

**Baugrund - Altlasten - Rückbau
Gutachten & Beratung**

**OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG**

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571-95288-0
Fax: 02571-95288-2

info@ows-online.de
www.ows-online.de

Baugrundgutachten

Projekt: Neubau von 32 Doppelhaushälften sowie
weiterer 9 Wohnhäuser und einer Kindertag-
esstätte (KiTa) mit Erschließungsstraße
und Kanalbau

Gottfried-Stahl-Straße
in 50129 Bergheim

Mitgliedschaften

Ingenieurkammer Bau NRW
Ingenieurkammer Nds
IngenieurRing
BVBoden, BDB, BDG, DGGT, FGSV

Projekt-Nr.: 2209-5581

**OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG**

Amtsgericht Steinfurt
HRA 5320
Steuernummer
327/5890/3240

Sachbearbeiter: Dipl.-Geol. Christoph Oberste-Wilms

p.h.G.

OWS Ingenieurgeologen
Verwaltungs GmbH
Amtsgericht Steinfurt
HRB 7485

Geschäftsführer

Dipl.-Geol. C. Oberste-Wilms
Dipl.-Geol. M. Stracke

Bankverbindungen

Deutsche Bank Osnabrück
IBAN: DE27 265 700 240 0585000 00
BIC: DEUT DE DB265

Datum: 20. Dezember 2022

Sparkasse Osnabrück
IBAN: DE07 2655 0105 0000 2300 52
BIC: NOLADE22

Vorliegende Unterlagen

- Nr. 1:** Planausschnitt, ohne Maßstab
- Nr. 2:** Konzeptplanung 11, Maßstab 1 : 500
- Nr. 3:** Ansichten Planung, Maßstab 1 : 100
- Nr. 4:** Kabel- und Leitungspläne der örtlichen Versorger (Westnetz, Telekom), Maßstab 1 : 500 / 1000 / 1500
- Nr. 5:** Archivunterlagen (Geologische Karten, Hydrogeologische Karten, Ingenieurgeologische Karten, Fachliteratur etc.)

Anlagen

- Nr. 1.1:** Übersichtsplan, Maßstab 1 : 25 000
- Nr. 1.2:** Lageplan mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten, Maßstab 1 : 750
- Nr. 2:** Schichtenprofile gem. DIN 4023 und Rammdiagramme gem. DIN EN ISO 22476-2, Höhenmaßstab 1 : 50 (Anl. 2.1 - 2.4)
- Nr. 3:** Körnungslinien gem. DIN EN ISO 17892-4 (Anl. 3.1 - 3.19)
- Nr. 4:** Charakteristische Bodenkennwerte der Homogenbereiche (Anl. 4.1 - 4.3)

Inhaltsverzeichnis

1.0 Einleitung	5
2.0 Untersuchungsumfang	6
3.0 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	7
3.1 Allgemeines	7
3.2 Schichtenfolge	8
3.3 Grundwasser	9
3.4 Charakteristische Bodenkennwerte	10
3.5 Bodenklassifikationen nach VOB- und DIN-Norm	11
3.5.1 Klassifikation nach ATV VOB C 2015-08.....	11
3.5.2 Bodenklassen (VOB DIN 18300) und Bodengruppen (DIN 18196)	11
3.6 Klassifizierung der oberflächennahen Böden gem. ZTV E-StB 17	12
4.0 Bau- und Gründungstechnische Maßnahmen	12
4.1 Bauzeitliche Wasserhaltung	12
4.2 Schutz der Bauwerke vor Vernässung.....	13
4.3 Tragfähigkeit des Baugrundes / Gründungskonzept.....	14
4.3.1 Behandlung des humosen Oberbodens	14
4.3.2 Bauwerksgründung.....	15
4.3.3 Angaben zum Erdplanum / zu Abtragsplanien.....	15
4.4 Verwendung des Bodenaushubs.....	16
4.5 Baugrubensicherung.....	18
4.6 Gründungsart und Belastung des Baugrundes.....	19
4.7 Setzungsverhalten	22
5.0 Kanalbau	22
5.1 Behandlung des humosen Oberbodens	22
5.2 Bauzeitliche Wasserhaltung	23
5.3 Sicherung der Kanalgräben	24
5.4 Stabilisierung der Kanalgrabensohle, Rohrauflagerung.....	24

5.4.1 Gründungsplanum	24
5.4.2 Rohrbettung	25
5.5 Grabenverfüllung und Wiedereinbaufähigkeit der Aushubböden.....	26
6.0 Straßenbau	28
6.1 Belastungsklassen.....	28
6.2 Frostsicherer Gesamtaufbau	28
6.3 Erdplanum	29
6.3.1 Bauzeitliche Wasserhaltung	29
6.3.2 Tragfähigkeit.....	30
6.4 Oberbau / Frostschutz- und Tragschicht.....	32
6.5 Besondere Hinweise.....	32
7.0 Versickerung des anfallenden Regenwassers auf dem Baugelände.....	33
7.1 Grundlage zur Beurteilung.....	33
7.2 Ermittlung der Durchlässigkeit der Böden.....	33
7.3 Beurteilung des Grundwasserflurabstandes	34
7.4 Fazit.....	35
8.0 Baugrubenabnahme	36
9.0 Erdbebenzone	36
10.0 Schlusswort	37

1.0 Einleitung

Der Vorhabenträger plant den Neubau von insgesamt 32 Doppelhaushälften (Hsr. 4 – 15, 19 – 30, 33 – 40) und einer Kindertagesstätte (KiTa) samt Erschließungsstraße und Kanalbau an der Gottfried-Stahl-Straße (Flurstück 20) in 50129 Bergheim. Im Baugebiet ist zudem noch die Errichtung weiterer 9 Wohnhäuser (Hsr. 1 – 3, 16 – 18, 31, 32, 41) geplant.

Die OWS Ingenieurgeologen wurden von dem Vorhabenträger beauftragt, Baugrunduntersuchungen im Bereich der geplanten Neubauten durchzuführen und das vorliegende Baugrundgutachten auszuarbeiten. Das vorliegende Baugrundgutachten ersetzt aufgrund von Anpassungen der Konzeptplanung (vgl. Anl. 1.2) das bisherige Baugrundgutachten vom 24.10.2022.

Auftragsgrundlage sind die Angebote A2208-5169-1 vom 11.08.2022 sowie A2209-5223_1 vom 07.09.2022.

Die geplanten Doppelhaushälften sowie die weiteren Wohnhäuser werden nach Mitteilung des Auftraggebers vollunterkellert. Die geplante KiTa wird nicht unterkellert.

Beim vorliegenden Planstand steht die künftige Erdgeschossfußbodenhöhe (EFH) der geplanten Gebäude noch nicht fest. Es wird daher zunächst davon ausgegangen, dass diese ca. 0,3 m oberhalb des ermittelten Bezugspunktes (BZP, vgl. Kap. 3.1), d. h. bei ca. 81,0 mNHN liegen wird.

Die Unterkante der Kellersohlplatte für die Doppelhaushälften und Wohnhäuser wird dann ca. 3,2 m tiefer, d. h. bei ca. 77,8 mNHN angenommen; die Gründungsebene (UK-Fundament) der KiTa wird ca. 1,0 m tiefer, d. h. bei ca. 80,0 mNHN angenommen (vgl. Anl. 2).

Die angenommenen Gründungsebenen sind Grundlage der weiteren Ausführungen. Konstruktionspläne und Angaben über ankommende Lasten liegen dem Gutachter nicht vor.

2.0 Untersuchungsumfang

Zur Erschließung der Baugrundverhältnisse und zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Baugrundes wurden in der Zeit vom 26.09.2022 bis zum 29.09.2022 insgesamt 29 Rammkernsondierbohrungen (RKS 1 bis RKS 29, Bohrungen RKS gem. DIN EN ISO 22475-1) und neun mittelschwere Rammsondierungen (DPM 1 bis DPM 9, Sonde DPM gem. DIN EN ISO 22476-2) niedergebracht. Die Lage der Bodenaufschlusspunkte ist der Anlage 1.2 zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen und die der Rammsondierungen wurden gem. DIN 4023 in Schichtenprofilen und gem. DIN EN ISO 22476-2 in Rammdiagrammen auf den Anlagen 2.1 bis 2.4 dargestellt.

Aus den Bohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen, an denen die für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen charakteristischen Bodenkennwerte, auch unter Beachtung der Ergebnisse der Rammsondierungen, abgeschätzt wurden.

An repräsentativ ausgewählten Bodenproben wurde im bodenmechanischen Labor die Korngrößenverteilung gem. DIN EN ISO 17892-4 bestimmt. Die Ergebnisse der Laborversuche wurden als Körnungslinien dargestellt und sind als Anlagen 3.1 bis 3.19 beigelegt.

Zudem wurden aus den entnommenen Bodenproben Mischproben zusammengestellt und einer chemischen Deklarationsanalytik auf den Parameterumfang der Deponieverordnung (DepV 2009) und der ergänzenden Parameter der LAGA-M 20 (1997 / 2004)

zugeführt. Die Ergebnisse der chemischen Analytik werden in einem separaten Bericht dargestellt.

Die Bodenproben, die durch die Laborversuche nicht verbraucht wurden, werden bis drei Monate nach Abgabe des Gutachtens aufbewahrt und dann, falls vom Auftraggeber nicht anders bestimmt, verworfen.

3.0 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

3.1 Allgemeines

Das Baugelände liegt im Nordwesten des Stadtteils Fliesteden der Stadt Bergheim, in der Gemarkung Hüchelhoven, Flur 011, auf dem Flurstück 20 an der „Gottfried-Stahl-Straße“.

Das Baugelände ist \pm eben und wird derzeit als Ackerfläche genutzt. Nach dem Höhennivellement der Sondieransatzpunkte liegt zwischen den Aufschlusspunkten eine max. Höhendifferenz von ca. 0,5 m vor.

Als Bezugspunkt (BZP) für das Höhennivellement der Sondieransatzpunkte wurde der im Lageplan (vgl. Anl. 1.2) eingezeichnete Kanaldeckel (KD.) mit der angegebenen Höhe von 80,74 mNHN gewählt.

Danach liegt das Gelände im Mittel ca. 0,5 m tiefer als der Bezugspunkt.

3.2 Schichtenfolge

Nach den Daten der Geologischen Karte im Maßstab 1 : 100 000 des Internetauskunftsystems GEOportal.NRW, zur Verfügung gestellt vom Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen, ist im Bereich des Untersuchungsgrundstückes mit dem Auftreten von oberpleistozänen Lößablagerungen sowie pleistozäne Nieder- und Hauptterrassen-Ablagerungen des Rhein zu rechnen.

Die Aufschlussbohrungen haben eine relativ einheitliche Schichtenfolge erschlossen, die vereinfacht wie folgt beschrieben wird:

bis ca. 0,3/0,4 m unter GOK:

Humoser Oberboden (Ackerkrume)

bis ca. 2,2/5,0 m unter GOK:

Löß/Lößlehm (Oberpleistozän)

Schluff, stark feinsandig oder Feinsand, stark schluffig, z.T. auch schwach mittelsandig, schwach tonig und teils kalkhaltig. Die Lößböden sind im oberen Profilabschnitt noch schwach humos mit wenigen Wurzelresten.

Die Lößböden sind erdfeucht bis feucht und von steifplastischer bis halbfester Konsistenz, in sandigeren Bereichen auch mitteldicht gelagert.

**bis zur max. Aufschlusstiefe
von ca. 3,0/8,0 m unter GOK:**

Kiese und Sande der Hauptterrasse (Pleistozän)

Z.T. schwach schluffige Kiese und Sande in Wechsel-
lagerung, mit vereinzelt Ton- und Schluff-Linsen.
Die Kiese und Sande sind erdfeucht bis grundwasser-
führend, im Grundwasserbereich fließfähig und mittel-
dicht bis dicht gelagert.

Die Aufschlussbohrungen wurden bei Erreichen der maximalen Geräteauslastung und des dann fehlenden Bohrfortschritts in den mitteldicht bis dicht gelagerten Hauptterras-
sen-Ablagerungen eingestellt.

3.3 Grundwasser

Grundwasser wurde bei den Baugrunduntersuchungen vom 26.09.2022 bis 29.09.2022 mit dem Kabellichtlot zwischen ca. 5,7 m unter GOK und ca. 5,9 m unter GOK bzw. zwischen 74,3 mNHN und ca. 74,1 mNHN gemessen.

Da für die untersuchte Baufläche keine langjährigen Grundwassermessdaten vorliegen, ist der zu erwartende maximale Grundwasserstand gem. DIN EN 1997-2, Abschnitt 3.6.3, auf Grundlage der begrenzt verfügbaren Informationen vorsichtig abzuschätzen.

Der geschätzte max. Grundwasserstand wird mit ca. $GW_{max.} = 75,5$ mNHN angesetzt.

Bei den Durchlässigkeiten der anstehenden Böden von $k < 1 \cdot 10^{-04}$ m/s kann es auch oberhalb des geschätzten maximalen Grundwasserstandes ($GW_{max.}$) zu lokalen Aufstauungen von Sicker- und Schichtwasser (Stauwasser) kommen. Das Stauwasser kann dann örtlich bis zur Geländeoberkante reichen und dort zu vorübergehenden Vernässungen führen.

3.4 Charakteristische Bodenkennwerte

Die für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen charakteristischen Bodenkennwerte sind in Anlehnung an die Erfahrungswerte der DIN 1055-2, der EAB und EAU sowie unter Beachtung korrelativ aus den Ergebnissen eigener bodenmechanischer Laborversuche abgeleiteter Daten, wie folgt in Ansatz zu bringen:

Füllboden (Füllsand, Grubenkies, RC-Sand)*

Raumgewicht (γ)	: 18,0-18,5 kN/m ³		
Reibungswinkel (φ)	: 35,0-37,5 °	Kohäsion (c')	: 0 kN/m ²
Steifeziffer (E_s)	: 40-80 MN/m ²	Proctordichte (D_{pr})	: 98-100 %

* nichtbindiges, frostsicheres, wasserdurchlässiges, verdichtungsfähiges, raumbeständiges und umweltverträgliches, d. h. gütegeprüftes Lockergesteinsmaterial. Der Einbau von RC-Material ist ggf. genehmigungspflichtig und entsprechend vorab zu prüfen.

Material eines bauzeitlichen Flächenfilters / Bodenaustauschmaterial / Tragschichtmaterial (Kiessand 0/32, Natursteinschotter 0/45-0/56, RC-Schotter)*

Raumgewicht (γ)	: 18,0-18,5 kN/m ³	unter Wasser	: 10,5-11,0 kN/m ³
Reibungswinkel (φ)	: 37,5-42,5 °	Kohäsion (c')	: 0 kN/m ²
Steifeziffer (E_s)	: 80-150 MN/m ²	Proctordichte (D_{pr})	: 100 %

* nichtbindiges, frostsicheres, wasserdurchlässiges, verdichtungsfähiges, raumbeständiges und umweltverträgliches, d. h. gütegeprüftes Lockergesteinsmaterial. Der Einbau von RC-Material ist ggf. genehmigungspflichtig und entsprechend vorab zu prüfen.

Löß/Lößlehm, steifplastisch bis halbfest

Raumgewicht (γ)	: 19,0-19,5 kN/m ³	unter Wasser	: 9,0-9,5 kN/m ³
Reibungswinkel (φ)	: 27,5-30,0 °	Kohäsion (c')	: 10-15 kN/m ²
Steifeziffer (E_s)	: 15-30 MN/m ²		

Kiese und Sande, mitteldicht bis dicht gelagert

Raumgewicht (γ)	: 18,5-19,5 kN/m ³	unter Wasser	: 10,5-11,5 kN/m ³
Reibungswinkel (φ)	: 35,0-40,0 °	Kohäsion (c')	: 0 kN/m ²
Steifeziffer (E_s)	: 40-80 MN/m ²		

3.5 Bodenklassifikationen nach VOB- und DIN-Norm

3.5.1 Klassifikation nach ATV VOB C 2015-08

Für Ausschreibungszwecke nach ATV VOB C 2015-08 wird für die ermittelten Bodenschichten folgende Zuordnung in Homogenbereiche empfohlen:

Humoser Oberboden:	Mu	Homogenbereich O
Löß/Lößlehm:	Löß/Löl	Homogenbereich B1
Terrassen Kiese/Sande:	G/S	Homogenbereich B2

Die Verteilung der o. g. Homogenbereiche ist in Anlage 2 ersichtlich.

Die für die jeweiligen Homogenbereiche anzusetzenden Kennwerte wurden in Anlehnung an die Erfahrungswerte der DIN 1055-2, der EAB und EAU festgelegt sowie korrelativ aus den Ergebnissen eigener bodenmechanischer Laborversuche abgeleitet und sind dem Kap. 3.4 bzw. den Anlagen 4.1 bis 4.3 zu entnehmen.

3.5.2 Bodenklassen (VOB DIN 18300) und Bodengruppen (DIN 18196)

Für die Ausschreibung der Erdarbeiten können die angetroffenen Bodenarten nach "alter Norm" in folgende Bodenklassen bzw. Bodengruppen eingeordnet werden:

Humoser Oberboden:	Bodenklasse:	1 ^{1) 2)}
	Bodengruppe:	O [OH]
Löß/Lößlehm:	Bodenklasse:	4 ^{1) 2)}
	Bodengruppen:	TL/TM

Kies/Sand-Gemisch: Bodenklassen: 3 ²⁾
 Bodengruppen: SU/SU*/GI/GU*/GU/SE

¹⁾ bei Verschlämmungen, Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c \leq 0,5$: Klasse 2

²⁾ gemischtkörnige Böden der Gruppen SU*, ST*, wenn sie eine breiige oder flüssige Konsistenz haben und beim Lösen ausfließen: Klasse 2

3.6 Klassifizierung der oberflächennahen Böden gem. ZTV E-StB 17

Der im oberflächennahen Bereich anstehende Boden ist gem. ZTV E-StB 17, Tabelle 1, nach Maßgabe der vorliegenden Bodenprofile, in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) zu stellen.

4.0 Bau- und Gründungstechnische Maßnahmen

4.1 Bauzeitliche Wasserhaltung

Der max. Grundwasserstand wird mit ca. 75,5 mNHN abgeschätzt (vgl. Kap. 3.3) und liegt damit deutlich unterhalb der angenommenen Aushub- / Gründungstiefen. Während der Erd- und Gründungsarbeiten ist daher nur das anfallende Sicker- und Schichtwasser bzw. das Tageswasser abzuführen.

Da die anstehenden, bindigen und daher wasserempfindlichen Böden bei Niederschlägen verschlammen, ist die Sauberkeitsschicht sofort nach Freilegung eines Teilbereiches der Aushubebene anzudecken.

Nur bei anhaltenden, starken Niederschlägen ist eine offene Wasserhaltung über einen bauzeitlichen Kiessand- oder Schotterflächenfilter (Kiessand 0/32 bzw. Natursteinschotter 0/45, Stärke ca. 0,2 m) in Verbindung mit entsprechenden Pumpensämpfen zu führen.

In diesem Zusammenhang wird auf die empfohlene Baugrubenabnahme durch den Gutachter (vgl. Kap. 8.0) hingewiesen.

4.2 Schutz der Bauwerke vor Vernässung

Wie den Ausführungen in Kap. 3.3 zu entnehmen ist, wird der max. Grundwasserstand mit ca. $GW_{max.} = 75,5$ mNHN abgeschätzt. Dieser Wasserstand ist dann als HGW (Bemessungsgrundwasserstand) im Sinne des Merkblatts BWK-M8 anzusetzen. Der Ansatz eines HHW (Bemessungshochwasserstand) ist bei diesem Bauvorhaben nicht erforderlich, da das Baugrundstück außerhalb festgesetzter Überschwemmungsgebiete liegt.

Bei den vorliegenden Baugrund- und Grundwasserverhältnissen binden die geplanten Bauwerke in Böden mit Durchlässigkeiten von $k \leq 1 \cdot 10^{-04}$ m/s ein. Normgemäß ist in derartigen Böden bei Bauwerken mit Einbindetiefen von < 3 m mit einer mäßigen Einwirkung von drückendem Wasser durch Stauwasserbildung zu rechnen. Der Bemessungswasserstand für die Bauwerksabdichtung ist gem. DIN 18533-1 in diesem Fall auf Geländeoberkante (GOK) anzusetzen.

