28/2, 29/2, 30/2, 30/3, 31/2, 32/2, 33/2, 34/2, 34/3, 35/2, 35/3, 35/4)	siehe Tabelle 4
03	-0,20; -1,80 bis -0,70; -3,00	7/4		siehe Tabelle 4
04	-0,30; -1,90 bis -1,10; -2,90	4/2	MP 05 (1/2, 3/2, 4/2, 5/2, 8/3, 26/3, 26/4, 33/3, 34/4, 34/5)	siehe Tabelle 4
05	-1,10; -3,00 bis -2,60; -3,50	3/3, 27/3	MP 04 (3/3, 3/4, 4/3, 5/3, 4/4, 5/5, 5/6, 6/3, 6/4, 6/5, 7/5, 7/6, 8/3, 8/4, 9/2, 9/3, 10/3, 10/4, 26/5, 27/3, 27/4, 27/5, 32/3, 32/4, 33/4, 34/6, 35/5)	siehe Tabelle 4
06	-2,50; -3,50 bis -3,00; -4,50	6/5		siehe Tabelle 4

Fortsetzung Tabelle 3: Ergänzende Kenndaten zum Schichtaufbau

Schicht	ca. Tiefe u. GOK [m]	Proben Bodenmechanik	Proben chemische Analytik	Bodengruppen und Bodenklassen
07	-0,60; -4,50 bis -2,20; -5,00	2/4, 12/4, 30/4	MP 06 (1/3, 1/4, 2/4, 7/7, 10/5, 11/2, 11/3, 11/4, 12/3, 12/4, 13/2, 13/3, 13/4, 14/4, 15/3, 15/4, 16/3, 16/4, 17/3, 18/3, 18/4, 19/5, 20/4, 21/4, 21/5, 23/5, 23/6, 23/7, 23/8, 24/3, 24/4, 24/5, 25/3, 25/4, 28/3, 28/4, 29/3, 29/4, 29/5, 30/4, 30/5, 31/3, 31/4, 31/5, 32/5)	siehe Tabelle 4

Abgeleitet aus dem beobachteten Bohrfortschritt und den gezählten Rammschlägen der durchgeführten Rammsondierungen lassen sich die Materialien aus der bestehenden Trag- und Frostschutzschicht (Schicht 01*) der untersuchten vorhandenen Wege als mitteldicht bis dicht, tlw. locker gelagert einordnen. Unterhalb des ungebundenen Straßenoberbaus sind die erkundeten vereinzelt vorkommenden rolligen Böden als vorwiegend locker bis gelagert einzuordnen. Die bindigen Böden sind von hauptsächlich steifer, tlw. auch weicher oder halbfester Konsistenz.

Im Bereich der Planstraßen und der geplanten Kanaltrasse finden sich neben dem humosen Oberboden (Schicht 01) aufgefüllte rollige Böden (Schicht 02) von vorwiegenden sehr lockerer bis lockerer Lagerungsdichte bzw. in bindigen Bereichen von vorwiegend steifer Konsistenz (Schicht 03). Unterhalb des umgelagerten Materials stehen natürliche gewachsene Böden an. Das lehmige Material der Schicht 04 hat eine weiche bis steife Konsistenz, die rolligen Böden der Schicht 05 sind vorwiegend locker bis mitteldicht, tlw. auch sehr locker oder dicht gelagert. Die Schichten 04 und 05 gehen teilweise fließend ineinander über. Das Material der Schicht 06 weist eine mitteldichte bis dichte Lagerungsdichte auf. Die Böden von Schicht 07 sind von steifer bis halbfester Konsistenz sowie in rolligen Bereichen von vorwiegend mitteldichter bis dichter Lagerungsdichte.

3.3 Bodenmechanische Kennwerte

Grundlage für die Ermittlung der bodenmechanischen Kennwerte bilden neben [19], [21] und [22] die im bodenmechanischen Labor untersuchten Körnungslinien ausgewählter charakteristischer Bodenproben (Anhang 4).

Tabelle 4a: Bodenmechanische Kennwerte der Schichten

	Schicht 01*	Schicht 01	Schicht 02	Schicht 03
ca. Tiefe unter jeweiliger GOK	-0,08; -0,16 bis -0,50; -0,80	-0,00 bis -0,20; -1,00	0,00; -1,00 bis -0,90; -3,00	-0,20; -1,80 bis -0,70; -3,00
cal ϕ' Winkel der inneren Reibung	ca. 35,0°	ca. 25,0	ca. 30 bis 32,5°	ca. 25,0 bis 27,0°
cal c' Kohäsion [kN/m³]	ca. 0,0	ca. 0,0 bis 5,0	ca. 0,0	ca. 0,0 bis 5,0
Es Steifemodul^[d] [MN/m²]	ca. 40 bis 100	ca. 5	ca. 30 bis 60	ca. 5 bis 10 ^[e]
γ Wichte (erdfeucht) [kN/m³]	ca. 19,00 bis 21,00	ca. 16,00 bis 18,00	ca. 18,00 bis 20,50	ca. 16,50 bis 18,50
γ Wichte unter Auftrieb [kN/m³]	ca. 9,50 bis 10,50	ca. 8,00 bis 9,00	ca. 9,50 bis 10,50	ca. 8,50 bis 10,00
k_f Durchlässigkeitsbeiwert [m/sec]	ca. 10 ⁻³ bis 10 ⁻⁵	ca. 10 ⁻⁷ bis 10 ⁻⁹	ca. 10 ⁻⁴ bis 10 ⁻⁶	ca. 10 ⁻⁷ bis 10 ⁻⁹
Frostempfindlichkeitsklasse	F1-F2	F3	F1-F3	F3
Verdichtbarkeitsklasse	V1	V3	V1-V2	V3
Bodengruppe DIN 18196	[GW], [GI], [GU], [SW], [SI], [SU]	[OU], [OH]	[GW], [GI], [GU], [GU*], [SW], [SI], [SU], [SU*]	[UM], [UL]
Bodenklasse DIN 18300	3 ^[a] , [c]	4 ^[a]	3 bis 4 ^[a]	4 ^[a] , [c]
Bodenklasse DIN 18301	BN 1 ^[b]	BO 1, BB 2 ^[b]	BN1 bis BN2 ^[b]	BB 2 ^[b]

[a] bei Einlagerung von Steinen und Blöcken kann die Einstufung in die Klasse 5 bis 6 notwendig werden.

[b] bei Einlagerung von Steinen und Blöcken kann die Einordnung in die Klassen BS 1 bis 2 notwendig werden.

[c] bei Zutritt von Wasser können die Böden in Klasse 2 (fließende Bodenarten) übergehen.

[d] die Steifemoduln beziehen sich auf Fundamentbreiten 0,50-2,50 m und Sohlpressungen der Tabellen der DIN 1054.

[e] unter anderem abgeleitet aus dem Kompressionsversuch der charakteristischen Bodenprobe (siehe Anhang 4).

Tabelle 4b: Bodenmechanische Kennwerte der Schichten

	Schicht 04	Schicht 05	Schicht 06	Schicht 07
ca. Tiefe unter jeweiliger GOK	-0,30; -1,90 bis -1,10; -2,90	-1,10; -3,00 bis -2,60; -3,50	-2,50; -3,50 bis -3,00; -4,50	-0,60; -4,50 bis -2,20; -5,00
ca. ϕ' Winkel der inneren Reibung	ca. 25,0 bis 27,0°	ca. 27,5 bis 32,5°	ca. 32,5 bis 37,5°	ca. 25,0 bis 35,0°
ca. c' Kohäsion [kN/m³]	ca. 5,0	ca. 0,0	ca. 0,0	ca. 0,0 bis 5,0
Es Steifemodul ^[d] [MN/m²]	ca. 5 bis 10 ^[e]	ca. 15 bis 30 ^[e]	ca. 60 bis 90	ca. 5 bis 15 ^{[e],[g]}
γ Wichte (erdfeucht) [kN/m³]	ca. 16,50 bis 18,50	ca. 18,00 bis 20,00	ca. 19,00 bis 21,00	ca. 20,00 bis 22,00
γ Wichte unter Auftrieb [kN/m³]	ca. 8,50 bis 9,50	ca. 9,00 bis 10,00	ca. 9,50 bis 10,50	ca. 10,00 bis 11,00
k_f Durchlässigkeitsbeiwert [m/sec]	ca. 10 ⁻⁷ bis 10 ⁻⁹	ca. 10 ⁻⁵ bis 10 ⁻⁷ ^[f]	ca. 10 ⁻³ bis 10 ⁻⁵	ca. 10 ⁻⁹ bis 10 ⁻¹² ^[f]
Frostempfindlichkeitsklasse	F3	F1-F3	F1	F3
Verdichtbarkeitsklasse	V3	V1-V2	V1	V1-V3
Bodengruppe DIN 18196	UM, UL ^[c]	SW, SE, SU, SU*	GW, GU, SW	UM-UA, TM-TA, GU, GU*, SU, SU*
Bodenklasse DIN 18300	4	3 bis 4	3 ^[a]	4-6
Bodenklasse DIN 18301	BB 2	BN1 bis BN2	BN1 ^[b]	BB2-BB3, BN2 ^[b]

[a] bei Einlagerung von Steinen und Blöcken kann die Einstufung in die Klasse 5 bis 6 notwendig werden.

[b] bei Einlagerung von Steinen und Blöcken kann die Einordnung in die Klassen BS 1 bis 2 notwendig werden.

[c] bei Zutritt von Wasser können die Böden in Klasse 2 (fließende Bodenarten) übergehen.

[d] die Steifemoduln beziehen sich auf Fundamentbreiten 0,50-2,50 m und Sohlpressungen der Tabellen der DIN 1054.

[e] unter anderem abgeleitet aus dem Kompressionsversuch der charakteristischen Bodenprobe (siehe Anhang 4).

[f] unter anderem abgeleitet aus dem Durchlässigkeitsversuch der charakteristischen Bodenprobe (siehe Anhang 4).

[g] der Steifemodul gilt für stark verwitterten / entfestigten Tonstein, in weniger verwitterten Bereichen ist ein deutlich höherer Steifemodul bis ca. 80 MN/m² zu erwarten.

3.4 Homogenbereiche (Erdarbeiten – Laden, Lösen)

Gemäß DIN 18300 (Stand 2016-09) sind für Ausschreibungszwecke (VOB, Teil C Erdarbeiten) über die in Kapitel 3.1 bis 3.3 aufgeführten Beschreibungen des Bodens hinaus weitere Zusatzparameter anzugeben.

Um für die aushubrelevanten Homogenbereiche belastbare Angaben über die meisten dieser Zusatzparameter zu generieren, können an Rückstellproben entsprechende Laboruntersuchungen durchgeführt werden. Für bestimmte von der DIN-Norm geforderte Parameter sind allerdings auch zusätzliche Geländeuntersuchungen 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. Der Untersuchungsbereich kann in folgende Homogenbereiche aufgegliedert werden:

- **Homogenbereich HB A** umfasst die Tragschicht der bestehenden Zuwegungen (Schicht 01*). Das Material besteht hauptsächlich aus sandigem Kies, welcher vorwiegend mitteldicht bis dicht gelagert ist. Vereinzelt liegt auch eine lockere Lagerungsdichte vor. Das Material weist vereinzelt geringe Gehalte an Fremdbestandteilen auf (Ziegelbruch und Schlacke < 10 Vol.-%). Hinweise auf Steine und Blöcke wurden im Zuge der Rammkernsondierungen nicht angetroffen, was allerdings auch methodisch bedingt sein kann (siehe Hinweise Tabelle 5). Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Steine und Blöcke (insbesondere „Brocken“ aus Bauschutt) in der Fläche vorkommen, die schwer zu lösen sind. Die Böden von Homogenbereich HB A sind nach jetzigem Kenntnisstand leicht lösbar. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass Steine in der Fläche vorkommen, die schwer zu lösen sind (siehe Hinweise Tabelle 5).
- **Homogenbereich HB B** besteht aus dem humosen Oberboden der Schicht 01. Es handelt sich um Schluff von vorwiegend weicher Konsistenz, welcher mittelschwer lösbar ist, sowie um schwach bis stark schluffigen Sand, welcher in Abhängigkeit des Feinkornanteils leicht bis mittelschwer lösbar ist. Das Material weist geringe Gehalte an Fremdbestandteilen auf (Ziegelbruch und Wurzeln). Hinweise auf Steine und Blöcke wurden im Zuge der

Rammkernsondierungen nicht angetroffen, was allerdings auch methodisch bedingt sein kann (siehe Hinweise Tabelle 5). Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Steine und Blöcke (insbesondere „Brocken“ aus Bauschutt) oder größere Wurzeln in der Fläche vorkommen, die schwer zu lösen sind. Im Hinblick auf die Entsorgung ist das Material von HB A als humoser Oberboden zu bewerten. Es empfiehlt sich, die Grasnarbe bzw. den humosen Oberboden vorab mittels Schällöffel abzuziehen und gesondert vom restlichen Bodenaushub gemäß den technischen Regeln zu lagern/verwerten/entsorgen.

- **Homogenbereich HB C** umfasst die aufgefüllten, rolligen, schwach schluffigen bis schluffigen Kiese und Sande der Schicht 02, welche vorwiegend eine sehr lockerere bis lockerere Lagerungsdichte aufweisen. Etwaige 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 geringe Gehalte an Bauschutt auf (z. B. Ziegelbruch, Fliesenbruch, etc. mit Gehalten < 10 Vol.-%). Die Böden von Homogenbereich HB C sind nach jetzigem Kenntnisstand vorwiegend leicht (körnige Bereiche) bis mittelschwer (gemischtkörnige Bereiche) 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).
- **Homogenbereich HB D** besteht aus der bindigen Auffüllung der Schicht 03. Es handelt sich um Schluff in weicher bis steifer Konsistenz. 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 geringe Gehalte an Fremdbestandteilen auf (insbesondere Bauschutt und Wurzeln, Fremdbestandteilgehalt < 10 Vol.-%). Die Böden von Homogenbereich HB D sind nach jetzigem Kenntnisstand mittelschwer lösbar. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass Steine und Blöcke (insbesondere „Brocken“ aus Bauschutt) oder größere Wurzeln in der Fläche vorkommen, die schwer zu lösen sind.
- **Homogenbereich HB E** umfasst die natürlich anstehenden Schluffe (Hochflutlehm) der Schicht 04. Diese Schluffe sind von weicher bis steifer Konsistenz. Etwaige Vorkommen von Steinen und Blöcken sind auf Grund

der geologischen Genese nicht zu vermuten. Nach jetzigem Kenntnisstand sind die Böden von Homogenbereich HB E mittelschwer lösbar.

- **Homogenbereich HB F** umfasst die natürlich anstehenden fluviatilen Sande (sowie vereinzelt sandige Kiese) der Schicht 05. Das Material von Homogenbereich E weist tlw. einen hohen Feinkornanteil auf und ist daher nach jetzigem Kenntnisstand als leicht (geringe Feinkornanteile) bis mittelschwer lösbar (hohe Feinkornanteile) einzustufen. Ein etwaiges Vorkommen von Steinen und Blöcken ist geologisch nicht zu vermuten.
- **Homogenbereich HB G** umfasst die natürlich anstehenden Kiessande (Terrasse) der Schicht 06. Diese Kiessande sind mitteldicht bis dicht gelagert. Etwaige Hinweise auf Steine und Blöcke im Niveau dieser Böden wurden im Zuge der Rammkernsondierungen nicht angetroffen, was allerdings auch methodisch bedingt sein kann (siehe Hinweise Tabelle 5). Nach jetzigem Kenntnisstand sind die Böden von Homogenbereich HB G leicht lösbar. Nach unten hin nimmt die Lagerungsdichte der Böden von Homogenbereich HB G allerdings grundsätzlich zu, ebenso wird erfahrungsgemäß das Vorkommen möglicher Steine und Blöcke wahrscheinlicher (Übergang in einen schwer lösbaren Boden).
- **Homogenbereich HB H** umfasst die natürlich anstehenden entfestigten Ton-/Schluffsteine sowie tlw. vorkommenden Sandsteine des Devons (Schicht 07). Die Schluffe und Tone sind von weicher bis halbfester Konsistenz, die Kiese weisen eine lockere bis mitteldichte, vereinzelt auch eine dichte Lagerungsdichte auf. Hinweise auf Steine und Blöcke im Niveau dieser Böden wurden im Zuge der Rammkernsondierungen nicht angetroffen, was allerdings auch methodisch bedingt sein kann (siehe Hinweise Tabelle 5). Nach jetzigem Kenntnisstand sind die Böden von Homogenbereich HB G mittelschwer (Tone/Schluffe) oder leicht (Kiese) lösbar. Nach unten hin nimmt der Verwitterungsgrad der Materialien deutlich ab, so dass der Übergang in Fels erfolgt (Übergang in einen schwer lösbaren Boden).

Tabelle 5a: Für Ausschreibungen geforderte Zusatzparameter gem. DIN 18300 (2016:09)

	HB A	HB B	HB C	HB D
Beschreibung	<i>siehe Kapitel 3.2 - 3.4</i>	<i>siehe Kapitel 3.2 - 3.4</i>	<i>siehe Kapitel 3.2 - 3.4</i>	<i>siehe Kapitel 3.2 - 3.4</i>
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN EN ISO 17892-4	Proben 20/1, 22/1 ^[i]	„[h]“	„[h]“	„[h]“
organischer Anteil nach DIN 18128 (Glühverlust)	„[h]“	„[h]“	„[h]“	„[h]“
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 müssen Baggerschürfe angelegt werden. Abhängig von Bodenart und Bodenbeschaffenheit ist 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 müssen stichprobenhafte Baggerschürfe angelegt werden.</i>			
Bodengruppen nach DIN 18196	<i>siehe Kapitel 3.2</i>	<i>siehe Kapitel 3.2</i>	<i>siehe Kapitel 3.2</i>	<i>siehe Kapitel 3.2</i>
undrainierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2	nicht bestimmbar ^[k]	„[m]“	nicht bestimmbar ^[k]	„[k]“
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 sowie Plastizitätszahl und Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	nicht bestimmbar ^[k]	„[n]“	nicht bestimmbar ^[k]	„[n]“

[h] Analysen können anhand von Rückstellproben nachgereicht werden.

[i] Originaldaten der im Labor ermittelten Korngrößenverteilungen sind in Anhang 4 dargestellt.

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

[m] Angaben nur für bindige Böden möglich.

[n] 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.

Tabelle 5b: Für Ausschreibungen geforderte Zusatzparameter gem. DIN 18300 (2016:09)

	HB E	HB F	HB G	HB H
Beschreibung	<i>siehe Kapitel 3.2 - 3.4</i>	<i>siehe Kapitel 3.2 - 3.4</i>	<i>siehe Kapitel 3.2 - 3.4</i>	<i>siehe Kapitel 3.2 - 3.4</i>
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN EN ISO 17892-4	_[h]	Probe 3/3 ^[i]	Probe 6/5 ^[i]	Probe 12/4 ^[i]
organischer Anteil nach DIN 18128 (Glühverlust)	_[h]	_[h]	_[h]	_[h]
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 müssen Baggerschürfe angelegt werden. Abhängig von Bodenart und Bodenbeschaffenheit ist 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 müssen stichprobenhafte Baggerschürfe angelegt werden.</i>			
Bodengruppen nach DIN 18196	<i>siehe Kapitel 3.2</i>	<i>siehe Kapitel 3.2</i>	<i>siehe Kapitel 3.2</i>	<i>siehe Kapitel 3.2</i>
undrainierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2	_[m]	nicht bestimmbar ^[k]	nicht bestimmbar ^[k]	_[m] / nicht bestimmbar ^[k]
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 sowie Plastizitätszahl und Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	_[n]	nicht bestimmbar ^[k]	nicht bestimmbar ^[k]	_[n] / nicht bestimmbar ^[k]

[h] Analysen können anhand von Rückstellproben nachgereicht werden.

[i] Originaldaten der im Labor ermittelten Korngrößenverteilungen sind in Anhang 4 dargestellt.

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

[m] Angaben nur für bindige Böden möglich.

[n] 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.

3.5 Grundwasser und Wasserschutzgebiet

Grundwasser oder Schichtwasserhorizonte konnten im Untersuchungsbereich durch die Rammkernsondierungen nicht aufgeschlossen werden.

Gemäß der Hochwassergefahrenkarten des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen liegt das Untersuchungsgebiet außerhalb des Hochwassereinflussbereiches von Rhein sowie kleineren lokaler Vorflutern wie dem nahe gelegenen Swistbach.

Aussagen über zu erwartende Grundwasserstände und -schwankungen basieren auf den Daten des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Die herangezogene Grundwassermessstelle (Messstellennummer: LGD-Nr.: 076633214) liegt ca. 300 m nördlich der Untersuchungsfläche an der Bonner Straße.

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 1991 bis 2012 einen maximalen Grundwasserstand von ca. 161,97 m ü. NHN mit einem Flurabstand am Messpegel von 8,31 m. Ein minimaler Grundwasserspiegel wurde in diesem Zeitraum mit 160,38 m ü. NHN eingepegelt.

Zu empfehlen ist die Fixierung eines Bemessungswasserstandes von 162,50 m ü. NHN.

Auf Basis der vorliegenden Informationen liegen keine Hinweise auf einen Grundwasserkörper im Niveau des Bauraumes vor.

Die Untersuchungsfläche befindet sich außerhalb bestehender sowie geplanter Wasserschutzzonen.

4 Bodenmechanische Bewertung der Untersuchungsergebnisse

4.1 Wasserhaltung

Freie Grundwasserhorizonte im Niveau des Bauraumes (bis in Erkundungstiefe) sind nach derzeitigem Kenntnisstand nicht vorhanden. Lediglich das temporäre Auftreten von Schichtwässern - hervorgerufen durch den Witterungsverlauf im Vorfeld oder während Starkregenereignissen (hier auch Tagwässer) - muss beachtet werden. Eine offene Wasserhaltung kann hierzu vorgehalten werden.

Eine Wassersättigung bzw. ein „Aufweichen“ der Bodenmaterialien muss während der Bauzeit vermieden werden. Dies gilt vor allem im Zusammenhang mit notwendigen Verdichtungsarbeiten der Bodenmaterialien, insbesondere bei der Vorbereitung des Erdplanums. Demnach sollte im Falle von Niederschlägen eine Trockenhaltung der Baugrube durch eine geeignete Bauablaufplanung (sofortige Abdeckung der Aushubsohlen; sofortiger Einbau der ungebundenen/gebundenen Deckschichten, Berücksichtigung des Witterungsverlaufs) vorgesehen werden.

4.2 Bodenmechanik Straßenbau

Für die geplanten Verkehrswege wird angenommen, dass die zukünftige Oberkante etwa auf dem Niveau der aktuellen Geländeoberkante zu liegen kommt. Das Erdplanum der Planstraßen wird standardisiert bei -0,60 m unter Geländeoberkante angesetzt.

Bezüglich der bodenmechanischen Wiederverwertbarkeit der unter der bestehenden Oberflächenbefestigung auftretenden Bodenmaterialien (ungebundene Trag- bzw. Frostschutzschicht und Erdplanum sowie Bodenmaterial im Bereich der Planstraßen) ist Folgendes festzustellen:

4.2.1 Trag- und Frostschutzschicht sowie Erdplanum bestehende Zuwegungen

Die untersuchten, bestehenden Feld- Geh und Radwege innerhalb der Untersuchungsfläche (BAP 19, 20, 23, 24 und 25) sind mit Ausnahme eines gepflasterten Teilstückes (BAP 22) durchgängig mit einer Asphaltdecke von unterschiedlicher Mächtigkeit befestigt.

Unterhalb des Asphalts wird der ungebundene Straßenoberbau von dem Material der Schicht 01* (Kies oder Sand) aufgebaut. Die für das Material der Schicht 01*

charakteristischen Bodenproben 20/1 und 22/1 wurden im bodenmechanischen Labor auf ihre Körnung untersucht (Anhang 4). Die Bodenproben weisen Feinkornanteile von 8,7 % und 22/1 % auf. Das Material der Schicht 01* (Kiestragschicht) ist somit gemäß den vorliegenden Ergebnissen als nicht vollständig frostsicher einzustufen und der **Frostempfindlichkeitsklasse F1 bis F2** zuzuordnen. Gemäß [25] ist für eine ungebundene Tragschicht im eingebauten Zustand ein maximaler Feinkornanteil von 7,0 % tolerierbar.

Die untersuchten Körnungslinien der Proben 20/1 und 22/1 liegen aufgrund leicht erhöhten Sandkorngehalte sowie im Falle von Probe 20/1 erhöhter Feinkornanteile außerhalb der von [13] geforderten Sieblinienöffnungsweite für eine Kiestragschicht im eingebauten Zustand (Anhang 4). Dennoch lässt sich das Material der Schicht 01* voraussichtlich durchgängig soweit verdichten, dass sich die von [12] in der Regel auf der Oberkante einer Tragschicht geforderten Verformungsmoduln $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ durch Nachverdichtung erreichen lassen, sofern sie im offenen Bauzustand noch nicht vorliegen.

4.2.2 Bereiche Neubau Planstraßen

Im Bereich der Planstraßen wurden die Sondierungen RKS 01 bis 18, 21, 27, 30, 32 und DPH 01, 03, 04, 05, 08, 09, 12, 21, 30, 32 sowie DPL 27 niedergebracht (Anhang 2).

In diesen Bereichen kommen im Niveau des zukünftigen Straßenoberbaus und des Erdplanums die Bodenmaterialien der Schichten 01, 02, 03, 04 und 07 zu liegen. Sowohl die Schicht 01, 03 und 04 sowie Schicht 07 in oberflächennahen Bereichen sind durch ihre partielle Setzungsempfindlichkeit, ihre schlechte Verdichtbarkeit und ihre generell nur mäßige Tragfähigkeit charakterisiert.

Eine Wiederverwendung des Materials der Schichten 01, 03 und 04 im Straßenbau ist nicht möglich. Die rollige Auffüllung der Schicht 02 ist durch ihre Heterogenität gekennzeichnet. Eine Wiederverwendung im Bereich des Straßenbaus ist nicht zu empfehlen.

Im Bereich der Planstraßen ist der **Vollaufbau einer Trag- und Frostschutzschicht** gemäß den gängigen technischen Regeln vorzusehen.

Gemäß den technischen Regeln wird auf Niveau des Erdplanums (standardisiert angesetzt bei -0,60 m unter Geländeoberkante) ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Dieser Wert liegt im Niveau des zukünftigen Erdplanums nicht

vor und lässt sich voraussichtlich **nicht** bzw. nicht ausreichend durch eine Nachverdichtung erreichen. Soll den technischen Regeln entsprochen werden, so sind im Niveau des Erdplanums zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen. Folgende Maßnahmen können ergriffen werden, um auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul Ev_2 von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreichen zu können:

- Zusätzlicher Bodenaustausch von 30 cm im Niveau des Erdplanums (Bodenaustausch wäre insgesamt demzufolge ca. 90 cm; setzt sich zusammen aus ca. 60 cm Trag- und Frostschutzschicht und zusätzlichen 30 cm im Niveau des Erdplanums)
- Einbau eines Geogitters im Niveau des Erdplanums
- Bodenverbessernde Maßnahmen (beispielsweise Kalkung) im Niveau des Erdplanums

4.2.3 Zusammenfassung

Der ungebundene Oberbau der bestehenden Wege entspricht nicht durchgehend den gängigen technischen Regeln.

Im Bereich der Planstraßen ist der Vollaufbau einer Trag- und Frostschutzschicht gemäß den gängigen technischen Regeln vorzusehen. Im Bereich des Erdplanums sind zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen, wenn den technischen Regeln entsprochen werden soll.

4.3 Bodenmechanik Kanalbau

4.3.1 Wiederverwertbarkeit der erkundeten Böden

Im Zuge der Kanalbaumaßnahme werden die Schichten 01*, 01, 02, 03, 04, 05 und 07 sowie ggf. 06 aushubrelevant.

Das bindige Material der **Schichten 01, 03 und 04** ist schlecht verdichtbar und generell als setzungsempfindlich zu bewerten. Es reagiert darüber hinaus äußerst empfindlich auf Wasserzutritt. Im oberflächennahen Bereich enthält das Material darüber hinaus humose Bestandteile sowie Wurzeln. Eine Wiederverwertung dieses Materials als Kanalgrabenverfüllung ist nicht zu empfehlen. Das Material der rolligen

Auffüllung (**Schicht 02**) ist auf Grund der Heterogenität nicht für eine Wiederverwertung zu empfehlen.

Das Material der **Schicht 05** (enggestufter, teilweise schluffiger Sand) ist in die Verdichtbarkeitsklasse V1 bis 2 einzuordnen. Es enthält keine Bestandteile, die einen Durchmesser von 22 mm überschreiten (siehe Körnungslinien der charakteristischen Probe 3/3, Anhang 4). Das Material ist gemäß ZTV A-StB als Verfüllung in der Verfüllzone geeignet (für die Verwendung als Verfüllung in der Leitungszone ist der gemittelte Feinkornanteil des Materials zu hoch). Es empfiehlt sich nicht, das Material zur Ertüchtigung des zukünftigen Erdplanums der Planstraßen einzubauen, um die von der RStO geforderten Verformungsmoduln $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen. Das Material der Schicht 04 ist in die Frostempfindlichkeitsklasse F1 bis 3 einzuordnen.

Das Material der **Schicht 06** (Terrassen-Kies) ist in die Verdichtbarkeitsklasse V1 einzuordnen. Bestandteile, die einen Durchmesser von 22 mm überschreiten, sind vorhanden. Das Material ist gemäß ZTV A-StB als Verfüllung in der Verfüllzone geeignet. Für die Verwendung als Verfüllung in der Leitungszone enthält das Material Kiese mit zu großem Durchmesser (siehe Körnungslinie der Probe 6/5, Anhang 4). Werden Grobkiese $> 22 \text{ mm}$ mittels Aussiebung entfernt, ist das Material auch für die Leitungszone geeignet. Sollte das Material im Niveau des zukünftigen Erdplanums der Planstraßen eingebaut werden, so wären die von der RStO geforderten Verformungsmoduln $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Material potentiell zu erreichen. Das Material der Schicht 06 ist in die Frostempfindlichkeitsklasse F1 einzuordnen.