Zum Schutz der erdberührten Bauteile vor Vernässungen kann daher deren Abdichtung gem. DIN 18533-1 in der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E erfolgen. Die allgemeinen Hinweise der DIN 18533 sind dabei zu beachten. Wird die Stauwasserbildung durch eine auf Dauer funktionsfähige Dränanlage gem. DIN 4095 verhindert, so kann dann die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E angesetzt werden.

Alternativ zur o. g. Abdichtung kann auch eine wasserundurchlässige Konstruktion in WU-Beton gemäß der DAfStb-Richtlinie "Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)" erfolgen. Ggf. geplante Lichtschächte sind in die Bauwerksabdichtung bzw. die WU-Konstruktion miteinzubeziehen und entsprechend zu entwässern.

Bei der Bemessung der Bodenplatten der Doppelhaushälften bzw. Wohnhäuser ist ein Wasserdruck von 10 kN/m² (für die Häuser Nr. 01 - 30, sowie 40 - 41 [binden in Lößböden ein]) bzw. ein Wasserdruck von 5 kN/m² (für die Häuser Nr. 31 - 39 [binden in Mittel- und Feinsande ein]) zu berücksichtigen. Die Arbeitsraumverfüllung hat dann mit durchlässigem Füllsand ($k > 1 \cdot 10^{-05}$ m/s) zu erfolgen.

Die Geländeoberfläche ist grundsätzlich derart anzulegen bzw. so zu planen, dass das Niederschlagswasser vom Gebäude weggeleitet wird.

Ergänzend zu den vorgenannten Ausführungen sind zudem die jeweils gültigen Normierungen und Richtlinien zu beachten.

4.3 Tragfähigkeit des Baugrundes / Gründungskonzept

4.3.1 Behandlung des humosen Oberbodens

Der im Baufeld anstehende bzw. anthropogen abgedeckte humose Oberboden (vgl. Anl. 2) ist zu Beginn der Erdarbeiten abzuschleppen. Diese Böden stehen nach den vorliegenden Schichtenprofilen in Mächtigkeiten von ca. 0,3-0,4 m an.

Nach DIN 18915 wird als Oberboden bzw. "Mutterboden" die oberste Schicht des durch physikalische, chemische und biologische Vorgänge entstandenen, belebten Bodens bezeichnet. Er enthält neben mineralischen Bestandteilen auch lebende und abgestorbene organische Bestandteile, wobei nur die abgestorbenen Bestandteile als Humus bezeichnet werden. Diese Böden sind gem. § 202 des BauGB als besonders schutzwürdiger Boden zu erhalten und in jedem Fall fachgerecht auszuheben und zu lagern bzw. zu verwerten.

Es wird in diesem Zusammenhang auf die empfohlene gutachterliche Begleitung der Erd- und Gründungsarbeiten hingewiesen (vgl. Kap. 8.0).

4.3.2 Bauwerksgründung

Wie aus den Schichtenprofilen und den Rammdiagrammen auf der Anlage 2 zu ersehen ist, wurden in den jeweils angenommenen Gründungsebenen für die zu erwartenden Bauwerkslasten (vgl. Kap. 4.6; Belastungstabellen / Bettungsmodul) ausreichend tragfähige Böden in Form steifplastischer bis halbfester Lößböden bzw. mitteldicht bis dicht gelagerter Sande angetroffen.

Besondere bodenverbessernde Maßnahmen, die über den ggf. erforderlichen bauzeitlichen Flächenfilter hinausgehen (vgl. Kap. 4.1) sind daher nicht erforderlich.

Bei den angenommenen Höhen wird nach Entfernung des humosen Oberbodens zum Erreichen der Planhöhe "UK Gebäudesohle-KiTa" noch eine entsprechende Bodenauffüllung erforderlich werden. Für diese Bodenauffüllung ist dann nichtbindiges, verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial (z. B. Füllsand, vgl. Kap. 3.4) lagenweise, in Schüttstärken bis max. 0,5 m, aufzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf mind. 100 % der Proctordichte zu verdichten, ohne den bindigen Untergrund strukturell zu stören (vgl. Kap. 4.3.3). Die erreichte Verdichtung ist über das gesamte Auffüllungsprofil nachzuweisen.

4.3.3 Angaben zum Erdplanum / zu Abtragsplanien

Die in den Aushubebenen für die Fundament- und Sohlplattengründungen anstehenden Böden sind überwiegend als bindige, fein- bis gemischtkörnige Lockergesteinsböden der Bodengruppen TL, TM, ST*, ST und SU* gem. DIN 18196 zu klassifizieren (vgl. Kap.

3.5.2). Solche Böden sind in Abhängigkeit vom Wassergehalt hinsichtlich ihrer Konsistenz und Scherfestigkeit und somit hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit sehr veränderlich. Eine Verschlechterung der Tragfähigkeitseigenschaften z. B. durch Niederschlagseinflüsse, durch unkontrollierten Oberflächen- und Sickerwasserzutritt oder durch unsachgemäße Bearbeitung des Bodens (z. B. dynamische Verdichtung bei ungünstigen Bodenwassergehalten) ist daher zu vermeiden.

Eine dynamische Belastung dieser Böden kann bei ungünstigen Bodenwassergehalten zu einem Porenwasserüberdruck und dann zu Aufweichungen, dem sog. "Matratzenefekt", führen. Es wird daher ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das bindige Erdplanum nicht mittels schwerer oder gummibereifter Baufahrzeuge zu befahren oder mittels dynamischer Verdichtungsgeräte zu bearbeiten ist.

Auch nach Einbringen des bauzeitlichen Flächenfilters ist ein Befahren des Planums mit schwerem Gerät nicht zulässig, da der Flächenfilter allein der Entwässerung und Trockenhaltung des Planums dient und nicht für die Aufnahme dynamischer Verkehrslasten ausgelegt ist.

Bei Bedarf sind für die zu erwartenden Bauverkehrslasten ausreichend dimensionierte Baustraßen bzw. Bewegungsflächen anzulegen.

4.4 Verwendung des Bodenaushubs

Die bindigen Lößböden (inhomogene Gemische aus Schluff und Sand) sind nur im erdfeuchten Zustand und bei trockenen Witterungsverhältnissen wiedereinbau- und verdichtungsfähig. Der Einbauwassergehalt des Bodens sollte dann näherungsweise dem optimalen Wassergehalt w_{Pr} des Bodens im Proctorversuch entsprechen.

Liegen entsprechende Verhältnisse vor, dann ist der Aushubboden in Lagenstärken bis max. 0,3 m einzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf mind. 98 % der Proctordichte zu verdichten. Bei innen liegenden Arbeitsraumverfüllungen ist eine Verdichtung bis auf mind. 100 % der Proctordichte nachzuweisen. In den Bereichen, in denen geringe Sackungen toleriert werden können (Rasen, Blumenbeete, u. a.), ist eine hohlraumarme Verfüllung ausreichend.

Die unterlagernden Sande (Terrassensande, Mittel- und Feinsande) können aus bodenmechanischer Sicht grundsätzlich als Füllmaterial im Bereich der Arbeitsräume wiederverwendet werden.

In den Bereichen, in denen ein frostsicherer Unterbau erforderlich ist, z. B. Gehwege, Parkplatzflächen, Zuwegungen, ist der Aushubboden nur bis zur Unterkante des frostsicheren Gesamtaufbaus einzubauen und entsprechend zu verdichten. Die Restauffüllung erfolgt mit frostsicherem Lockergesteinsmaterial.

Ist der Aushubboden zu nass bzw. liegen entsprechend ungünstige Witterungsbedingungen für den Einbau vor, sind statt des Aushubbodens Füllsande, Grubenkiese oder Kies-sande mit max. bindigen Bestandteilen bis 10 % einzubauen und, wie zuvor für den Aushubboden beschrieben, zu verdichten.

Im Zweifelsfall ist das Aushubmaterial im Zuge der Baugrubenabnahme oder vor Beginn der Bauarbeiten auf seine Verwendung als Füllboden zu prüfen.

In diesem Zusammenhang wird die Begleitung der Erdarbeiten durch den Gutachter empfohlen (vgl. Kap. 8.0).

4.5 Baugrubensicherung

Die Baugrubenwände können aus bodenmechanischer Sicht gem. DIN 4124 in mindestens steifplastischen Lößböden bis 60° abgeböscht werden. In den unterlagernden Terrassensanden sind Böschungswinkel bis max. 45° zulässig. Bei niederschlagsreichen Witterungsbedingungen sind die Böschungen durch Folienabdeckungen gegen Erosion zu schützen.

Die ergänzenden Angaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben) sind zu beachten.

Können keine Böschungen angelegt werden (z. B. aus Platzmangel), so ist ein Baugrubenverbau, der statisch nachzuweisen ist, auszuführen. Unter Beachtung der in größeren Tiefen anstehenden mitteldicht bis dicht gelagerten Sand-Kies-Gemischen sind beim Einbringen von Verbaulementen ggf. entsprechende Einbringhilfen (Vorbohren oder ähnliches) vorzusehen. Zum Schutze der benachbarten Bebauungen sind die Verbauten erschütterungsarm einzubringen.

Sollten Baugrubenverbauten und/oder Rückverankerungen erforderlich werden, deren statische Bemessung bis unterhalb bzw. außerhalb der bisher erkundeten Baugrundsichten reichen, so ist der Gutachter frühzeitig zu einer gesonderten Beurteilung aufzufordern. Im Bedarfsfall sind dann auch noch ergänzende Baugrunderkundungen zur Verifizierung statischer Annahmen erforderlich.

4.6 Gründungsart und Belastung des Baugrundes

Es können bewehrte Einzel- und Streifenfundamente mit bewehrten Sohlplatten aber auch Plattengründungen in vom Tragwerksplaner noch anzugebender Stärke zur Ausführung kommen. Es wird davon ausgegangen, dass die voll unterkellerten Doppelhäufte bzw. die Wohnhäuser jeweils über eine Gründungsplatte und die nicht unterkellerte KiTa über Streifen- und Einzelfundamente gegründet werden.

KiTa (nicht unterkellert):

Unter Beachtung einer rechnerischen Setzungsbegrenzung auf $s_g = 2,5$ cm, der noch zul. Winkelverdrehung von $\alpha_{krit.} = 1/500$ und der zu berücksichtigenden Teilsicherheitswerte für den Grenzzustand GEO 2, sind folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstandes ($\sigma_{R,d}$) anzusetzen bzw. unter Berücksichtigung der Gesamtsicherheit von $\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)} = 2,0$ folgende Sohldruckspannungen ($\sigma_{zul.}$) in der Lasteintragsfläche (Unterkante Fundament) zulässig:

Streifenfundamente:

Fundamentbreite b [m]:	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ [kN/m²]:	280	294	308	337	364	364	336	312
Zul. Sohldruck $\sigma_{zul.}$ [kN/m²]:	200	210	220	241	260	260	240	223
Gesamtsetzungen s_g [cm]:	1,0	1,2	1,4	1,8	2,1	2,5	2,5	2,5
Bettungsmodul k_s [MN/m³]:	20,0	17,5	15,7	13,4	12,4	10,4	9,6	8,9

Einzelfundamente (Seitenverhältnis a/b = 1):

Fundamentbreite b [m]:	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ [kN/m²]:	389	434	476	420	364	322	294	269
Zul. Sohldruck $\sigma_{zul.}$ [kN/m²]:	278	310	340	300	260	230	210	192
Gesamtsetzungen s_g [cm]:	0,7	1,5	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Bettungsmodul k_s [MN/m³]:	39,7	20,7	14,8	12,0	10,4	9,2	8,4	7,7

Zwischenwerte können bei den Belastungstabellen jeweils linear interpoliert werden. Bei Rechteckfundamenten mit gedrungenem Grundriss (Seitenverhältnisse $a/b \leq 1,5$) ist die jeweils schmalere Fundamentseite als Fundamentbreite b der o. g. Tabelle maßgebend.

Kommt eine Streifen-/Einzelfundamentierung mit aufliegender Sohlplatte zur Ausführung, so beträgt die Mindestbreite der Fundamente $b = 0,4$ m, die Mindesteinbindetiefe $t = 0,5$ m (einschl. Sohlplattenstärke). Bei geringer belasteten Fundamentkonstruktionen ist dann eine Reduzierung der Mindestwerte der Fundamentabmessungen zulässig.

Außenfundamente sind bei mind. 0,8 m unter benachbarter GOK zu gründen. Zu beachten sind die Angaben der EN ISO 13793 (Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Wärmetechnische Bemessung von Gebäudegründungen zur Vermeidung von Frosthebungen).

Kommt eine Plattengründung mit ungleichmäßig verteilten Einzel- und Streifenlasten als sog. "versteckte" Streifen-/Einzelfundamentierung zur Ausführung, so sind zur Dimensionierung der Platte im Bereich der ankommenden Lasten die o. g. zulässigen Einzel- und Streifenlasten anzusetzen. Die Fundamentbreite b ist dann als Einflussbreite zu berücksichtigen.

Für die Bemessung von Plattengründungen nach dem einfachen Bettungsmodulverfahren ist unter Voraussetzung einer annähernd gleichmäßig über die gesamte Platte verteilten Flächenlast ein Einheitsbettungsmodul von $k_s = 12$ MN/m³ in Ansatz zu bringen.

Doppelhaushälften / Wohnhäuser (voll unterkellert):

Für die Bemessung von Plattengründungen nach dem einfachen Bettungsmodulverfahren ist unter Voraussetzung einer annähernd gleichmäßig über die gesamte Platte verteilten Flächenlast ein Einheitsbettungsmodul von $k_s = 15 \text{ MN/m}^3$ in Ansatz zu bringen.

Kommt eine Plattengründung mit ungleichmäßig verteilten Einzel- und Streifenlasten als sog. "versteckte" Streifen-/Einzelfundamentierung zur Ausführung, so sind, unter Beachtung einer rechnerischen Setzungsbegrenzung auf $s_g = 2,5 \text{ cm}$, zur Dimensionierung der Platte im Bereich der ankommenden Lasten die u. g. zulässigen Einzel- und Streifenlasten anzusetzen. Werden aus statischen Gründen örtliche Verstärkungen der Gründungsplatte ausgeführt, so ist der erforderliche Bodenaustausch (vgl. Kap. 4.3) dann auch in diesen Teilabschnitten in voller Stärke vorzusehen.

Streifenlasten:

Einflussbreite b [m]:	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ [kN/m²]:	280	294	308	336	364	392	392	368
Zul. Sohldruck σ_{zul} [kN/m²]:	200	210	220	240	260	280	280	263
Gesamtsetzungen s_g [cm]:	0,9	1,0	1,2	1,6	2,0	2,3	2,5	2,5
Bettungsmodul k_s [MN/m³]:	22,2	21,0	18,3	15,0	13,0	12,2	11,2	10,5

Einzellasten (Seitenverhältnis $a/b = 1$):

Einflussbreite b [m]:	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ [kN/m²]:	392	434	588	490	420	378	350	322
Zul. Sohldruck σ_{zul} [kN/m²]:	280	310	420	350	300	270	250	230
Gesamtsetzungen s_g [cm]:	0,7	1,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Bettungsmodul k_s [MN/m³]:	40,0	22,1	16,8	14,0	12,0	10,8	10,0	9,2

Zwischenwerte können bei den Belastungstabellen jeweils linear interpoliert werden.

4.7 Setzungsverhalten

Die durch die Bauwerkslasten bedingten Setzungen werden bei den vorgenannten Belastungen rechnerisch $s_g = 2,5$ cm nicht überschreiten. Die Setzungsdifferenzen, die sich unter Beachtung der o. g. Belastungstabellen durch die unterschiedlichen Baugrundverhältnisse ergeben, betragen nach den überschlägigen Setzungsberechnungen (Verfahren nach STEINBRENNER) bei annähernd gleichmäßiger Lastverteilung nur wenige Millimeter.

Bei Anwendung des Bettungsmodulverfahrens für die Bemessung der Gründungsplatte ergeben sich die rechnerischen Setzungen in Abhängigkeit von der jeweiligen Sohlendruckspannung näherungsweise aus der Winkler'schen Funktion $k_s = \sigma/s_g$ bzw. nach entsprechender Umstellung aus $s_g = \sigma/k_s$.

5.0 Kanalbau

Angaben zu den geplanten Kanalbauarbeiten innerhalb des Plangebietes liegen derzeit noch nicht vor. Für die weiteren Ausführungen wird davon ausgegangen, dass die Kanalarbeiten in offener Bauweise und ebenfalls in Tiefen von ca. 2,5-3,0 m unter aktueller GOK durchgeführt werden.

5.1 Behandlung des humosen Oberbodens

Der im Bereich der Kanaltrassen anstehende humose Oberboden (vgl. Anl. 2.1 - 2.4) ist unmittelbar vor Beginn der Erdarbeiten abzuschleppen. Diese Böden stehen nach den vorliegenden Schichtenprofilen in Mächtigkeiten von ca. 0,3-0,4 m an.

Aus den, bei den Baugrunduntersuchungen entnommenen Bodenproben wurde eine Mischprobe zusammengestellt und chemische Deklarationsanalysen nach dem Parameterumfang der LAGA-M 20 (1997 / 2004) durchgeführt. Die Ergebnisse der Analytik werden in einem separaten Bericht dargestellt.

5.2 Bauzeitliche Wasserhaltung

Während der Kanalbauarbeiten ist in den offenen Kanalgräben das ggf. anfallende Sicker- und Schichtwasser bzw. das Tageswasser abzuführen.

Die in den Aushubebenen anstehenden, überwiegend bindigen und daher wasserempfindlichen Böden werden bei Regenfällen verschlammen, sodass das Bettungsmaterial sofort nach Freilegung eines Teilbereiches der Aushubebene anzudecken ist.

Zur Abführung des Niederschlags- und Sicker- bzw. Schichtwassers ist nur bei anhaltenden, starken Niederschlägen eine offene Wasserhaltung über einen bauzeitlichen Kiessand- oder Schotterflächenfilter (Kiessand 0/32 bzw. Natursteinschotter 0/45-0/56, Stärke ca. 0,2 m) vorzuhalten. Das Flächenfiltermaterial ist dann zur Vermeidung unterschiedlicher Rohrauflagerungen über den gesamten Trassenverlauf und die gesamte Trassenbreite einzubringen.

Das Filtermaterial ist so zu wählen, dass eine ausreichende und dauerhafte hydraulische und mechanische Filterstabilität gegenüber dem anstehenden Boden gegeben ist. Alternativ ist die Filterstabilität durch eine Geotextil- bzw. Vliesummantelung zu gewährleisten. In diesem Zusammenhang sind die Angaben der FGSV 535 M GEOK E sowie der ZTV E-StB 17 zu beachten.

Es wird eine gutachterliche Begleitung der Erd- und Kanalbauarbeiten empfohlen (vgl. Kap. 8.0).

5.3 Sicherung der Kanalgräben

Gräben dürfen gemäß DIN 4124 bis zu einer Tiefe von maximal 1,25 m ohne besondere Sicherungsmaßnahmen senkrecht geschachtet werden. Bei Gräben mit einer Sohlentiefe von maximal bis zu 1,75 m Tiefe sind die oberen 0,5 m in einem Winkel von 45° abzuböschten oder durch einen Verbau zu sichern.

Tiefere Grabenwände können aus bodenmechanischer Sicht – im Schutze der bauzeitlichen Wasserhaltung (vgl. Kap. 5.2) – in den anstehenden, überwiegend mindestens steifplastischen bindigen Böden (Geschiebelehm, Verwitterungslehm) bis 60° und in den örtlich gemischtkörnigen, nicht bindigen Böden (Sand) bis 45° abgeböschert werden. Bei niederschlagsreichen Witterungsbedingungen sind die Böschungen durch Folienabdeckungen gegen Erosion zu schützen. Die ergänzenden Angaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben) sind zu beachten.