Das Material der **Schicht 07** (verwitterte, entfestigte Ton-/Schluffsteine und Sandsteine des Devons) ist in die Verdichtbarkeitsklasse V2 bis V3 einzuordnen. Bestandteile, die einen Durchmesser von 22 mm überschreiten, sind gemäß Körnungsanalytik (Probe 12/4, Anhang 4) nicht vorhanden, diese können jedoch nicht ausgeschlossen werden (besonders in den Bereichen entfestigter Sandsteine). Das sandig-kiesige Material ist gemäß ZTV A-StB als Verfüllung in der Verfüllzone (Hauptverfüllung) geeignet, das tonig-schluffige Material ist jedoch auf Grund der Setzungsempfindlichkeit und der schlechten Verdichtbarkeit des Materials nicht zu empfehlen. Für die Verwendung als Verfüllung in der Leitungszone ist der gemittelte Feinkornanteil des Materials zu hoch. Sandig-kiesiges Material kann zur Ertüchtigung des Erdplanums zukünftigen Verkehrswege genutzt werden. Das Material der Schicht 06 ist in die Frostempfindlichkeitsklasse F1 einzuordnen.

Der Wiedereinbau der Materialien hat generell gemäß den gängigen technischen Regeln zu erfolgen.

Hinweis: Im Niveau der Verfüllzone (Hauptverfüllung) und auch im Niveau der Leitungszone wird der von dem Kanal umgebende Boden durch die bindigen Böden der Schichten 03, 04 sowie 07 aufgebaut. Dadurch kann es ohne Ergreifung zusätzlicher Maßnahmen zu einer potentiellen Bodenverlagerung kommen (Eindringen von umgebenden Böden in den Kanalgraben). Um dem entgegenzuwirken, ist in den entsprechenden Bereichen der Einbau von Geotextilen oder einem entsprechenden filterstabilen Boden vorzusehen (siehe Regeln der DWA-A 139).

4.3.2 Rammbarkeit der erkundeten Böden

Bezüglich der Rammbarkeit der erkundeten Böden sind über die Einordnung in Kapitel 3 hinaus folgende Aspekte zu beachten:

1. Die Böden der Schichten 01 bis 05 sind auch unter Berücksichtigung der z.T. hohen Lagerungsdichte an der Oberfläche (Trag- und Frostschutzschicht bestehender Straßenoberbau) für schweres Gerät gut zu durchfahren.
2. Innerhalb der Auffüllungen (Schichten 01*, 01, 02 und 03) kann potentiell durch die Einlagerung größerer Steine und teilweise dichter gelagerter Bereiche ein höherer Aufwand erforderlich werden.
3. Mit dem Erreichen der natürlich anstehenden Kies-Sande der Schicht 06 steigt der Rammwiderstand deutlich an. Die Lagerungsdichte nimmt dabei mit zunehmender Tiefe deutlich an. Gegebenenfalls können bei etwaigen Bohrungen in entsprechender Tiefe Lockerungsbohrungen notwendig werden.
4. Mit der Abnahme des Verwitterungsgrades der natürlich anstehenden verwitterten Ton-/Schluffsteine sowie Sandstein der Schicht 07 steigt der Rammwiderstand deutlich an. Gegebenenfalls können bei etwaigen Bohrungen in entsprechender Tiefe Lockerungsbohrungen notwendig werden.

4.3.3 Rohrvortriebsarbeiten

Zur Planung eines Rohrvortriebes können die bodenmechanischen Kennwerte aus Kapitel 3.2 angesetzt werden. Für die Rohrvortriebsarbeiten sind die Böden der Schichten 02, 03, 04, 05, 06 und 07 potentiell relevant. Für diese Böden können gemäß DIN 18319 (Fassung 2012-09) folgende Bodenklassen angesetzt werden:

- **Schicht 02:** Bodenklasse LNW 1 bis 2 sowie LN 1 bis 2

- **Schicht 03:** Bodenklasse LBM 1 bis 2
- **Schicht 04:** Bodenklasse LBM 1 bis 2
- **Schicht 05:** Bodenklasse LNE 1 bis 2 sowie LNW 1 bis 2 sowie LN 1 bis 2
- **Schicht 06:** Bodenklasse LNW 1 bis 3 (ggf. Zusatzklassen S1 bis S4)
- **Schicht 07:** Bodenklasse LBM 2 bis 3 sowie LNW 2 bis 3 (bei geringeren Verwitterungsgraden Übergang in die Felsklassen FZ sowie FD)

Die Einordnung der Böden in Bodenklassen nach DIN 18312 (2010-09) kann ziel führend nur nach Abstimmung und Kenntnis der Anforderungen aus detaillierter Planung erfolgen.

4.3.4 Kanalsohle / Kanalaufleger

Im Bereich des bestehenden bzw. geplanten Kanalauflegers kommen die Schichten 02, 03, 04, 05, 06 und 07 zu liegen. Die potentielle Kanalsohle wurde an allen erbohrt.

Die Schluffe der **Schicht 03 und 04** sind als setzungsempfindlich und nur mäßig tragfähig anzusehen. Auch lassen sich diese Materialien schlecht verdichten. Eine Verwendung des Materials der Schicht 03 und 04 als Kanalaufleger ist nicht zu empfehlen. In den Bereichen, in denen das (potentielle) Kanalaufleger vom Material der Schicht 03 und 04 aufgebaut wird, wird voraussichtlich ein zusätzlicher Bodenaustausch von 30 cm nötig. Für den Bodenaustausch ist eine Proctordichte $D_{Pr} \geq 97\%$ nachzuweisen. Sollte sich entgegen der hier getroffenen Annahmen trotz entsprechender Verdichtung keine ausreichende Proctordichte erreichen lassen, so wäre gegebenenfalls ein tieferer Bodenaustausch vorzunehmen. Bezüglich der Mächtigkeit wäre Rücksprache mit den Verfassern zu halten.

Die gemischtkörnige Auffüllung (Schicht 02) sowie die fluviatilen Sande (Schicht 05) können durch Nachverdichtungsarbeiten voraussichtlich einen ausreichenden Verformungsmodul erreichen und somit als Kanalaufleger genutzt werden. In Bereichen, in welchen weiche bis steife Schluffe und Tone des verwitterten Devons vorkommen, ist analog zu den Schichten 03 und 04 ein zusätzlicher Bodenaustausch von 30 cm vorzunehmen. Das weniger stark verwitterte Material der Schicht 07 (halbfeste Schluffe und Tone sowie Kiese und Sande) sowie der Kies-Sand der Terrasse (Schicht 06) sind als tragfähig zu bewerten und eignen sich als Kanalaufleger. Generell ist auf dem Auflager eine Proctordichte von $D_{Pr} \geq 97\%$ nachzuweisen.

Aufgrund unterschiedlich tragfähiger und setzungsempfindlicher Materialien empfehlen wir zur allgemeinen Homogenisierung des Baugrunds und zur Verringerung von Setzungsdifferenzen einen Bodenaustausch von 30 cm im gesamten Bereich des Kanalaufagers.

***Hinweis:** Die Tiefe des Kanalaufagers steht zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht fest. Gemäß Auskunft des Auftraggebers wird diese voraussichtlich zwischen -2,00 und -2,50 m unterhalb der aktuellen Geländeoberkante liegen.*

4.4 Versickerungsfähigkeit oberflächennaher Böden

Im Zuge der Untersuchungen für die geplante Erschließung inkl. Kanal wurden die vorkommenden Böden ebenfalls auf ihre Versickerungsfähigkeit hin bewertet.

Das Material der Schicht 04 (Hochflutlehm), welches oberflächennah im Norden des Untersuchungsgebietes vorkommt, wurde keiner Laboruntersuchung unterzogen. Hier lassen sich hydraulische Leitfähigkeiten k_f von ca. 10^{-7} bis 10^{-9} m/s abschätzen. Das Material der Schicht 04 ist als schwach bis sehr schwach durchlässig zu bewerten.

Zur Prüfung der Versickerungsfähigkeit bezüglich einer oberflächennahen Versickerung relevanten Böden des vorwiegend vorkommenden verwitterten Devons (Material der Schicht 07) wurde die Bodenprobe 30/4 im bodenmechanischen Labor einem Durchlässigkeitsversuch unterzogen. Dabei wurde eine hydraulische **Leitfähigkeit k_f von ca. $5,1 \cdot 10^{-9}$ m/s** festgestellt (Anhang 4). Das Material der Schicht 07 ist somit als sehr schwach durchlässig bzw. wasseraufstauend zu bewerten. Eine Versickerung von Niederschlagswässern über das Material der Schicht 07 ist ohne Ergreifung zusätzlicher Maßnahmen nicht möglich, es wäre mit aufstauenden Wässern zu rechnen.

Zur Prüfung der Versickerungsfähigkeit bezüglich einer oberflächennahen Versickerung tlw. im Norden des Untersuchungsgebietes vorkommenden schluffigen Sande (Material der Schicht 05) wurde die Bodenprobe 27/3 im bodenmechanischen Labor einem Durchlässigkeitsversuch unterzogen. Dabei wurde eine hydraulische **Leitfähigkeit k_f von ca. $5,5 \cdot 10^{-6}$ m/s** festgestellt (Anhang 4). Das Material der Schicht 05 ist somit als nur schwach wasserdurchlässig bis durchlässig zu bewerten. Eine Versickerung von Niederschlagswässern über das Material der Schicht 05 ist ohne Ergreifung zusätzlicher Maßnahmen nicht möglich, es wäre mit aufstauenden Wässern zu rechnen.

Die nur schwach durchlässigen Sande der Schicht 05, die nur vereinzelt in größeren Tiefen vorgefundenen Kies-Sande der Schicht 06 (potentiell durchlässig bis stark durchlässig) sowie die Auffüllung der Schichten 02 und 03 werden von den abtauchenden Schichten des Devons unterlagert (siehe z.B. RKS 07, 10, 32, Anhang 3). Diese sehr schwach durchlässigen Materialien fungieren im Untergrund als Sperre.

Eine Versickerung über die tlw. tiefreichende Auffüllung ist nicht zulässig.

Aufgrund der flächig vorkommenden wasseraufstauenden Materialien der Schicht 07 (tlw. oberflächennah, tlw. unterhalb der Schichten 05 und 06) und der geringen Mächtigkeit der Schichten 05 und 06 ist zur Bemessung der Durchlässigkeitsbeiwert der Schicht 07 anzusetzen. **Die Verfasser schlagen daher eine Entwässerung über die Kanalisation vor.**

4.5 Gründung eines Lärmschutzwalls

Das Niveau des Erdplanums des Erdwalls wird vorrausichtlich im Bereich des humosen Oberbodens (Schicht 01) sowie der Auffüllung (Schichten 02 und 03) zu liegen kommen. Materialien der Schicht 01 enthalten humose Bestandteile und sind daher grundsätzlich aus dem Gründungsbereich zu entfernen bzw. auszutauschen. Die Auffüllung generell ist als heterogen einzustufen. Die bindige Auffüllung (Schicht 03) ist zudem durch ihre Setzungsempfindlichkeit charakterisiert.

Gemäß technischen Regeln wird auf dem Erdplanum eines Lärmschutzwalls ein Verformungsmodul E_{v2} von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Um dieser Vorgabe zu entsprechen, ist ein Bodenaustausch von 50 cm vorzusehen.

4.6 Allgemeine bodenmechanische Hinweise

Bei Offenlegung der Bodenmaterialien ist zu beachten, dass deren Tragfähigkeit stark vom Wassergehalt abhängt und sie deshalb während der Arbeiten dringend vor Wasserzutritt zu schützen sind.

Alle zitierten Anforderungen und Annahmen müssen mit den Bauplanungen abgeglichen werden. Eine Abstimmung mit den Verfassern zur Vorgehensweise während der weiteren Planungen ist zu empfehlen.

Standardgemäß ist entsprechend der zitierten Regelwerke durch Lastplatten-druckversuche während der Baumaßnahmen ein ausreichendes Verformungsverhalten bzw. ein ausreichender Verdichtungserfolg auf der Oberkante des standardisierten Erdplanumsniveaus und der anzulegenden ungebundenen Trag- bzw. Frostschutzschicht nachzuweisen.

Des Weiteren ist für den Fall abweichender Zusammensetzungen und abweichenden Verhaltens der Böden grundsätzlich ein alternativer Einbau von zusätzlichen Fremdmaterialien als Eventualposition vorzusehen.

5 Ergebnisse und Bewertung der chemischen Untersuchungen

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollen die Möglichkeiten zur Wiederverwertung bzw. zur fachgerechten Entsorgung der aufzunehmenden Materialien (Oberflächenbefestigung/Tragschichten/(potentielle) Kanalgrabenverfüllung) geklärt werden.

Die abfalltechnische Einordnung zur Bestimmung der **Wiederverwertungsmöglichkeiten** der untersuchten **Asphaltdecken** erfolgt gemäß RuVA-StB 01 (Fassung 2005). Die abfalltechnische Deklaration der Asphalte erfolgt gemäß der „Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis“ (Abfallverzeichnis-Verordnung AVV, Fassung 2017).

Zur Bestimmung der Wiederverwertbarkeit des potenziell anfallenden **Bodenaushubs** wird das Material in Anlehnung an die LAGA Richtlinie 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“ (Stand 2004) beurteilt. Eine **abfallrechtliche Einordnung** erfolgt nach den Bestimmungen der AVV (Fassung 2017).

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 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 vorgesehen. Hierzu sind Deklarationsuntersuchungen gemäß **DepV** durchzuführen und gemäß den Zuordnungswerten in die Deponieklassen **DK 0, DK I, DK II und DK III** einzustufen.

5.1 Deklaration Oberflächenbefestigung

5.1.1 Asphalt

Im Untersuchungsbereich wurden insgesamt neun Asphaltproben genommen. An allen Proben wurde ein PAK-Schnelltest (Lackansprühverfahren) durchgeführt. Dieser fiel an allen Kernen negativ aus. Zur quantitativen Überprüfung der Geländeergebnisse wurden repräsentativ Asphaltkerne aus den Rammkernsondierungen anschließend im Labor auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK₁₆) nach U.S.-EPA untersucht. Die Originaldatenblätter des umwelthygienischen Labors sind im Anhang 5 beigelegt.

Die Ergebnisse der Laboranalyse und die daraus resultierende abfalltechnische Einstufung bzw. Deklaration kann Tabelle 5 entnommen werden.

Tabelle 6: Übersicht Laboranalytik und Deklaration Asphalt

Probe	PAK-Gehalt [mg/kg]	Verwertungsklasse RuVA-StB 01	AVV
A20	n.b.	A	17 03 02
A23	n.b.		
A25	n.b.		

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

Alle untersuchten Asphaltproben halten den von der RuVA-Stb 01 (Fassung, 2005) festgelegten Grenzwert von 25 mg/kg ein. Die Asphaltdecken um die Bereiche der jeweiligen Sondieransatzpunkte können demnach der **Verwertungsklasse A** zugeordnet werden. Gemäß Abfallverzeichnisverordnung (AVV) bzw. Erlass des MUNLV NRW [7] ist der Asphalt als „**nicht gefährlicher Abfall**“ unter dem **Abfallschlüssel 17 03 02** (Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen) zu deklarieren.

5.1.2 Gehwegpflaster (Beton)

Der Bestandsweg ist mit Verbundpflasterstein befestigt. Die Oberflächenbefestigung aus Beton wurde beprobt, aber nicht laboranalytisch untersucht, da der Beton organoleptisch unauffällig war.

Der Beton kann erfahrungsgemäß den **LAGA Verwertungsklassen Z0 bis Z1.1** für nicht aufbereiteten Bauschutt bzw. der **AVV Abfallschlüsselnummer 17 01 01** (Beton) zugewiesen werden. Im Zweifel empfehlen wir, eine Analyse durchführen zu lassen.

5.2 Deklaration Bodenaushub

Aus dem aushubrelevanten Bodenbereich wurden folgende Proben zusammengestellt und im Labor gemäß LAGA für Boden Tab. II. 1.2-4/5 untersucht:

- MP 01** Einzelproben 19/1, 20/1, 22/1, 23/1, 24/1, 25/1 (Auffüllung bestehende Trag-/Frostschuttschicht Kies/Sand, Schicht 01*)
- MP 02** Einzelproben 1/1, 2/1, 3/1, 4/1, 5/1, 6/1, 7/1, 8/1, 10/1, 11/1, 12/1, 13/1, 14/1, 15/1, 16/1, 17/1, 18/1, 21/1, 26/1, 27/1, 28/1, 29/1, 30/1, 31/1, 32/1, 33/1, 34/1, 35/1 (Auffüllung humoser Oberboden Schluff/Sand, Schicht 01)
- MP 03** Einzelproben 2/2, 2/3, 6/2, 7/2, 7/3, 7/4, 8/2, 9/1, 10/2, 12/2, 14/2, 14/3, 15/2, 16/2, 17/2, 18/2, 19/2, 19/3, 19/4, 20/2, 20/3, 21/2, 21/3, 22/2, 22/3, 22/4, 23/2, 23/3, 23/4, 24/2, 25/2, 26/2, 27/2, 28/2, 29/2, 30/2, 30/3, 31/2, 32/2, 33/2, 34/2, 34/3, 35/2, 35/3, 35/4 (Auffüllung Kies/Sand/Schluff, Schicht 02/03)
- MP 04** Einzelproben 3/3, 3/4, 4/3, 5/3, 4/4, 5/5, 5/6, 6/3, 6/4, 6/5, 7/5, 7/6, 8/3, 8/4, 9/2, 9/3, 10/3, 10/4, 26/5, 27/3, 27/4, 27/5, 32/3, 32/4, 33/4, 34/6, 35/5 (Anstehend Kies/Sand, Schicht 05/06)
- MP 05** 1/2, 3/2, 4/2, 5/2, 8/3, 26/3, 26/4, 33/3, 34/4, 34/5 (Anstehend Schluff, Schicht 04)
- MP 06** 1/3, 1/4, 2/4, 7/7, 10/5, 11/2, 11/3, 11/4, 12/3, 12/4, 13/2, 13/3, 13/4, 14/4, 15/3, 15/4, 16/3, 16/4, 17/3, 18/3, 18/4, 19/5, 20/4, 21/4, 21/5, 23/5, 23/6, 23/7, 23/8, 24/3, 24/4, 24/5, 25/3, 25/4, 28/3, 28/4, 29/3, 29/4, 29/5, 30/4, 30/5, 31/3, 31/4, 31/5, 32/5 (Anstehend Kies/Sand/Schluff/Ton, Schicht 07)

Zur Orientierung wurden in den nachfolgenden Tabellen die Zuordnungswerte der LAGA-Verwertungsklassen den Laborergebnissen gegenübergestellt.

Sämtliche Ergebnisse, die Aufschlüsselung der Einzelsubstanzen sowie deren Nachweisgrenzen sind auf den Originaldatenblättern des Labors (Anhang 5) dokumentiert.

Tabelle 7a: Ergebnisse der Feststoffuntersuchung Boden MP 01, MP 02 und MP 03

Parameter	Einheit	LAGA Tab. II.1.2-4 Zuordnungswerte Feststoff Boden				Ergebnisse		
		Z0 ^[q]	Z0* ^[o]	Z1	Z2	MP 01	MP 02	MP 03
Arsen	mg/kg	10	15	45	150	10,0	33,2	19,1
Blei	mg/kg	40	140	210	700	11	30	14
Cadmium	mg/kg	0,4	1	3	10	n.n.	0,4	n.n.
Chrom	mg/kg	30	120	180	600	17	36	32
Kupfer	mg/kg	20	80	120	400	17	28	26
Nickel	mg/kg	15	100	150	500	22	44	38
Quecksilber	mg/kg	0,1	1	1,5	5	n.n.	n.n.	0,49
Thallium	mg/kg	0,4	0,7	2,1	7	n.n.	0,2	0,3
Zink	mg/kg	60	300	450	1.500	35	106	54
Cyanide	mg/kg	-	-	3	10	n.n.	n.n.	n.n.
TOC	(Masse-%)	0,5-1	0,5-1	1,5	5	n.n.	1,3	0,1
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.	n.n.	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) ^[p]	30	n.b.	0,19	n.b.
Benzo(a)py.	mg/kg	0,3	0,6	0,9	3	n.n.	n.n.	n.n.
ΣPCB ₆	mg/kg	0,05	0,1	0,15	0,5	n.b.	n.b.	n.b.

n.n.: nicht nachweisbar

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

[o] maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)

[p] Bodenmaterial mit den Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

[q] Sand

Tabelle 7b: Ergebnisse der Eluatuntersuchung Boden MP 01, MP 02 und MP 03

Parameter	Einheit	LAGA Tab. II.1.2-5 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	8,6	7,7	8,3
Leitfähigkeit	µS/cm	250	250	1.500	2.000	63	48	75
Chlorid	mg/l	30	30	50	100	8,8	n.n.	n.n.
Sulfat	mg/l	20	20	50	200	1,8	n.n.	2,3
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	6	4	n.n.
Blei	µg/l	40	40	80	200	5	22	n.n.
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.	3	n.n.
Kupfer	µg/l	20	20	60	100	13	15	n.n.
Nickel	µg/l	15	15	20	70	2	6	n.n.
Quecksilber	µg/l	<0,5	<0,5	1	2	n.n.	n.n.	n.n.
Zink	µg/l	150	150	200	600	10	60	n.n.

n.n.: nicht nachweisbar

Tabelle 8a: Ergebnisse der Feststoffuntersuchung Boden MP 04, MP 05 und MP 06

Parameter	Einheit	LAGA Tab. II.1.2-4 Zuordnungswerte Feststoff Boden				Ergebnisse		
		Z0[q]	Z0*[o]	Z1	Z2	MP 04	MP 05	MP 06
Arsen	mg/kg	10	15	45	150	5,9	7,6	25,2
Blei	mg/kg	40	140	210	700	7	12	8
Cadmium	mg/kg	0,4	1	3	10	n.n.	n.n.	n.n.
Chrom	mg/kg	30	120	180	600	25	29	29
Kupfer	mg/kg	20	80	120	400	9	14	24
Nickel	mg/kg	15	100	150	500	25	29	31
Quecksilber	mg/kg	0,1	1	1,5	5	n.n.	n.n.	n.n.
Thallium	mg/kg	0,4	0,7	2,1	7	n.n.	n.n.	0,2
Zink	mg/kg	60	300	450	1.500	51	44	51
Cyanide	mg/kg	-	-	3	10	n.n.	n.n.	n.n.
TOC	(Masse-%)	0,5-1	0,5-1	1,5	5	n.n.	0,2	n.n.
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.	n.n.	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) ^[p]	30	n.b.	n.b.	n.b.
Benzo(a)py.	mg/kg	0,3	0,6	0,9	3	n.n.	n.n.	n.n.
ΣPCB ₆	mg/kg	0,05	0,1	0,15	0,5	n.b.	n.b.	n.b.

n.n.: nicht nachweisbar

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

[o] maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)

[p] Bodenmaterial mit den Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

[q] Sand

Tabelle 8b: Ergebnisse der Eluatuntersuchung Boden MP 04, MP 05 und MP 06

Parameter	Einheit	LAGA Tab. II.1.2-5 Zuordnungswerte Eluat Boden				Ergebnisse		
		Z0/Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	MP 04	MP 05	MP 06
pH-Wert	-	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12	5,5-12	8,2	7,8	8,1
Leitfähigkeit	µS/cm	250	250	1.500	2.000	14	22	16
Chlorid	mg/l	30	30	50	100	n.n.	n.n.	n.n.
Sulfat	mg/l	20	20	50	200	n.n.	n.n.	1,7
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	n.n.	2	n.n.
Blei	µg/l	40	40	80	200	3	9	n.n.
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	1	n.n.	n.n.
Kupfer	µg/l	20	20	60	100	n.n.	7	n.n.
Nickel	µg/l	15	15	20	70	1	3	n.n.
Quecksilber	µg/l	<0,5	<0,5	1	2	n.n.	n.n.	n.n.
Zink	µg/l	150	150	200	600	20	10	n.n.

n.n.: nicht nachweisbar

Umwelthygienische bzw. organoleptische Auffälligkeiten wurden bei den Probenahmen vor Ort nicht festgestellt. Auf Basis der Laborergebnisse kann das Material folgendermaßen deklariert werden:

Die Trag- und Frostschutzschicht im Geh-/Radwegbereich und Feldweg weist in der **Mischprobe MP 01** vereinzelt Fremdbestandteile mit < 10 Vol.-%) auf. Labortechnisch übersteigt lediglich das Nickel mit 22 mg/kg den Z0-Zuordnungswert von 15 mg/kg. Alle anderen Untersuchungsparameter im Feststoff und Eluat bleiben unauffällig. Demnach sind die Materialien der Mischprobe MP1 in die **LAGA-Verwertungsklasse Z0*** einzustufen.

Der humose Oberboden (**Mischprobe MP 02**) weist einen TOC-Gehalt von 1,3 Masse.-% auf. Alle anderen Untersuchungsparameter im Feststoff und Eluat bleiben unauffällig, sodass die Materialien der Mischprobe MP 02 in die **LAGA-Verwertungsklasse Z1.1** einzustufen sind.

Die Auffüllungsmaterialien unterhalb der humosen Oberbodenschicht (**Mischprobe MP 03**) weisen vereinzelt Fremdbestandteile in Form von Ziegelbruch, Fliesenbruch oder Kohle (< 10 Vol.-%) auf. Lediglich Arsen übersteigt den Z0*-Zuordnungswert, sodass die Materialien der Mischprobe MP 03 in die **LAGA-Verwertungsklasse Z1.1** einzugruppieren sind.

Die anthropogen unbeeinflussten, natürlich anstehenden Kiese, Sande, Schluffe und Tone der Mischproben **MP 04, MP 05 und MP 06** übersteigen aufgrund der natürlichen, gesteinsbürtigen Metallbelastung vereinzelt die elementspezifischen Z0-Zuordnungswerte. Demnach sind die Materialien der Mischproben MP 04 und MP 05 in die **LAGA-Verwertungsklasse Z0*** und die Materialien der Mischprobe MP 06 in die **LAGA-Verwertungsklasse Z1.1** einzustufen.

Ergänzend zur LAGA-Untersuchung wurden die Auffüllungsmaterialien der Mischproben MP 01 und MP 03 nach der Parameterliste der Deponieverordnung labortechnisch untersucht.

Tabelle 9: Ergebnisse der Untersuchung nach DepV Mischproben MP 01 und MP 03

Parameter	Einheit	Zuordnungswerte				Ergebnisse	
		DK 0	DK I	DK II	DK III	MP 01	MP 03
organischer Anteil der Trockenmasse der Originalsubstanz ²⁾							
Glühverlust	Masse-%	≤ 3	≤ 3 ³⁾⁴⁾⁵⁾	≤ 5 ³⁾⁴⁾⁵⁾	≤ 10 ⁴⁾⁵⁾	0,7	2,8
TOC	Masse-%	≤ 1	≤ 1 ³⁾⁴⁾⁵⁾	≤ 5 ³⁾⁴⁾⁵⁾	≤ 10 ⁴⁾⁵⁾	n.n.	0,1
Feststoffparameter							
ΣBTEX	mg/kg	≤ 6				n.b.	n.b.
ΣPCB ₇	mg/kg	≤ 1				n.b.	n.b.
Kohlenwasserstoffe (C ₁₀ -C ₄₀)	mg/kg	≤ 500				n.n.	n.n.
ΣPAK ₁₆	mg/kg	≤ 30				n.b.	n.b.
lipophile Stoffe	Masse-%	≤ 0,1	≤ 0,4 ⁵⁾	≤ 0,8 ⁵⁾	≤ 4 ⁵⁾	n.n.	n.n.
Eluatparameter							
pH-Wert ⁸⁾	-	5,5-13,0	5,5-13,0	5,5-13,0	4,0-13,0	8,6	8,3
DOC ⁹⁾	mg/l	≤ 50	≤ 50 ³⁾¹⁰⁾	≤ 80 ³⁾¹⁰⁾¹¹⁾	≤ 100	3,0	1,6
Phenolindex (wdf.)	mg/l	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 50	≤ 100	n.n.	n.n.
Arsen	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 2,5	0,006	n.n.
Blei	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5	0,005	n.n.
Cadmium	mg/l	≤ 0,004	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,5	n.n.	n.n.
Chrom gesamt	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 7	n.n.	n.n.
Kupfer	mg/l	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5	≤ 10	0,013	n.n.
Nickel	mg/l	≤ 0,04	≤ 0,2	≤ 1	≤ 4	0,002	n.n.
Quecksilber	mg/l	≤ 0,001	≤ 0,005	≤ 0,02	≤ 0,2	n.n.	n.n.
Zink	mg/l	≤ 0,4	≤ 2	≤ 5	≤ 20	0,010	n.n.
Chlorid ¹²⁾	mg/l	≤ 80	≤ 1.500 ¹³⁾	≤ 1.500 ¹³⁾	≤ 2.500	8,8	n.n.
Sulfat ¹²⁾	mg/l	≤ 100 ¹⁵⁾	≤ 2.000 ¹³⁾	≤ 2.000 ¹³⁾	≤ 5.000	1,8	2,3
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1	n.n.	n.n.
Fluorid	mg/l	≤ 1	≤ 5	≤ 15	≤ 50	0,3	0,6
Barium	mg/l	≤ 2	≤ 5 ¹³⁾	≤ 10 ¹³⁾	≤ 30	0,019	0,012
Molybdän	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,3 ¹³⁾	≤ 1 ¹³⁾	≤ 3	0,003	0,002
Antimon ¹⁶⁾	mg/l	≤ 0,006	≤ 0,03 ¹³⁾	≤ 0,07 ¹³⁾	≤ 0,5	n.n.	n.n.
Antimon-C(0)-Wert ¹⁶⁾	mg/l	≤ 0,1	≤ 0,12 ¹³⁾	≤ 0,15 ¹³⁾	≤ 1	n.u.	n.u.
Selen	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,03 ¹³⁾	≤ 0,05 ¹³⁾	≤ 0,7	0,001	n.n.
gelöste Feststoffe gesamt ¹²⁾	mg/l	≤ 400	≤ 3.000	≤ 6.000	≤ 10.000	150	n.n.

Fußnoten einsehbar in DepV (27.04.2009, geändert 27. September 2017), 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

Alle Untersuchungsparameter halten die DK 0-Zuordnungswerte ein, sodass die Materialien der beiden **Mischproben MP 01 und MP 03** in die **Deponieklasse DK 0** einzustufen sind.