Um die erforderliche Menge des auszuhebenden bzw. des einzubauenden Bodens zu minimieren kann statt geböschter Grabenwände ggf. ein Kanalgrabenverbau kostengünstiger sein. In diesem Zusammenhang wird eine Wirtschaftlichkeitsberechnung empfohlen.

5.4 Stabilisierung der Kanalgrabensohle, Rohrauf Lagerung

5.4.1 Gründungsplanum

Wie aus den Schichtenprofilen auf den Anlagen 2.1 bis 2.4 zu ersehen ist, stehen im gründungsrelevanten Tiefenbereich der geplanten Rohrleitungen überwiegend bindige, mindestens steifplastische Böden (Löß/Lößlehm) sowie örtlich auch mitteldicht bis dichtgelagerte Sande an.

Die in den angenommenen Verlegetiefen anstehenden Böden sind für die zu erwartenden Lasten ausreichend tragfähig. Ein Mehraushub oder Bodenersatz ist im Regelfall nicht bzw. nur in der Stärke des ggf. erforderlichen bauzeitlichen Flächenfilters (vgl. Kap. 5.2) notwendig.

5.4.2 Rohrbettung

In der angenommenen Kanalsohlebene stehen überwiegend Sand-Schluff-Gemische mit mehr als 15-Gew.-% Feinkornanteil an. Eine dynamische Belastung dieser Böden kann bei ungünstigen Bodenwassergehalten zu einem Porenwasserüberdruck und dann zu Aufweichungen, dem sog. „Matratzeneffekt“ führen. Es wird daher ausdrücklich darauf hingewiesen, dass bindige Erdplanien nicht mittels dynamisch arbeitender Verdichtungsgeräte zu bearbeiten sind. Erst nach Verfüllen der Rohrleitungszonen und nach entsprechend vorsichtiger, auf die Schüttstärke abgestimmter Verdichtung des Füllmaterials kann die weitere Kanalgrabenverfüllung mittels dynamisch arbeitender Verdichtungsgeräte verdichtet werden.

Da derzeit noch keine Angaben zur geplanten Verlegetiefe oder zum gewählten Rohrdurchmesser vorliegen, wird zur bauzeitlichen Festlegung ggf. erforderlicher zusätzlicher Bodenverbesserungsmaßnahmen (Einbau eines Bodenaustauschpolsters oder von Geotextilien) in den jeweiligen Bauabschnitten die gutachterliche Begleitung der Kanalbauarbeiten empfohlen (vgl. Kap. 8.0).

Stehen in der Aushubebene für die Bettungsschicht bereits durchnässte und aufgeweichte, lehmige Böden an, so ist gemäß DWA-A 139 ein Bodenaustausch in einer Stärke von mind. ca. 0,3 m vorzunehmen. Als Bodenaustauschmaterial ist dann nicht bindiges, wasserdurchlässiges und verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial wie

Natursteinschotter 0/45-0/56 bzw. ein äquivalentes raumbeständiges und umweltverträgliches Recycling-Material zu verwenden. Bei Verwendung von nicht filterstabilem Bodenaustauschmaterial ist ein unverrottbares Trennvlies zu verlegen.

In den anstehenden Lößböden wird die Ausführung der Rohrbettung in der Regelausführung mit dem Bettungstyp 1 gem. DWA-A 139 empfohlen.

5.5 Grabenverfüllung und Wiedereinbaufähigkeit der Aushubböden

Bei den Aushubarbeiten für die Kanalgräben fallen nach Entfernung des humosen Oberbodens überwiegend bindige Böden an. Die anfallenden Böden sind überwiegend den Bodenklassen TM und TL gem. DIN 18196 und demnach gemäß DIN EN 1610, Kap. 7, Tabelle 1, der Verdichtbarkeitsklasse V3 zuzuordnen. Die Böden sind daher für den Einbau innerhalb der Leitungszone nach DIN EN 1610 und ZTV A-StB 12 nicht geeignet.

Wiederverwendungsmöglichkeit:

Die überwiegend anfallenden Böden der Verdichtbarkeitsklasse V3 sind nur im erdfeuchten Zustand und bei trockenen Witterungsverhältnissen wiedereinbau- und verdichtungsfähig. Der Einbauwassergehalt des Bodens sollte dann näherungsweise dem optimalen Wassergehalt w_{Pr} des Bodens im Proctorversuch entsprechen.

Die V3-Böden können unter Einhaltung der vorgenannten Bedingungen nur oberhalb der Leitungszone, d. h. innerhalb der Hauptverfüllzone und nur bis zur Unterkante des frost-sicheren Gesamtaufbaus der künftigen Verkehrsflächen (vgl. Kap. 6.2) eingebaut werden. Die Böden sind dann lagenweise einzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte in der unten beschriebenen Weise zu verdichten.

Nicht verdichtungsfähiger bzw. ungeeigneter und überschüssiger Boden ist abzufahren. Für die Verwendung der anfallenden Böden sind neben der hier genannten

bodenmechanischen Eignung zudem die Angaben aus umweltchemischer bzw. abfallrechtlicher Sicht im Sinne der LAGA-Richtlinie zu beachten. Die Angaben der diesbezüglichen Deklarationsanalytik sind der separaten Gutachterlichen Stellungnahme zu entnehmen.

Einbau und Verdichtung:

Ist der Aushubboden zu nass bzw. liegen entsprechend ungünstige Witterungsbedingungen für den Einbau vor, sind statt des bindigen Aushubbodens nichtbindige bzw. schwach bindige Lockergesteinsböden der Verdichtbarkeitsklasse V1 (gem. DIN EN 1610 und ZTV A-StB 12) zu verwenden.

Aufgrund der späteren Überbauung mit Verkehrsflächen (vgl. Kap. 6.0) ist der V1-Boden bzw. geeigneter Aushubboden lagenweise und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte nach den Anforderungen der ZTV A-StB 12 bzw. ZTV E-StB 17 zu verdichten. Dabei werden folgende Verdichtungsgrade gefordert:

- Leitungszone ≥ 97 % der Proctordichte
- Hauptverfüllung ≥ 97 % bzw. ≥ 98 % (V1-Boden) bzw. ≥ 95 % (V2 + V3-Boden) der Proctordichte
- innerhalb der obersten 0,5 m unter Verkehrsflächenoberbau ≥ 100 % (V1-Boden) bzw. ≥ 97 % (V2 + V3-Boden) der Proctordichte

Die Wahl des geeigneten Verdichtungsgeräts kann unter Beachtung der DIN EN 1610, Abschnitt 7, Tabelle 2 erfolgen. Der Einbau des Füllbodens sollte zum Schutz der Lagestabilität des Rohrs bis ca. 0,3 m über dem Rohr nach Möglichkeit per Hand erfolgen. Erst oberhalb von ca. 0,3 m kann mittels mechanischer Verdichtungsgeräte verdichtet werden. Die erreichten Verdichtungen sind über das gesamte Verfüllprofil nachzuweisen. Es wird in diesem Zusammenhang auf die empfohlene gutachterliche Begleitung der Erd- und Kanalbauarbeiten (vgl. Kap. 8.0) hingewiesen.

Bei Verwendung durchlässiger Grabenverfüllungen in bindigen Böden ist darauf zu achten, dass die verfüllten Kanalgräben keine dränierende Wirkung auf die Umgebung ausüben dürfen. Um derartige Auswirkungen zu vermeiden sind im Bedarfsfall Dichtriegel einzubauen. Es wird in diesem Zusammenhang auf Abschnitt 6.6 der DIN EN 1610 bzw. DWA-A 139 hingewiesen.

6.0 Straßenbau

6.1 Belastungsklassen

Der erforderliche Aufbau von Verkehrsflächen richtet sich nach den vorliegenden Untergrundverhältnissen und den zu erwartenden Verkehrsbeanspruchungen. Es wird empfohlen, die Richtlinien der RStO 12 für die geplanten Straßen und Stellplatzflächen planerisch als maßgebend zu betrachten.

Je nach zu erwartender Verkehrsbeanspruchung werden die Straßen nach RStO 12 in Belastungsklassen eingeteilt. Diesbezüglich liegen für die geplanten Verkehrsflächen noch keine endgültigen Angaben vor, sodass für die weiteren Ausführungen zunächst von den Belastungsklassen Bk0,3-1,0 ausgegangen wird.

6.2 Frostsicherer Gesamtaufbau

Gem. RStO 12 liegt das Bauvorhaben im Bereich der Frosteinwirkungszone I.

Die in Höhe des angenommenen Erdplanums anstehenden Böden sind nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung überwiegend in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) zu stellen (vgl. Kap. 3.6). Daraus resultiert nach Tabelle 6 der RStO 12 eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 0,5 m für Verkehrsflächen

der Belastungsklasse Bk0,3 und von mind. 0,5-0,6 m für Verkehrsflächen der Belastungsklassen Bk1,0 bis Bk3,2.

In den Bereichen, in denen die Straßen oberhalb von Kanalgräben gebaut werden, die durch frostsicheres F1-Material bzw. durch gering frostempfindliches F2-Material verfüllt wurden, sind Frostschutzmaßnahmen nicht erforderlich (F1-Material) bzw. beträgt der frostsichere Gesamtaufbau dann mind. 0,4 m (F2-Material, Bk0,3) bzw. mind. 0,5 m (F2-Material, Bk1,0+1,8).

Für Nebenanlagen (Geh- und Radwege) reicht nach Abschnitt 5.2 der RStO 12 ein frostsicherer Gesamtaufbau in einer Stärke von 0,3 m aus. In den Bereichen, in denen ein Überqueren der Geh- und Radwege mit Kraftfahrzeugen möglich ist, sind die Befestigungsdicken anzupassen.

Es ist planerisch zu prüfen, ob die örtlichen Verhältnisse Mehr- oder Minderdicken nach Tabelle 7 der RStO 12 erfordern bzw. zulassen.

6.3 Erdplanum

6.3.1 Bauzeitliche Wasserhaltung

Bei den angenommenen Höhen stehen im freigelegten Erdplanum für den künftigen Verkehrsflächenaufbau überwiegend bindige, fein- bis gemischtkörnige Böden an.

Die vorgenannten wasserempfindlichen Böden werden bei Regenfällen verschlammen, sodass das Unterbau- bzw. Frostschutz-/Tragschichtmaterial sofort nach Freilegung eines Teilbereiches der Aushubebene anzudecken ist.

Nur bei anhaltenden, starken Niederschlägen ist eine offene Wasserhaltung über einen bauzeitlichen Kiessand- oder Schotterflächenfilter (Kiessand 0/32 bzw. Natursteinschotter 0/45-0/56, Stärke ca. 0,3 m) vorzuhalten. Das vorgenannte Flächenfiltermaterial dient dann gleichzeitig als Unterbaumaterial zur Erhöhung der Tragfähigkeit (vgl. Kap. 6.3.2).

In diesem Zusammenhang wird auf die empfohlene Baugrubenabnahme durch den Gutachter (vgl. Kap. 8.0) hingewiesen.

6.3.2 Tragfähigkeit

Der nach Beendigung der Kanalbauarbeiten örtlich noch anstehende humose Oberboden ist aus gründungstechnischer Sicht zum Überbauen mit Verkehrsflächen nicht geeignet und daher unmittelbar vor Beginn der Erdarbeiten zu entfernen (vgl. Kap. 5.1).

Auf dem Erdplanum ist, unabhängig von der Wahl des Aufbaus, bei Verdichtungsüberprüfungen ein Verformungsmodul $E_{V2,U} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Die Kanalgräben sind fachgerecht nach den Anforderungen der ZTV A-StB 12 bzw. ZTV E-StB 17 bis zur Unterkante des frostsicheren Gesamtaufbaus zu verfüllen und zu verdichten, sodass der vorgenannte $E_{V2,U}$ -Verformungsmodul in diesen Bereichen ohnehin erreicht wird (vgl. Kap. 5.5).

In den Bereichen, in denen das Erdplanum außerhalb der verfüllten Kanalgräben liegt, stehen nach Abschieben des humosen Oberbodens überwiegend bindige, feinkörnige Böden der Bodengruppen TM/TL gemäß DIN 18196 an.

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Schichtenprofile (vgl. Anl. 2) ist eine ausreichende Nachverdichtung dieser Böden aufgrund der hohen Schluffgehalte nicht möglich und daher im Bereich des Erdplanums generell eine Bodenverbesserung erforderlich.

Die Bodenverbesserung kann je nach den geplanten Höhenverhältnissen durch eine Bodenanfüllung oder durch einen Bodenaustausch erfolgen.

Unter Zugrundelegung der erwarteten E_{v2} -Verformungsmoduln von ca. 10-15 MN/m², je nach Witterung und entsprechendem Bodenwassergehalt, ist daher eine Bodenverbesserung bzw. die Herstellung eines Verkehrsflächen-Unterbaus in einer Stärke von mind. ca. 0,3-0,5 m erforderlich. Für die Ausschreibung kann zunächst von einer mittleren Bodenaustauschstärke von ca. 0,4 m ausgegangen werden. Das Unterbaumaterial dient dann gleichzeitig als bauzeitlicher Flächenfilter (vgl. Kap. 6.3.1). Die tatsächlich erforderliche Einbaustärke des Unterbaumaterials ist im Zuge der Erdarbeiten durch den Gutachter (vgl. Kap. 8.0) festzulegen bzw. durch Probeverdichtung zu ermitteln.

Geeignetes Unterbau- bzw. Flächenfiltermaterial ist nicht bindiges und verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial wie Schotter 0/45 bis 0/56 bzw. äquivalente Mischungen im erdfeuchten bis feuchten Zustand. Das Material ist in einer Lage einzubringen und auf mind. 100 % der Proctordichte zu verdichten. Die erreichte Verdichtung ist durch den Gutachter nachzuweisen.

Stehen in der Aushubebene bereits durchnässte und aufgeweichte, lehmige Böden an, so ist zwischen dem Bodenauffüllmaterial und dem Untergrund ein Trennvlies zu verlegen oder zusätzlich eine Lage Grobschlagmaterial (z. B. Körnung 0/120) einzubauen. Dadurch soll ein übermäßiges Verdrücken des Bodenaustauschmaterials in den weichen Untergrund vermieden werden.

In diesem Zusammenhang wird auf die empfohlene Begleitung der Erd- und Gründungsarbeiten durch den Gutachter hingewiesen (vgl. Kap. 8.0).

6.4 Oberbau / Frostschutz- und Tragschicht

Ausgehend von einem Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Untergrund bzw. dem hergestellten Unterbau (vgl. Kap. 6.3.2) kann dann der Oberbau je nach Ausführung der Oberflächenbefestigung mit Asphaltdecken oder mit Pflasterdecken gemäß der Tafel 1 oder der Tafel 3 bzw. für Geh- und Radwege gemäß Tafel 6 der RStO 12 hergestellt werden.

In den o. g. Tafeln sind standardisierte Bauweisen mit den erforderlichen Mindestwerten der Verformungsmoduln und den Anhaltswerten für die jeweils erforderlichen Schichtdicken für die Tragschichten (Frostschutzschicht + Tragschicht) angegeben.

Ergeben sich nach Tafel 1 oder Tafel 3 geringere Schichtdicken als zur Gewährleistung der Frostsicherheit gem. Abschnitt 3.2.3 der RStO 12 erforderlich, so sind die erforderlichen Mindestdicken des frostsicheren Gesamtaufbaus (s.o.) ausschlaggebend.

Zu beachten sind die entsprechenden Angaben der ZTV E-StB 17, der ZTV T-StB 95, der TL SoB-StB 04, der ZTV SoB-StB 04 und der RStO 12.

6.5 Besondere Hinweise

Zum Schutz des Planums vor Verschlammung und Pfützenbildungen ist das bindige Erdplanum eben und mit ausreichendem Gefälle zur Vorflut anzulegen (Planumsentwässerung).

Darüber hinaus ist durch geeignete Entwässerungseinrichtungen ein dauerhafter Wassereinstau im unbefestigten Straßenoberbau zu vermeiden. In diesem Zusammenhang sind die Angaben der ZTV Ew-StB 14 zu beachten.

7.0 Versickerung des anfallenden Regenwassers auf dem Baugelände

Im nordwestlichen Bereich des Plangebietes sind Flächen speziell für Regenrückhaltung und/oder Regenwasserversickerung reserviert. Hier wurden die Rammkernsondierungen RKS 24 und RKS 25 abgeteuft (vgl. Anl. 1.2). An den dort erhobenen Boden- und Grundwasserverhältnissen sollten die Möglichkeiten einer Regenwasserversickerung nach DWA Regelwerk A138 beurteilt werden.

7.1 Grundlage zur Beurteilung

Maßgebend für "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" ist das diesbezügliche DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 138. Für die Beurteilung der generellen Eignung eines Baugrundes für die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser sind gemäß vorgenanntem Regelwerk der Durchlässigkeitsbeiwert (k-Wert) und der Grundwasser-Flurabstand heranzuziehen.

Das vorgenannte Regelwerk fordert einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k = 1 \cdot 10^{-06}$ m/s bis $k = 1 \cdot 10^{-03}$ m/s der anstehenden Böden im Bereich der Versickerungsfläche bzw. -anlage. Zudem soll der mittlere höchste Grundwasserstand zum Schutz des Grundwassers mind. 1,0 m unterhalb der Sohle der zukünftigen Versickerungsanlage liegen.

7.2 Ermittlung der Durchlässigkeit der Böden

An repräsentativ ausgewählten Bodenproben aus den vorgenannten RKS wurde im bodenmechanischen Labor die Korngrößenverteilung gem. DIN EN ISO 17892-4 bestimmt. Die Ergebnisse der Laborversuche wurden als Körnungslinien dargestellt und sind als Anlage 3.15 bis 3.18 beigefügt.

Anhand der Körnungslinien wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte der untersuchten Böden rechnerisch nach den Methoden von BIALAS und CHITRA et al. ermittelt. Die im Labor aus Körnungslinien ermittelten k-Werte sind gem. DWA-Regelwerk, Tabelle B.1, noch mit dem geltenden Korrekturfaktor von 0,2 zu multiplizieren.

Eine Übersicht der ermittelten und korrelierten k-Werte sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 1: Ermittelte k-Werte aus Körnungslinien und korrelierte Bemessungs-k-Werte

Bohrung	Entnahmetiefe [von-bis m u. GOK]	Schicht	k-Werte [m/s]	Bemessungs- k-Werte [m/s]	Methode
RKS 24	0,8 - 1,4	Löß/Lößlehm	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$2,2 \cdot 10^{-9}$	CHITRA
RKS 24	2,0 - 3,0	Löß/Lößlehm	$3,6 \cdot 10^{-8}$	$7,2 \cdot 10^{-9}$	CHITRA
RKS 24	3,9 - 4,5	Sand/Kies	$3,0 \cdot 10^{-5}$	$6,0 \cdot 10^{-6}$	BIALAS
RKS 25	0,3 - 1,4	Löß/Lößlehm	$1,8 \cdot 10^{-8}$	$3,6 \cdot 10^{-9}$	CHITRA

Nach den Ergebnissen der k-Wert-Bestimmungen weisen die untersuchten Lößböden korrigierte Durchlässigkeitsbeiwerte von ca. $k = 2,0 \cdot 10^{-09}$ m/s bis ca. $k = 7,2 \cdot 10^{-09}$ m/s auf. Die Lößböden sind demnach als "sehr schwach durchlässig" gemäß DIN 18130 einzustufen.

Die Terrassenablagerungen (Sand/Kies-Gemische) weisen demgegenüber einen korrigierten Durchlässigkeitsbeiwert von $k = 6 \cdot 10^{-06}$ m/s auf und sind demnach als „durchlässig“ gemäß DIN 18130 einzustufen.

7.3 Beurteilung des Grundwasserflurabstandes

Der Grundwasserflurabstand meint in diesem Fall den zur Verfügung stehenden Sickerraum zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und dem mittleren höchsten

Grundwasserstand. Dieser soll gem. DWA-Regelwerk zum Schutze des Grundwassers mind. 1,0 m unterhalb der Sohle der zukünftigen Versickerungsanlage liegen.