Das gesamte aushubrelevante mineralische Bodenmaterial ist als sogenannter nicht gefährlicher Abfall gemäß AVV unter der **Abfallschlüsselnummer 17 05 04** (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen) zu deklarieren.

Hinweis: Grundsätzlich ist bei Auffüllungen mit anthropogenen Fremdbestandteilen zu rechnen. Die exakte Menge kann nicht bestimmt werden. Fremd Beimengungen sind, unabhängig von der abfalltechnischen Deklaration, unbedingt bei der Kostenkalkulation für die Entsorgung des Aushubs, zu berücksichtigen. Bei als Z0 bzw. Z0 deklarierte Böden kann dies zu erhöhten Entsorgungskosten führen. Möglicherweise ist eine Entsorgung unter der AVV Abfallschlüsselnummer 17 01 07 erforderlich.*

5.3 Zusammenfassung der abfalltechnischen Bewertung

Die nachfolgende Tabelle fasst die umwelthygienischen Untersuchungsergebnisse für die möglichen aushubrelevanten Boden- und Oberflächenbefestigungsmaterialien (nicht Asphalt) zusammen.

Tabelle 14: Zusammenfassung der Untersuchungen nach LAGA und DepV

Probe	Funktion/Material	Lage Bestand	zuordnungsrelevanter Parameter	LAGA/ DepV	AVV
-	Verbundpflasterstein/Beton	Geh-/ Radweg	-	Z0 bis Z1.1	17 01 01/ 17 01 07
MP01	Trag-/Frostschuttschicht Kies/Sand	Geh-/ Radweg	Nickel 22 mg/kg	Z0*/ DK 0	17 05 04
MP02	Auffüllung humoser Oberboden Schluff/Sand	Plangebiet	TOC 1,3 Masse-%	Z1.1	
MP03	Auffüllung Erdplanum Kies/Sand		Arsen 19,1 mg/kg	Z1.1/ DK 0	
MP04	Anstehend Erdplanum Kies/Sand		Nickel 25 mg/kg	Z0*	
MP05	Anstehend Erdplanum Schluff		Nickel 29 mg/kg		
MP06	Anstehend Erdplanum Kies/Sand/Schluff/Ton		Arsen 25,2 mg/kg	Z1.1	

Hinweis: Grundsätzlich ist bei Auffüllungen mit anthropogenen Fremdbestandteilen zu rechnen. Die exakte Menge kann nicht bestimmt werden. Fremdbeimengungen sind, unabhängig von der abfalltechnischen Deklaration, unbedingt bei der Kostenkalkulation für die Entsorgung des Aushubs zu berücksichtigen. Bei als Z0 bzw. Z0 deklarierten Böden kann dies zu erhöhten Entsorgungskosten führen. Möglicherweise ist eine Entsorgung unter der AVV Abfallschlüsselnummer 17 01 07 erforderlich.*

5.4 Allgemeine Hinweise zur abfalltechnischen Bewertung

Die hier dargestellten Laboranalysen und abfalltechnischen Bewertungen der ungebundenen Tragschichten sowie der Oberflächenbefestigung wurden gemäß den Vorgaben der LAGA, DepV, RuVA-StB bzw. AVV durchgeführt. Dies ist die allgemein übliche Vorgehensweise zur abfalltechnischen Bewertung bzw. Deklaration von mineralischen Bauschutt- und Boden-Abfällen.

Bei der Verwertung und Beseitigung von teerfreiem und teerhaltigem Asphalt genügen in der Praxis die hier durchgeführten PAK-Analysen.

Bei der Entsorgung sind gegebenenfalls zusätzliche Annahmekriterien der Abfall-Annahmestellen (Entsorger) zu beachten. Hierfür werden möglicherweise zusätzliche Analysen erforderlich.

Wir weisen darauf hin, dass auch in Abhängigkeit von der Gesamtkubatur der zu entsorgenden Abfälle die Entsorger zusätzliche Analysen fordern können. Auch wir empfehlen die Durchführung weiterer, engmaschigerer Analysen. Dies kann möglicherweise zu einer räumlichen Eingrenzung der belasteten Bereiche führen, was günstigere Entsorgungskosten zur Folge hätte. Erfahrungsgemäß ist in der Regel eine Analyse je 1.000 m³ zu entsorgendem Abfall vorzulegen.

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 Abfallsatzung, insbesondere zum Anschluss- und Benutzungszwang der Stadt Meckenheim zu beachten. Das ausführende Unternehmen muss dem Bauherrn die geplanten

Annahmestellen unter Angabe der Optionen Verwertung/Beseitigung im Vorfeld der Maßnahme zur Prüfung vorlegen. Für eine unzulässige Entsorgung kann der Bauherr seitens der Umweltbehörden haftbar gemacht werden.

In Teilbereichen können möglicherweise Wurzeln vorhanden sein. Dies sollte bei der Kostenkalkulation des Arbeitsaufwands und der Entsorgung von Aushub berücksichtigt werden.

Bei anthropogenen Auffüllungen ist immer mit anthropogenen Fremdbestandteilen zu rechnen. Das ausführende Unternehmen hat bei der Kostenkalkulation zu berücksichtigen, dass die Entsorgungskosten für Z0-Böden abhängig von der Menge der enthaltenen Fremdbestandteile sein können.

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 des Weiteren abfalltechnisch zu deklarieren und einer fachgerechten Verwertung/Beseitigung im Sinne des Gesetzgebers zuzuführen.

6 Schlussbemerkungen

Bodengruppen gemäß DIN 18196 und Bodenklassen gemäß DIN 18300, 18301 und 18319 konnten ermittelt werden. Bodenmechanische Kennwerte, abgeleitet aus den Geländeerkenntnissen sowie Laboranalysen, wurden angegeben. Zur Grundwassersituation sowie zur Wasserhaltung wurde Stellung genommen.

Eine baubegleitende Prüfung der offenen Gründungssohle durch einen Bodengutachter sowie laufende Abstimmungen zwischen Tiefbau, Kanalplanern 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.

Alle bauseitigen Annahmen müssen verantwortlich geprüft und bei Bedarf mit den Geländeerkenntnissen abgeglichen werden.

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 April 2018.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit zu verwenden. Der Umfang ist dem Inhaltsverzeichnis zu entnehmen.

Grundsätzlich weisen wir darauf hin, dass es sich bei den durchgeführten Geländeuntersuchungen um eine stichprobenhafte Erkundung handelt. Abweichungen von den hier dargestellten Verhältnissen sind daher möglich.

Wir empfehlen zur Verifizierung der hier dargestellten Ergebnisse die Durchführung weiterer Erkundungen in Form von Sondierungen oder Schürfen.

Köln, 20.04.2018

Gutachter:



Dipl.-Geogr. Uwe Radtke



Dipl.-Geogr. Michael Lang

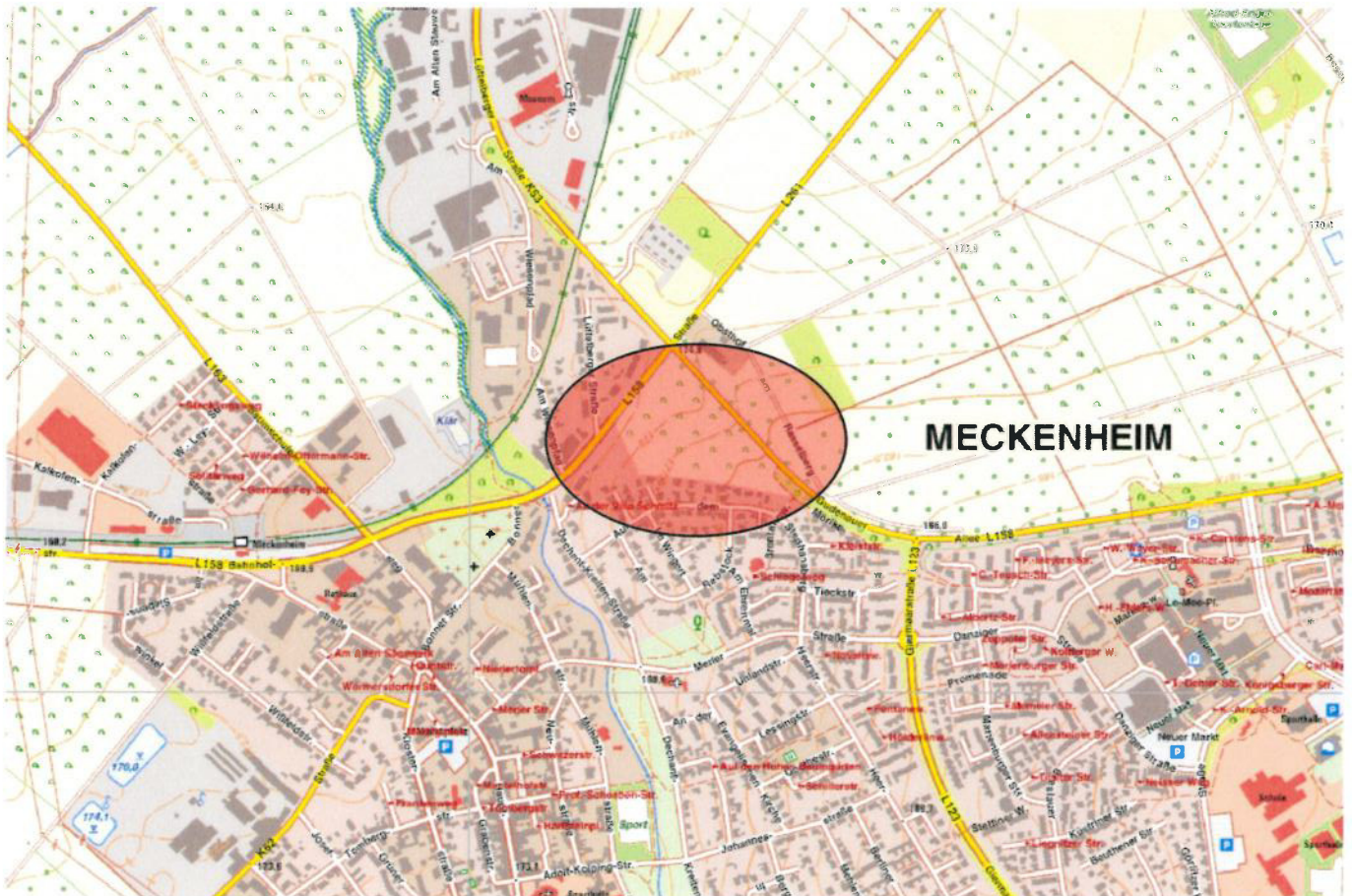


Dipl.-Geol. Peter Brück

Anhang

Anhang 1

Übersichtsskizze



Lage der Untersuchungsfläche

Auftraggeber: TerraD GmbH

Projekt: 18-4034 Weinberger Gärten, 53340 Meckenheim

Planinhalt: Übersichtsskizze

Dat./Bearb.: 20.03.2018 / Ha

Dat./Gepr.: 20.03.2018 /

P.S.

Maßstab: ohne

Zeichnung Nr.: 18-4034 a

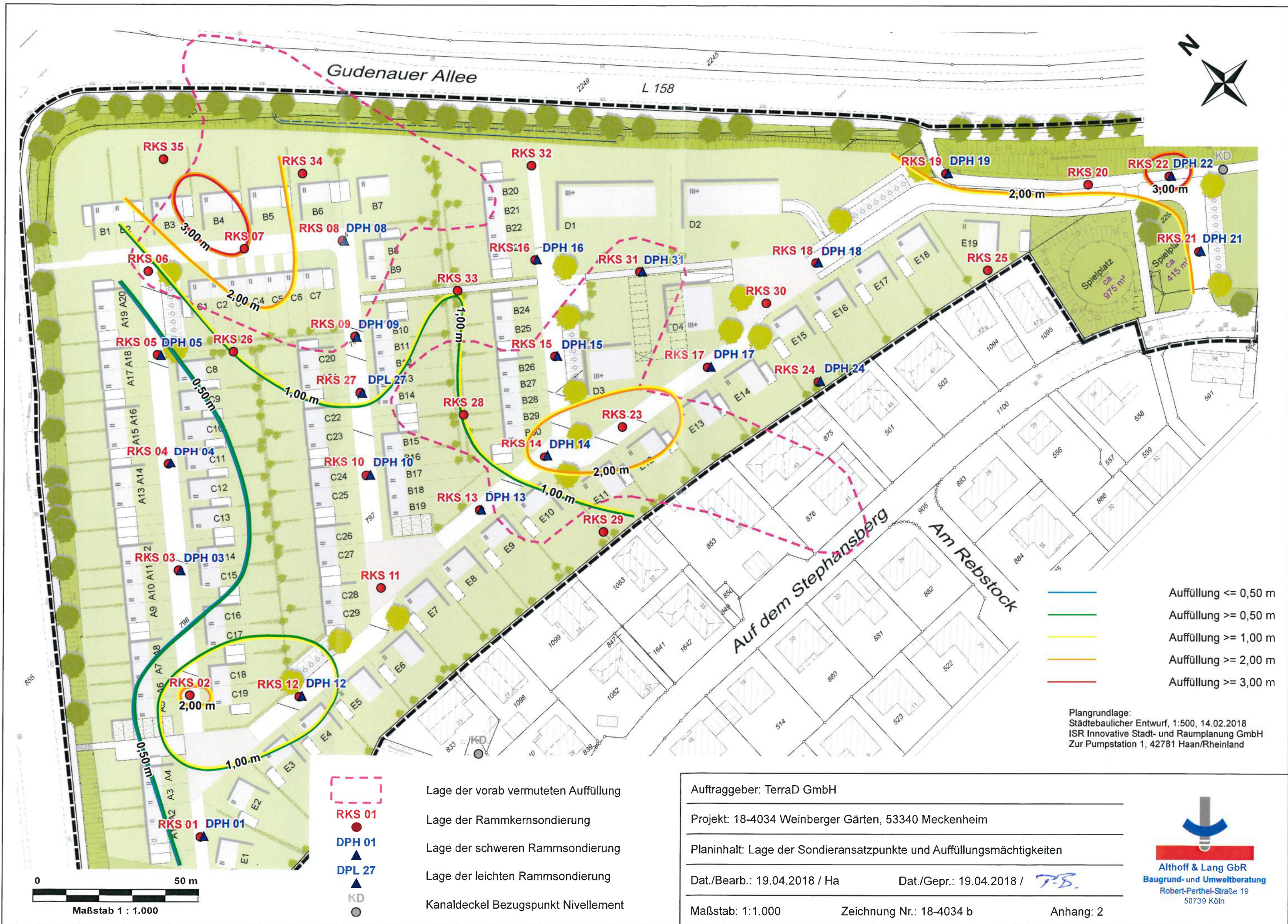
Anhang: 1



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

Anhang 2

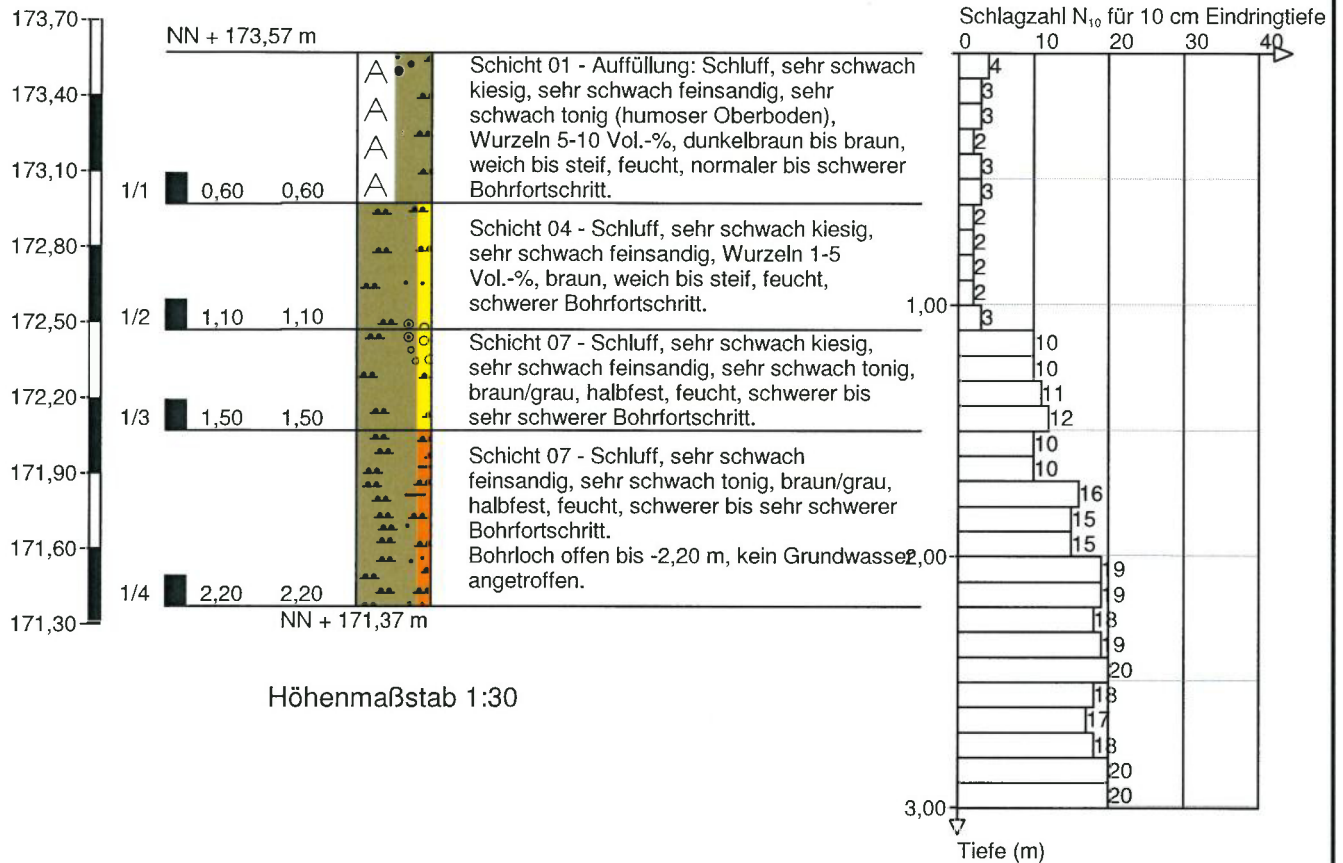
Lage der Sondieransatzpunkte und Auffüllungsmächtigkeiten



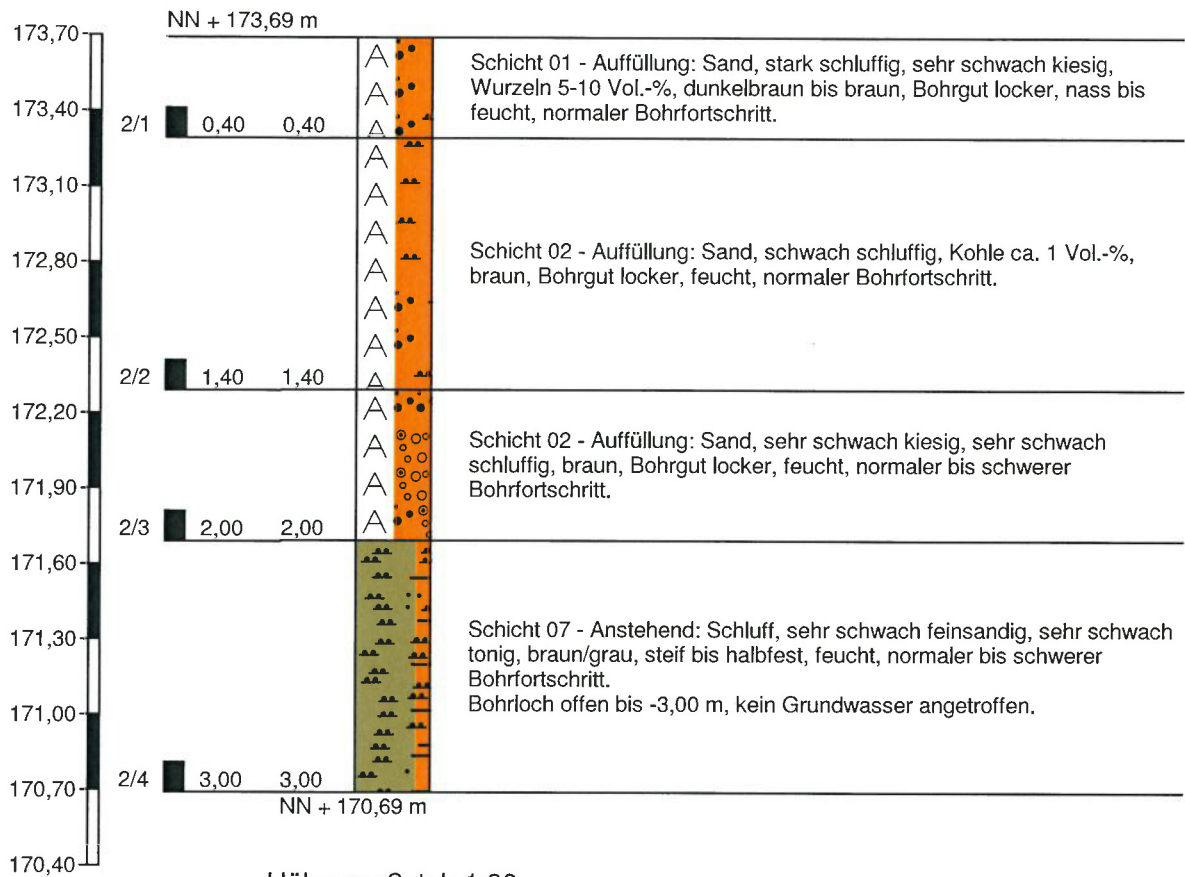
Anhang 3

Profile der Kernbohrungen und Rammkernsondierungen sowie Rammdiagramme

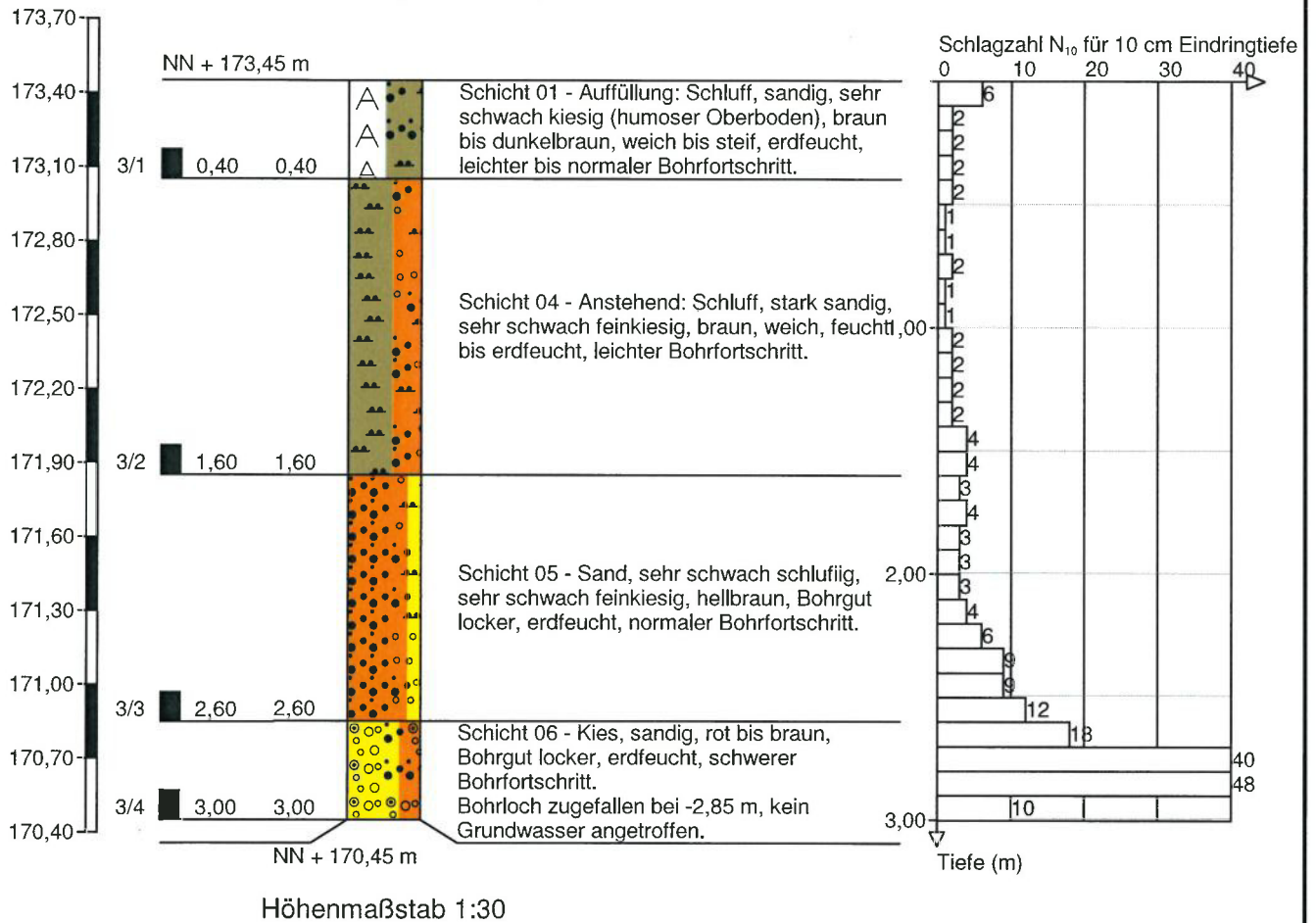
RKS/DPH 01 (Planstraße)



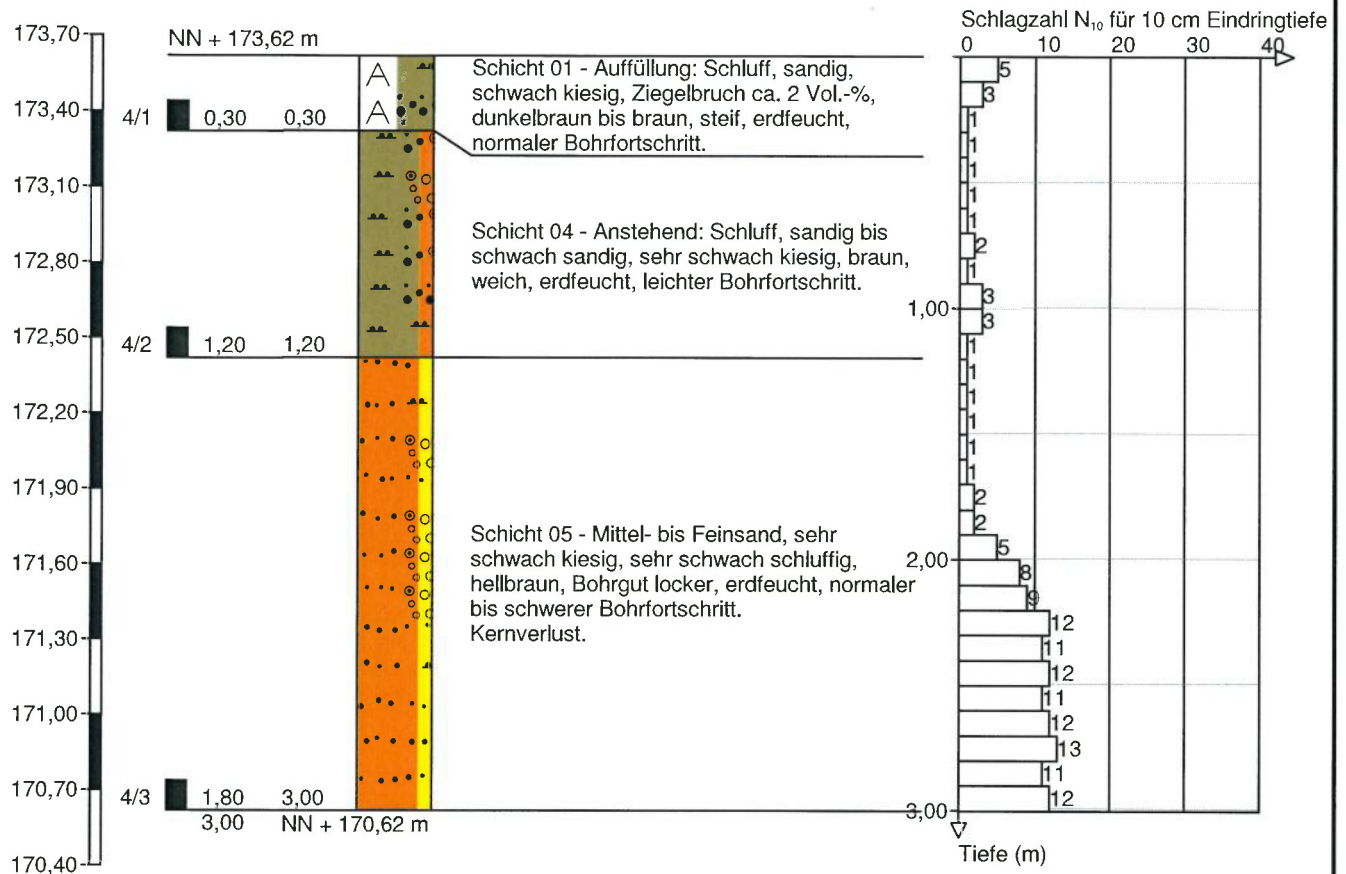
RKS 02 (Planstraße)