Grundwasser wurde bei den Baugrunduntersuchungen vom 26.09.2022 bis 29.09.2022 mit dem Kabellichtlot zwischen ca. 5,7 m unter GOK und ca. 5,9 m unter GOK bzw. zwischen 74,3 mNHN und ca. 74,1 mNHN gemessen. Der geschätzte max. Grundwasserstand wird mit ca. $GW_{max.} = 75,5$ mNHN angesetzt (vgl. Kap. 3.3).

Der für zu planende Versickerungsanlagen maßgebende, mittlere maximale Grundwasserstand wird mit ca. 75,0 mNHN angesetzt.

7.4 Fazit

Die für die Lößböden ermittelten Durchlässigkeiten liegen deutlich außerhalb des nach DWA-Regelwerk zulässigen Bereiches. Eine Regenwasserversickerung gem. DWA-Regelwerk ist daher hier nicht möglich. Die unterlagernden Terrassenablagerungen sind mit $k = 6 \cdot 10^{-06}$ m/s „durchlässig“ gemäß DIN 18130 und demgegenüber für die Versickerung von Niederschlagswasser gem. DWA-Regelwerk geeignet.

Für die Errichtung von Versickerungsanlagen kommen daher grundsätzlich Rigolenversickerungsanlagen in Betracht. Die Rigolenanlagen sind dann sicher bis auf die o.g. Terrassenablagerungen (Kies- / Sand-Gemische) zu führen.

Die Unterkante der Versickerungsanlagen muss dann den erforderlichen Mindestabstand von 1,0 m zum mittleren $GW_{max.}$ (vgl. Kap. 7.3) einhalten und liegt damit bei ca. 76,0 mNHN. Bei der Bemessung der Versickerungsanlagen kann der in Kap. 7.2 genannte korrigierte Durchlässigkeitsbeiwert von $k = 6 \cdot 10^{-06}$ m/s angesetzt werden.

8.0 Baugrubenabnahme

Nach Freilegung der Baugrubensohle / Gründungssohle bzw. während der Ausschachtungsarbeiten ist der Gutachter gem. DIN EN 1997-1:2009-09, Abschnitt 4.3.1, zu einer abschließenden Baugrundbeurteilung (Baugrubenabnahme) aufzufordern.

Es erfolgt ein Vergleich der Baugrundverhältnisse zu denen, die dem vorliegenden Gutachten zugrunde gelegt wurden.

Im Zuge der Baugrubenabnahme erfolgen die endgültigen Angaben zur ggf. erforderlichen bauzeitlichen Wasserhaltung und zur Gründung.

Nach Fertigstellung des Bodenaustausches und der Verdichtungsarbeiten ist gem. DIN EN 1997-1:2009-09, Abschnitt 5.3.4, eine Überprüfung der erreichten Verdichtung durch den Gutachter erforderlich.

9.0 Erdbebenzone

Nach den Erdbebenzonenkarten der DIN EN 1998-1/NA:2021-07 liegt das Baugebiet (Bergheim, PLZ 50129) im Bereich der Erdbebenzone 2 und der Untergrundklasse T.

Die Erdbebenzone 2 umfasst Gebiete, denen für das entsprechende Gefährdungsniveau ein Intensitätsintervall von 7,0 bis < 7,5 zugeordnet wird. Der zugehörige Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g beträgt in dieser Erdbebenzone 0,6 m/s².

Die Untergrundklasse T bezeichnet Übergangsbereiche zwischen der Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Untergrund) und S (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung) sowie Gebiete relativ flachgründiger Sedimentbecken.

Aus der Kombination der vor Ort herrschenden Untergrundverhältnisse mit den Baugrundcharakteristika bis ca. 20 m Tiefe sind in der vorgenannten DIN EN 1998-1/NA:2021-07 Normenspektren festgelegt (Baugrundklasse A bis C). Nach den bisher vorliegenden Informationen ist das Baugebiet der Baugrundklasse C zuzuordnen.

Die Baugrundklasse C umfasst gemischtkörnige Lockergesteine mit hohen Reibungseigenschaften in dichter Lagerung bzw. fester Konsistenz. Die dominierenden Scherwellengeschwindigkeiten liegen bei 150-350 m/s.

Für das geplante Bauvorhaben ist demnach die Untergrund- und Baugrundklassen-Kombination C-T anzusetzen. Aus der Untergrund-/Baugrundklassen-Kombination C-T ergibt sich nach DIN EN 1998-1/NA:2021-07 ein Untergrundparameter von $S = 1,25$. Die Erdbebeneinwirkung lässt sich somit für den Standort zonen- und untergrundabhängig mit dem entsprechenden Antwortspektrum der DIN EN 1998-1/NA:2021-07 beschreiben und ist für eine erdbebengerechte bzw. erdbebensichere Bauwerkskonstruktion entsprechend zu berücksichtigen.

10.0 Schlusswort

Nach Fertigstellung der Planunterlagen ist ggf. ein Nachtrag zum Gutachten erforderlich.

Nach den anstehenden Baugrund- und Grundwasserverhältnissen ergibt sich zunächst eine Einstufung des Bauvorhabens in die Geotechnische Kategorie 2 (GK2).

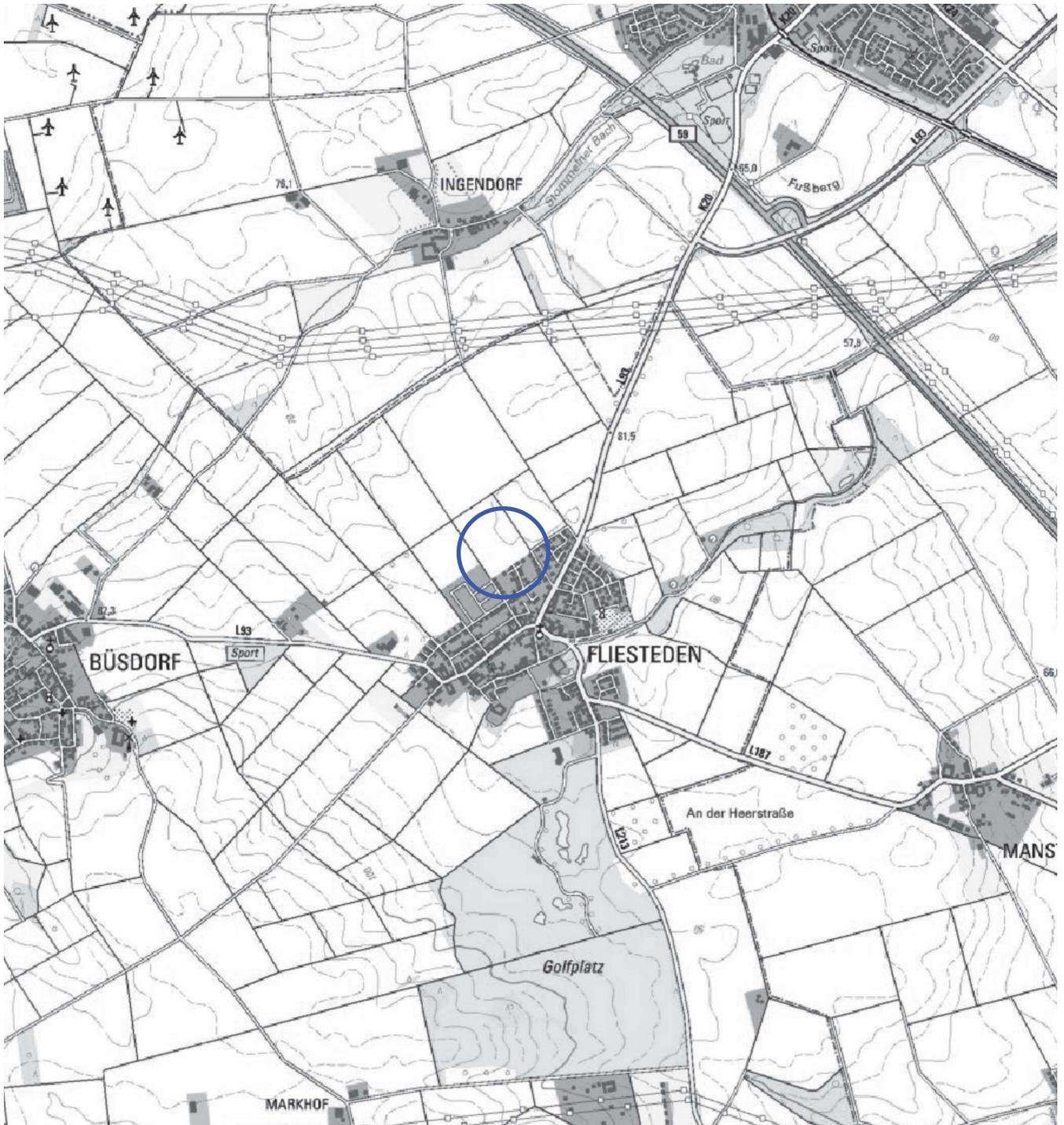
Der Gutachter ist zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht oder abweichend erörtert wurden.

Greven, den 20. Dezember 2022

OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG
Zum Wasserwerk 15
48268 Greven
Tel.: 02571 / 95 23 8-0
Fax: 02571 / 95 23 8-2
www.ows-online.de

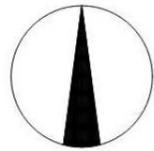
Dipl.-Geol. C. Oberste-Wilms





Quelle: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2022

<p>Zum Wasserwerk 15 48268 Greven</p> <p>Tel.: 02571 / 95 28 8-0 Fax: 02571 / 95 28 8-2</p>		 <p>OWS Ingenieurgeologen</p>	
<p>Projekt: Neubau von 32 Doppelhaushäfen und einer KiTa mit Erschließungsstraße und Kanalbau Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim</p>			
<p>Planinhalt: Übersicht</p>			
<p>Projekt-Nr.: 2209-5581</p>		<p>Maßstab: 1 : 25 000</p>	
<p>Datum: 26.-30.09.2022</p>		<p>Anlage: 1.1</p>	



Gem. Hüchelhoven

ÖFFENTL. DURCHWEGUNG

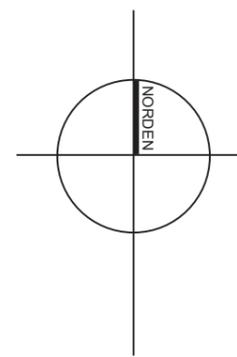
SPIELPLATZ

NIEDERSCHLAGS-
VERSICKERUNGSANLAGE

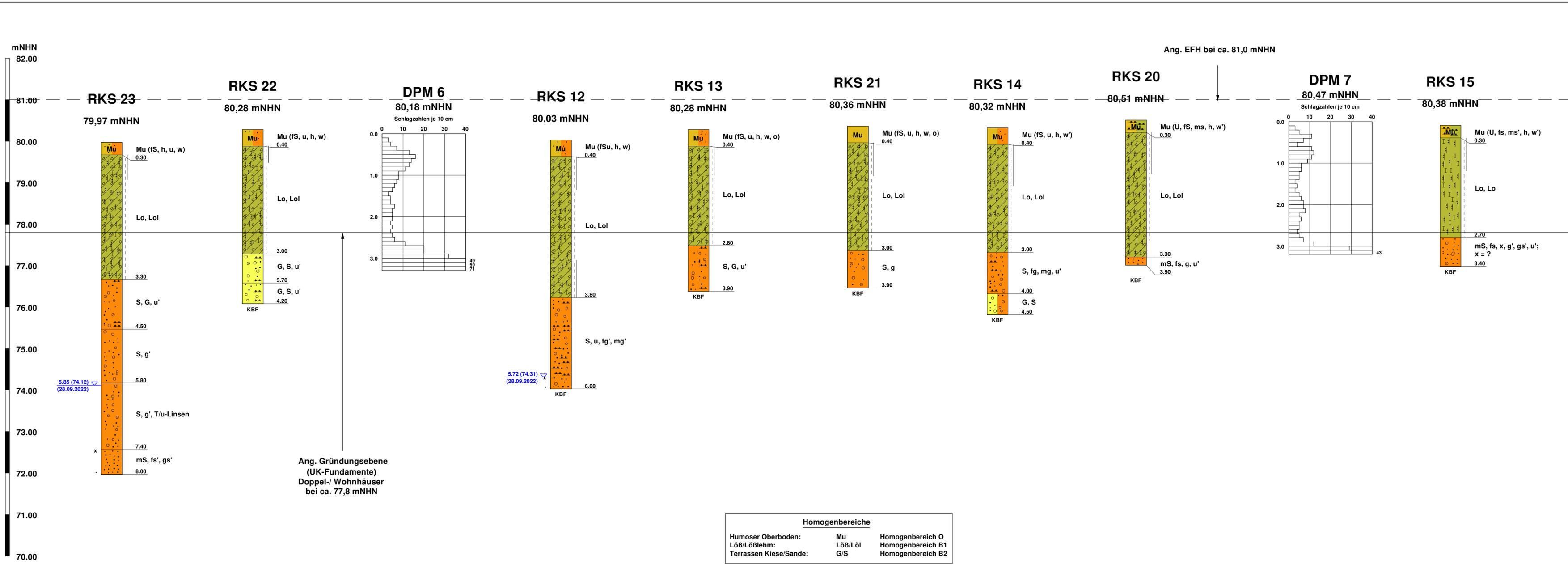
NIEDERSCHLAGS-
VERSICKERUNGSANLAGE

Legende

- RKS 1 Rammkernsondierbohrung
DN 36/50 EN ISO 22475-1
- X DPM 1 Mittelschwere Rammsondierung
gem. EN ISO 22476-2
- ☒ KD. Kanaldeckel mit 80,74 mNHN
als Bezugspunkt für das
Höhennivellement



Zum Wasserwerk 15 48268 Greven		 OWS Ingenieurgeologen
Tel.: 02571 / 95 28 8-0 Fax: 02571 / 95 28 8-2		
Projekt: Neubau von 32 Doppelhaushälften und einer KiTa mit Erschließungsstraße und Kanalbau Gottfried-Stahl-Strabe in 50129 Bergheim		
Planinhalt: Lage der Bodenaufschlusspunkte RKS 1 - RKS 29 und DPM 1 - DPM 9		
Projekt-Nr.: 2209-5581	Maßstab: 1 : 750	
Datum: 26.-30.09.2022	Anlage: 1.2	



Legende

Konsistenzen und Bodenarten	
steif - halbfest	Schluff (U)
steif	Sand (S)
	Feinsand (fS)
	Mittelsand (mS)
	Kies (G)
	Mutterboden (Mu)
	Lößlehm (LoI)
	Löß (Lo)

Abkürzungen

Asph = Asphalt	Nst = Naturstein
Be = Beton	Sst = Sandstein
Bs = Bauschutt	
Gl = Glas	x = Steine
Ko = Kohle	o = Pflanzenreste
Kst = Kalkstein	w = Wurzelreste
Schl = Schlacke	
Scho = Schotter	v = verwittert
Tst = Tonstein	v' = stark verwittert
Zb = Ziegelbruch	v'' = schwach verwittert

BZP = Kanaldeckel mit 80,74 mNHN (vgl. Anlage 1.2)

KBF = Kein Bohrfortschritt möglich

Grundwasser

	= Grundwasser angebohrt
	= Grundwasser nach Bohrende
	= Grundwasserruhestand
x	= nass / fließfähig
x'	= Vernässung

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

OWS
Ingenieurgeologen

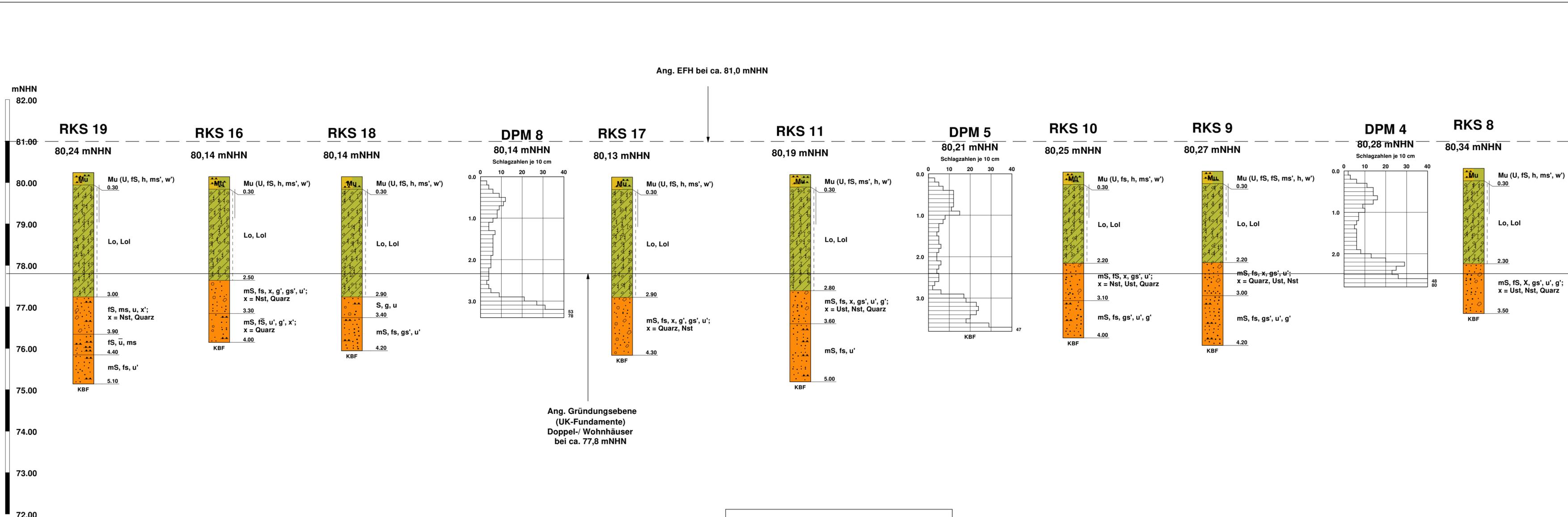
Projekt: Neubau von 32 Doppelhaushälften und einer KiTa mit Erschließungsstraße und Kanalbau Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Planinhalt: Schichtenprofile RKS 12 - RKS 15 und RKS 20 - RKS 23
Rammdiagramme DPM 6 und DPM 7

Projekt-Nr.: 2209-5581 Maßstab: 1 : 50

Datum: 26.-30.09.2022 Anlage: 2.1

Homogenbereiche		
Humoser Oberboden:	Mu	Homogenbereich O
Löß/Lößlehm:	Löß/LöI	Homogenbereich B1
Terrassen Kiese/Sande:	G/S	Homogenbereich B2



Homogenbereiche		
Humoser Oberboden:	Mu	Homogenbereich O
Löß/Lößlehm:	Löß/Löl	Homogenbereich B1
Terrassen Kiese/Sande:	G/S	Homogenbereich B2

Legende

Konsistenzen und Bodenarten	
steif - halbfest	Schluff (U)
steif	Sand (S)
	Feinsand (fS)
	Mittelsand (mS)
	Mutterboden (Mu)
	Lößlehm (Lo)
	Löß (Lo)

Abkürzungen

Asph = Asphalt	Nst = Naturstein
Be = Beton	Sst = Sandstein
Bs = Bauschutt	
Gl = Glas	x = Steine
Ko = Kohle	o = Pflanzenreste
Kst = Kalkstein	w = Wurzelreste
Schl = Schlacke	
Scho = Schotter	v = verwittert
Tst = Tonstein	v' = stark verwittert
Zb = Ziegelbruch	v' = schwach verwittert

BZP = Kanaldeckel mit 80,74 mNHN (vgl. Anlage 1.2)
 KBF = Kein Bohrfortschritt möglich

Grundwasser

(Zahl) (Datum)	= Grundwasser angebohrt
(Zahl) (Datum)	= Grundwasser nach Bohrende
(Zahl) (Datum)	= Grundwasserruhestand
x	= nass / fließfähig
x	= Vernässung