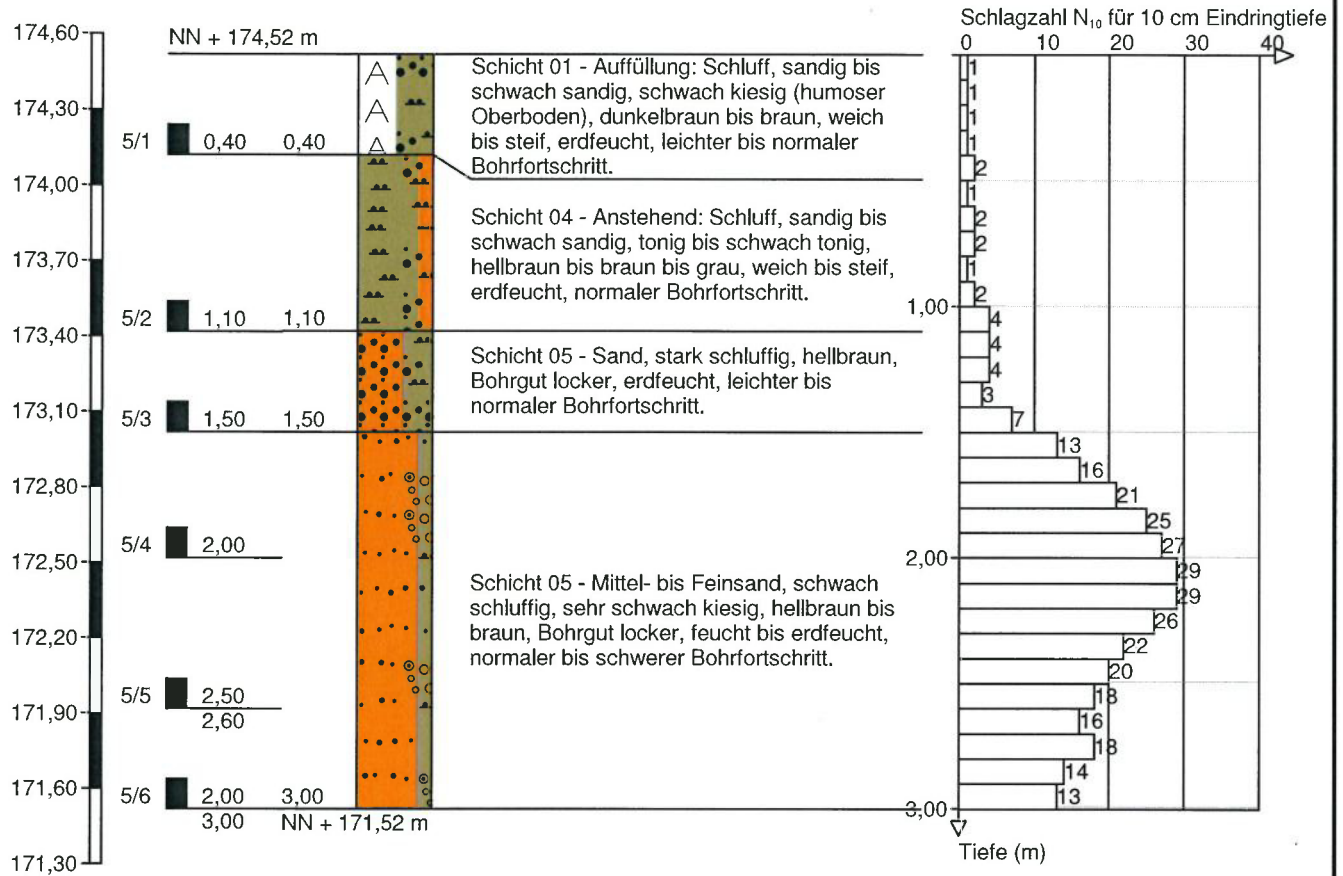
RKS/DPH 03 (Planstraße)



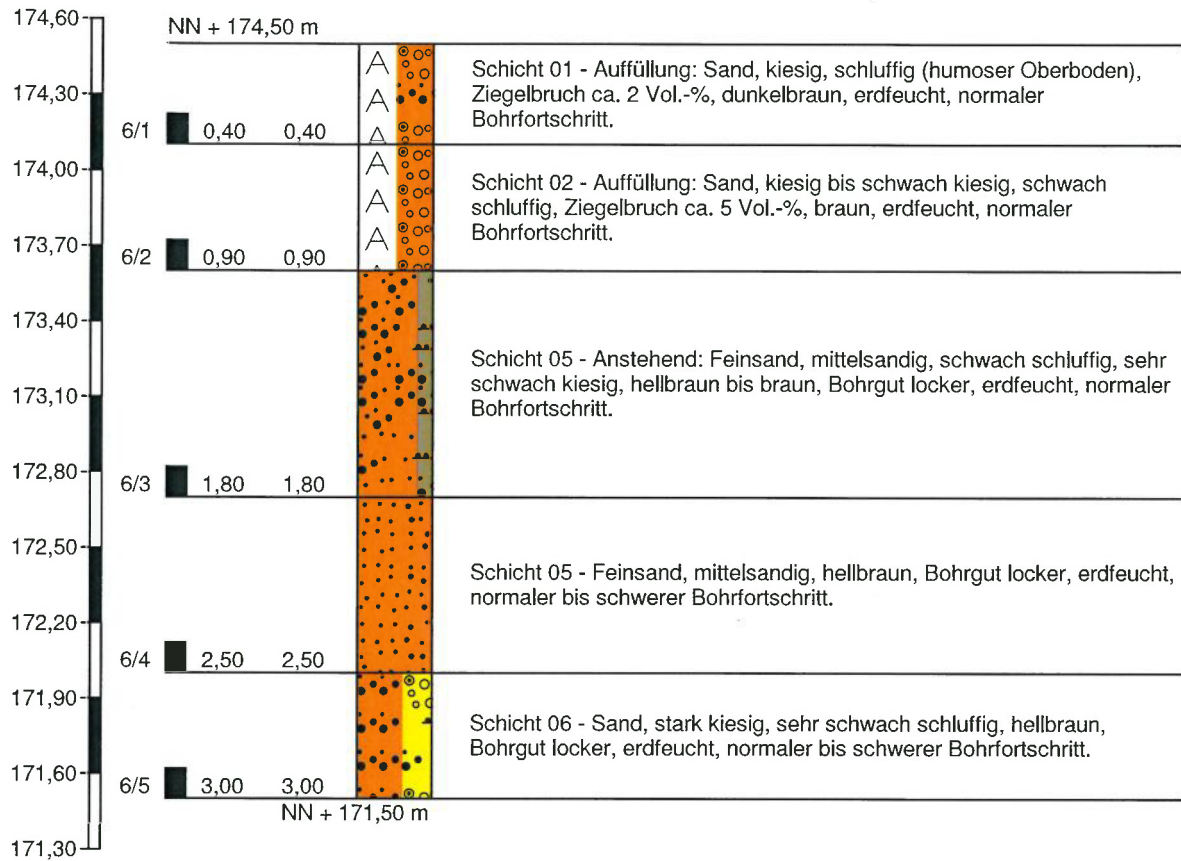
RKS/DPH 04 (Planstraße)



RKS/DPH 05 (Planstraße)

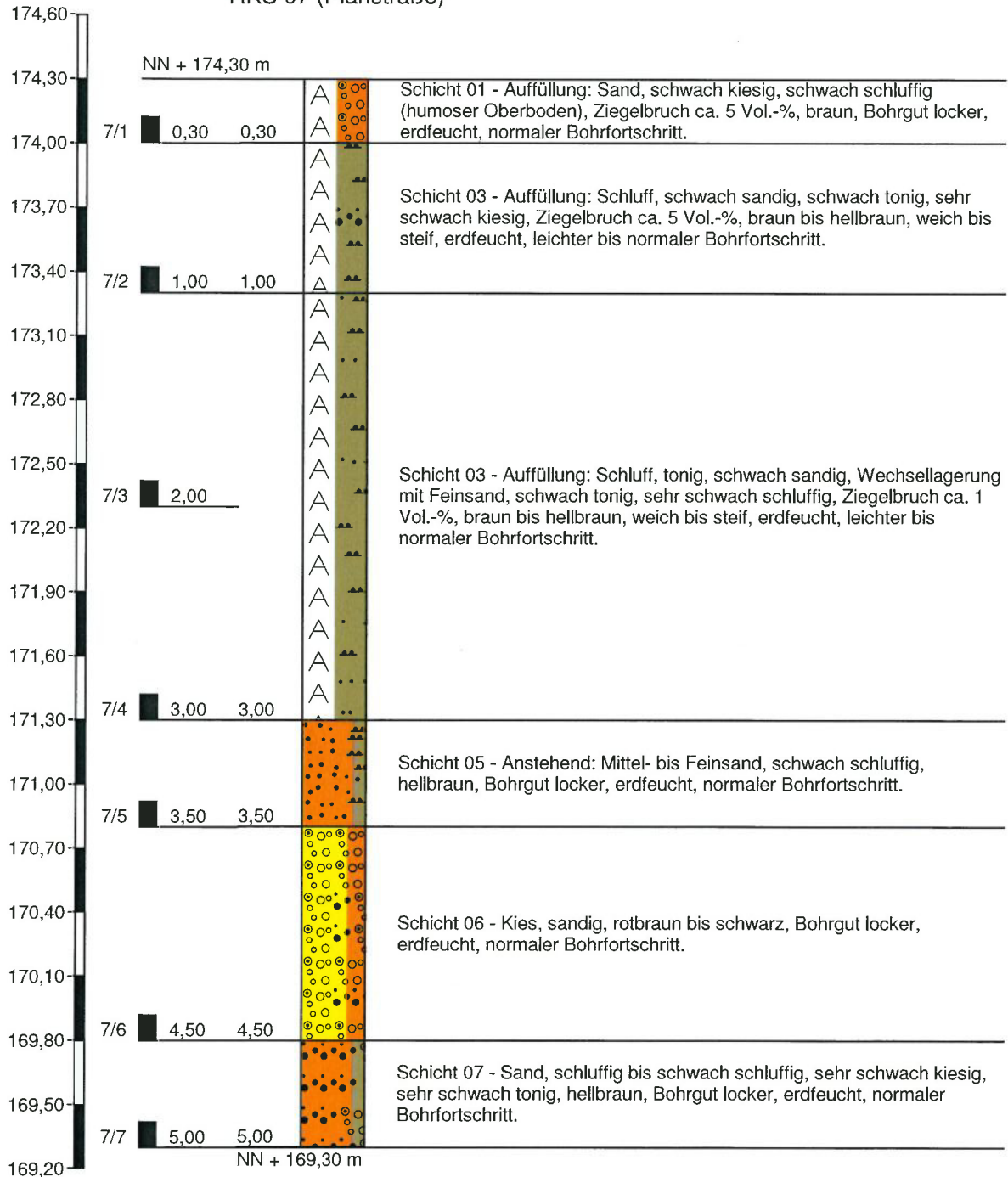


RKS 06 (Planstraße)



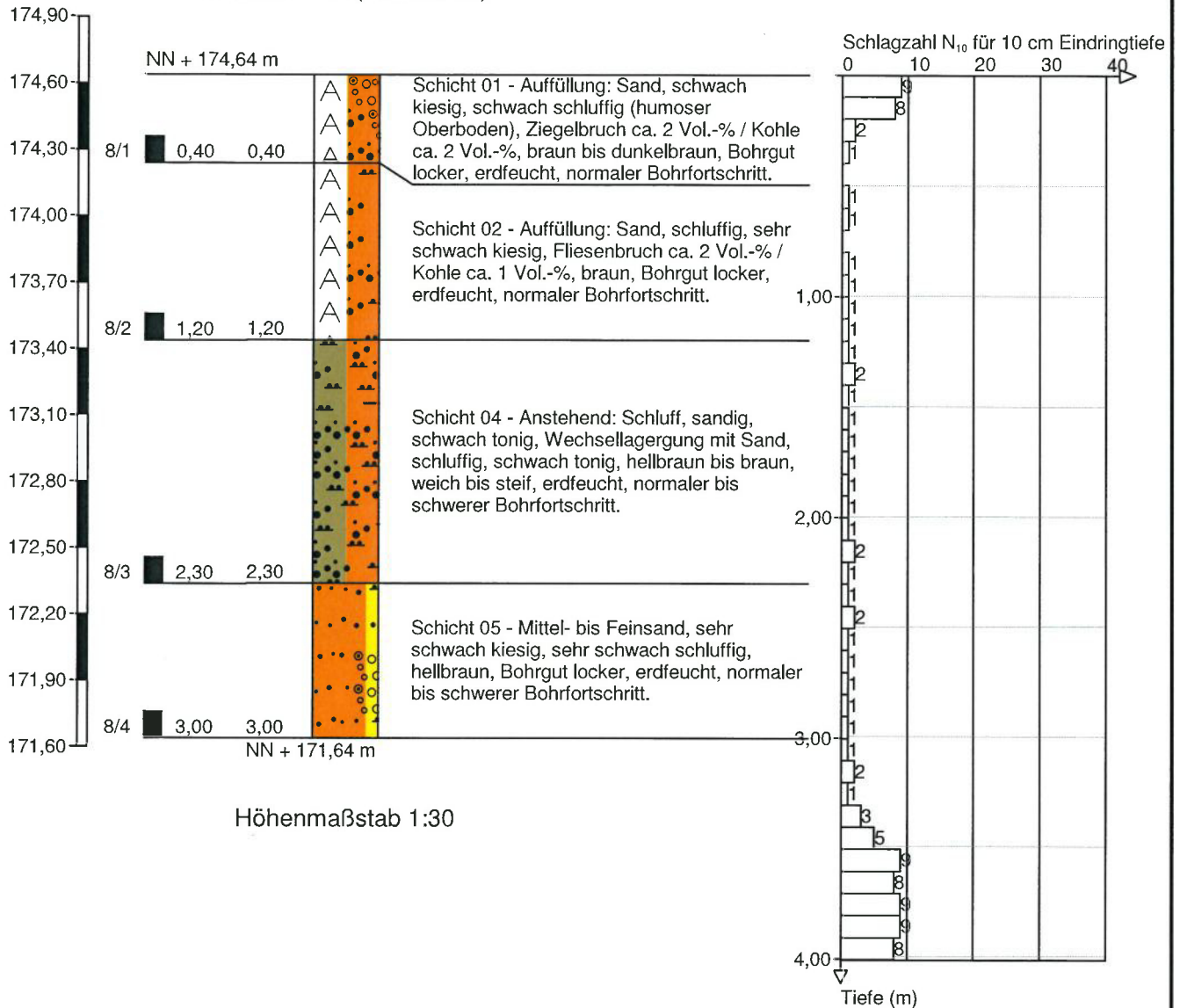
Höhenmaßstab 1:30

RKS 07 (Planstraße)

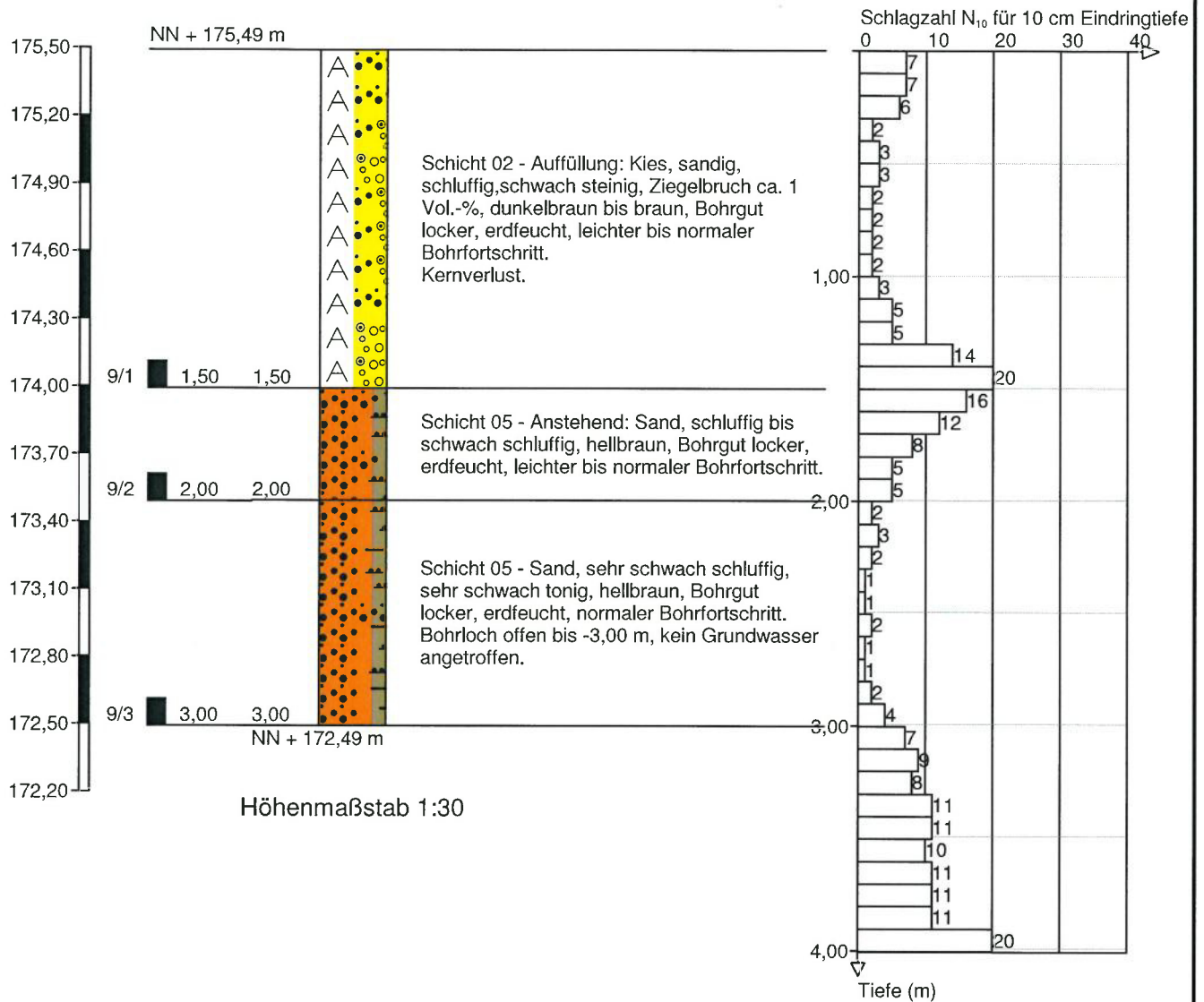


Höhenmaßstab 1:30

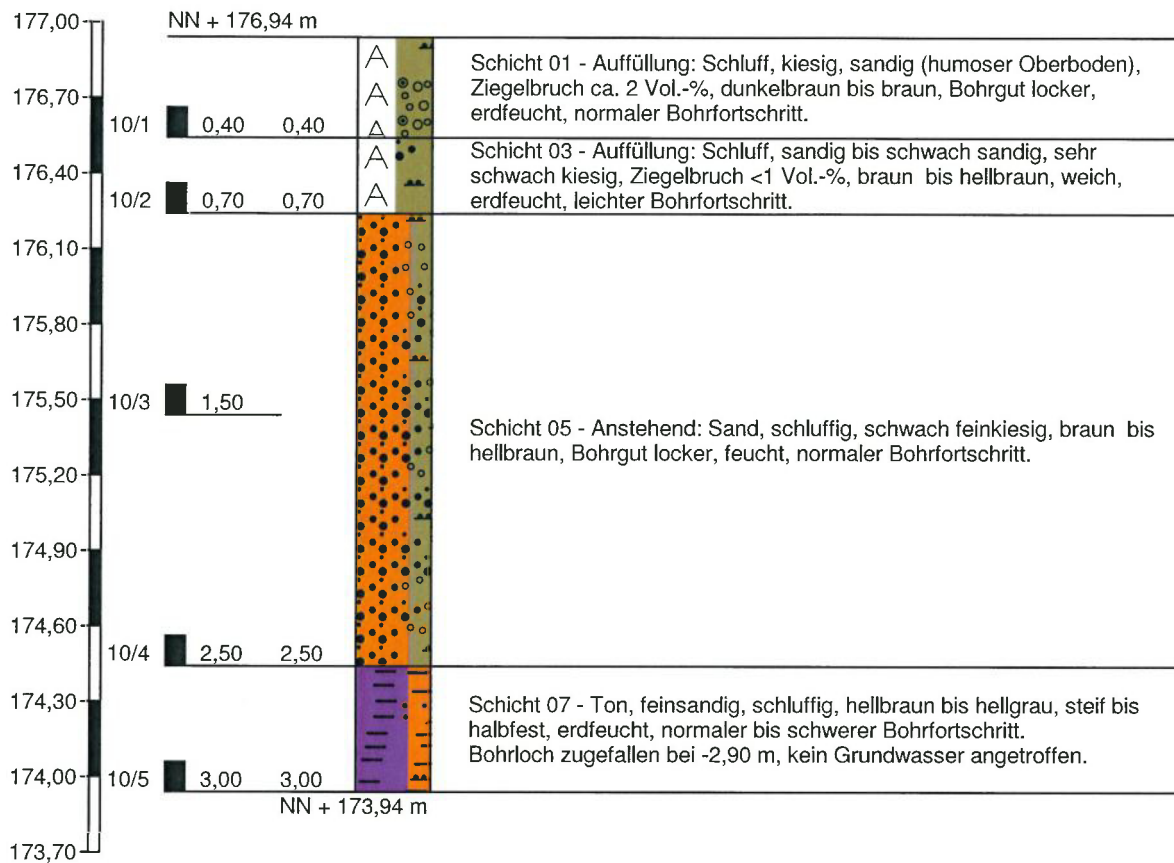
RKS/DPH 08 (Planstraße)



RKS/DPH 09 (Planstraße)

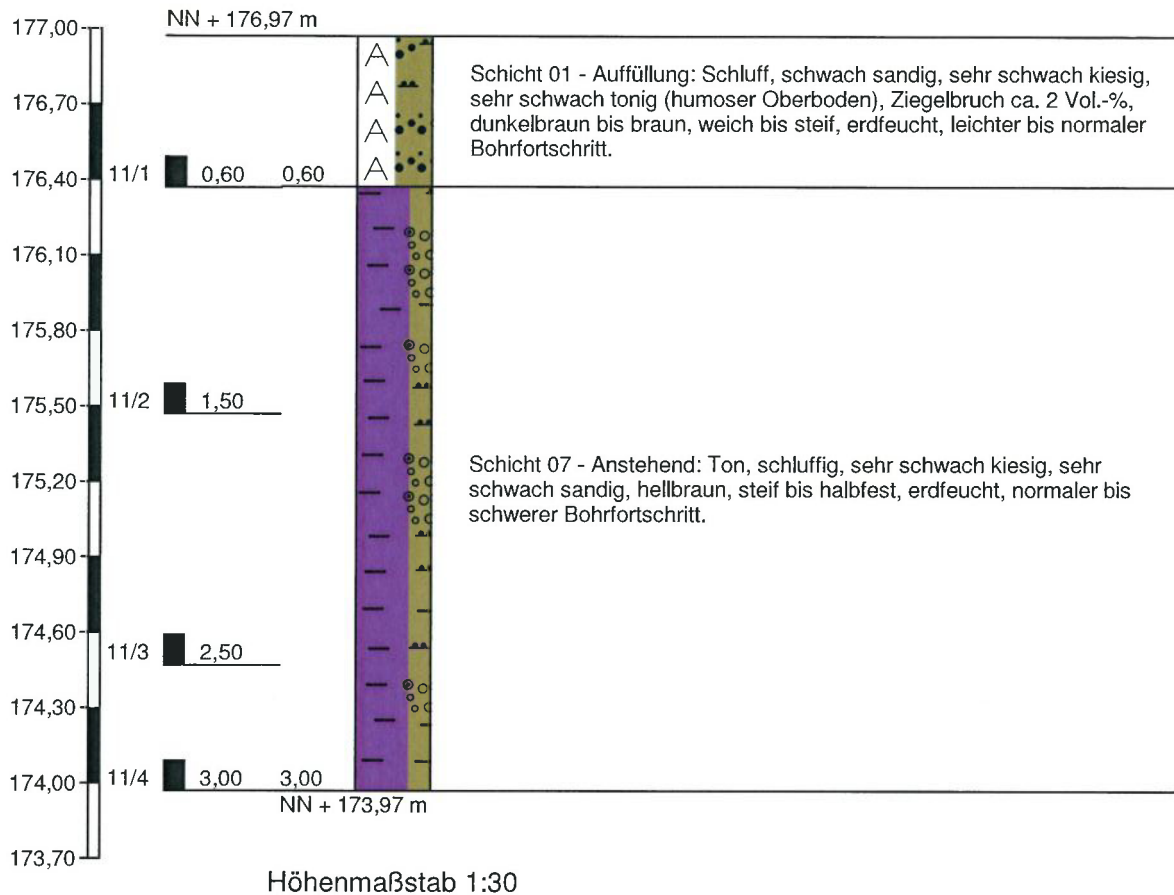


RKS 10 (Planstraße)

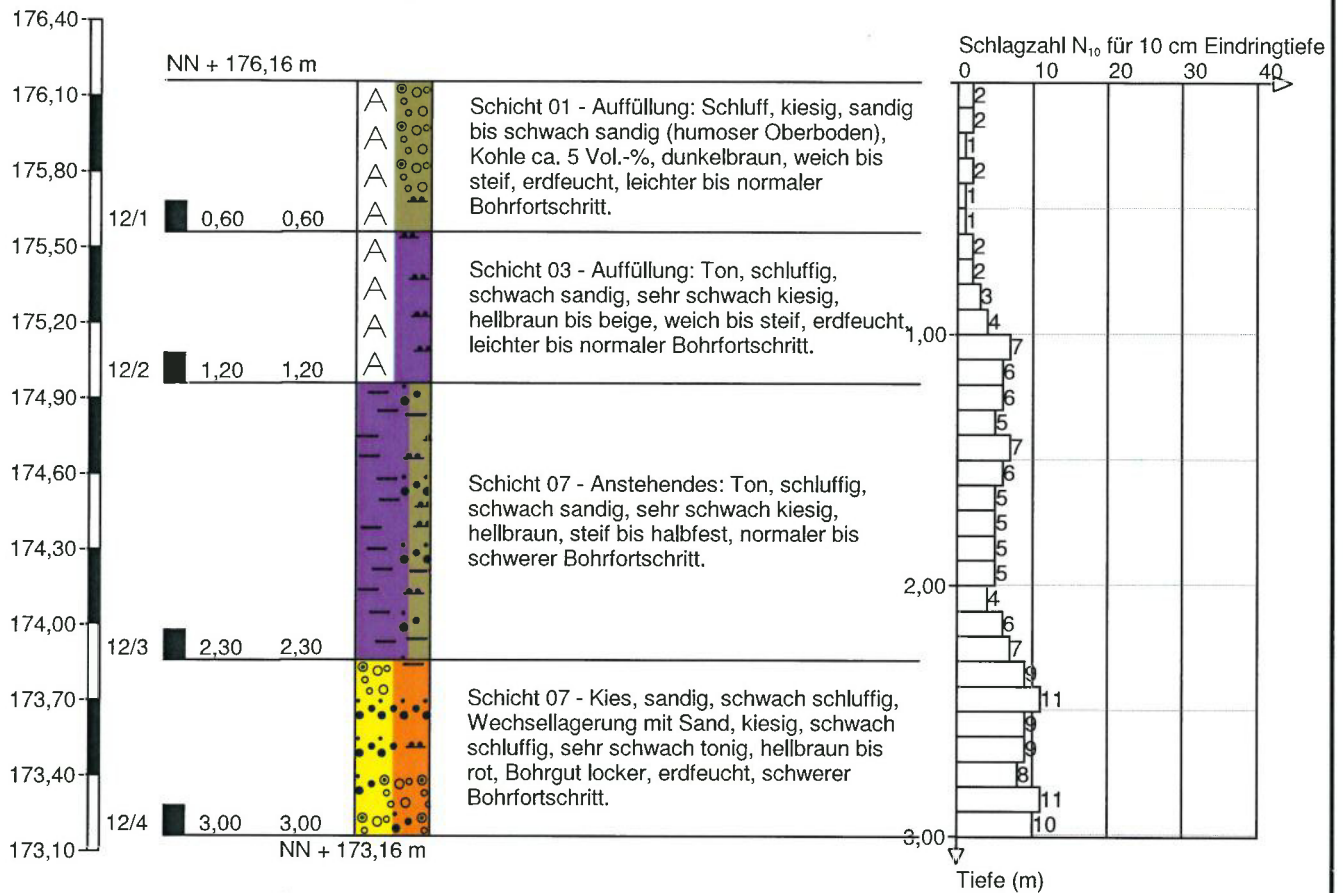


Höhenmaßstab 1:30

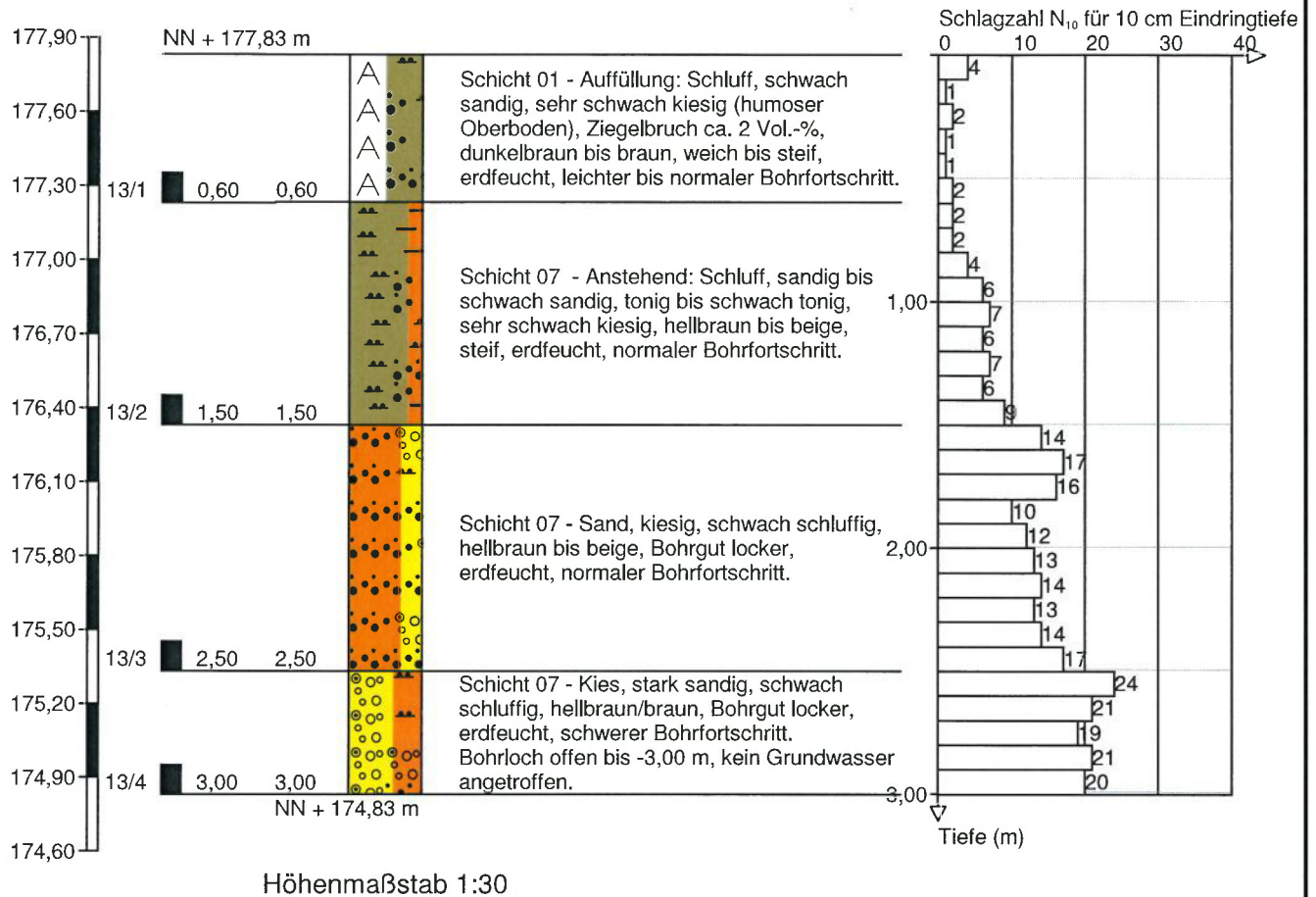
RKS 11 (Planstraße)



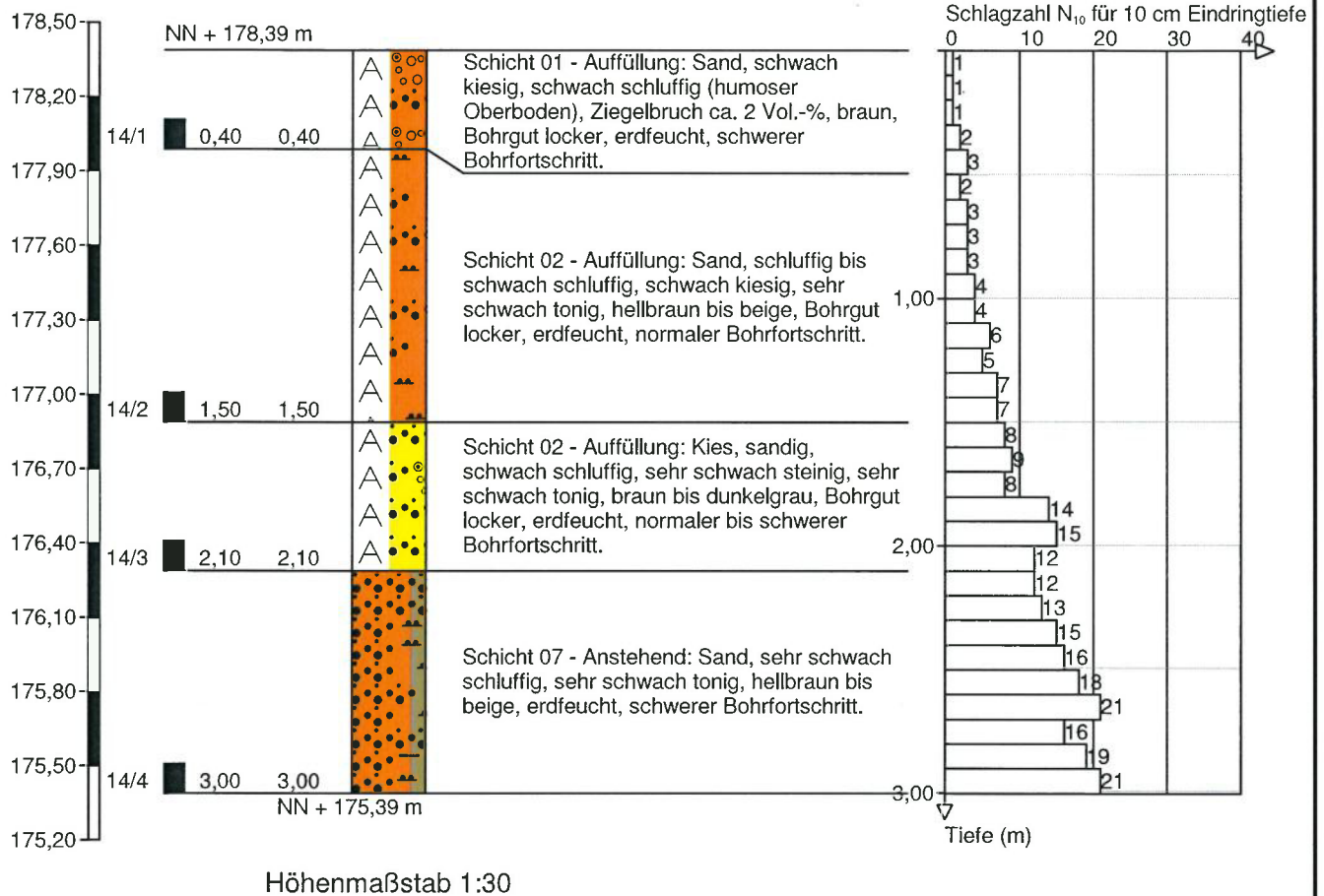
RKS/DPH 12 (Planstraße)



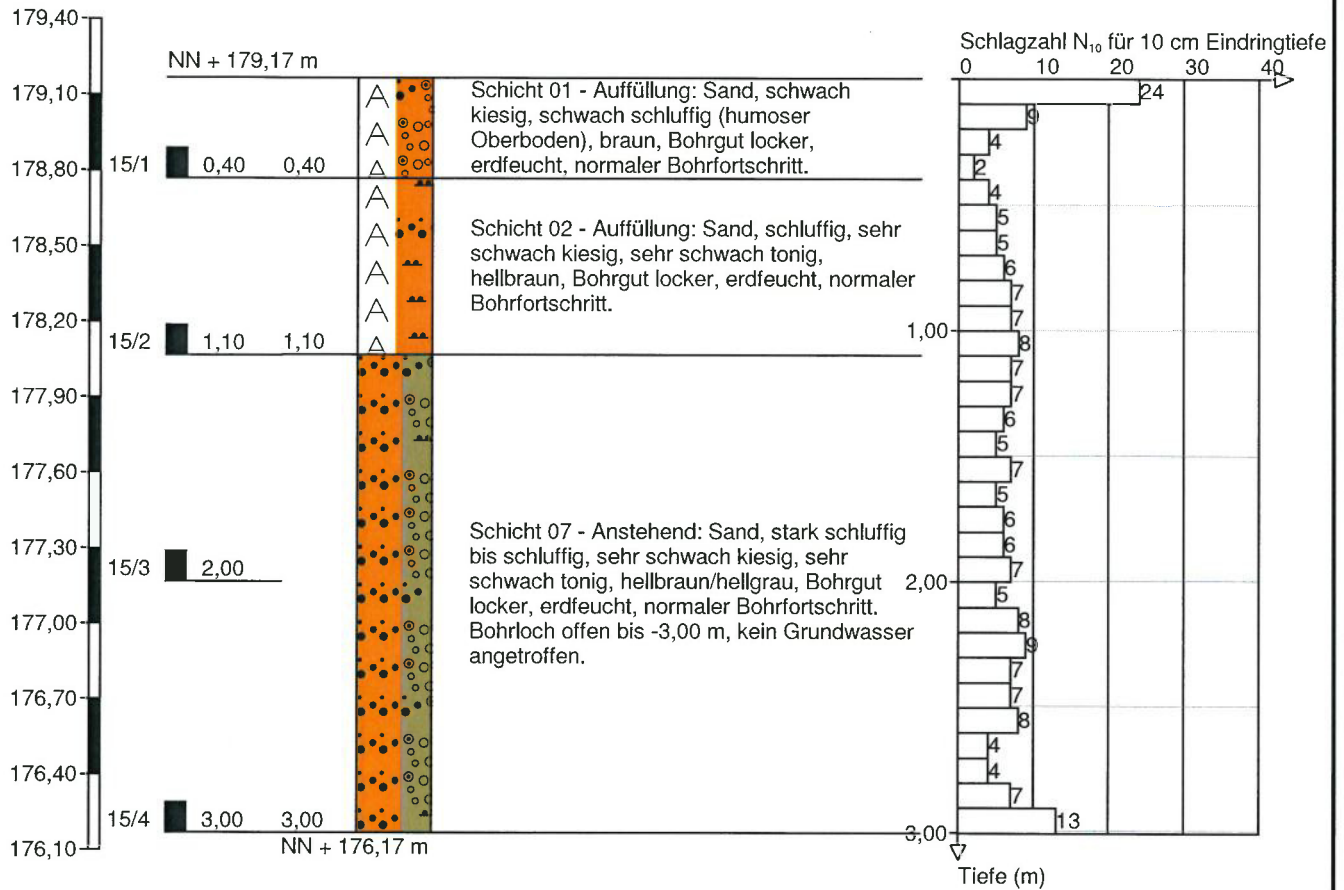
RKS/DPH 13 (Planstraße)



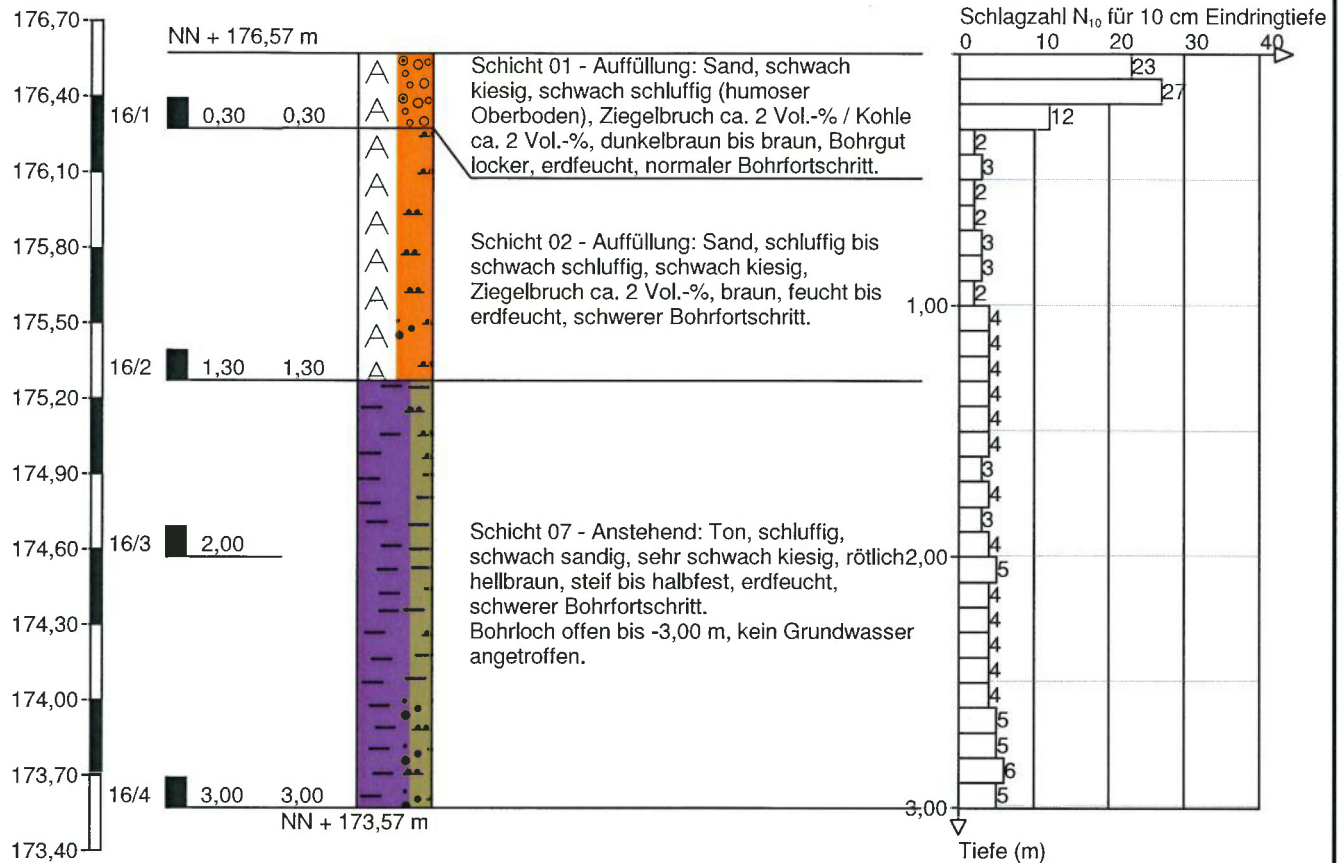
RKS/DPH 14 (Planstraße)



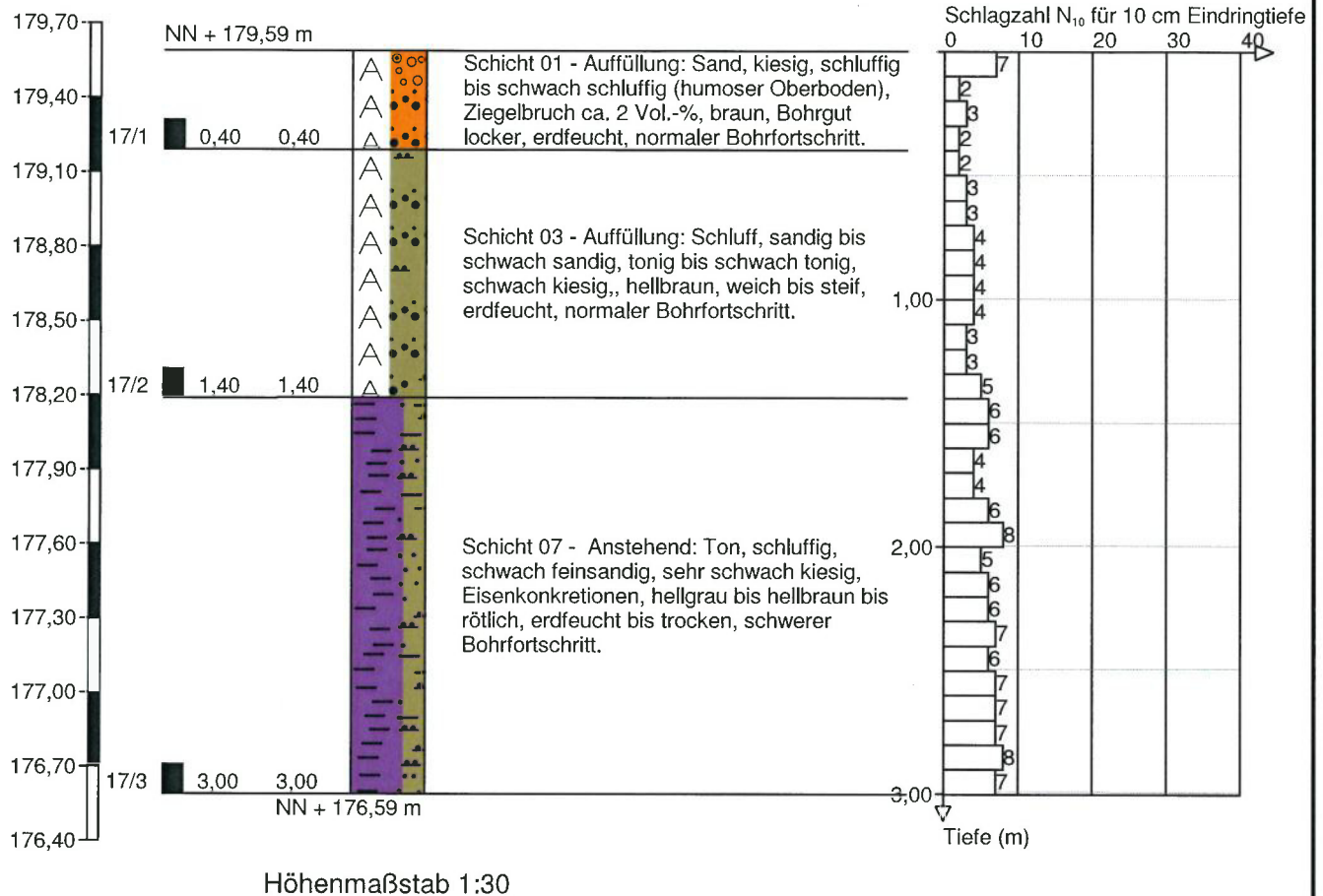
RKS/DPH 15 (Planstraße)



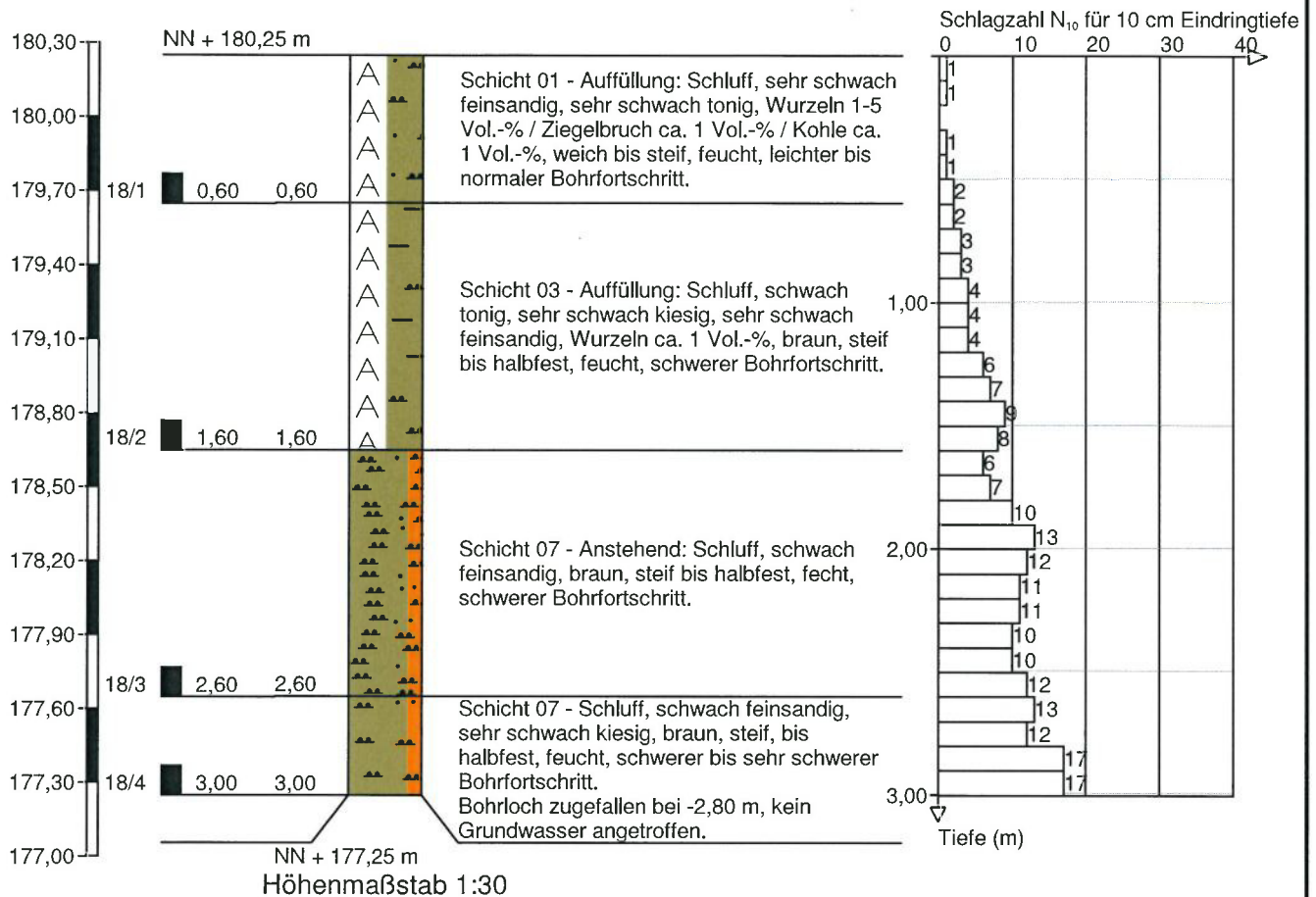
RKS/DPH 16 (Planstraße)



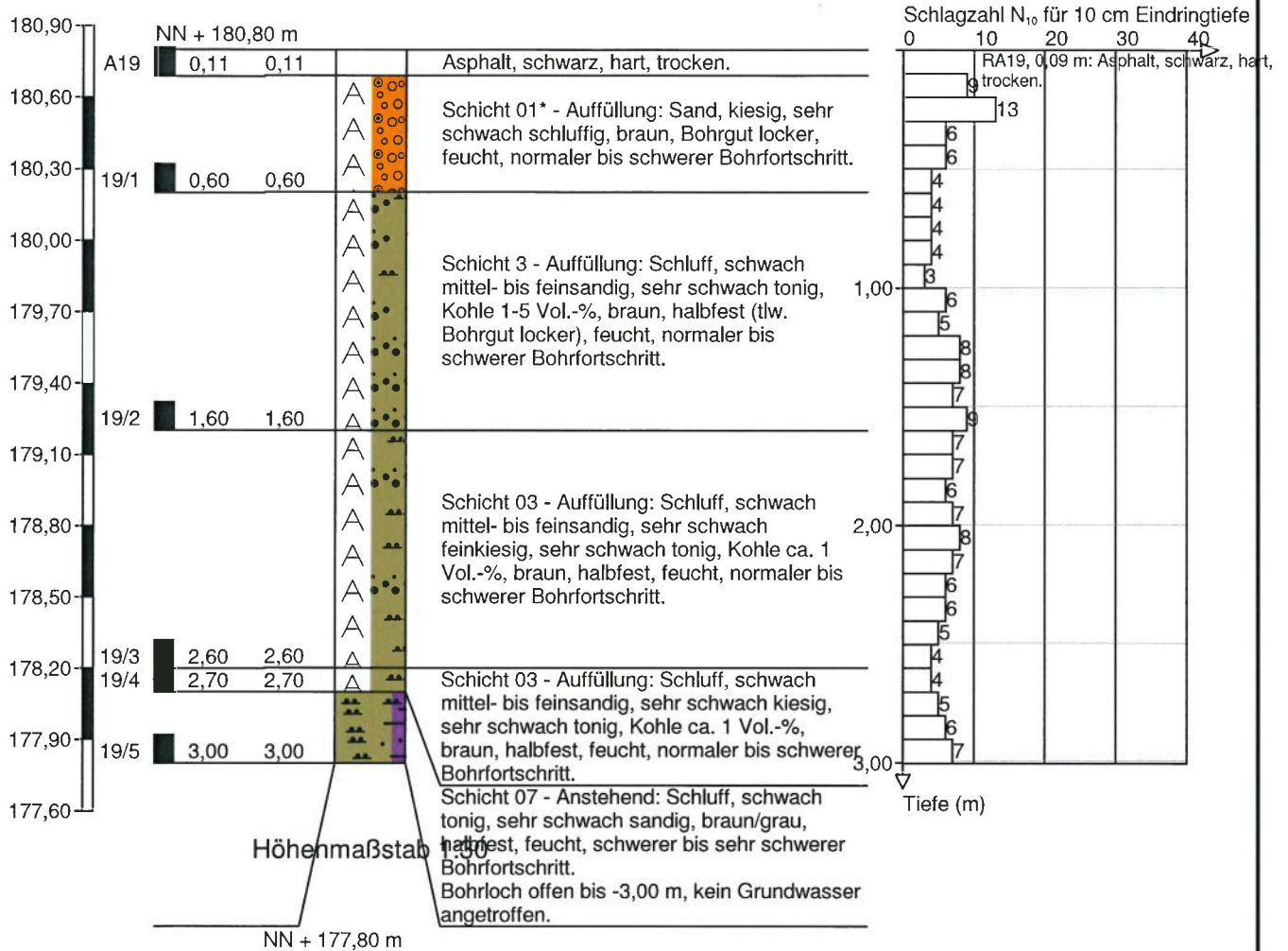
RKS/DPH 17 (Planstraße)



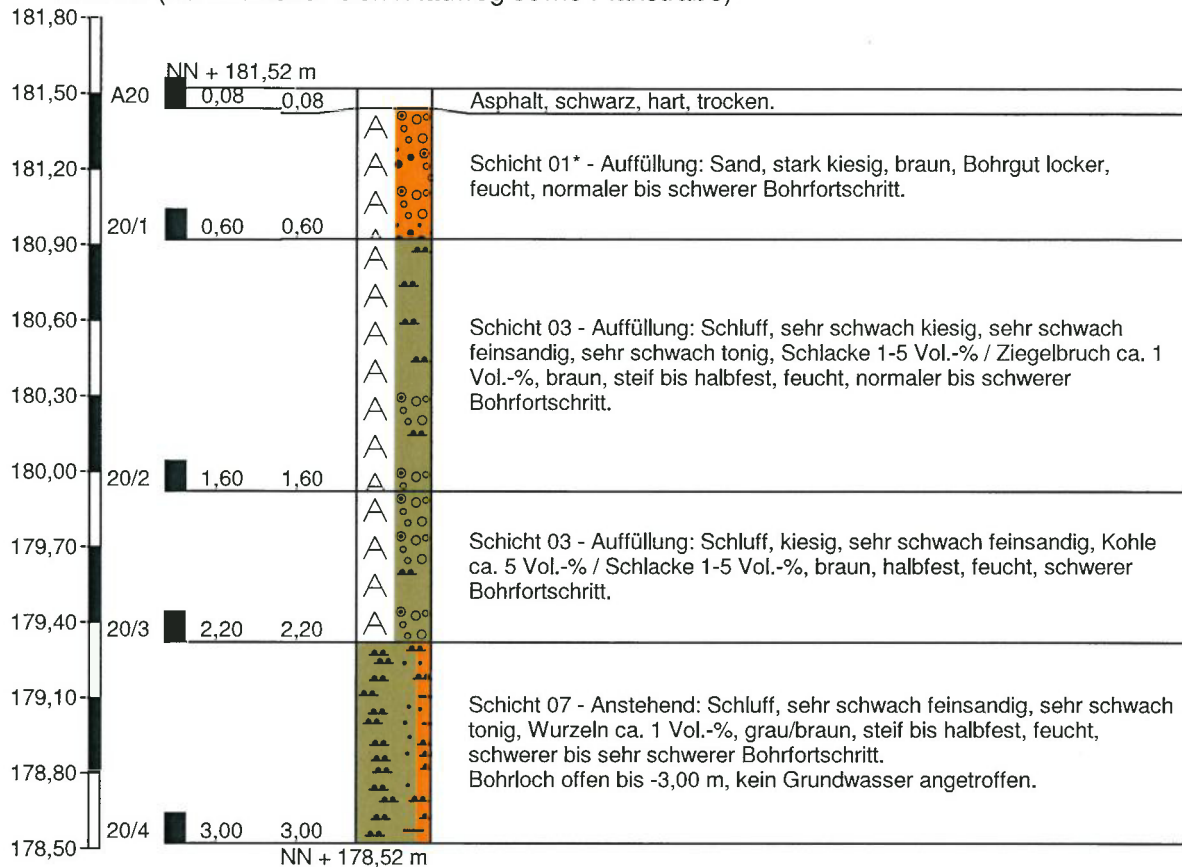
RKS/DPH 18 (Planstraße)



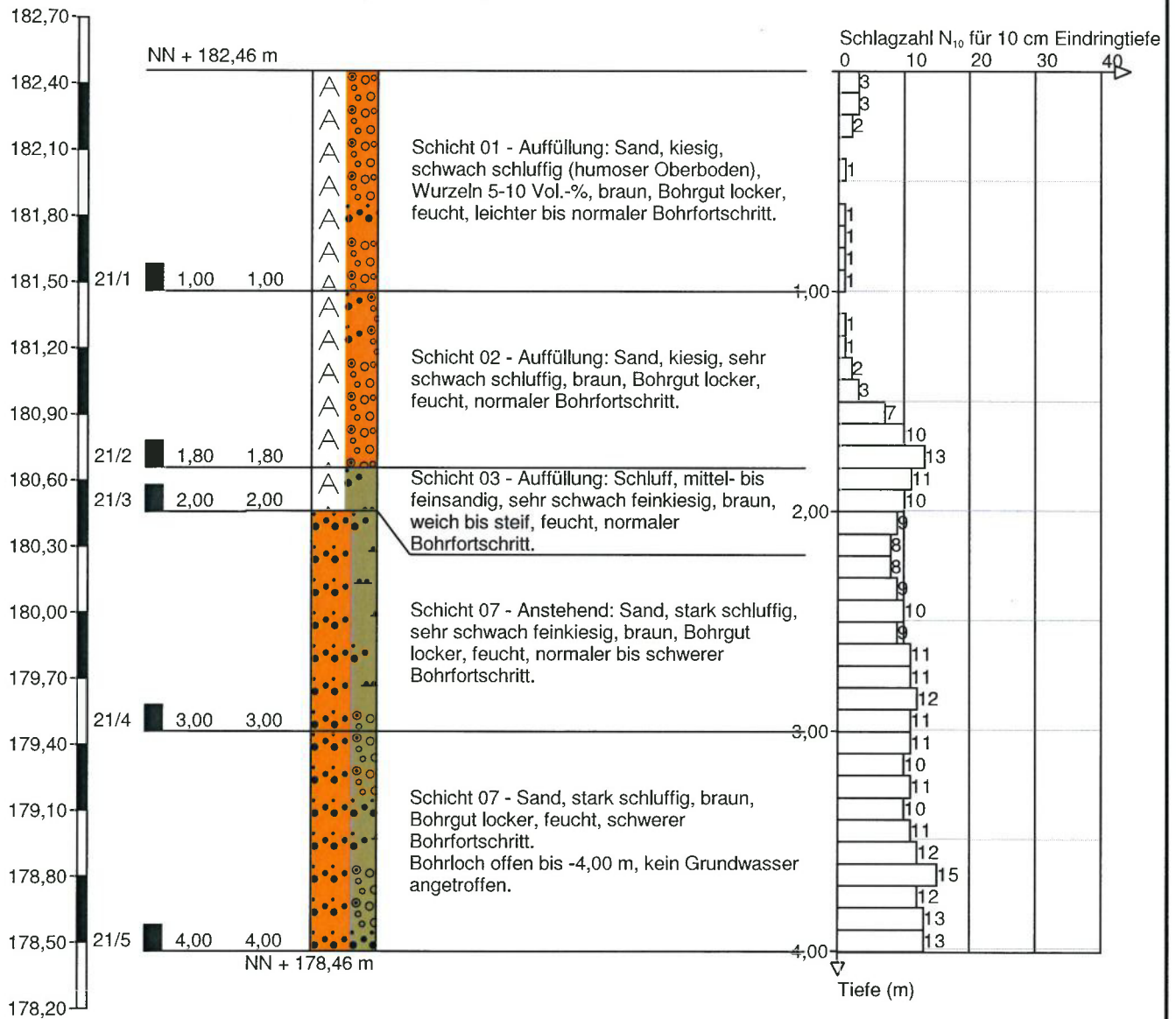
RKS/DPH 19 (nordöstlicher Geh-/Radweg sowie Planstraße)