Zum Wasserwerk 15
 48268 Greven
 Tel.: 02571 / 95 28 8-0
 Fax: 02571 / 95 28 8-2

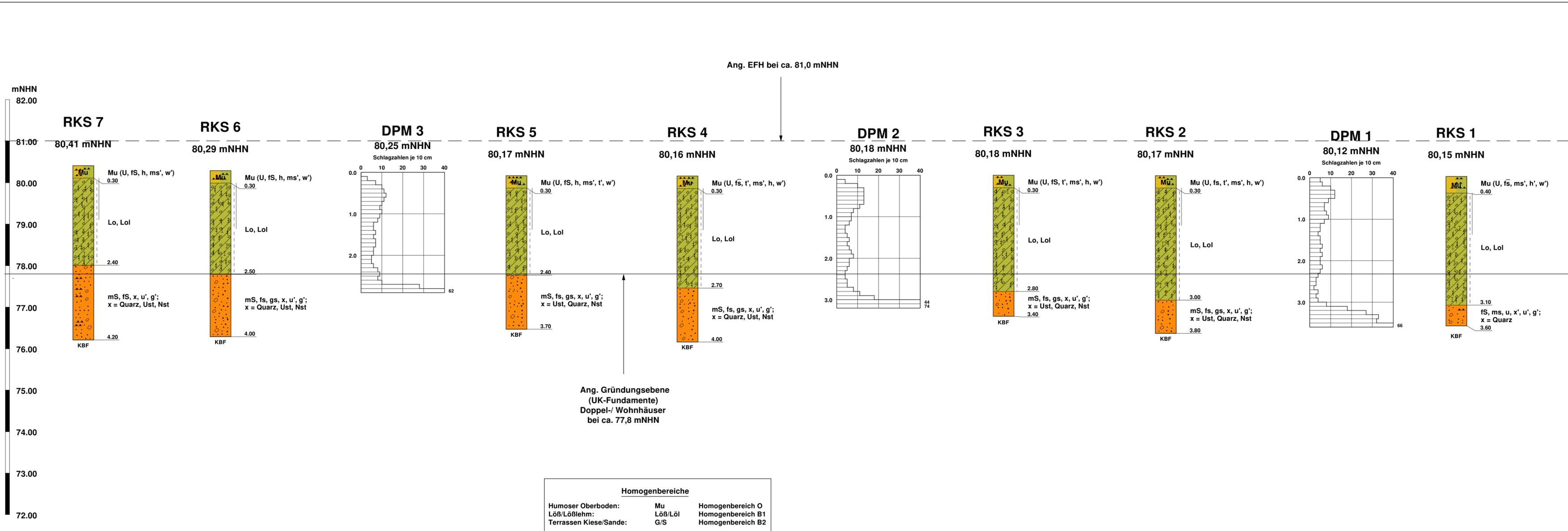
OWS
 Ingenieurgeologen

Projekt: Neubau von 32 Doppelhaushälften und einer KITA mit Erschließungsstraße und Kanalbau Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Planinhalt: Schichtenprofile RKS 8 - RKS 11 und RKS 16 - RKS 19
 Rammdiagramme DPM 4, DPM 5 und DPM 8

Projekt-Nr.: 2209-5581 Maßstab: 1 : 50

Datum: 26.-30.09.2022 Anlage: 2.2



Legende

Konsistenzen und Bodenarten			
	steif - halbfest		Schluff (U)
	steif		Feinsand (fS)
			Mittelsand (mS)
			Mutterboden (Mu)
			Lösslehm (Lol)
			Löss (Lo)

Abkürzungen

Asph = Asphalt	Nst = Naturstein
Be = Beton	Sst = Sandstein
Bs = Bauschutt	x = Steine
Gl = Glas	o = Pflanzenreste
Ko = Kohle	w = Wurzelreste
Kst = Kalkstein	
Schl = Schlacke	v = verwittert
Scho = Schotter	v' = stark verwittert
Tst = Tonstein	v'' = schwach verwittert
Zb = Ziegelbruch	

BZP = Kanaldeckel mit 80,74 mNHN (vgl. Anlage 1.2)
 KBF = Kein Bohrfortschritt möglich

Grundwasser

	(Zahl) (Datum) = Grundwasser angebohrt
	(Zahl) (Datum) = Grundwasser nach Bohrende
	(Zahl) (Datum) = Grundwasserruhestand
x	= nass / fließfähig
x	= Vernässung

Zum Wasserwerk 15
 48268 Greven
 Tel.: 02571 / 95 28 8-0
 Fax: 02571 / 95 28 8-2

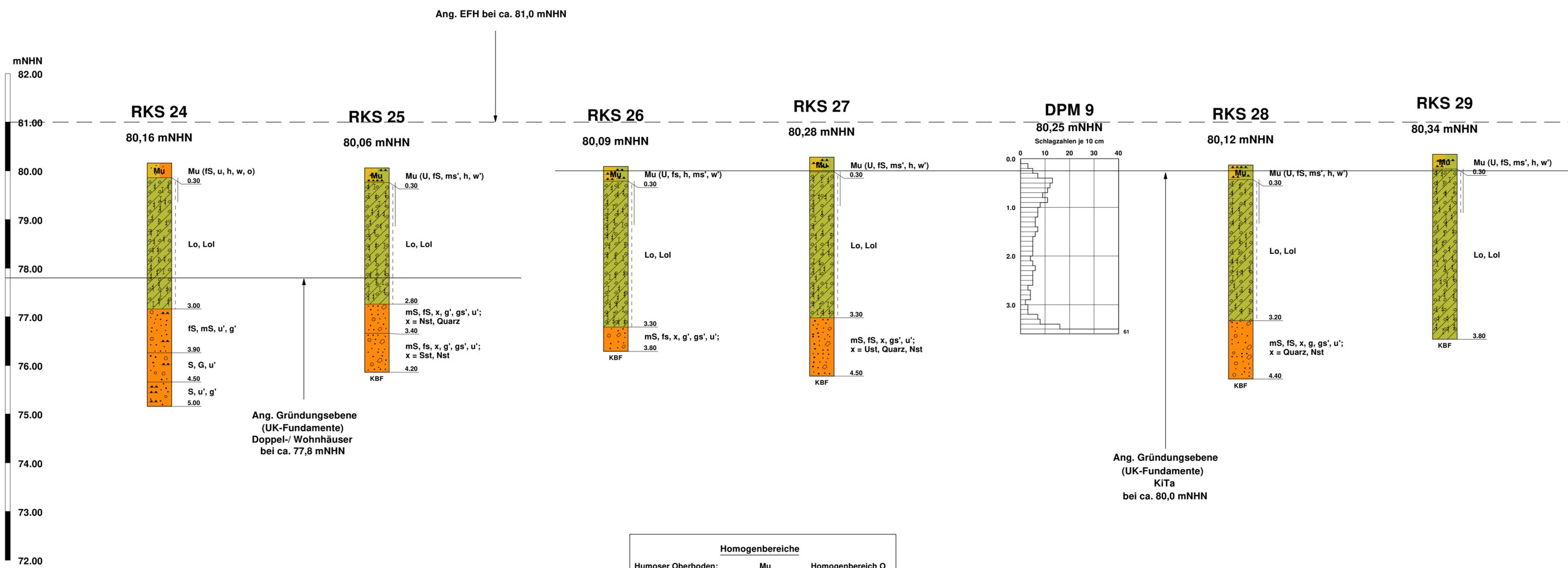
Projekt: Neubau von 32 Doppelhaushälften und einer KiTa mit Erschließungsstraße und Kanalbau
 Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Planinhalt: Schichtenprofile RKS 1 - RKS 7
 Rammdiagramme DPM 1 - DPM 3

Projekt-Nr.: 2209-5581 Maßstab: 1 : 50

Datum: 26.-30.09.2022 Anlage: 2.3

Homogenbereiche		
Humoser Oberboden:	Mu	Homogenbereich O
Löss/Lösslehm:	Löß/Lösl	Homogenbereich B1
Terrassen Kiese/Sande:	G/S	Homogenbereich B2



Legende

Konsistenzen und Bodenarten			
	steif - halbfest		Schluff (U)
	steif		Sand (S)
			Feinsand (fS)
			Mittelsand (mS)
			Kies (G)
			Mutterboden (Mu)
			Lößlehm (LoI)
			Löß (Lo)

Abkürzungen

Asph = Asphalt	Nst = Naturstein
Be = Beton	Sst = Sandstein
Bs = Bauschutt	
Gl = Glas	x = Steine
Ko = Kohle	o = Pflanzenreste
Kst = Kalkstein	w = Wurzelreste
Schl = Schlacke	
Scho = Schotter	v = verwittert
Tst = Tonstein	v̄ = stark verwittert
Zb = Ziegelbruch	v' = schwach verwittert

BZP = Kanaldeckel mit 80,74 mNHN (vgl. Anlage 1.2)
 KBF = Kein Bohrfortschritt möglich

Grundwasser

	(Zahl) (Datum) = Grundwasser angebohrt
	(Zahl) (Datum) = Grundwasser nach Bohrende
	(Zahl) (Datum) = Grundwasserruhestand
	x = nass / fließfähig
	x = Vernässung

Homogenbereiche		
Humoser Oberboden:	Mu	Homogenbereich O
Löß/Lößlehm:	Löß/LoI	Homogenbereich B1
Terrassen Kiese/Sande:	G/S	Homogenbereich B2

Zum Wasserwerk 15
 48268 Greven
 Tel.: 02571 / 95 28 8-0
 Fax: 02571 / 95 28 8-2



Projekt: Neubau von 32 Doppelhaushälften und einer KiTa mit Erschließungsstraße und Kanalbau Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Planinhalt: Schichtenprofile RKS 24 - RKS 29
 Rammdiagramm DPM 9

Projekt-Nr.: 2209-5581 Maßstab: 1 : 50

Datum: 26.-30.09.2022 Anlage: 2.4

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

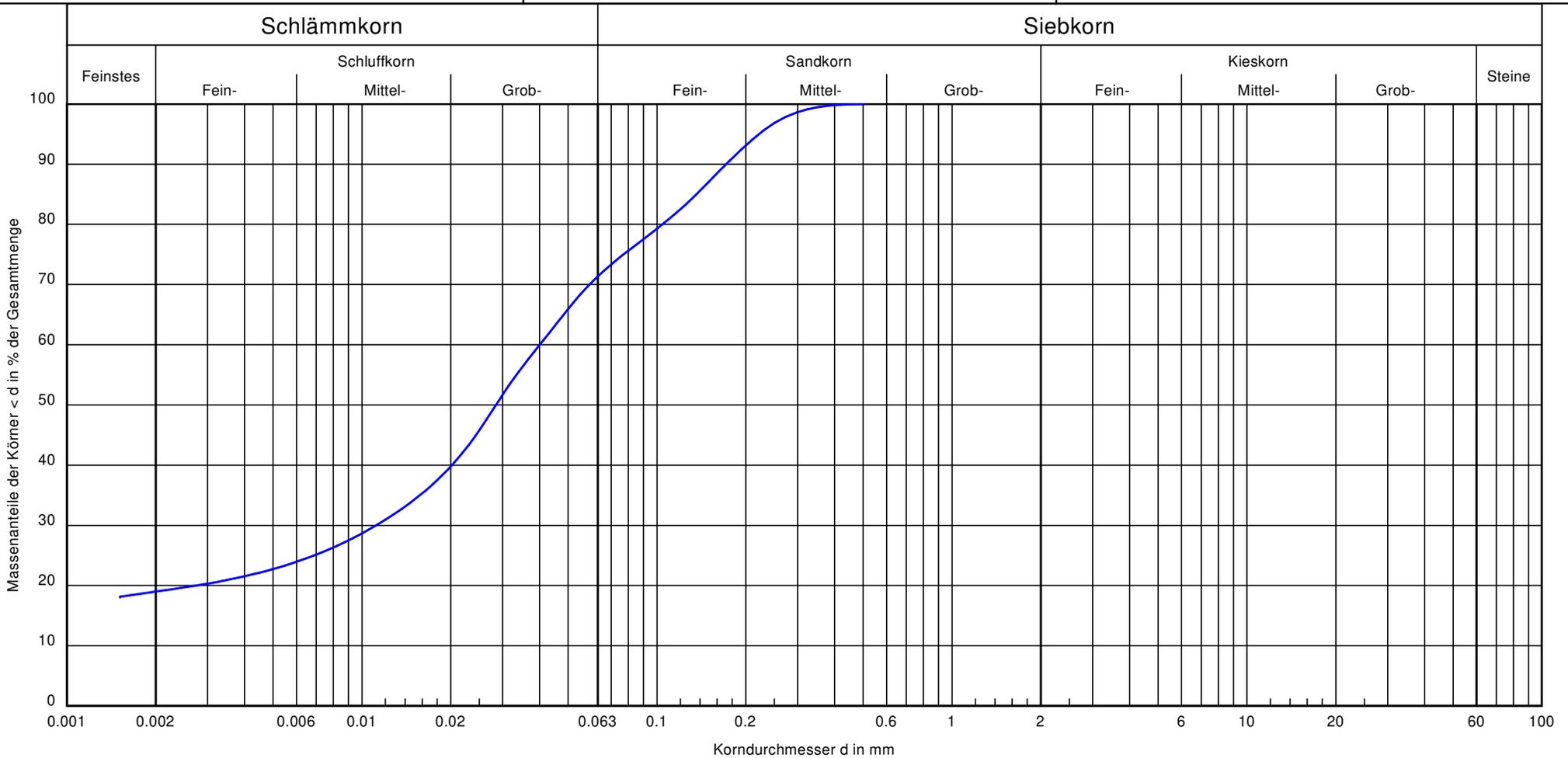
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 27.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 1	Bemerkungen:	Bericht: 5581 Anlage: 3.1
Bodenart:	U, t, fs, ms'		
Tiefe:	0,4-1,4		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (Chitra et al.):	1,4 E-08		
Bodengruppe:	TL		
Frostsicherheit:	F3		

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

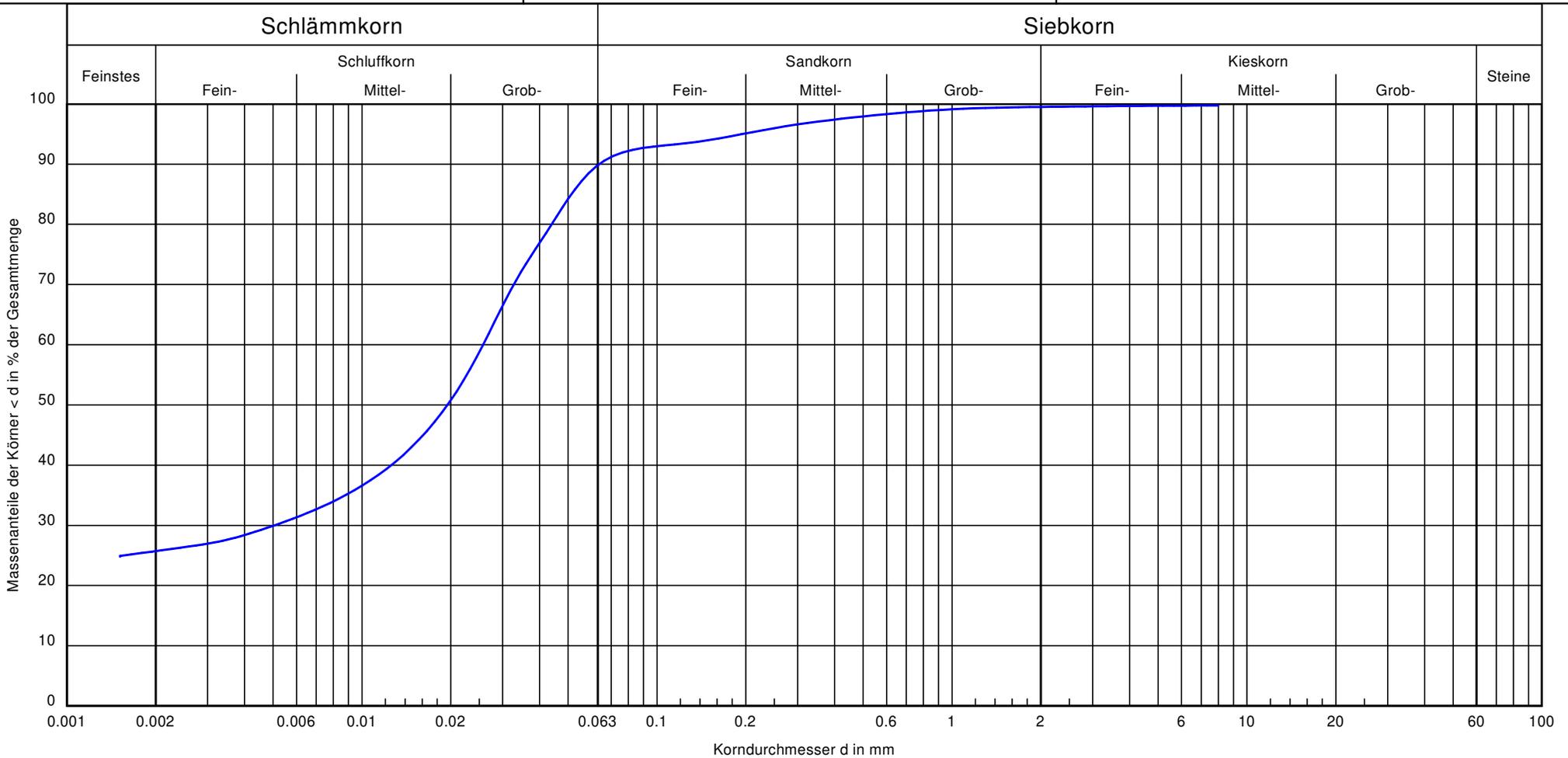
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 27.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 3
Bodenart:	U, t, fs'
Tiefe:	0,3-1,2
U/Cc:	-/-
k [m/s] (Chitra et al.):	5,5 E-09
Bodengruppe:	TM
Frostsicherheit:	F3

Bemerkungen:

Bericht:
5581
Anlage:
3,2

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

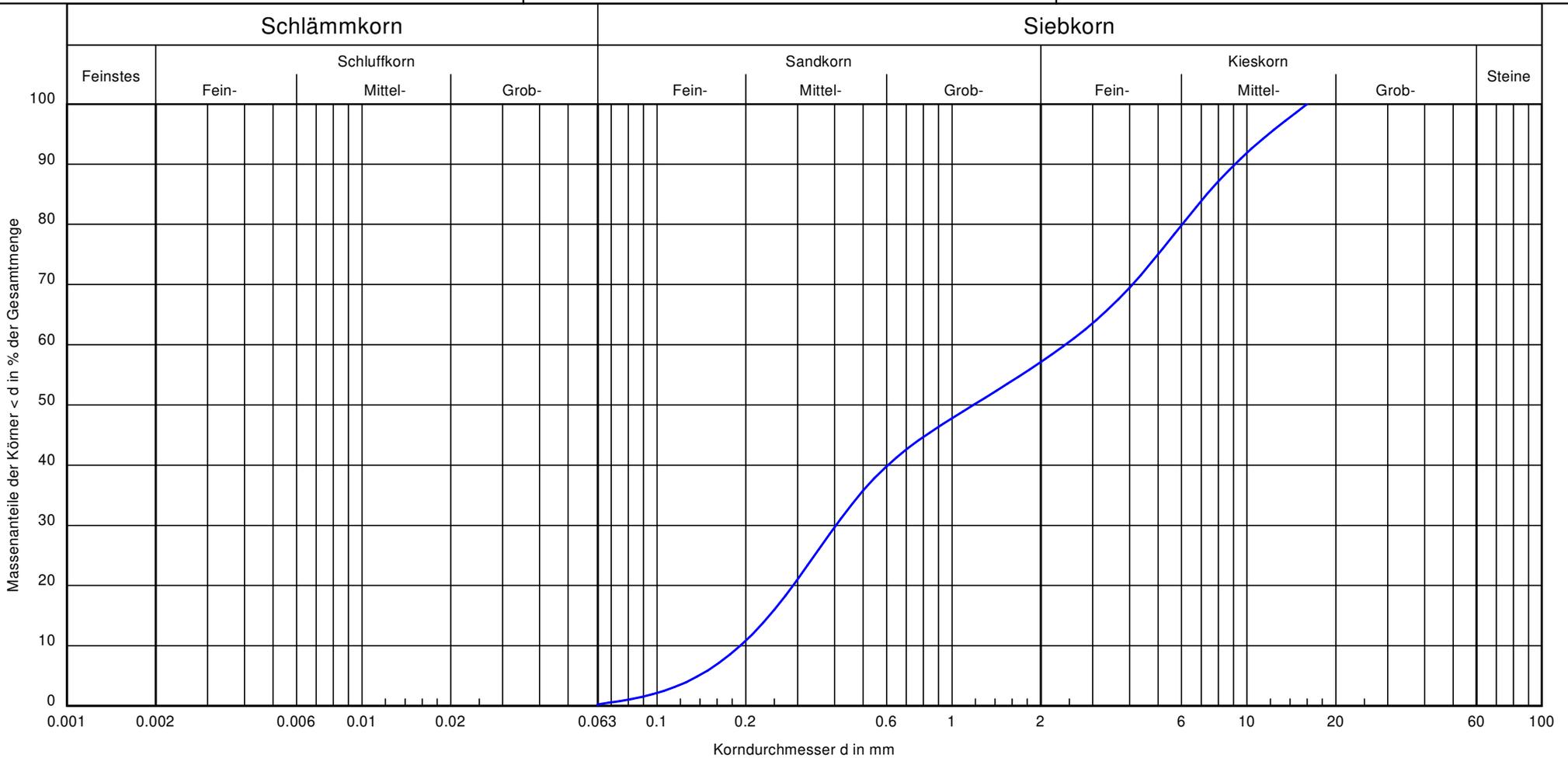
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RKS 4
Bodenart:	S, fg, mg, u'
Tiefe:	2,7-4,0
U/Cc:	12.7/0.4
k [m/s] (Bialas):	1,03E-04
Bodengruppe:	GI
Frostsicherheit:	F1