RKS 20 (nordöstlicher Geh-/Radweg sowie Planstraße)

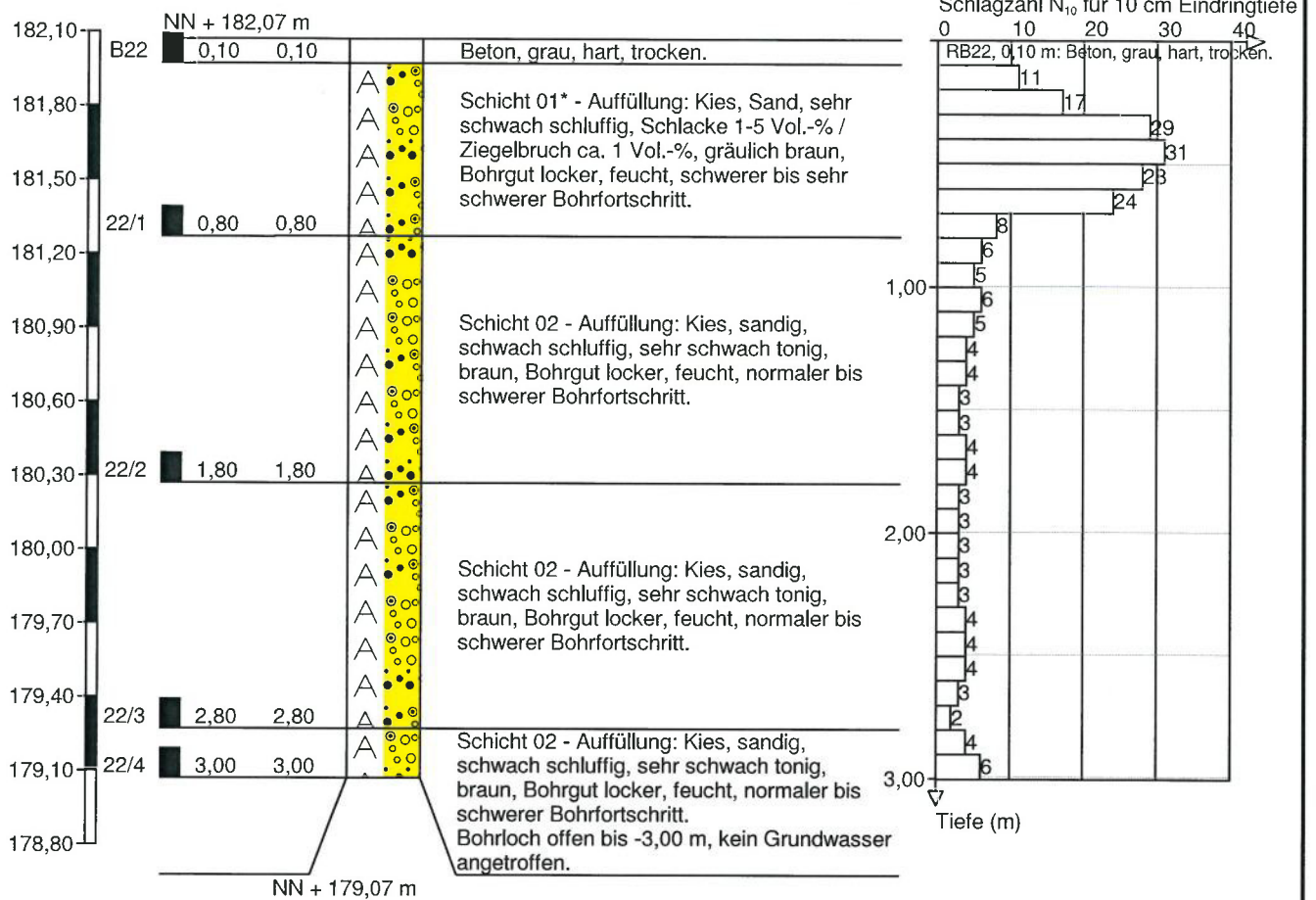


RKS/DPH 21 (Planstraße)

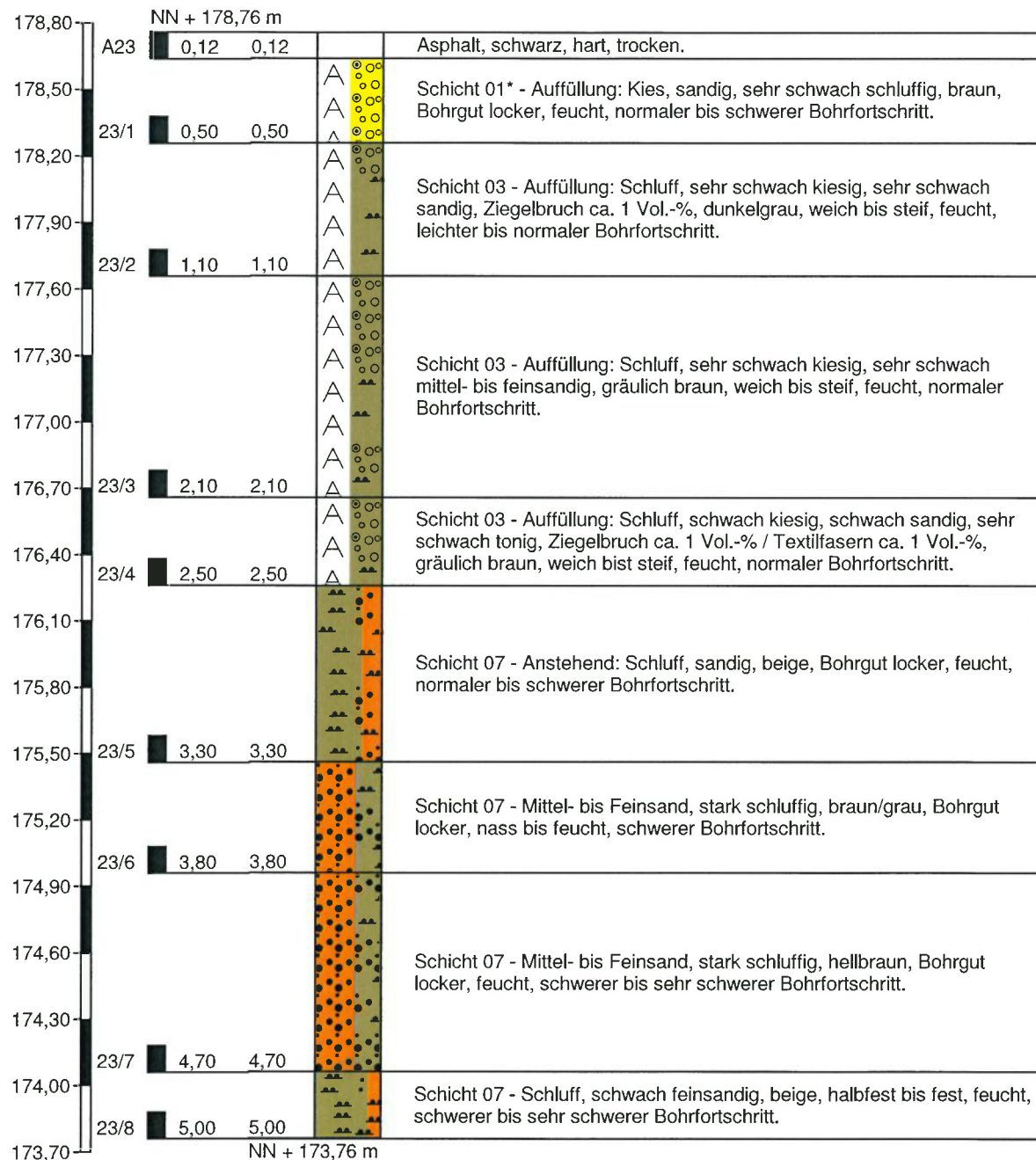


Höhenmaßstab 1:30

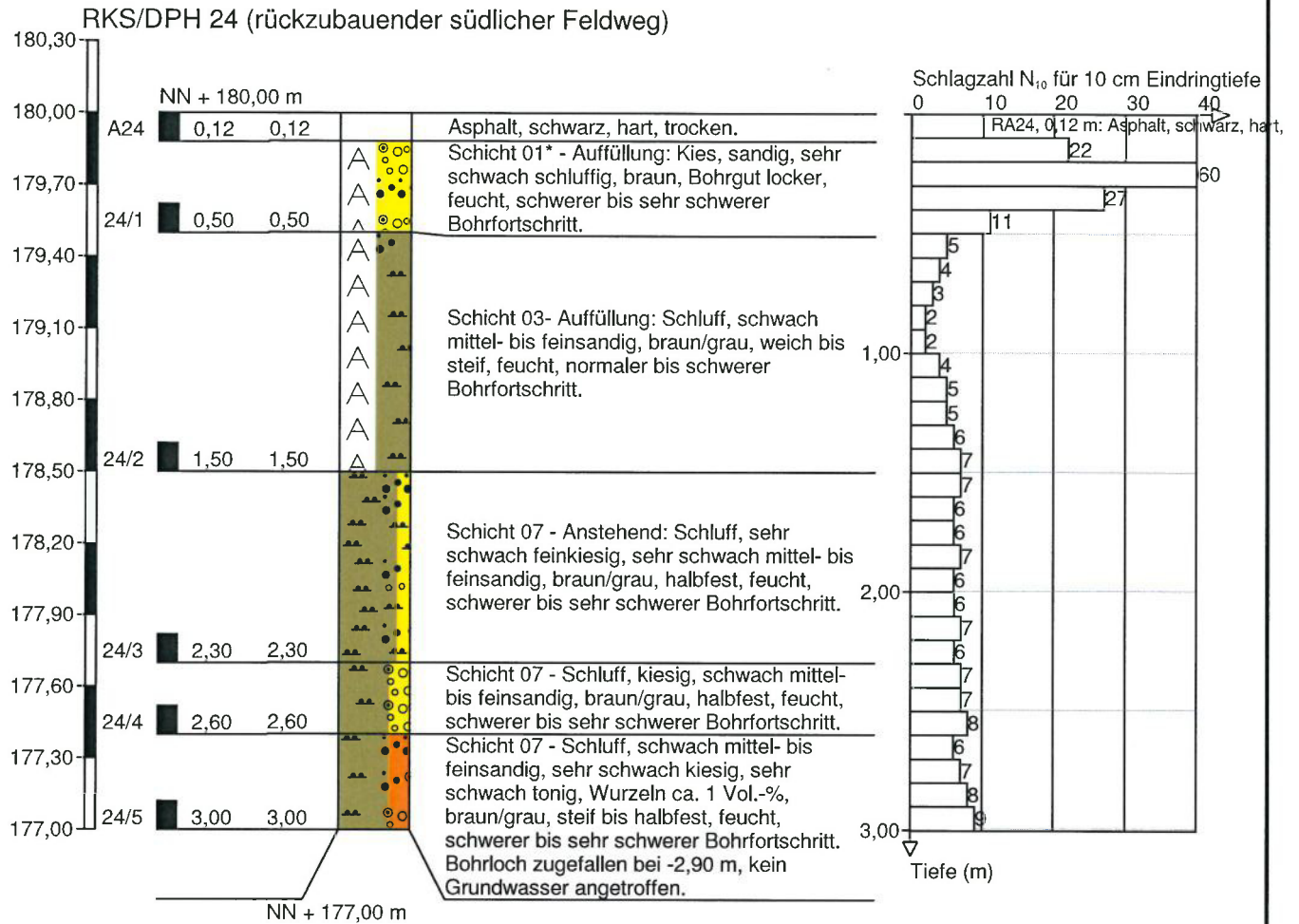
RKS/DPH 22 (Geh-/Radweg nördl. des Spielplatzes sowie Planstraße)



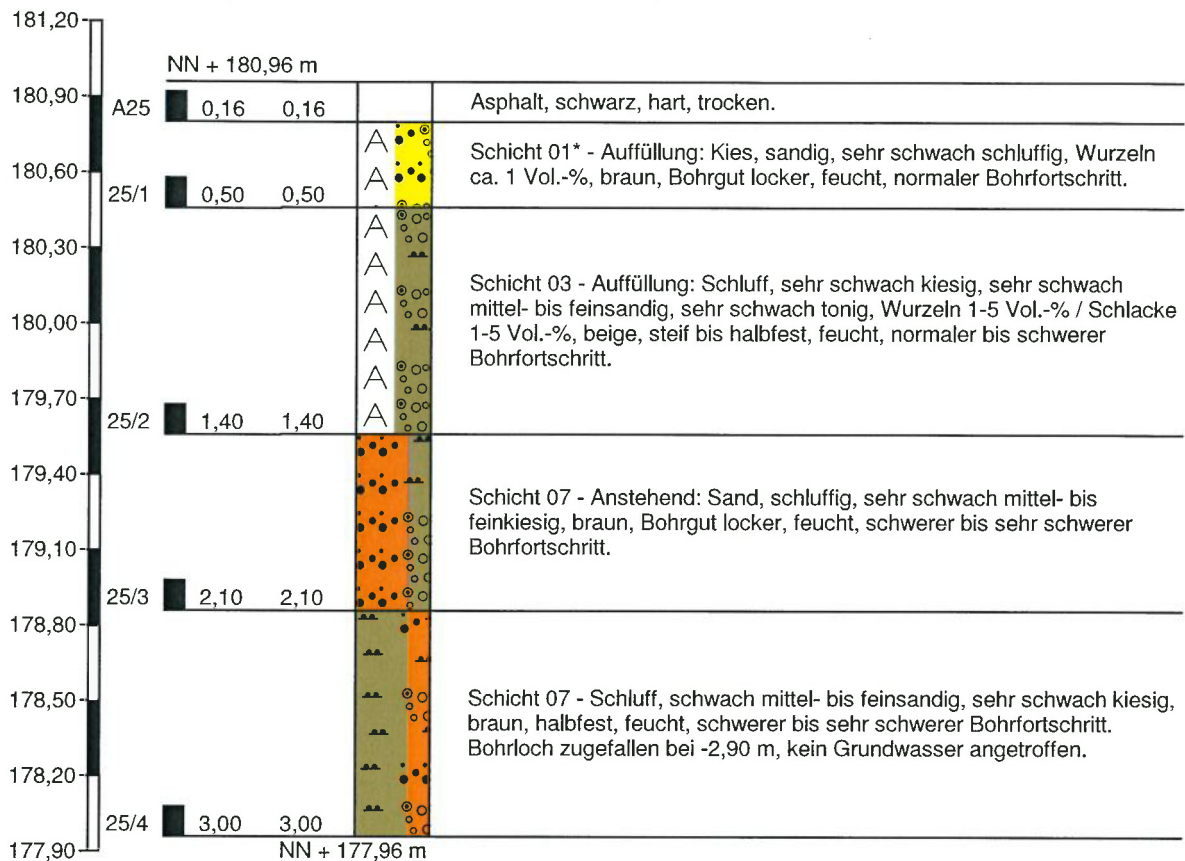
RKS 23 (rückzubauender südlicher Feldweg sowie Planstraße)



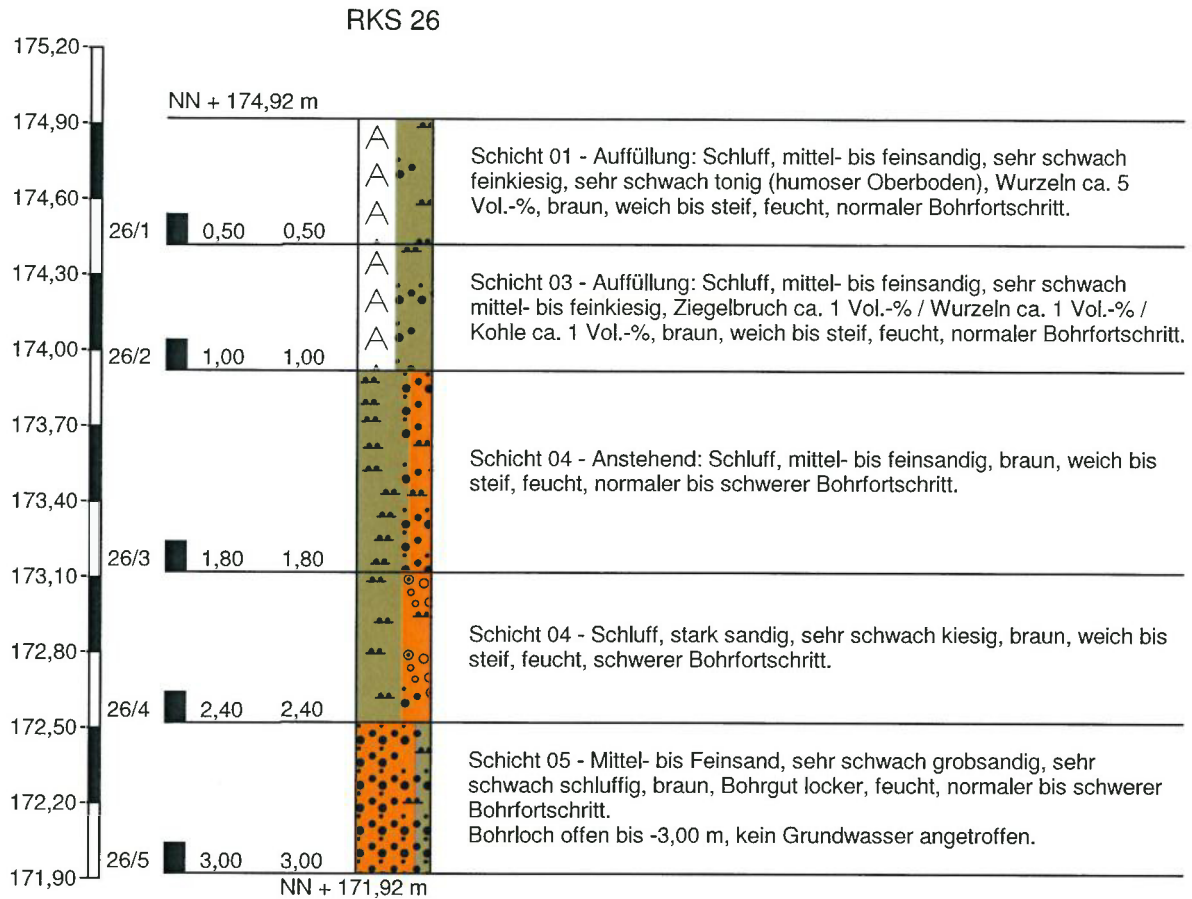
Höhenmaßstab 1:30



RKS 25 (rückzubauender südlicher Feldweg)

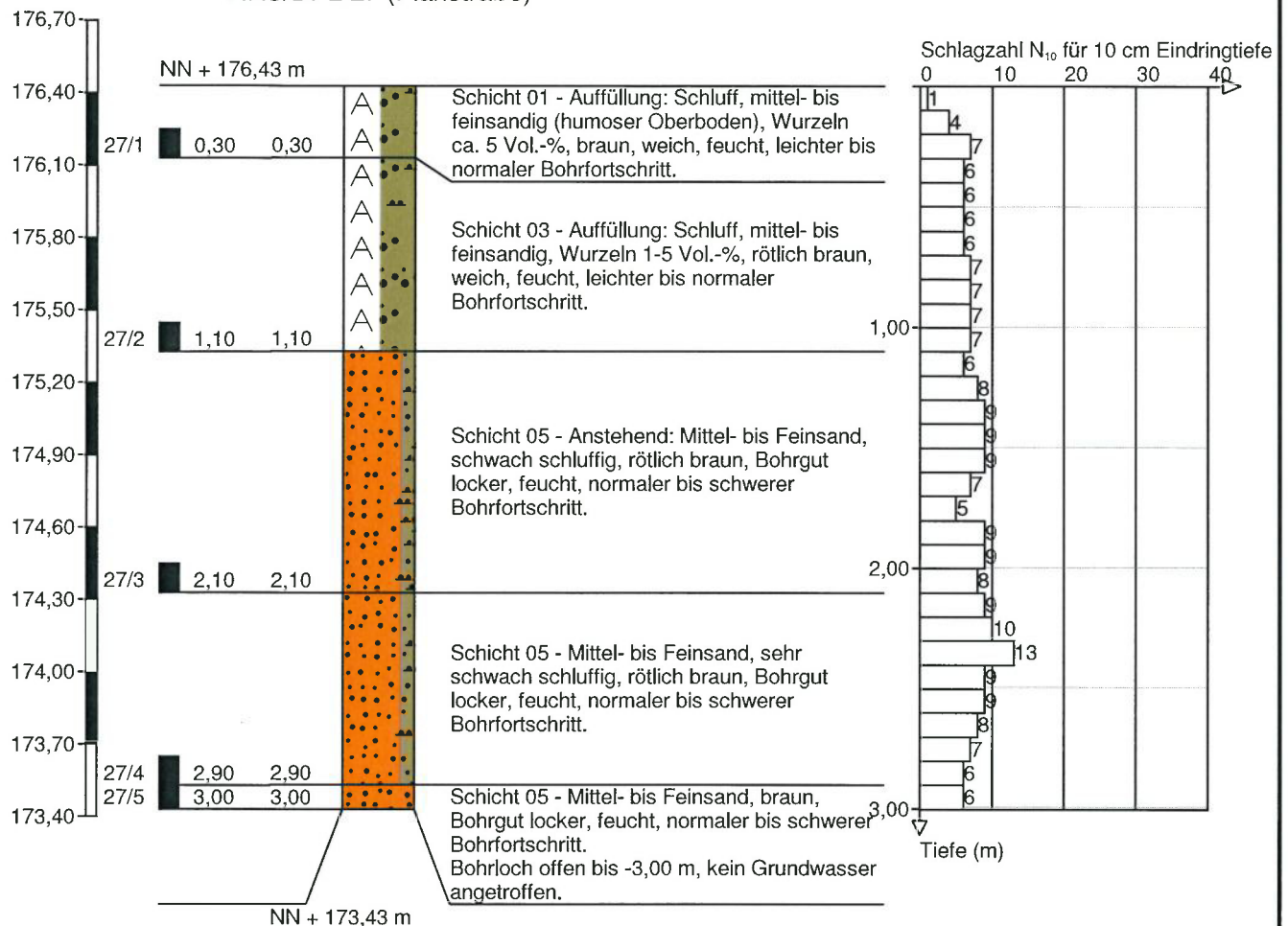


Höhenmaßstab 1:30



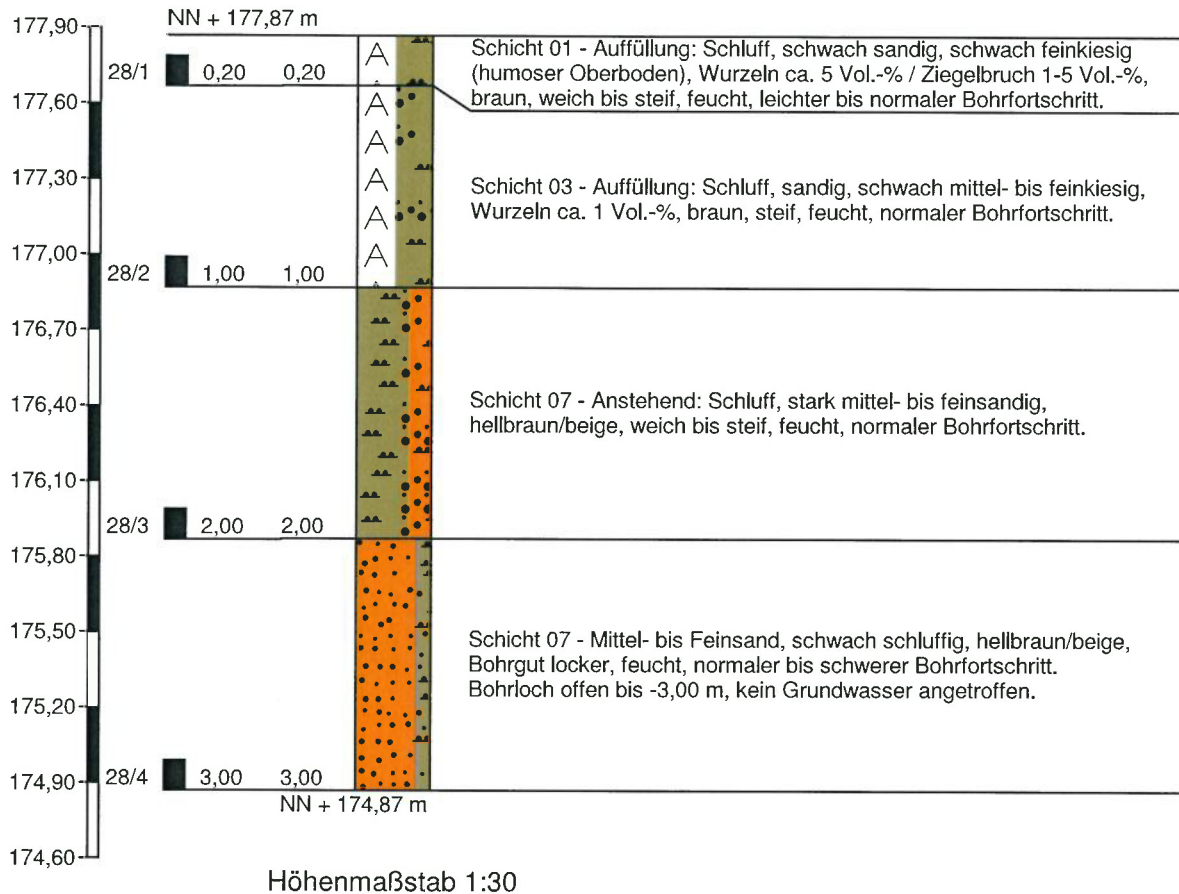
Höhenmaßstab 1:30

RKS/DPL 27 (Planstraße)

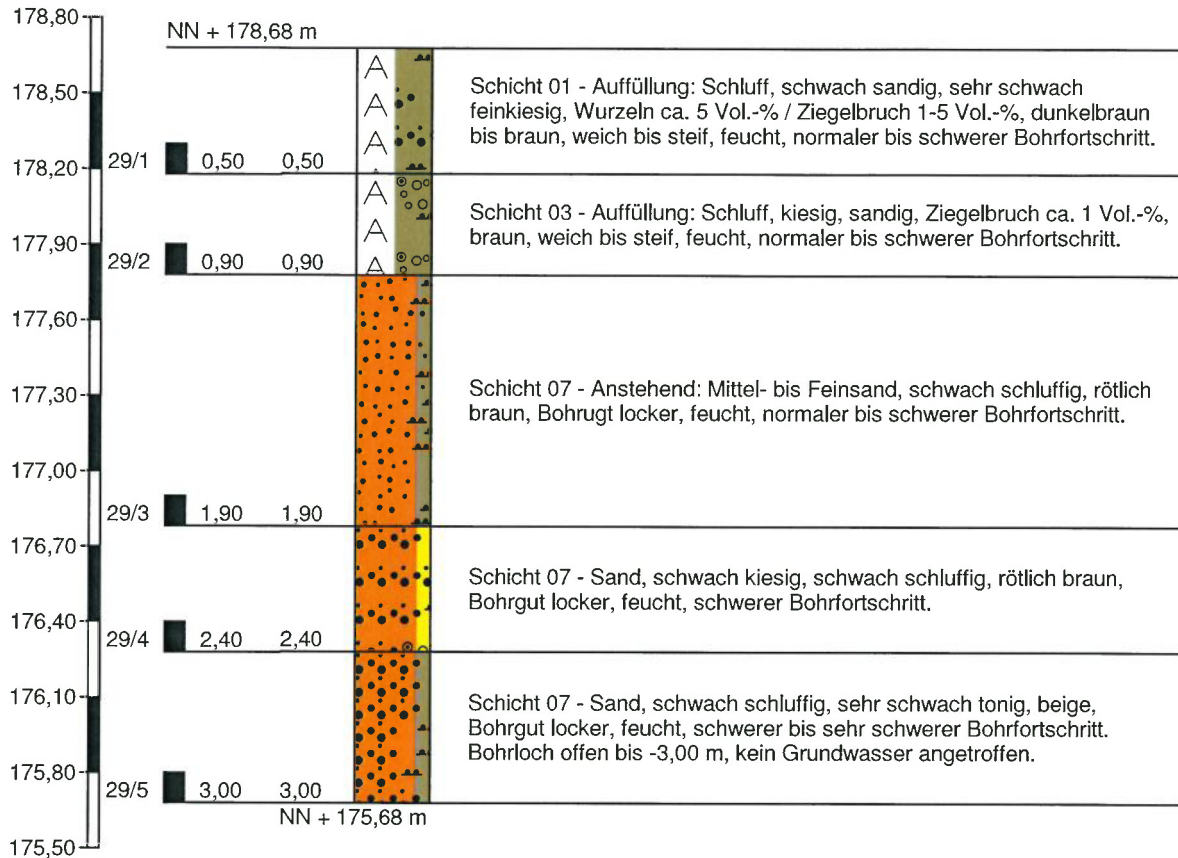


Höhenmaßstab 1:30

RKS 28

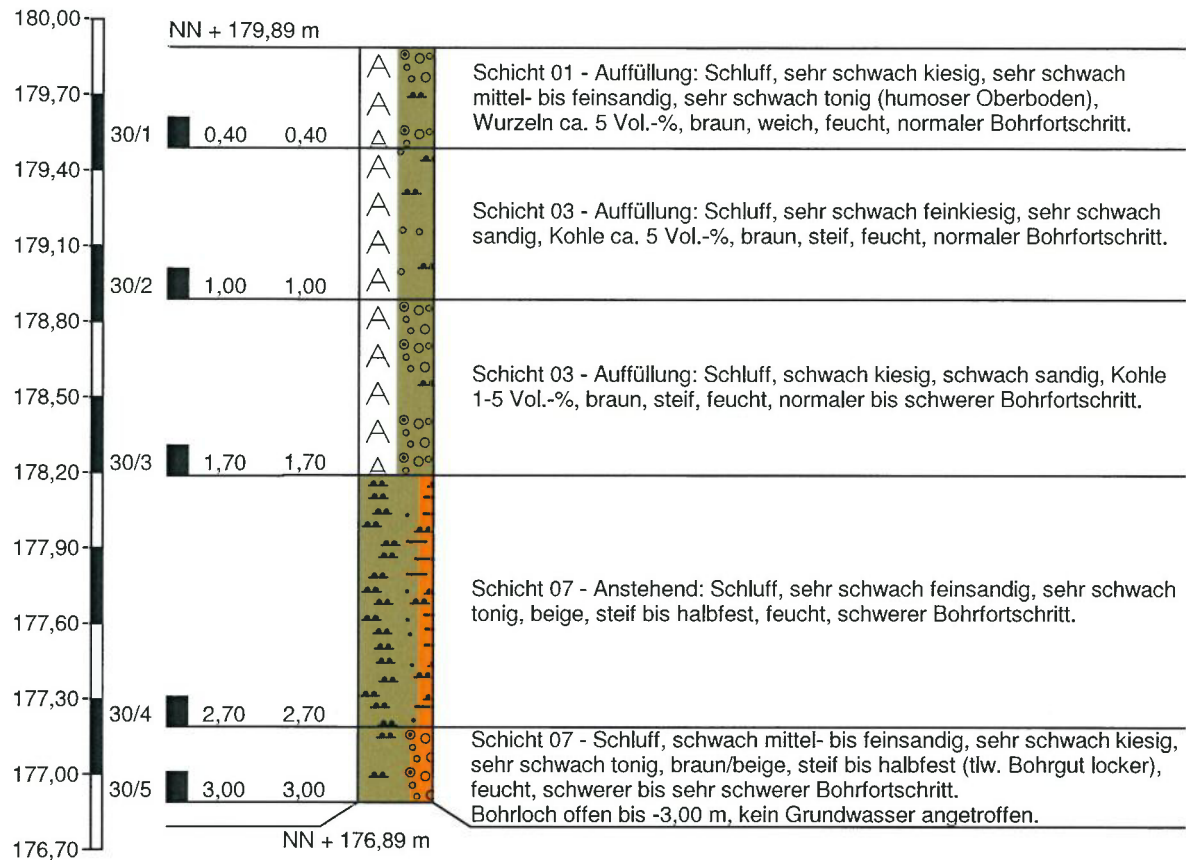


RKS 29

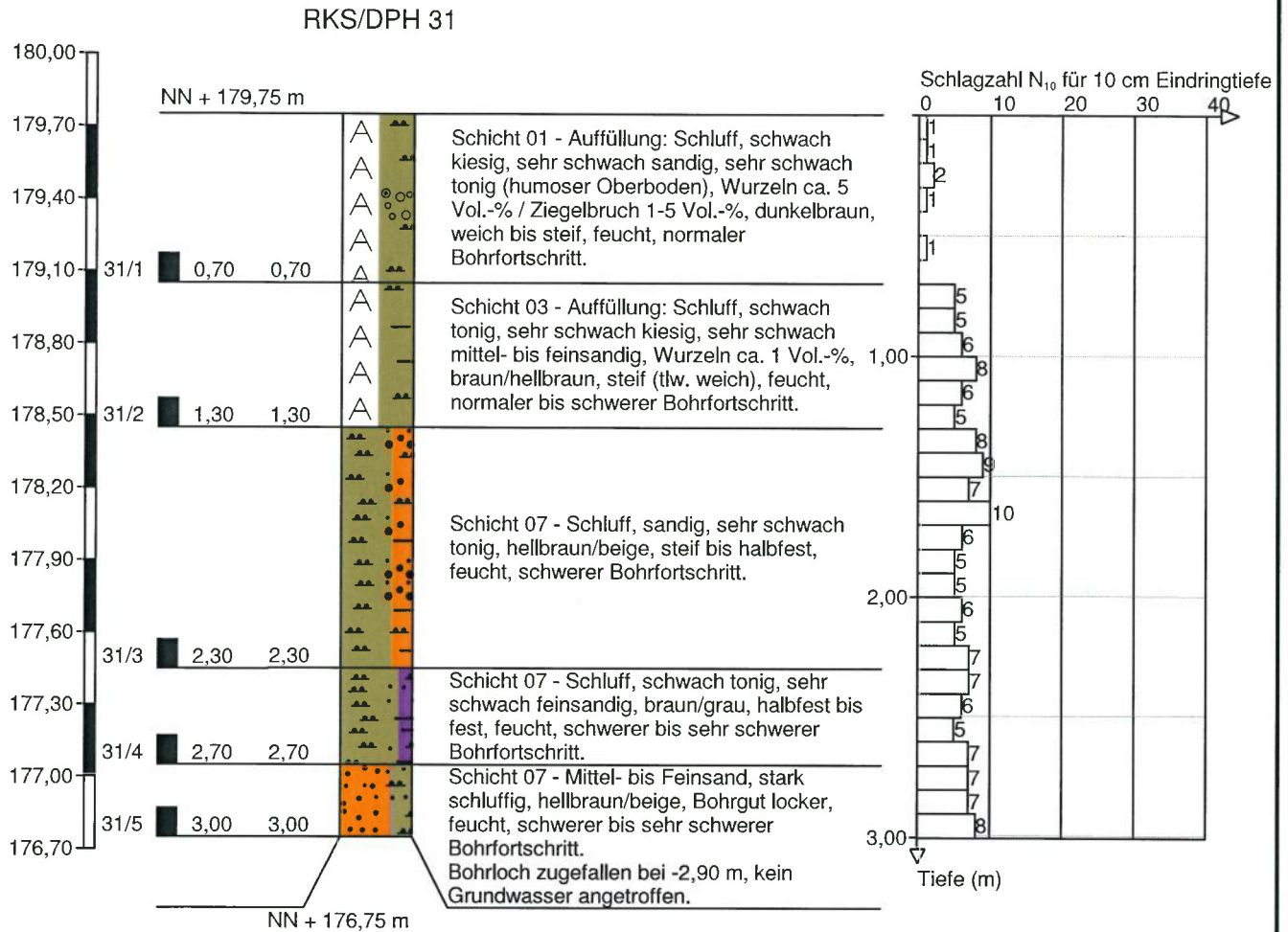


Höhenmaßstab 1:30

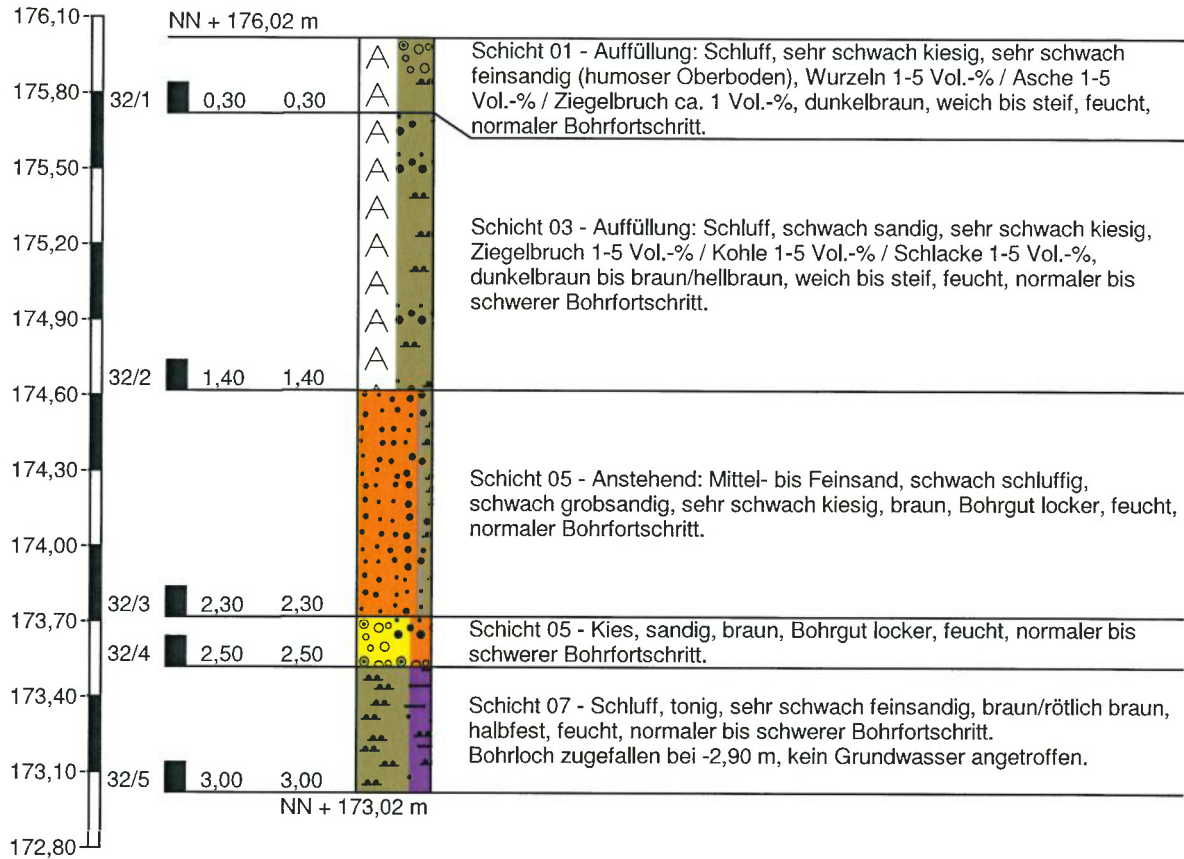
RKS 30 (Planstraße)



Höhenmaßstab 1:30

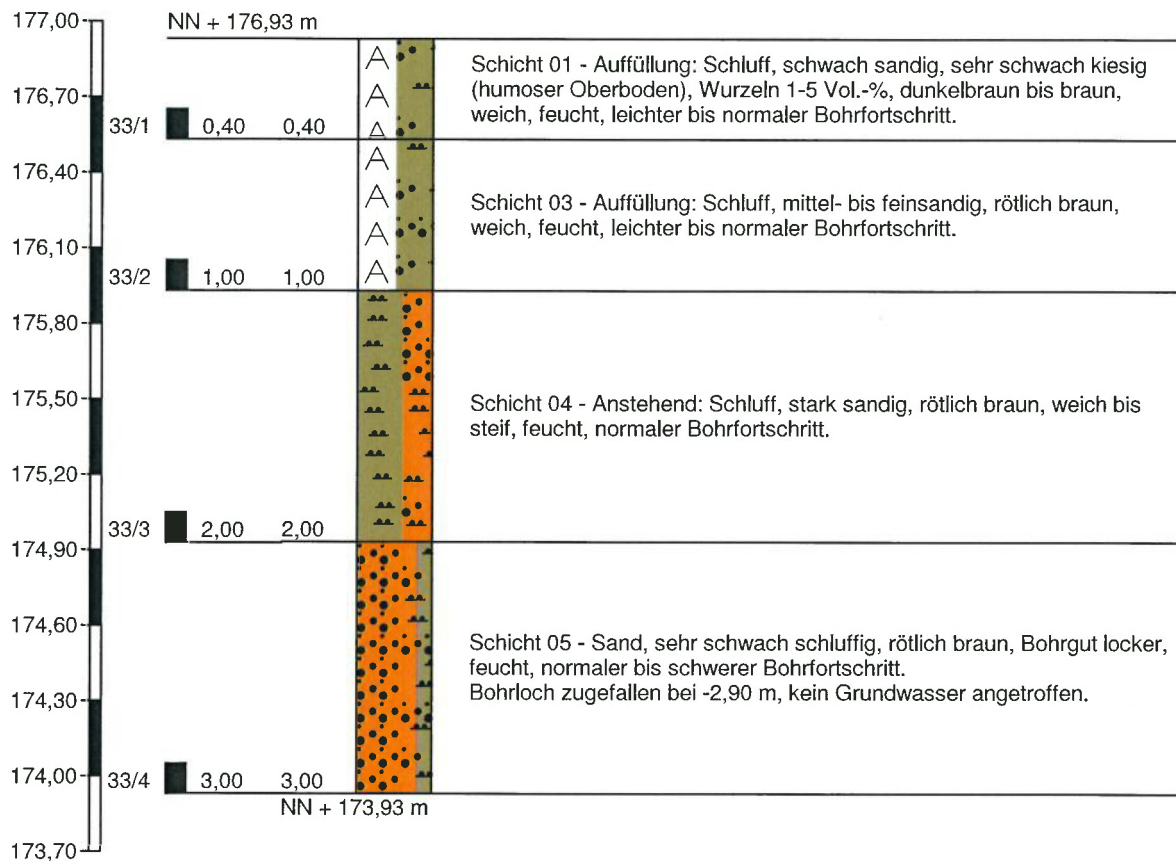


RKS 32 (Planstraße)



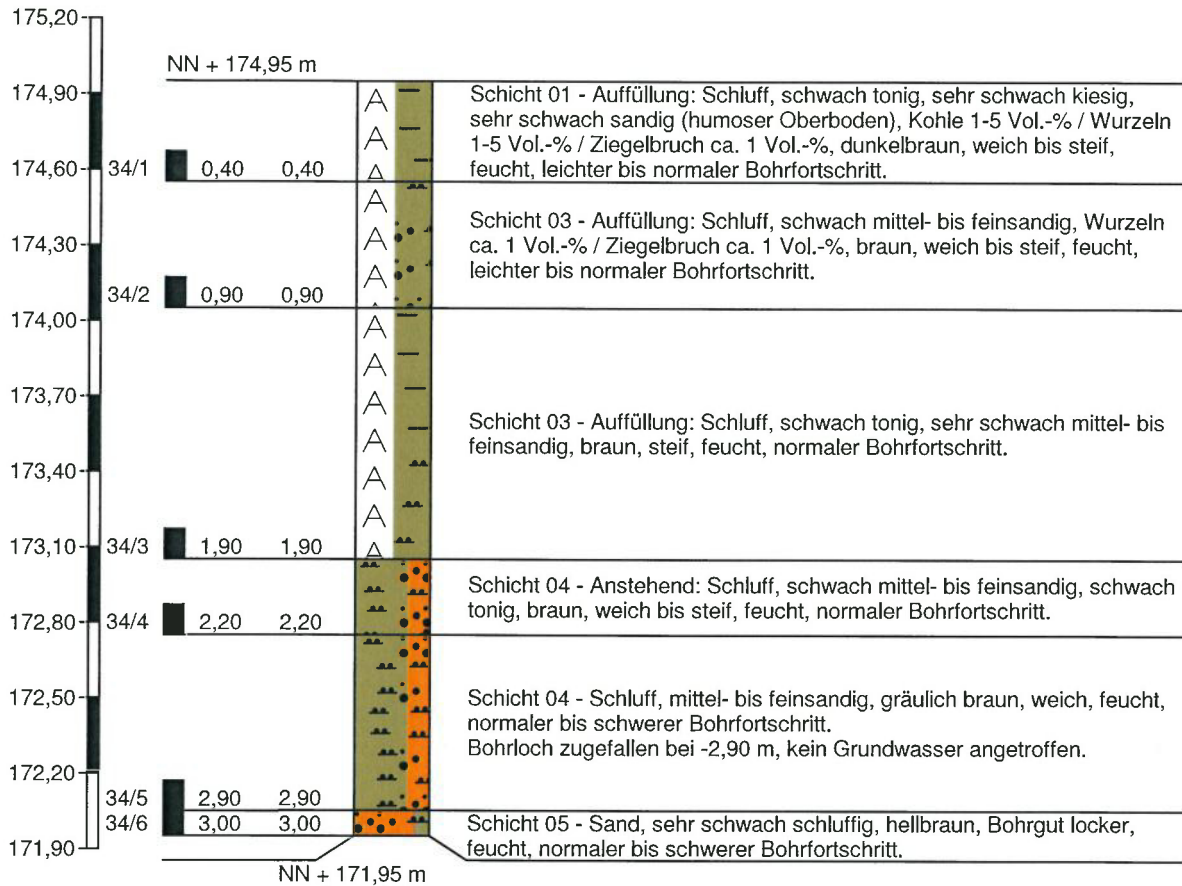
Höhenmaßstab 1:30

RKS 33



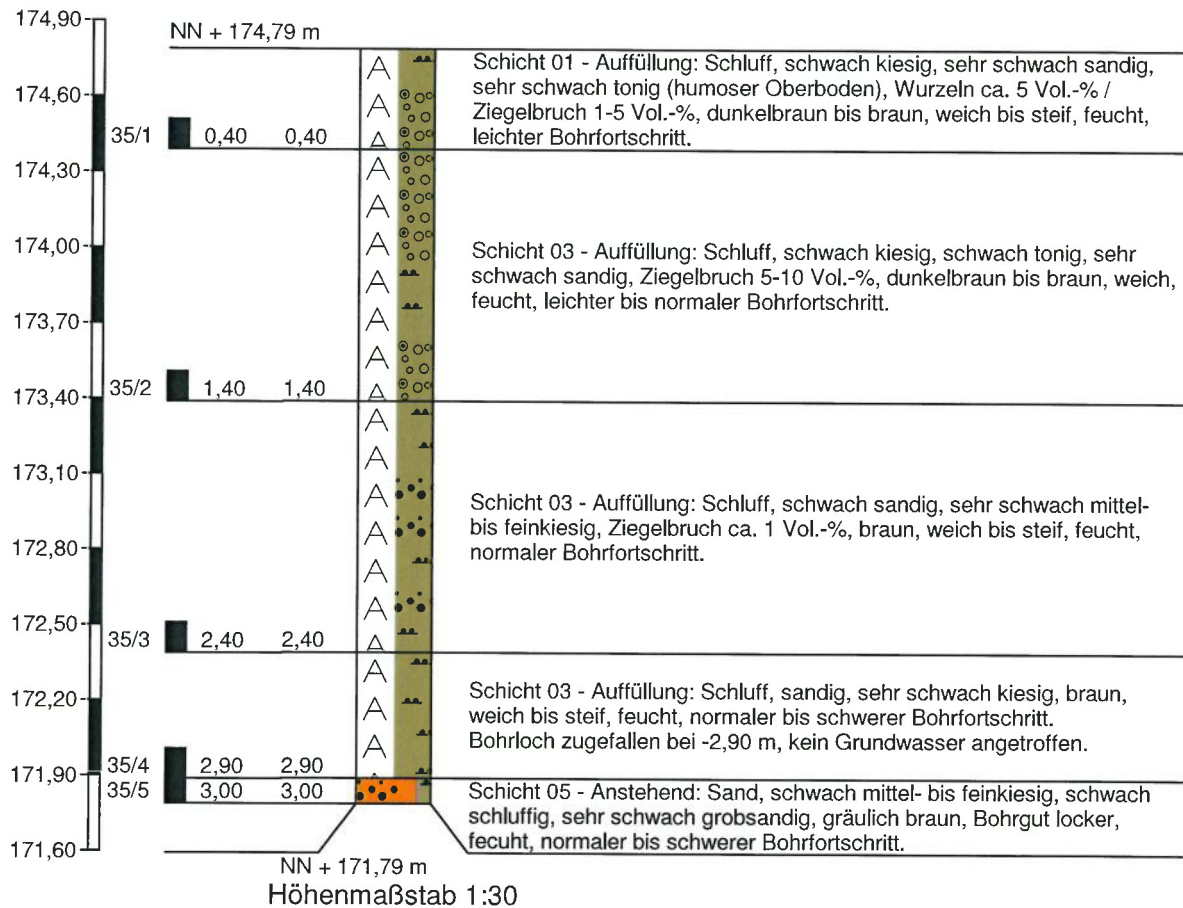
Höhenmaßstab 1:30

RKS 34



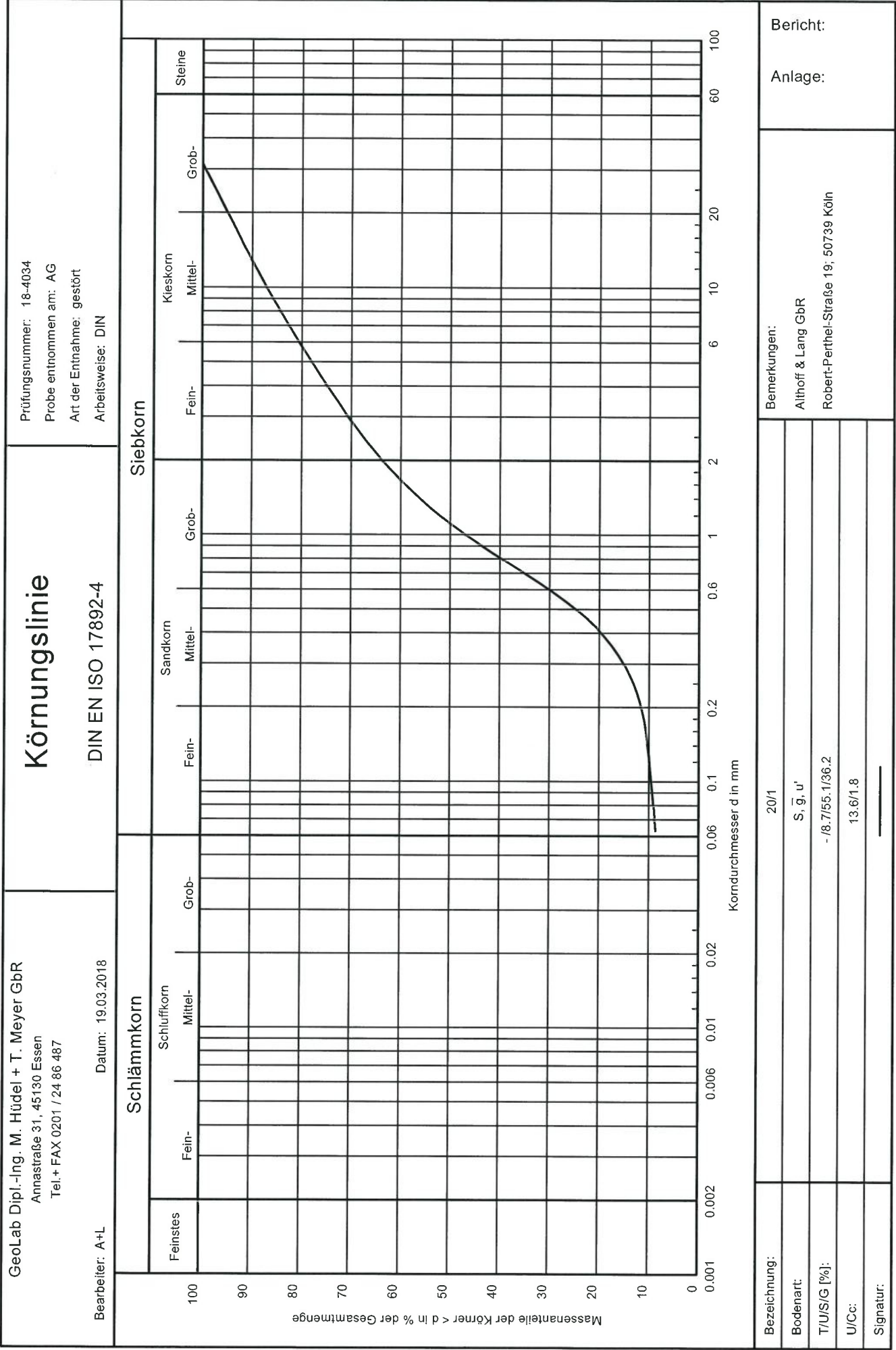
Höhenmaßstab 1:30

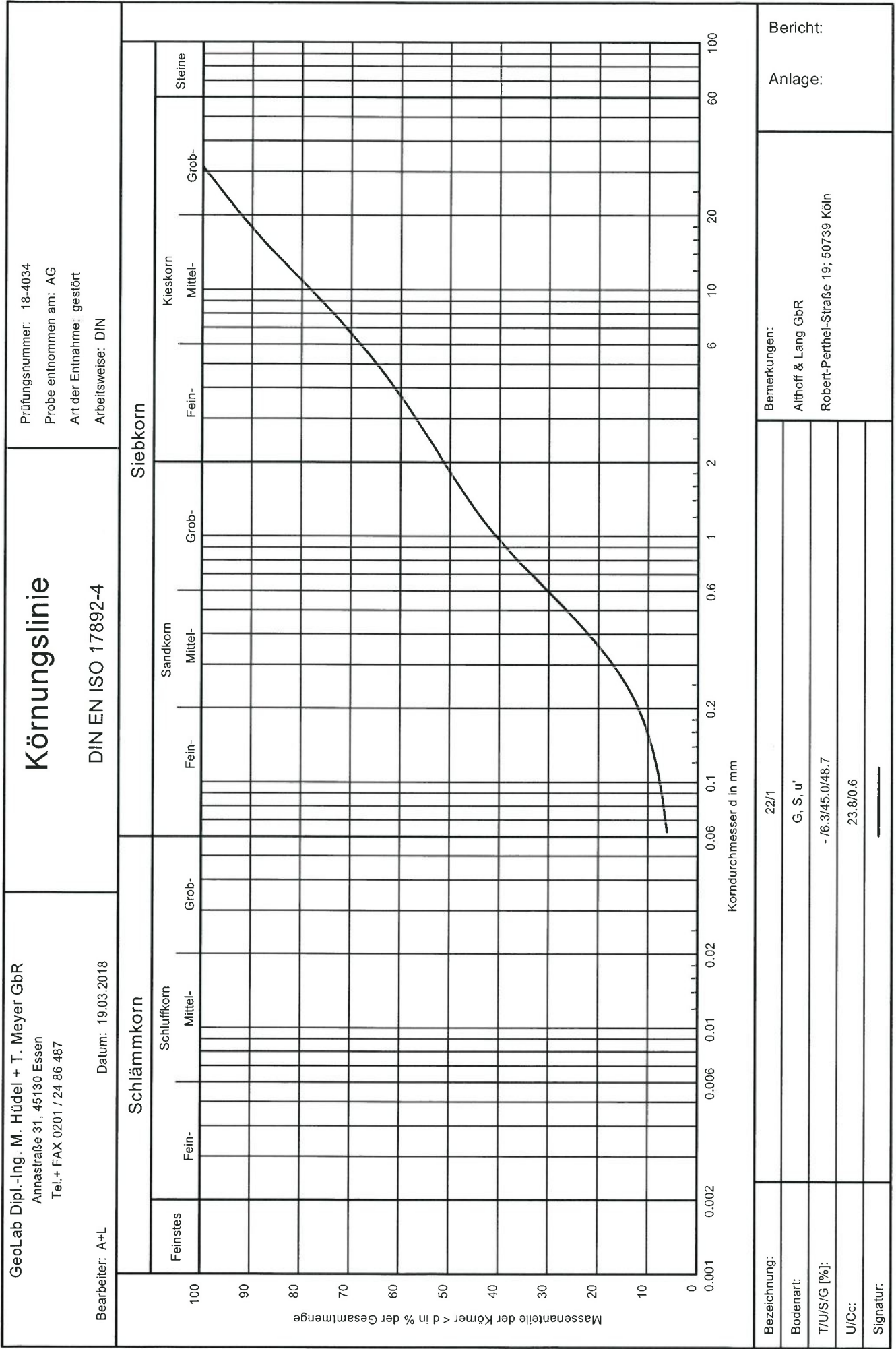
RKS 35

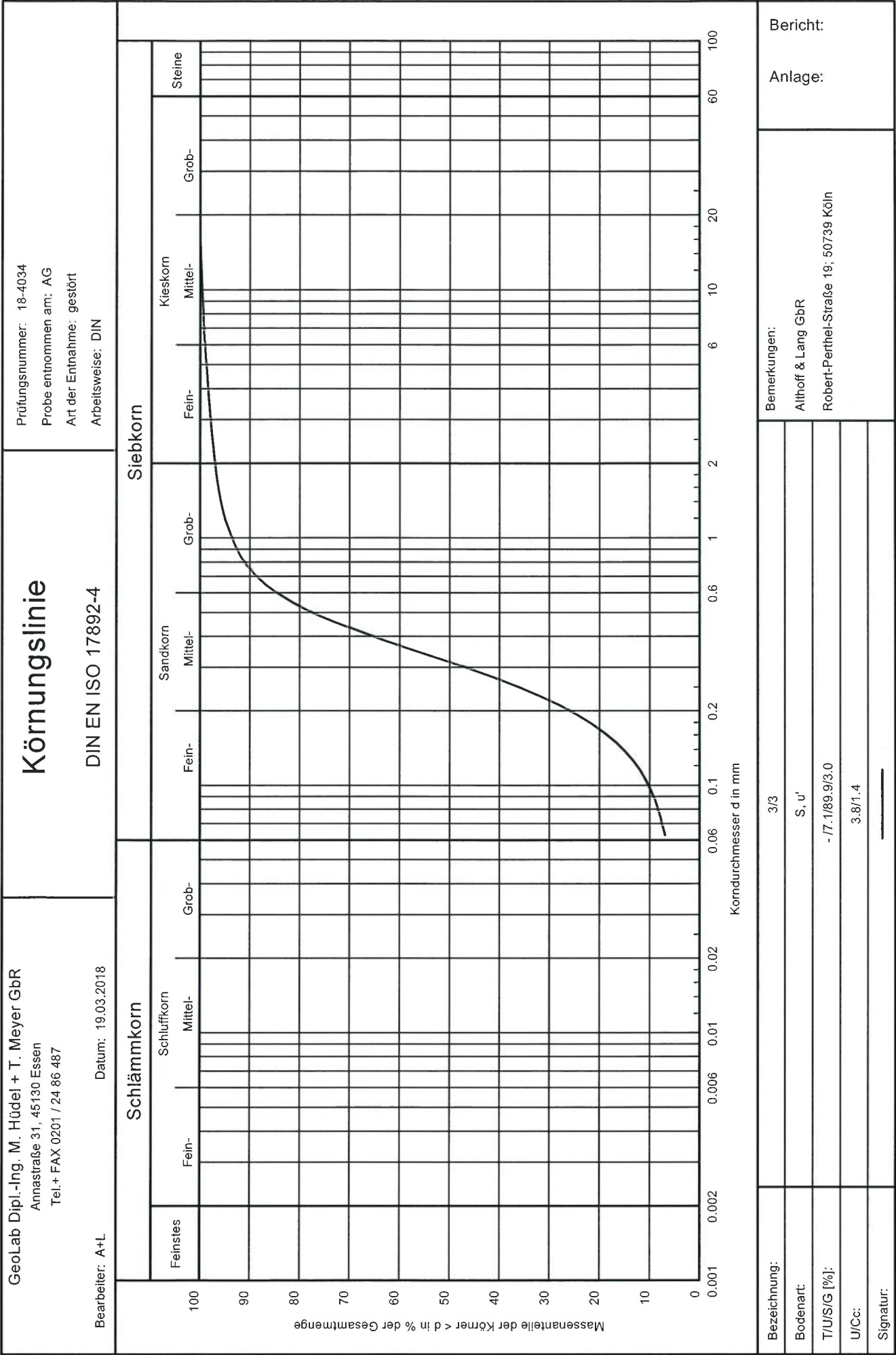


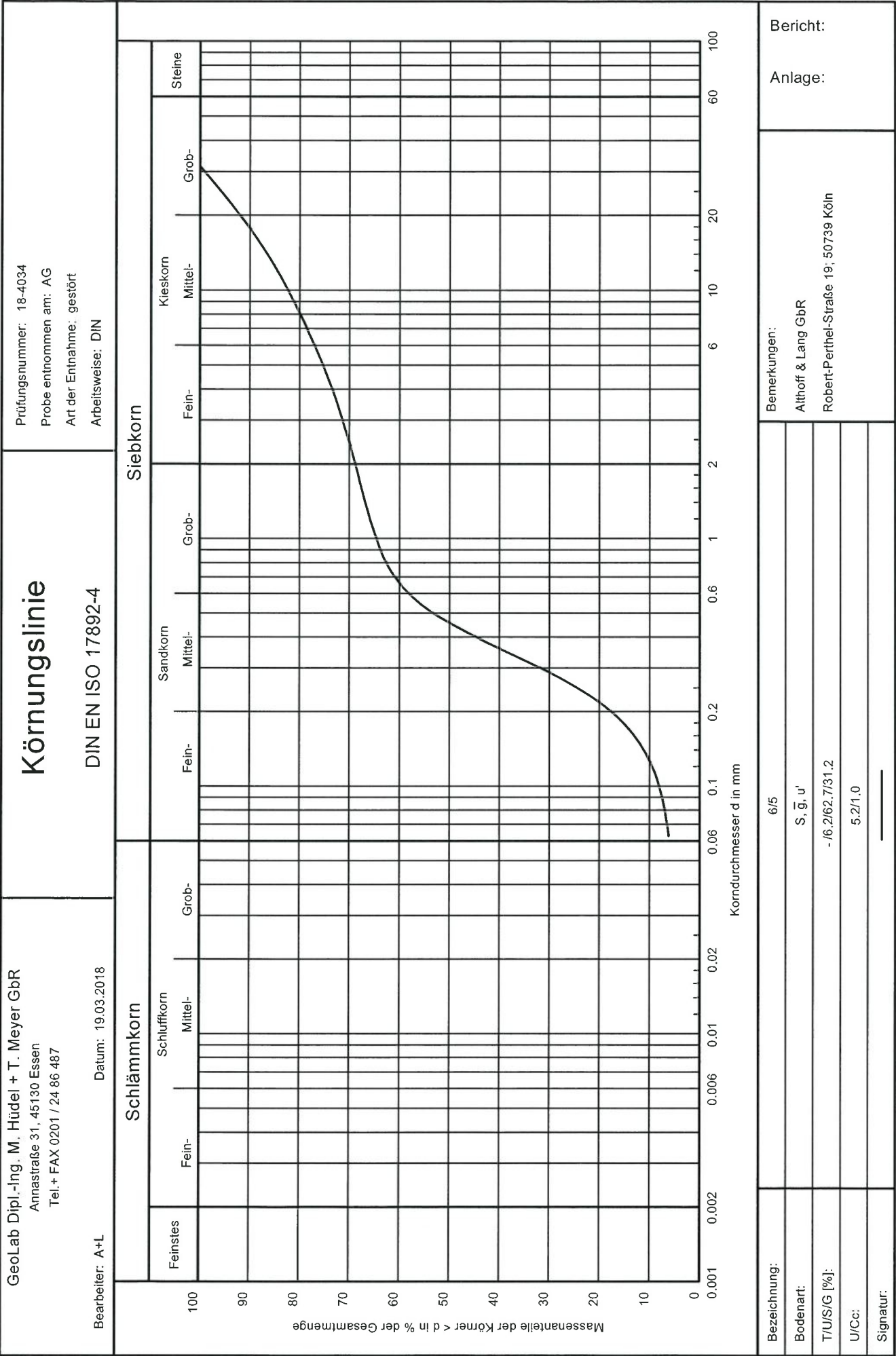
Anhang 4

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

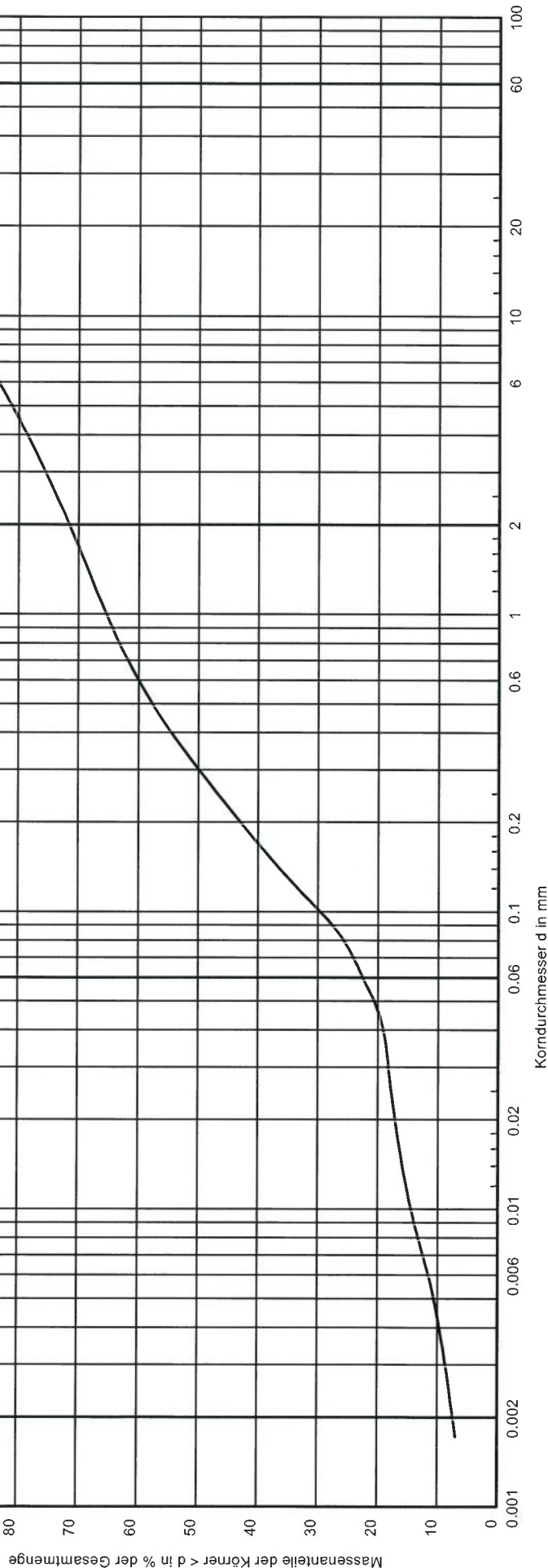
Prüfungsnummer: 18-4034
Probe entnommen am: AG
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: DIN

Bearbeiter: A+L Datum: 19.03.2018

Schlammkorn

Siebkorn

Schlammkorn			Siebkorn				
Feinstes	Fein-	Mittel-	Grob-	Fein-	Mittel-	Grob-	Steine



Bezeichnung:

12/4

Bodenart:

S, g, u, t'

T/U/S/G [%]:

7.5/15.6/48.5/28.4

U/Cc:

139.1/4.0

Signatur:

Bemerkungen:

Althoff & Lang GbR

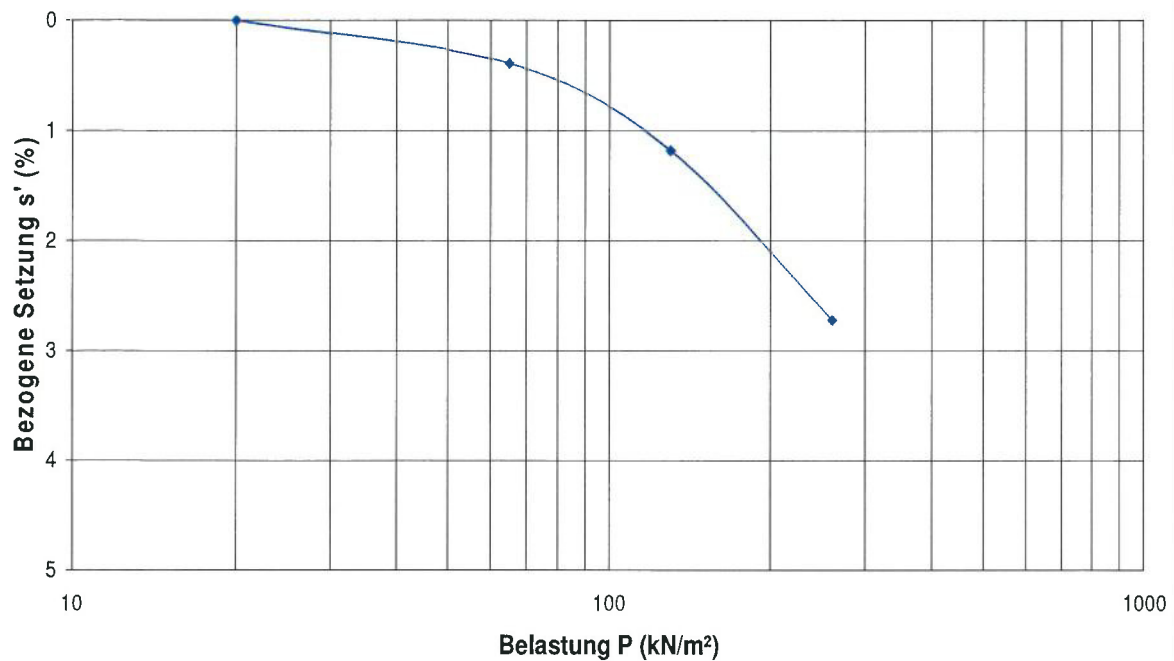
Robert-Perthel-Straße 19; 50739 Köln

Bericht:
Anlage:

Prüfungs-Nr.: 2/4

Projekt: -

Projekt-Nr.: 18-4034



Kompressionsversuch (DIN EN ISO 17892-5)

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

Labornummer: 1803-026
ausgeführt durch: He am: 03.18

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

Projekt: -

Projekt-Nr.: 18-4034

Prüfungs-Nr: 2/4

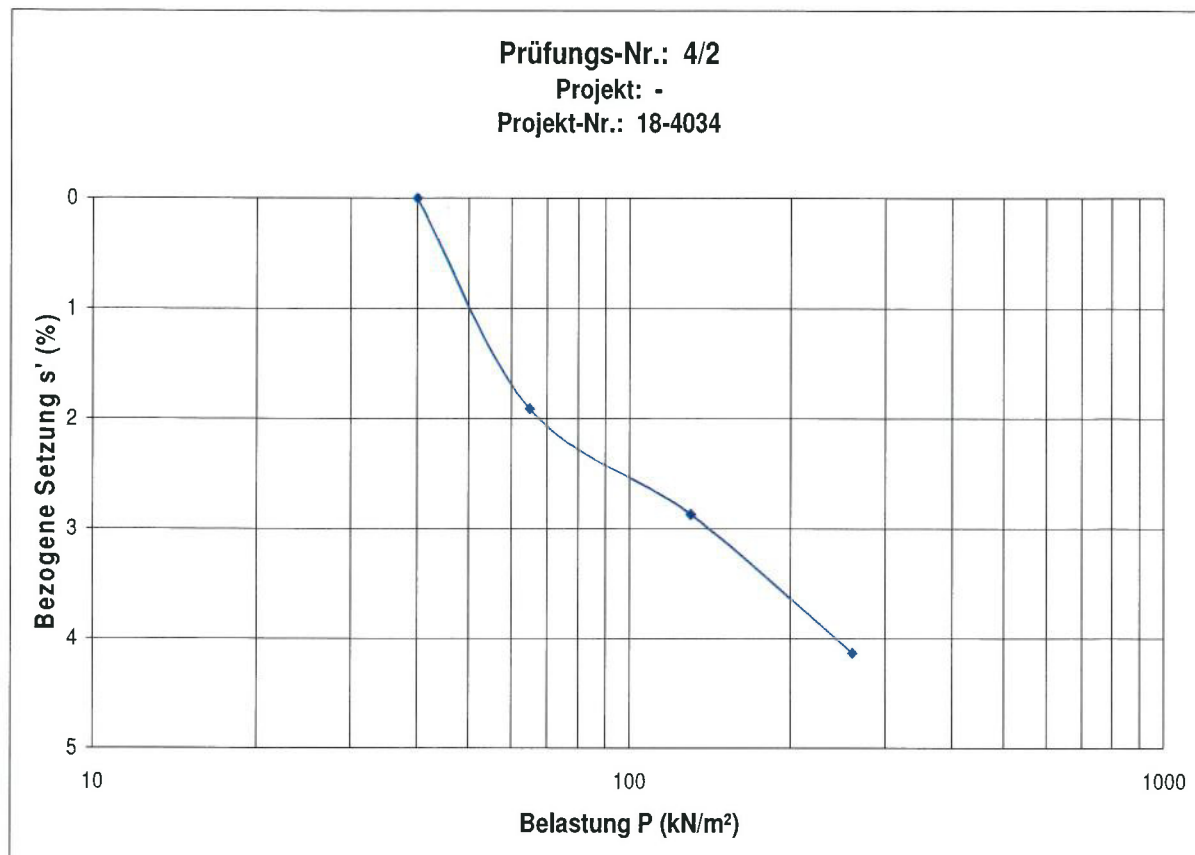
Entnahmetiefe:

Ringanordnung: fest **Vorbelastung:** 20 kN/m²

Ringdurchmesser: 71,40 mm **Anfangshöhe h₂₀:** 20,18 mm

Bemerkungen: gestörte Probe aus RKS. Bei nat. Wassergehalt ($w = 14,8 \%$) im Proctortopf verdichtet ($\rho_d = 1,98 \text{ g/cm}^3$). Die unten angegebenen Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf diese Einbaubedingungen.

Lastbereich (kN/m²)	E_{s1} (MN/m²)
20– 65	11,4
65– 130	8,2
130– 260	8,5



Kompressionsversuch (DIN EN ISO 17892-5)

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

Labornummer: 1803-027
ausgeführt durch: He am: 03.18

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

Projekt: -

Projekt-Nr.: 18-4034

Prüfungs-Nr: 4/2

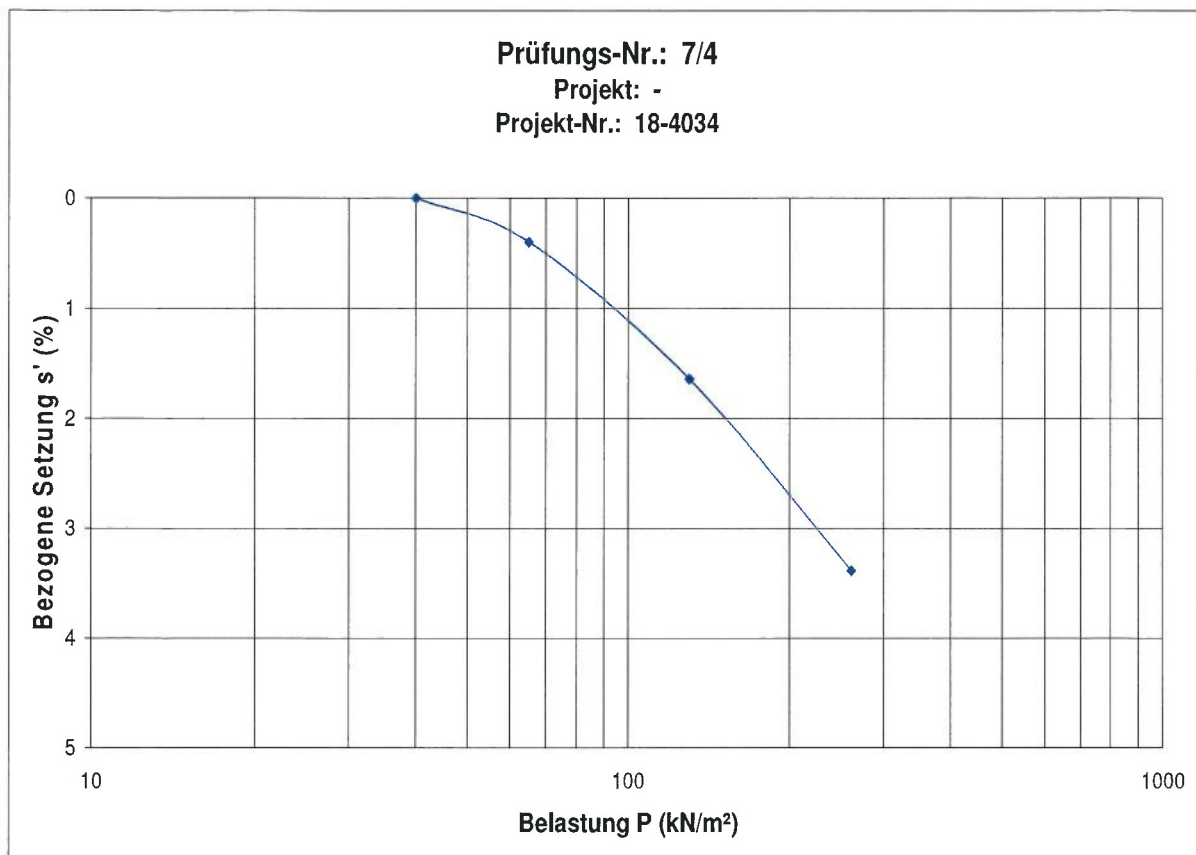
Entnahmetiefe:

Ringanordnung: fest **Vorbelastung:** 40 kN/m²

Ringdurchmesser: 71,40 mm **Anfangshöhe h₂₀:** 19,85 mm

Bemerkungen: gestörte Probe aus RKS. Aus Aggregaten zusammengesetzt (w = 15,3 %, $\rho_d = 1,94 \text{ g/cm}^3$). Die unten angegebenen Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf diese Einbaubedingungen.

Lastbereich (kN/m²)	E_{s1} (MN/m²)
40– 65	1,3
65– 130	6,8
130– 260	10,3



Kompressionsversuch (DIN EN ISO 17892-5)

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

Labornummer: 1803-028
ausgeführt durch: He am: 03.18

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

Projekt: -

Projekt-Nr.: 18-4034

Prüfungs-Nr: 7/4

Entnahmetiefe:

Ringanordnung: fest **Vorbelastung:** 40 kN/m²

Ringdurchmesser: 71,40 mm **Anfangshöhe h₂₀:** 20,09 mm

Bemerkungen: gestörte Probe aus RKS. Aus Aggregaten zusammengesetzt (w = 17,8 %, $\rho_d = 1,81 \text{ g/cm}^3$). Die unten angegebenen Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf diese Einbaubedingungen.

Lastbereich (kN/m²)	E_{s1} (MN/m²)
40– 65	6,3
65– 130	5,2
130– 260	7,5

Projekt: Althoff & Lang 18-4034 Bearbeitungs-Nr.: Datum: 27.03.2018	GeoLab Geotechnisches Labor Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR Annastraße 31, 45130 Essen Tel.+ FAX 0201 - 2486487
<u>Durchlässigkeitsversuch nach DIN 18 130</u>	
hydraulisches Gefälle: $i = 30$	Probe-Nr.: 27/3
Prüftopfdurchmesser: 100 mm	Bodenart: S, u
Wassergehalt: -	Lage: -
Feuchtdichte: -	Entnahmedatum: -

Durchlässigkeitsbeiwert

Minuten [min]	Durchlässigkeit [m/s]
10	~6,00E-06
20	~5,00E-06
30	~5,50E-06
40	~5,50E-06

Durchlässigkeitsbeiwert	k =	5,51E-06 m/s
Bemerkungen: Probe "lockere" Lagerung		

Projekt: Althoff & Lang 18-4034	GeoLab Geotechnisches Labor Dipl.-Ing. Marcus Hüdel + Torsten Meyer GbR Annastraße 31, 45130 Essen Tel.+ FAX 0201 - 2486487										
Bearbeitungs-Nr.: Datum: 28.03.2018											
<u>Durchlässigkeitsversuch nach DIN 18 130</u>											
hydraulisches Gefälle: $i = 30$	Probe-Nr.: 30/4										
Prüftopfdurchmesser: 100 mm	Bodenart: U, t*										
Probenhöhe: 12,0 cm	Verdichtung: -										
Trockendichte: -	Entnahmedatum: -										
Durchlässigkeitsbeiwert											
<table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <caption>Data points from the permeability graph</caption> <thead> <tr> <th>Tage [d]</th> <th>Durchlässigkeit [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.1</td> <td>~8.0E-09</td> </tr> <tr> <td>0.3</td> <td>~6.0E-09</td> </tr> <tr> <td>1.2</td> <td>5.09E-09</td> </tr> <tr> <td>1.5</td> <td>~5.0E-09</td> </tr> </tbody> </table>		Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]	0.1	~8.0E-09	0.3	~6.0E-09	1.2	5.09E-09	1.5	~5.0E-09
Tage [d]	Durchlässigkeit [m/s]										
0.1	~8.0E-09										
0.3	~6.0E-09										
1.2	5.09E-09										
1.5	~5.0E-09										
Durchlässigkeitsbeiwert $k = 5,09E-09$ m/s											
Bemerkungen:											

Anhang 5

Originaldaten des umweltanalytischen Labors

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 01811878
Prüfberichtsnummer: AR-18-AN-008943-01

Auftragsbezeichnung: 18-4034

Anzahl Proben: 3
Probenart: Feststoff
Probenehmer: Auftraggeber
Probeneingangsdatum: 13.03.2018
Prüfzeitraum: 13.03.2018 - 20.03.2018

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 ist nur mit Unterschrift gültig 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 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, 20.03.2018
Olaf Carstens
Prüfleitung



						Probenbezeichnung	A 20	A 23	A 25
						Probennummer	018046717	018046718	018046719
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit				
PAK aus der Originalsubstanz									
Naphthalin	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acenaphthylen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acenaphthen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fluoren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Phenanthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Benzo[a]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Chrysen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Benzo[b]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Benzo[k]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Benzo[a]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Benzo[ghi]perylene	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,5	mg/kg OS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg OS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

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.

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 01811872
Prüfberichtsnummer: AR-18-AN-008769-01

Auftragsbezeichnung: 18-4034

Anzahl Proben: 6
Probenart: Boden
Probenehmer: Auftraggeber
Probeneingangsdatum: 13.03.2018
Prüfzeitraum: 13.03.2018 - 19.03.2018

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 ist nur mit Unterschrift gültig 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 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, 19.03.2018
Olaf Carstens
Prüfleitung



				Probenbezeichnung		MP 01	MP 02	MP 03
				Probennummer		018046662	018046663	018046664
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenmenge inkl. Verpackung	AN		DIN 19747:2009-07		kg	2,3	3,2	5,0
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	ja
Rückstellprobe	AN		Hausmethode	100	g	1700	-	1260

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	LG004	DIN EN 14346	0,1	Ma.-%	95,9	83,9	91,0
--------------	----	-------	--------------	-----	-------	------	------	------

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 17380	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5
-----------------	----	-------	------------------	-----	----------	-------	-------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657

Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,8	mg/kg TS	10,0	33,2	19,1
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	2	mg/kg TS	11	30	14
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,2	mg/kg TS	< 0,2	0,4	< 0,2
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	17	36	32
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	17	28	26
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	22	44	38
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846: 2012-08	0,07	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07	0,49
Thallium (Tl)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,2	mg/kg TS	< 0,2	0,2	0,3
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	35	106	54

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

Glühverlust	AN	LG004	DIN EN 15169	0,1	Ma.-% TS	0,7	-	2,8
TOC	AN	LG004	DIN EN 13137	0,1	Ma.-% TS	< 0,1	1,3	0,1
EOX	AN	LG004	DIN 38414-S17	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	AN	LG004	LAGA KW/04	0,02	Ma.-%	< 0,02	-	< 0,04
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	LG004	DIN EN 14039 / LAGA KW 04	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	LG004	DIN EN 14039 / LAGA KW 04	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Isopropylbenzol (Cumol)	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	< 0,05
Styrol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	-	< 0,05
Summe BTEX + Styrol + Cumol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	-	(n. b.) ¹⁾

				Probenbezeichnung		MP 01	MP 02	MP 03
				Probennummer		018046662	018046663	018046664
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			

LHKW aus der Originalsubstanz

Dichlormethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN	LG004	DIN EN ISO 22155		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,09	< 0,05
Pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,10	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chrysen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylene	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	0,19	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	0,19	(n. b.) ¹⁾

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

						Probenbezeichnung	MP 01	MP 02	MP 03
						Probennummer	018046662	018046663	018046664
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit				

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C5			8,6	7,7	8,3
Temperatur pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C4: 1976-12		°C	22,3	22,3	22,4
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	LG004	DIN EN 27888: 1993-11	5	µS/cm	63	48	75
Wasserlöslicher Anteil	AN	LG004	DIN EN 15216	0,05	Ma.-%	0,15	-	< 0,05
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	AN	LG004	DIN EN 15216	50	mg/l	150	-	< 50

Anionen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

Fluorid	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	0,2	mg/l	0,3	-	0,6
Chlorid (Cl)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	1,0	mg/l	8,8	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	1,0	mg/l	1,8	< 1,0	2,3
Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 14403	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	AN	LG004	DIN EN ISO 14403	0,005	mg/l	< 0,005	-	< 0,005

Elemente aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

Antimon (Sb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	< 0,001	-	< 0,001
Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,006	0,004	< 0,001
Barium (Ba)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,019	-	0,012
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,005	0,022	< 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	0,003	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,005	mg/l	0,013	0,015	< 0,005
Molybdän (Mo)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,003	-	0,002
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,002	0,006	< 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	0,001	-	< 0,001
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,01	mg/l	0,01	0,06	< 0,01

Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	AN	LG004	DIN EN 1484: 1997-08	1,0	mg/l	3,0	-	1,6
Phenolindex, wasserdampfllüchtig	AN	LG004	DIN EN ISO 14402	0,010	mg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010

				Probenbezeichnung		MP 04	MP 05	MP 06
				Probennummer		018046665	018046666	018046667
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenmenge inkl. Verpackung	AN		DIN 19747:2009-07		kg	2,9	0,9	4,1
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	nein	ja
Rückstellprobe	AN		Hausmethode	100	g	-	-	-

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	LG004	DIN EN 14346	0,1	Ma.-%	91,3	86,0	88,6
--------------	----	-------	--------------	-----	-------	------	------	------

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 17380	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5
-----------------	----	-------	------------------	-----	----------	-------	-------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657

Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,8	mg/kg TS	5,9	7,6	25,2
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	2	mg/kg TS	7	12	8
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	25	29	29
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	9	14	24
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	mg/kg TS	25	29	31
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846: 2012-08	0,07	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07	< 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	51	44	51

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

Glühverlust	AN	LG004	DIN EN 15169	0,1	Ma.-% TS	-	-	-
TOC	AN	LG004	DIN EN 13137	0,1	Ma.-% TS	< 0,1	0,2	< 0,1
EOX	AN	LG004	DIN 38414-S17	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	AN	LG004	LAGA KW/04	0,02	Ma.-%	-	-	-
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	LG004	DIN EN 14039 / LAGA KW 04	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	LG004	DIN EN 14039 / LAGA KW 04	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Isopropylbenzol (Cumol)	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	-	-	-
Styrol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	-	-	-
Summe BTEX + Styrol + Cumol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4		mg/kg TS	-	-	-

Probenbezeichnung						MP 04	MP 05	MP 06
Probennummer						018046665	018046666	018046667
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			

LHKW aus der Originalsubstanz

Dichlormethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN	LG004	DIN EN ISO 22155		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chrysen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylene	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

				Probenbezeichnung		MP 04	MP 05	MP 06
				Probennummer		018046665	018046666	018046667
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4

pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C5			8,2	7,8	8,1
Temperatur pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C4; 1976-12		°C	22,5	22,4	22,6
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	LG004	DIN EN 27888: 1993-11	5	µS/cm	14	22	16
Wasserlöslicher Anteil	AN	LG004	DIN EN 15216	0,05	Ma.-%	-	-	-
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	AN	LG004	DIN EN 15216	50	mg/l	-	-	-

Anionen aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4

Fluorid	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	0,2	mg/l	-	-	-
Chlorid (Cl)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0	1,7
Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 14403	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	AN	LG004	DIN EN ISO 14403	0,005	mg/l	-	-	-

Elemente aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4

Antimon (Sb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	-	-	-
Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	< 0,001	0,002	< 0,001
Barium (Ba)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	-	-	-
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,003	0,009	< 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	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,005	mg/l	< 0,005	0,007	< 0,005
Molybdän (Mo)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	-	-	-
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,001	mg/l	0,001	0,003	< 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	-	-	-
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,01	mg/l	0,02	0,01	< 0,01

Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4

Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	AN	LG004	DIN EN 1484: 1997-08	1,0	mg/l	-	-	-
Phenolindex, wasserdampflich	AN	LG004	DIN EN ISO 14402	0,010	mg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

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.

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 018046662

Probenbeschreibung MP 01

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:

1700 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

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 018046664

Probenbeschreibung MP 03

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:

1260 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