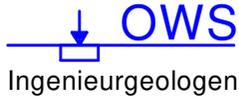
Bemerkungen:

Bericht:
 5581
 Anlage:
 3.3

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

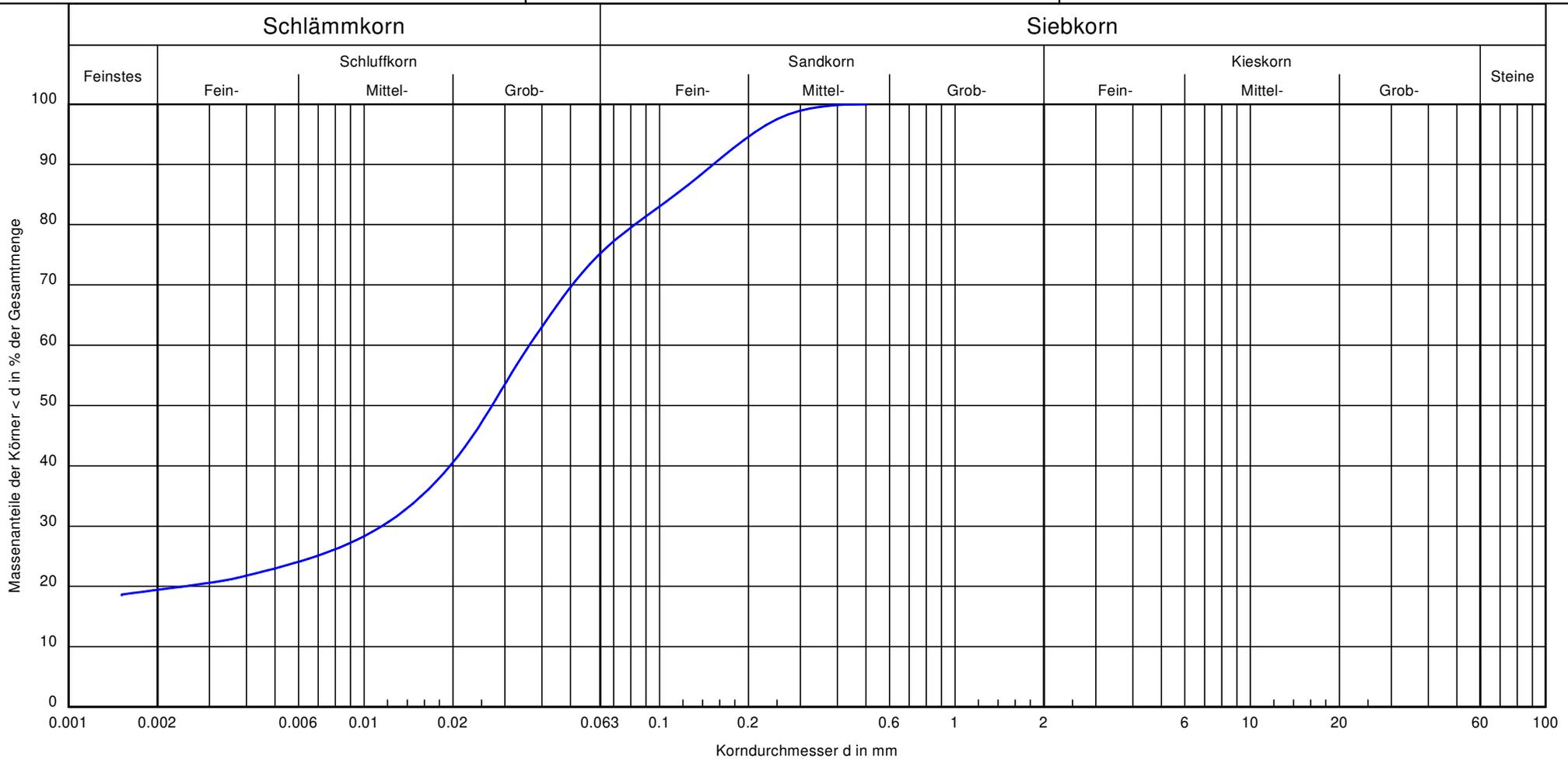
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 27.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 6
Bodenart:	U, t, fs, ms'
Tiefe:	0,3-1,5
U/Cc:	-/-
k [m/s] (Chitra et al.):	1,3 E-08
Bodengruppe:	TL
Frostsicherheit:	F3

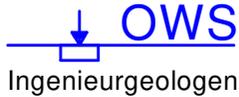
Bemerkungen:

Bericht: 5581
 Anlage: 3.4

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

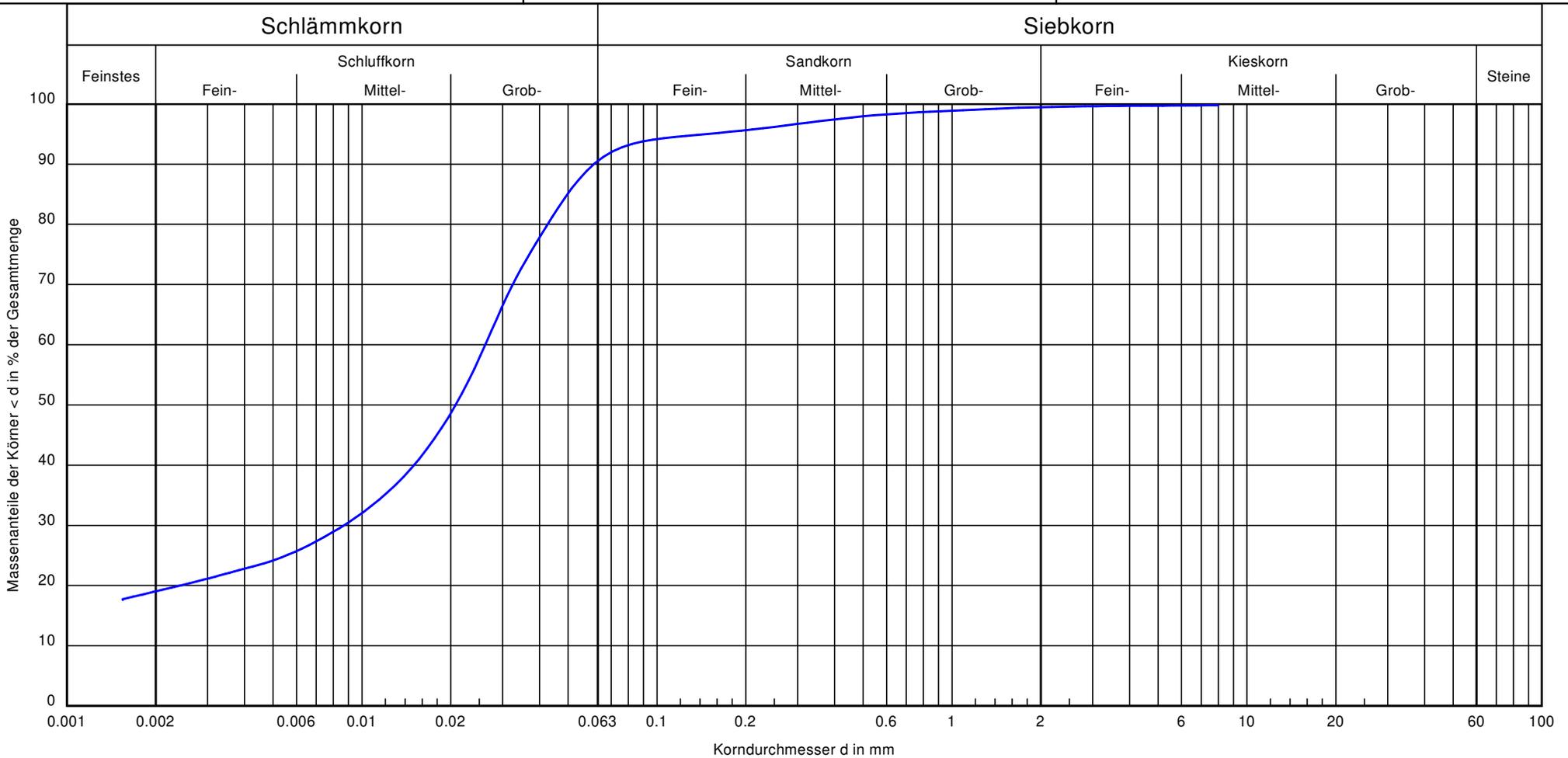
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 27.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 8
Bodenart:	U, t, fs'
Tiefe:	0,3-1,2
U/Cc:	-/-
k [m/s] (Chitra et al.):	1,4 E-08
Bodengruppe:	TM
Frostsicherheit:	F3

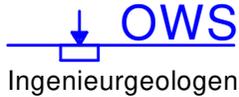
Bemerkungen:

Bericht:
 5581
 Anlage:
 3.5

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

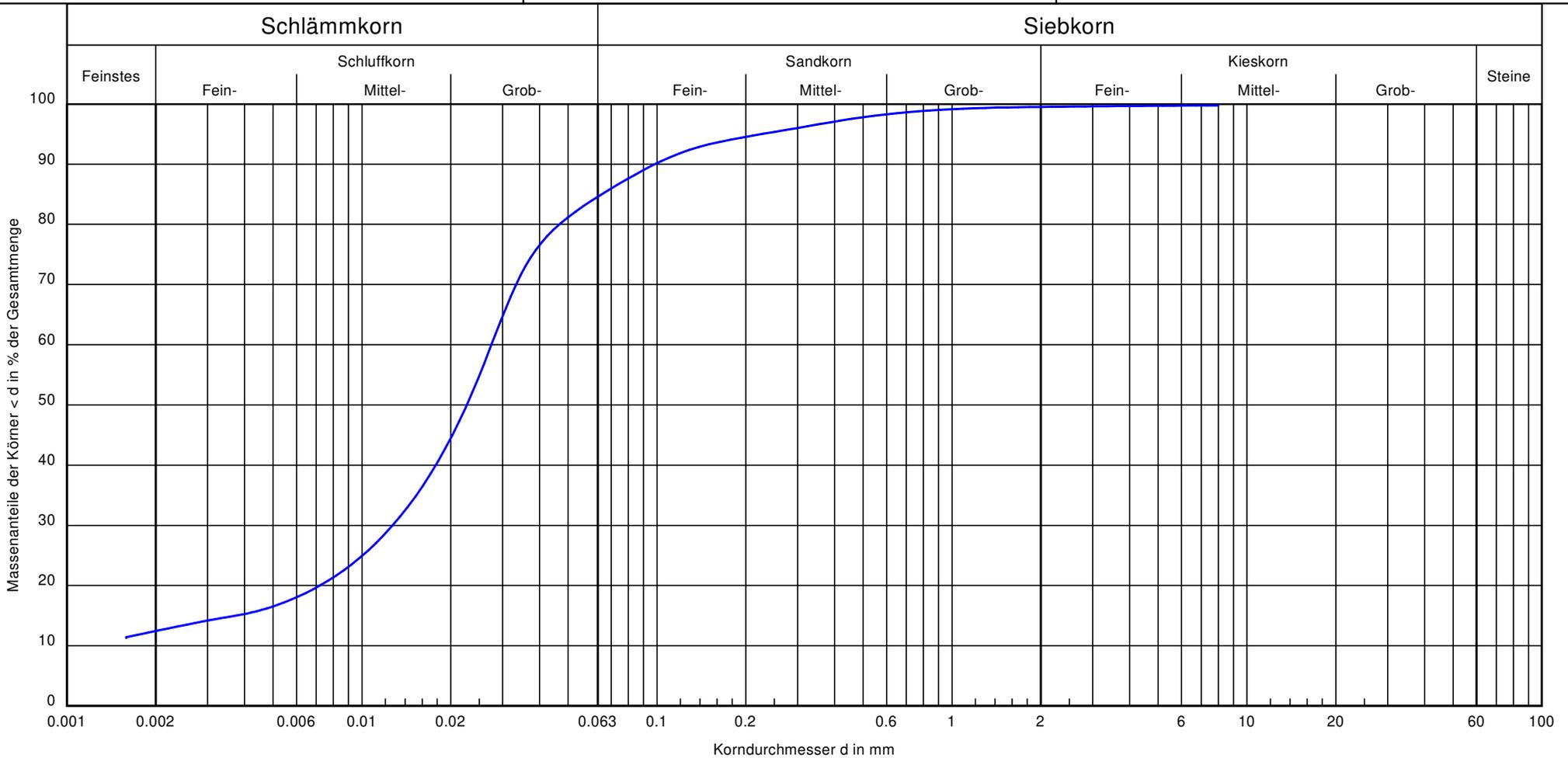
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 27.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 11
Bodenart:	U, t', fs'
Tiefe:	1,2-2,8
U/Cc:	-/-
k [m/s] (Chitra et al.):	3,5 E-08
Bodengruppe:	TM
Frostsicherheit:	F3

Bemerkungen:

Bericht:
5581
Anlage:
3,6

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

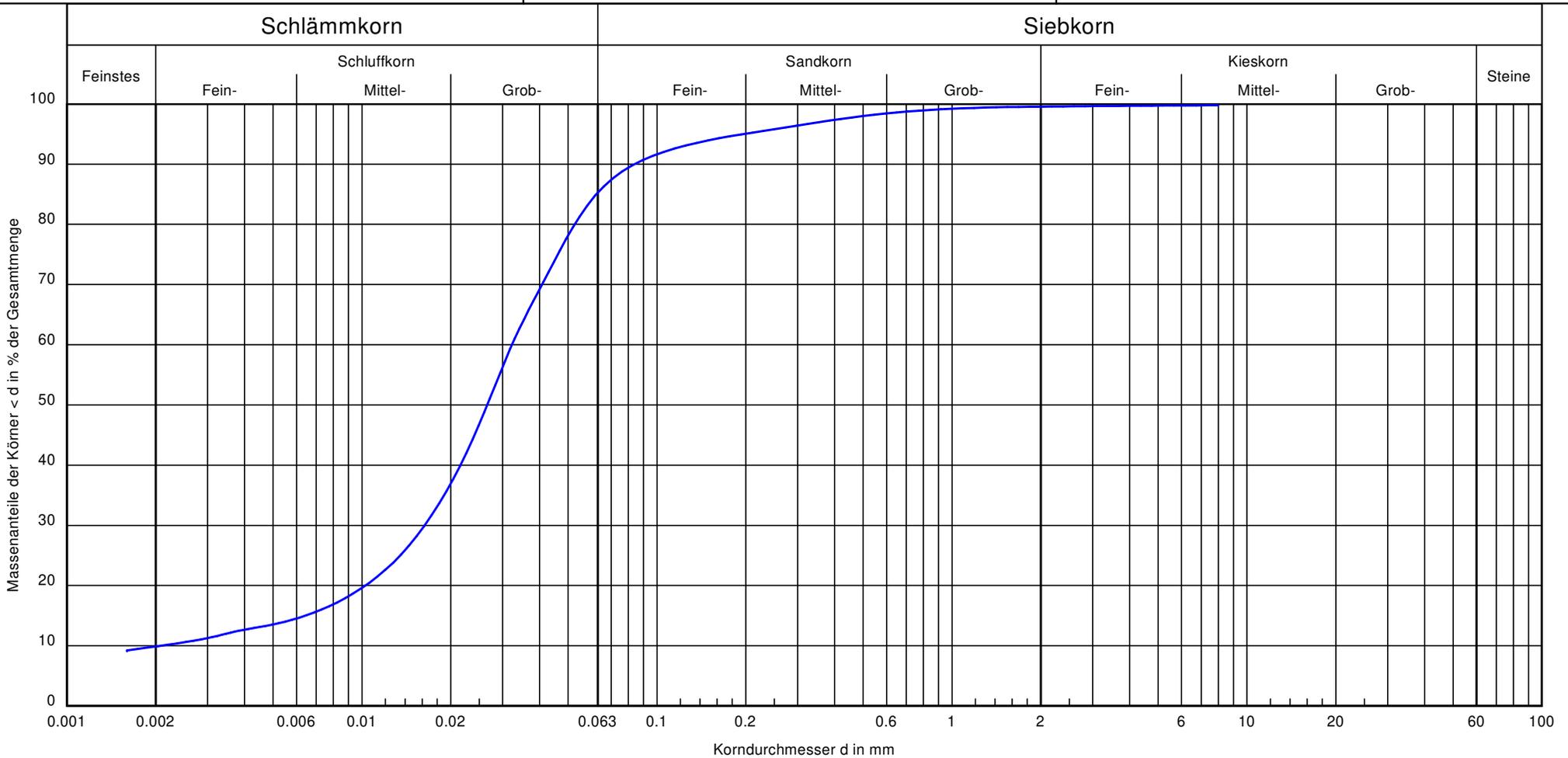
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 12
Bodenart:	U, t', fs'
Tiefe:	1,2-1,9
U/Cc:	15.5/4.0
k [m/s] (Chitra et al.):	4,9 E-08
Bodengruppe:	TM
Frostsicherheit:	F3

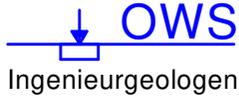
Bemerkungen:

Bericht:
5581
Anlage:
3,7

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

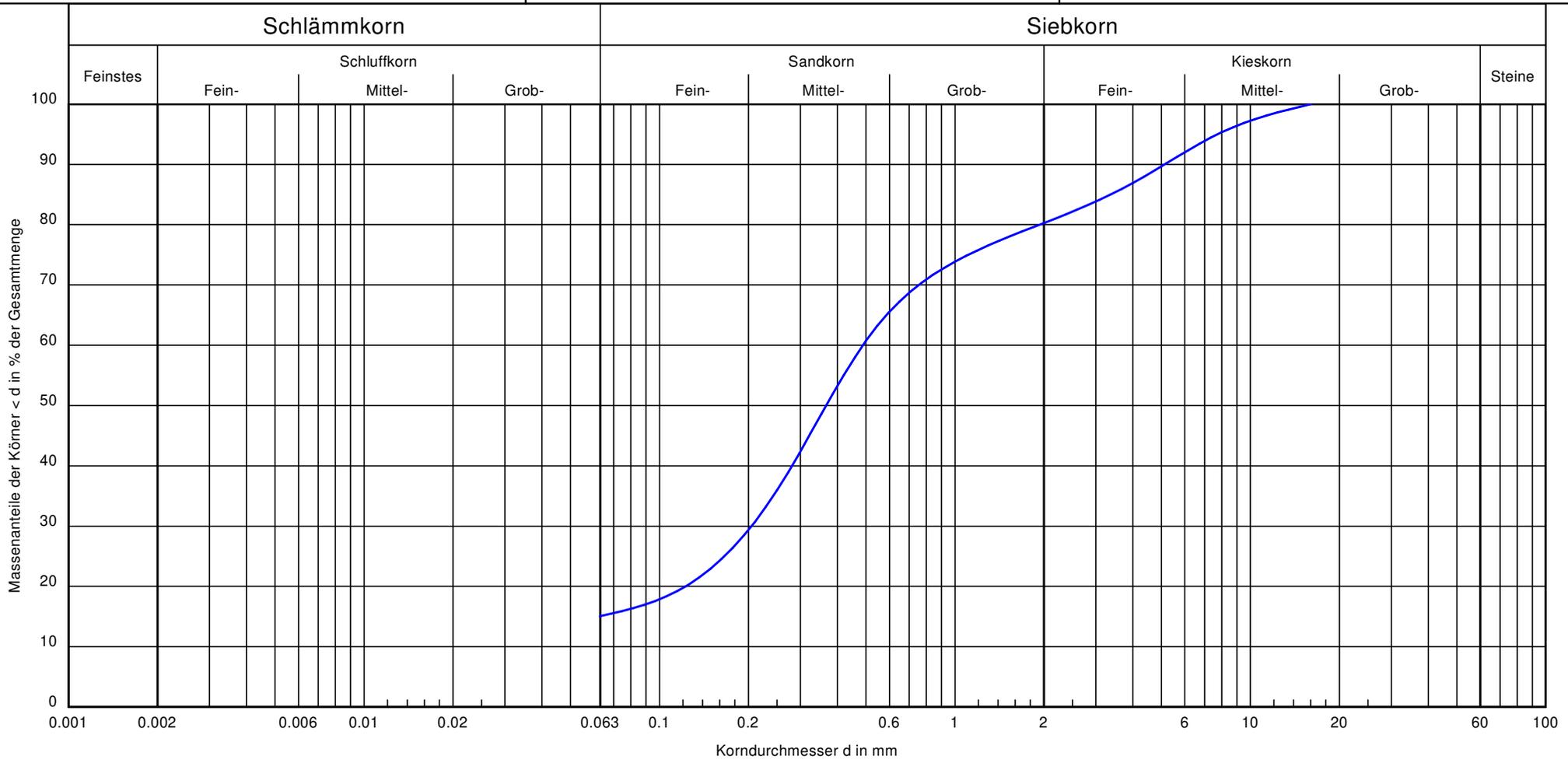
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RKS 12	Bemerkungen:	Bericht: 5581 Anlage: 3.8
Bodenart:	S, u, fg', mg'		
Tiefe:	3,8-6,0		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (Bialas):	2,87E-05		
Bodengruppe:	SU*		
Frostsicherheit:	F3		

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

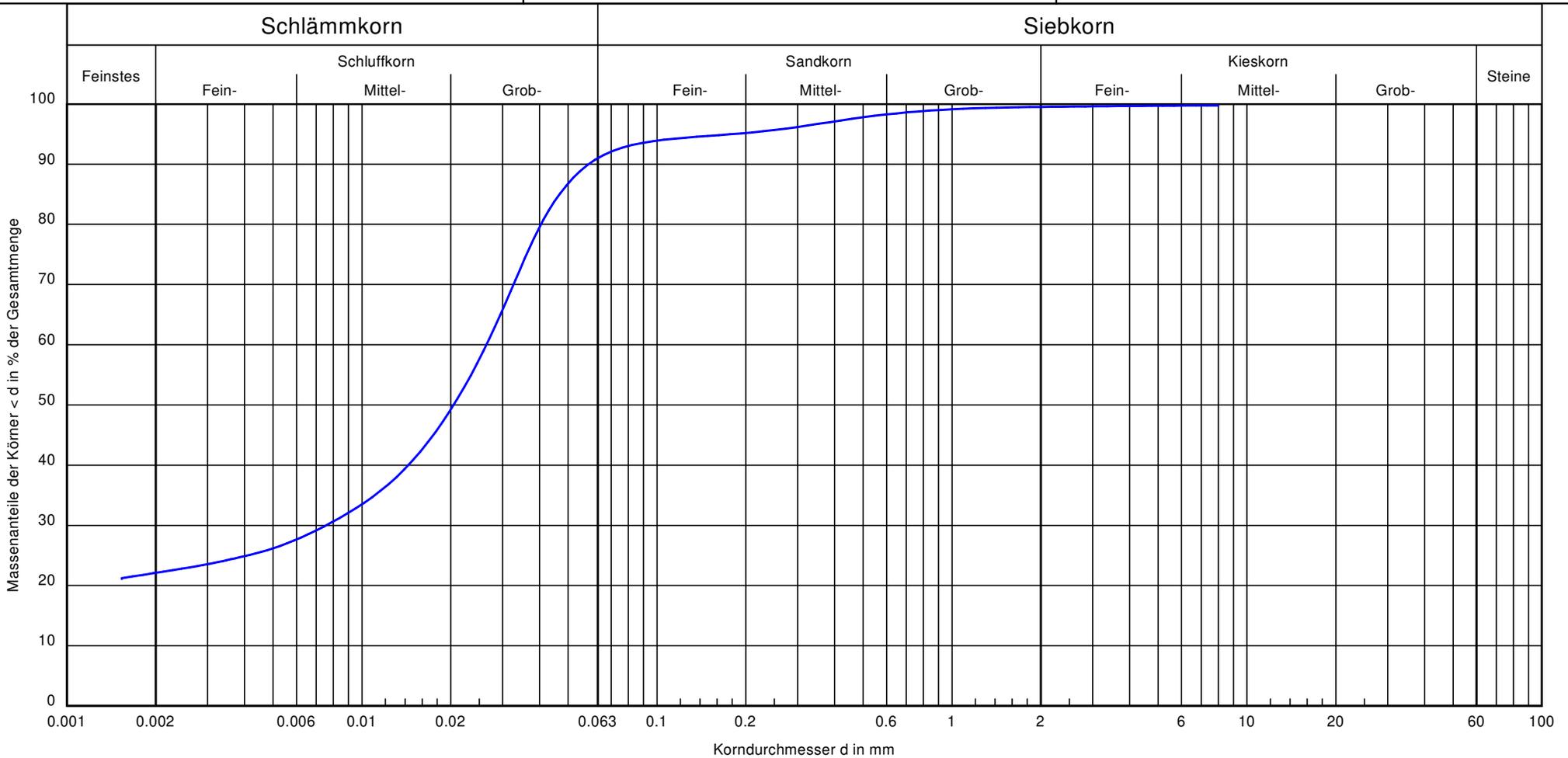
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 14
Bodenart:	U, t, s'
Tiefe:	0,9-1,6
U/Cc:	-/-
k [m/s] (Chitra et al.):	9,0 E-09
Bodengruppe:	TM
Frostsicherheit:	F3

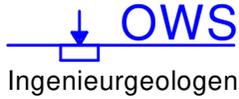
Bemerkungen:

Bericht:
5581
Anlage:
3.9

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

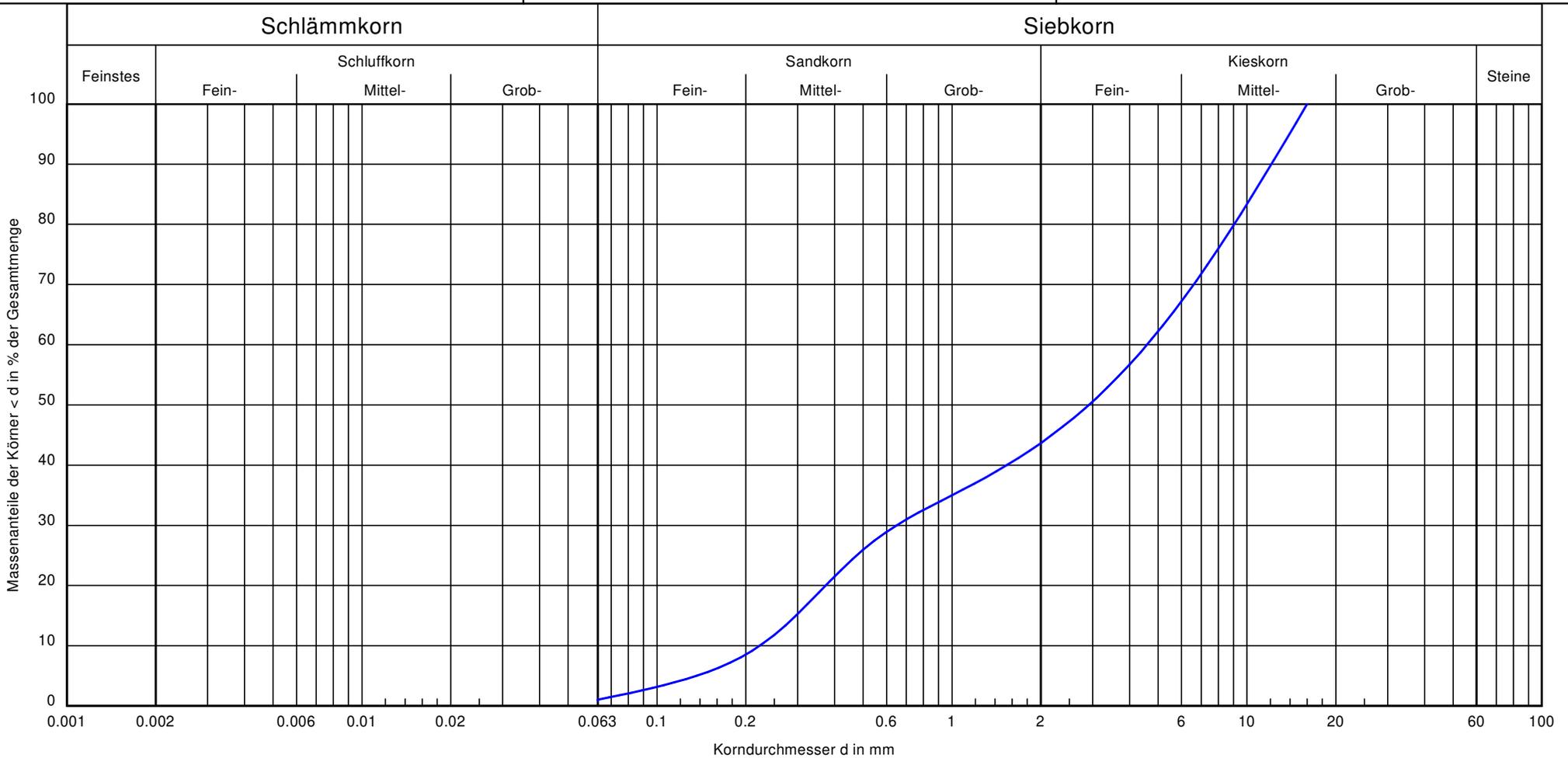
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RKS 14
Bodenart:	S, fg, mg, u'
Tiefe:	3,0-4,0
U/Cc:	20.6/0.4
k [m/s] (Bialas):	3,73E-04
Bodengruppe:	GI
Frostsicherheit:	F1

Bemerkungen:

Bericht: 5581
 Anlage: 3.10

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

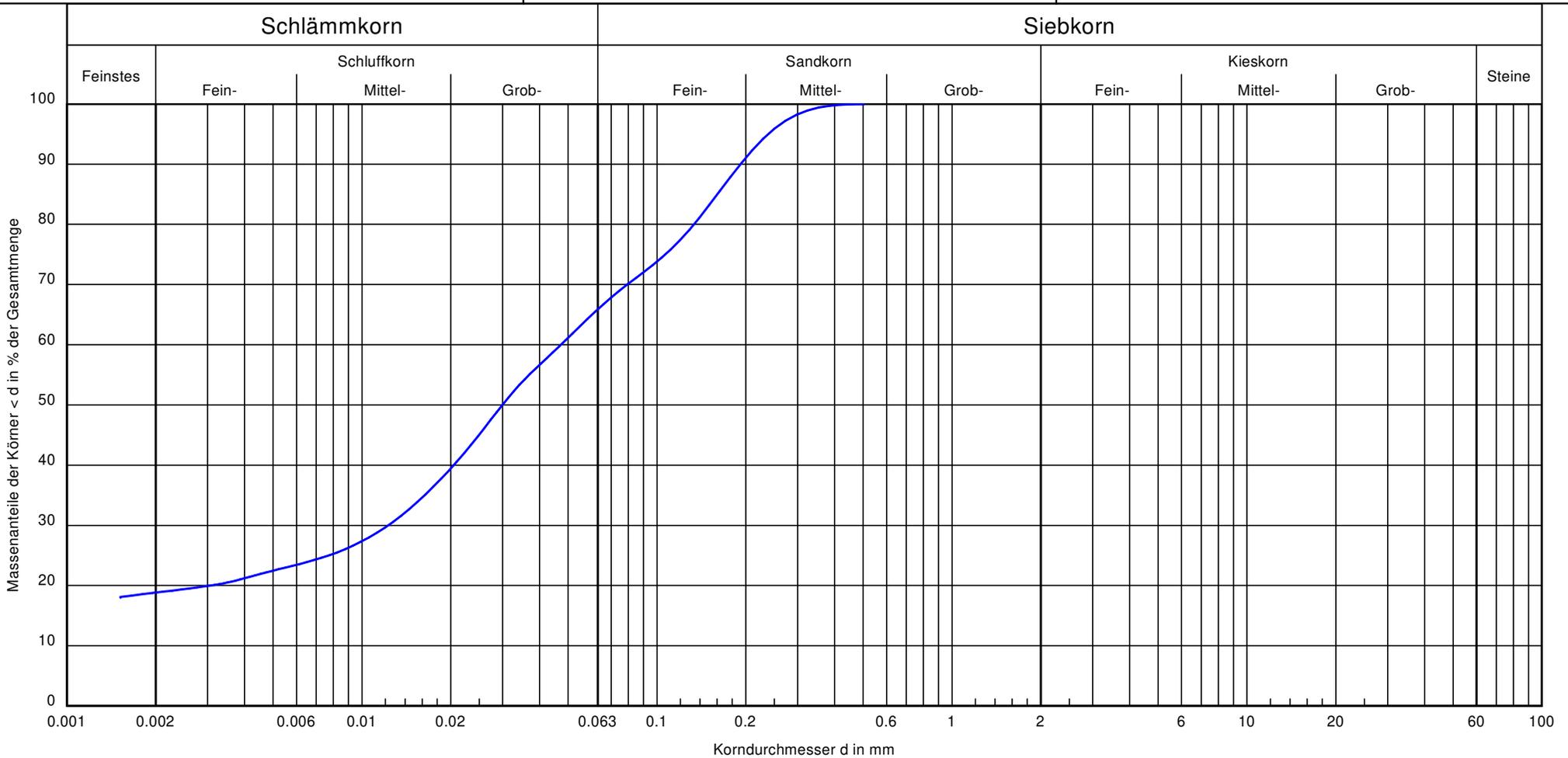
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 18
Bodenart:	U, t, fs, ms'
Tiefe:	0,3-1,4
U/Cc:	-/-
k [m/s] (Chitra et al.):	1,4 E-08
Bodengruppe:	TM
Frostsicherheit:	F3

Bemerkungen:

Bericht:
5581
Anlage:
3.11

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

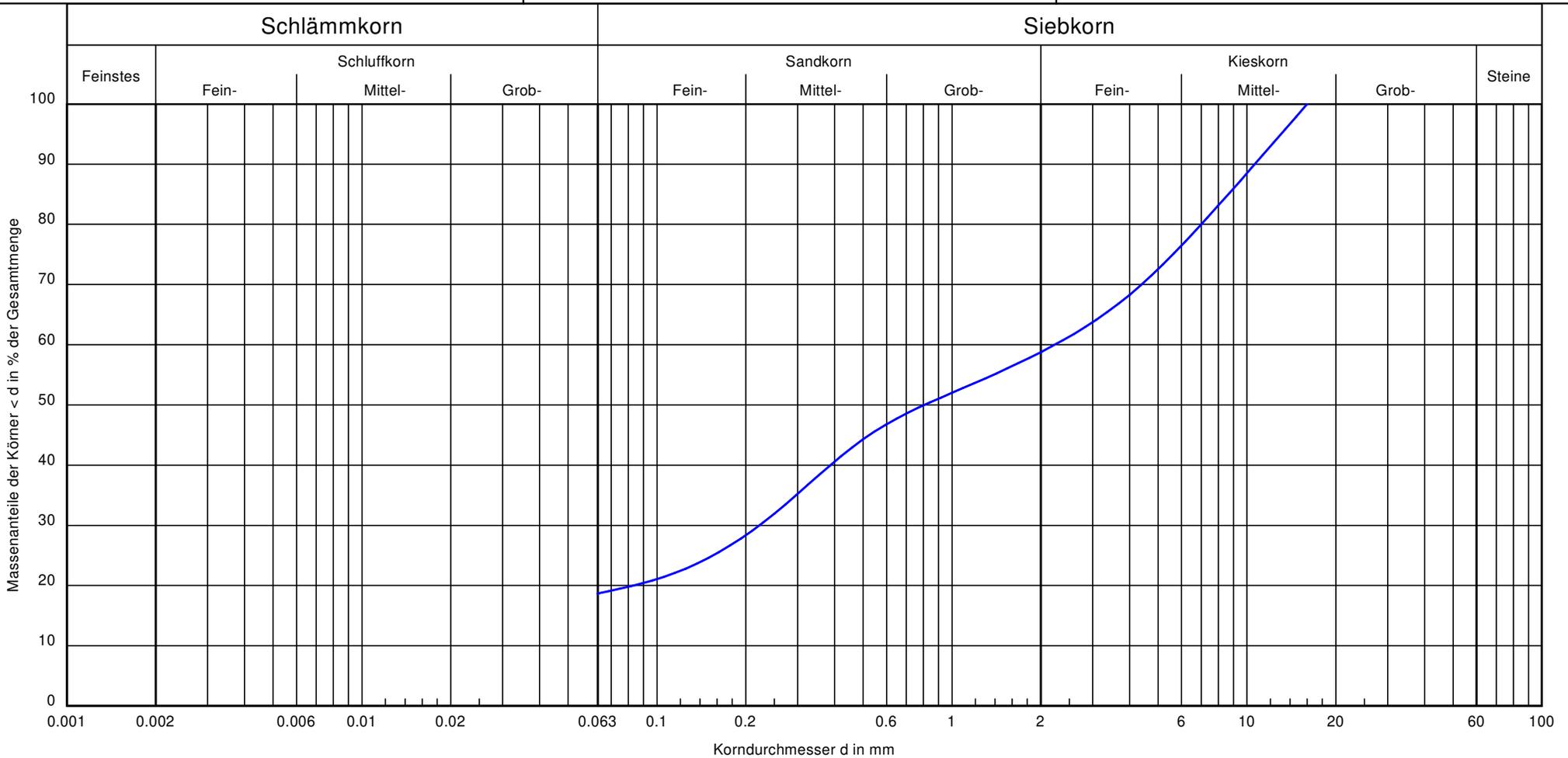
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RKS 18
Bodenart:	S, G, u
Tiefe:	2,9-3,4
U/Cc:	-/-
k [m/s] (Bialas):	1,18E-05
Bodengruppe:	GU*
Frostsicherheit:	F3

Bemerkungen:

Bericht: 5581
 Anlage: 3.12

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

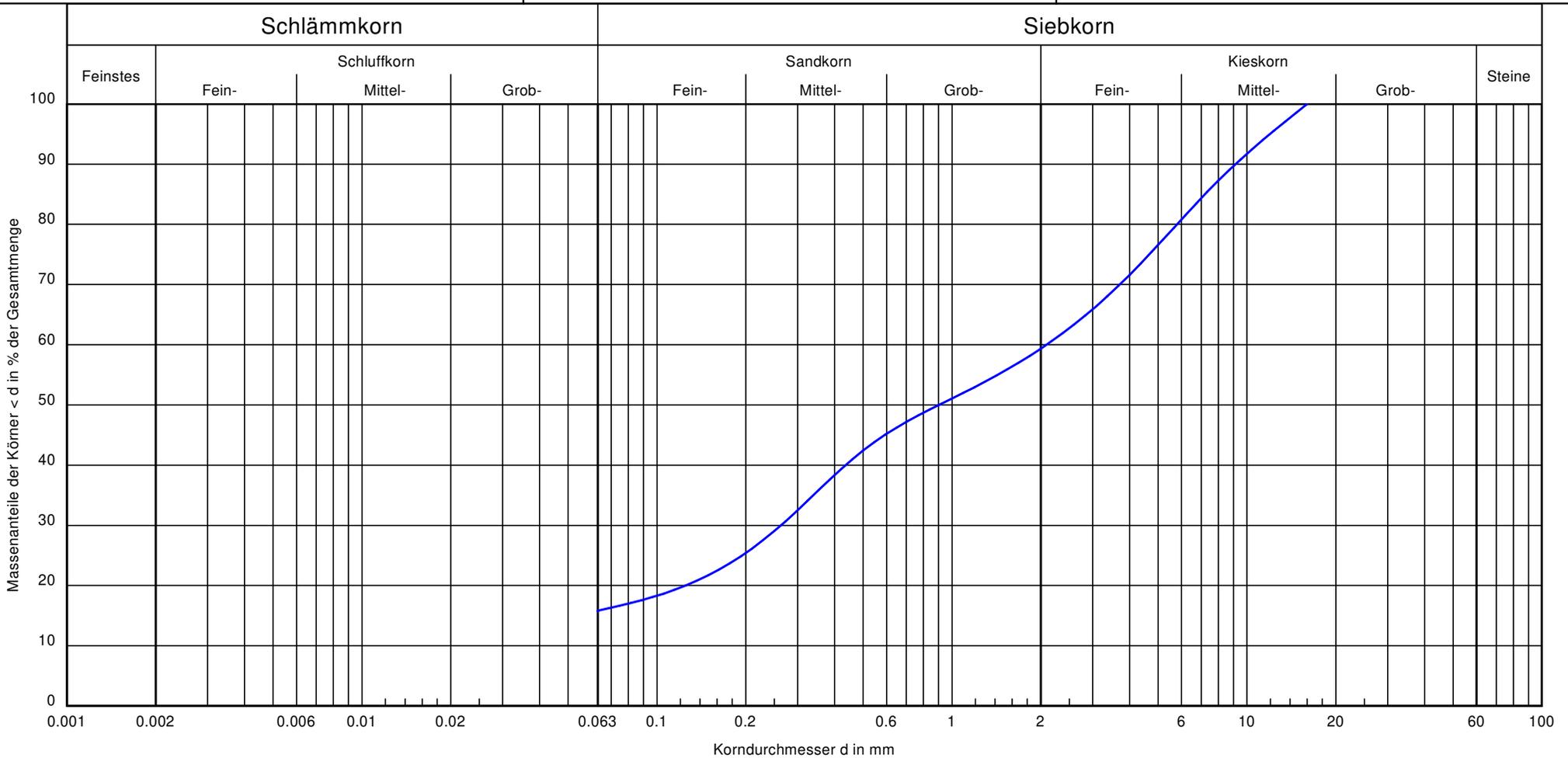
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RKS 21
Bodenart:	S, G
Tiefe:	3,0-3,9
U/Cc:	-/-
k [m/s] (Bialas):	3,02E-05
Bodengruppe:	GU*
Frostsicherheit:	F3

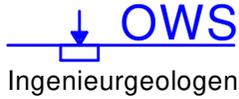
Bemerkungen:

Bericht:
5581
Anlage:
3.13

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

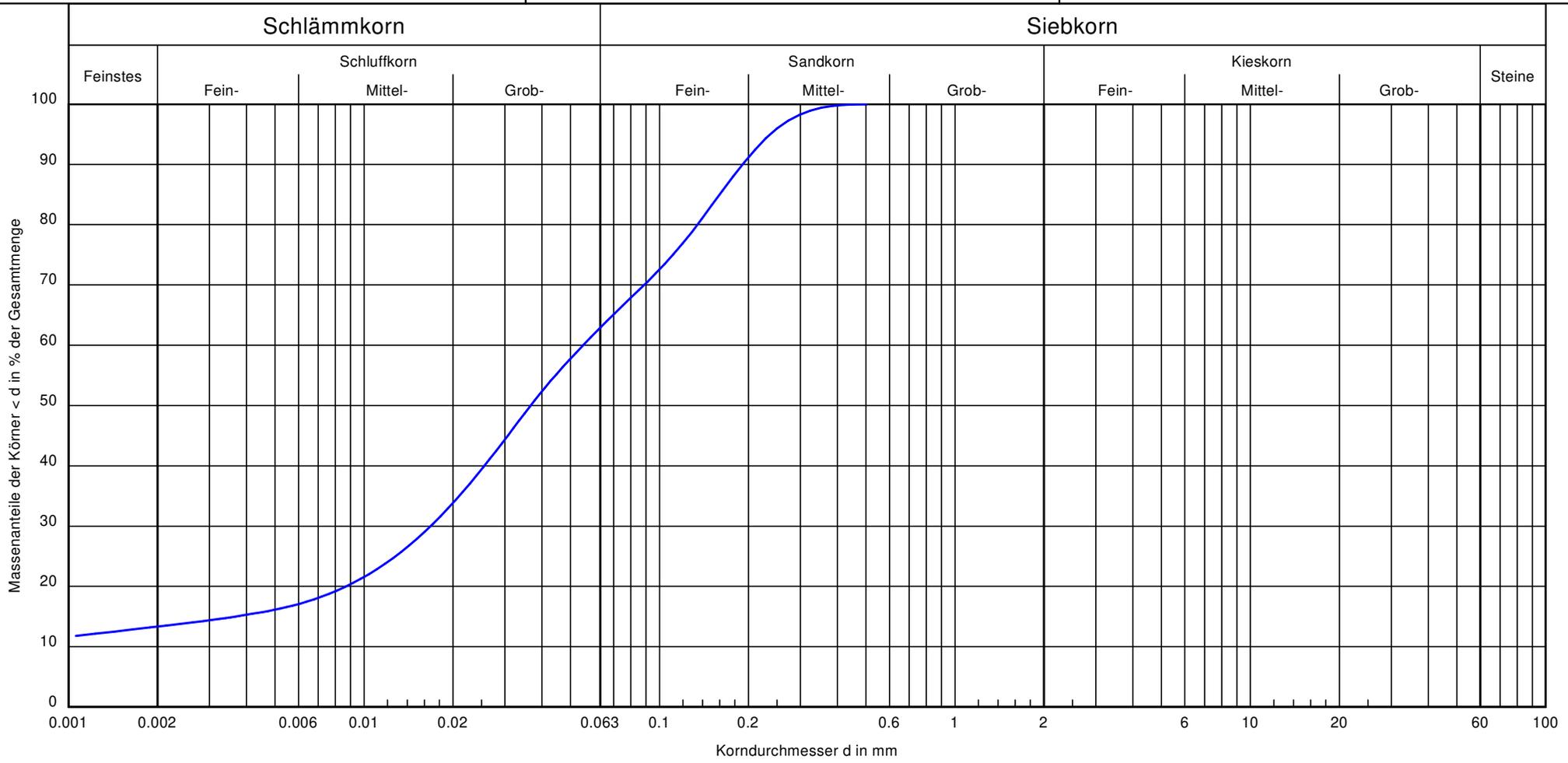
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlamm-analyse

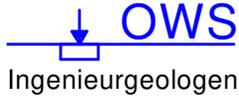


Bezeichnung:	RKS 23	Bemerkungen:	Bericht: 5581 Anlage: 3.14
Bodenart:	U, fs, t', ms'		
Tiefe:	0,8-1,9		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (Chitra et al.):	3,1 E-08		
Bodengruppe:	TM		
Frostsicherheit:	F3		

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh.js



Datum: 12.10.2022

Körnungslinie

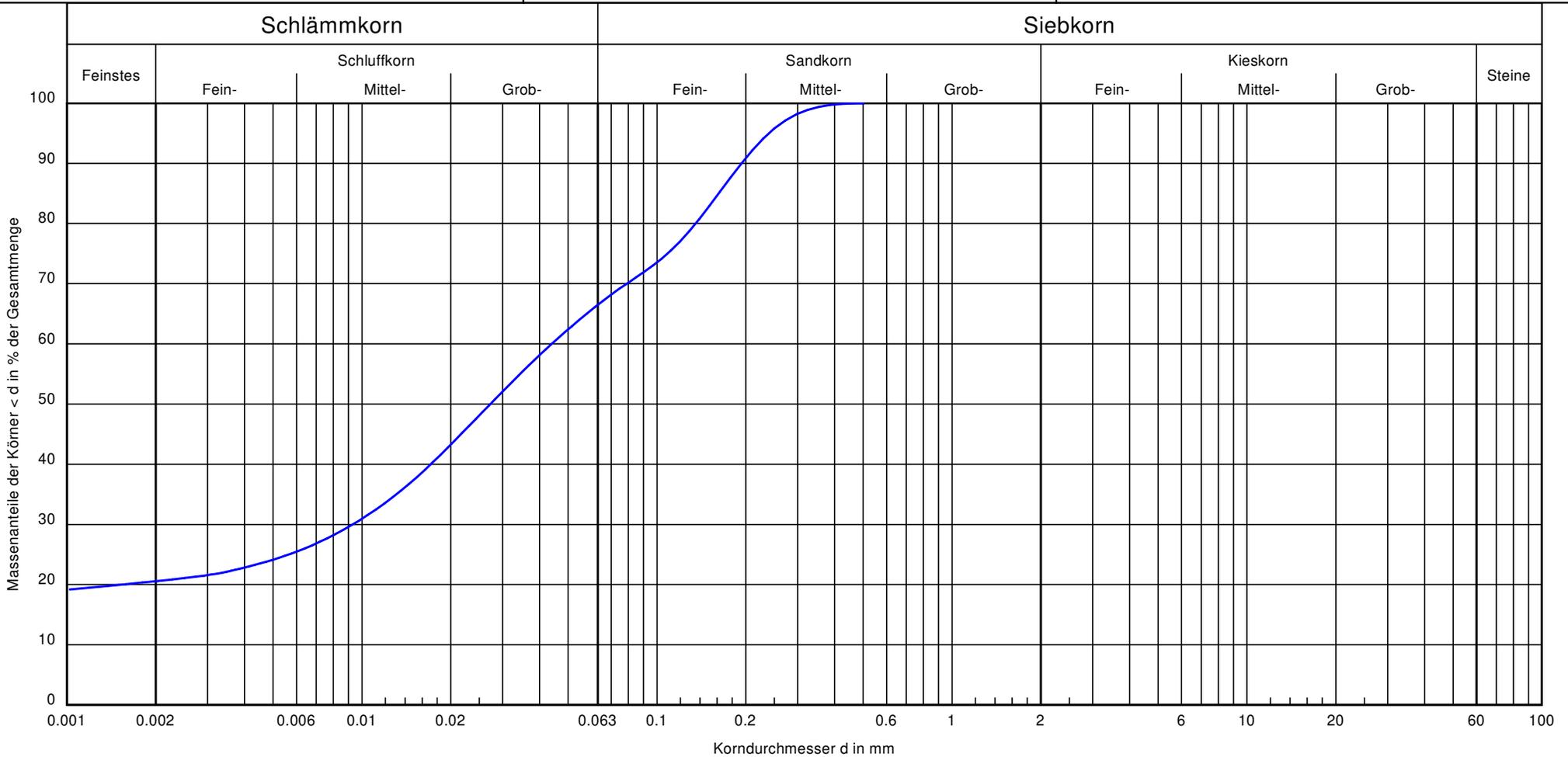
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 24
Bodenart:	U, t, fs, ms'
Tiefe:	0,8-1,4
U/Cc:	-/-
k [m/s] (Chitra et al.):	1,1 E-08
Bodengruppe:	TM
Frostsicherheit:	F3

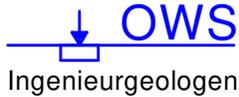
Bemerkungen:

Report:
5581
Anlage:
3.15

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: ar.js



Datum: 12.10.2022

Körnungslinie

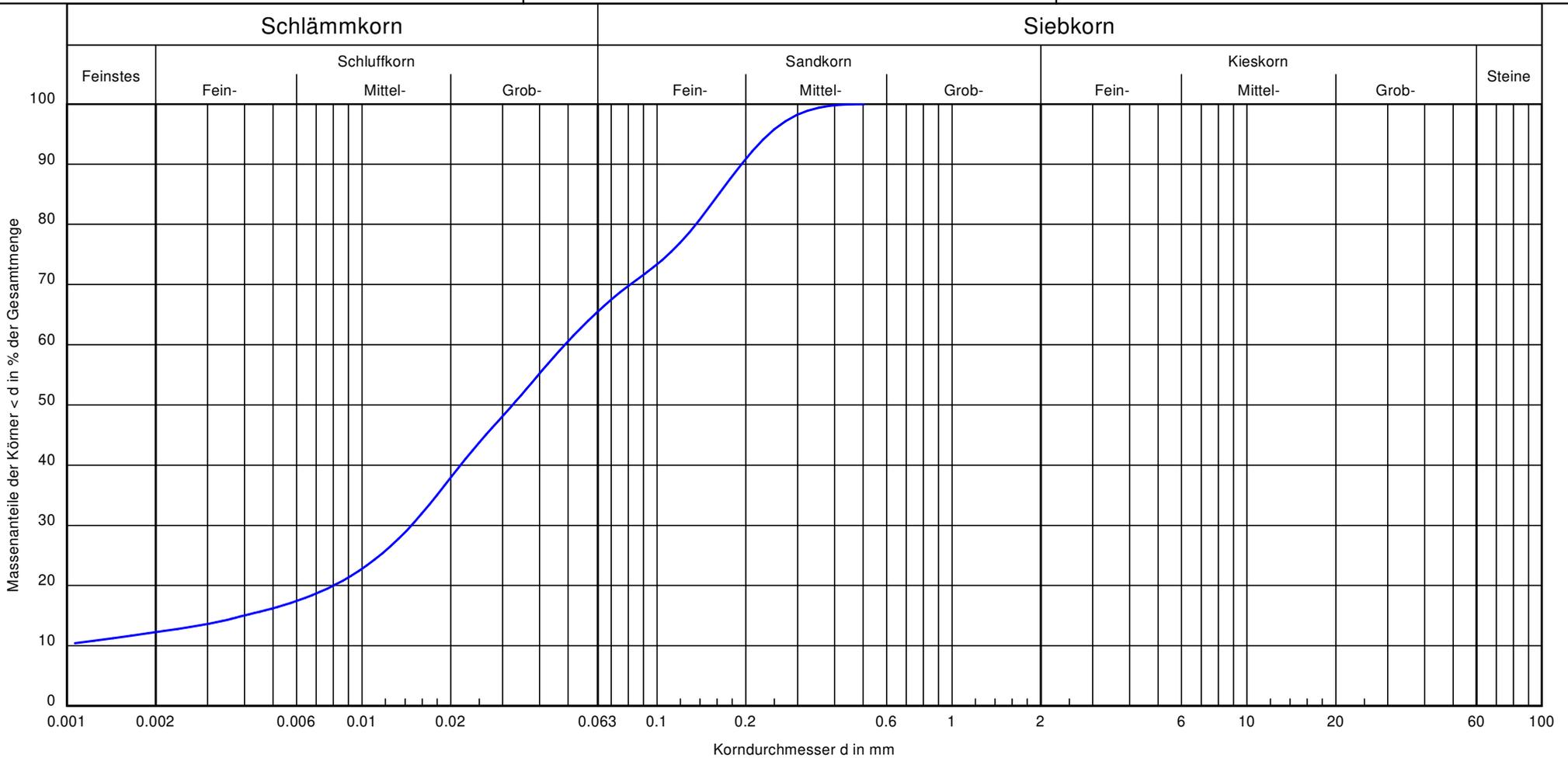
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 24
Bodenart:	U, fs, t', ms'
Tiefe:	2,0-3,0
U/Cc:	52.9/4.8
k [m/s] (Chitra et al.):	3,6 E-08
Bodengruppe:	TM
Frostsicherheit:	F3

Bemerkungen:

Bericht:
5581
Anlage:
3.16

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

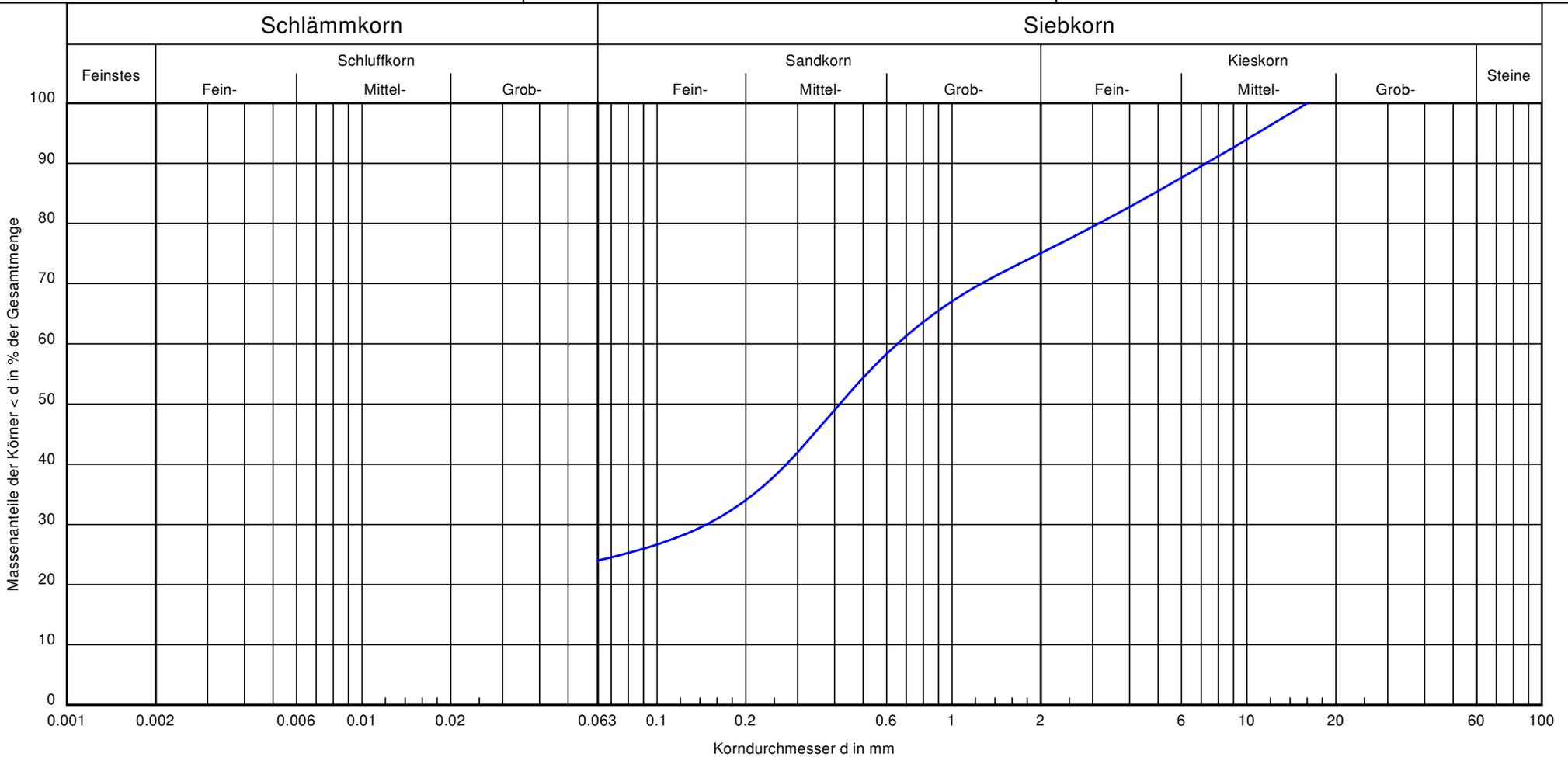
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RKS 24
Bodenart:	S, G, u
Tiefe:	3,9-4,5
U/Cc:	-/-
k [m/s] (Bialas):	3,02E-05
Bodengruppe:	SU*
Frostsicherheit:	F3

Bemerkungen:

Bericht: 5581
 Anlage: 3.17

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: ar.js



Datum: 12.10.2022

Körnungslinie

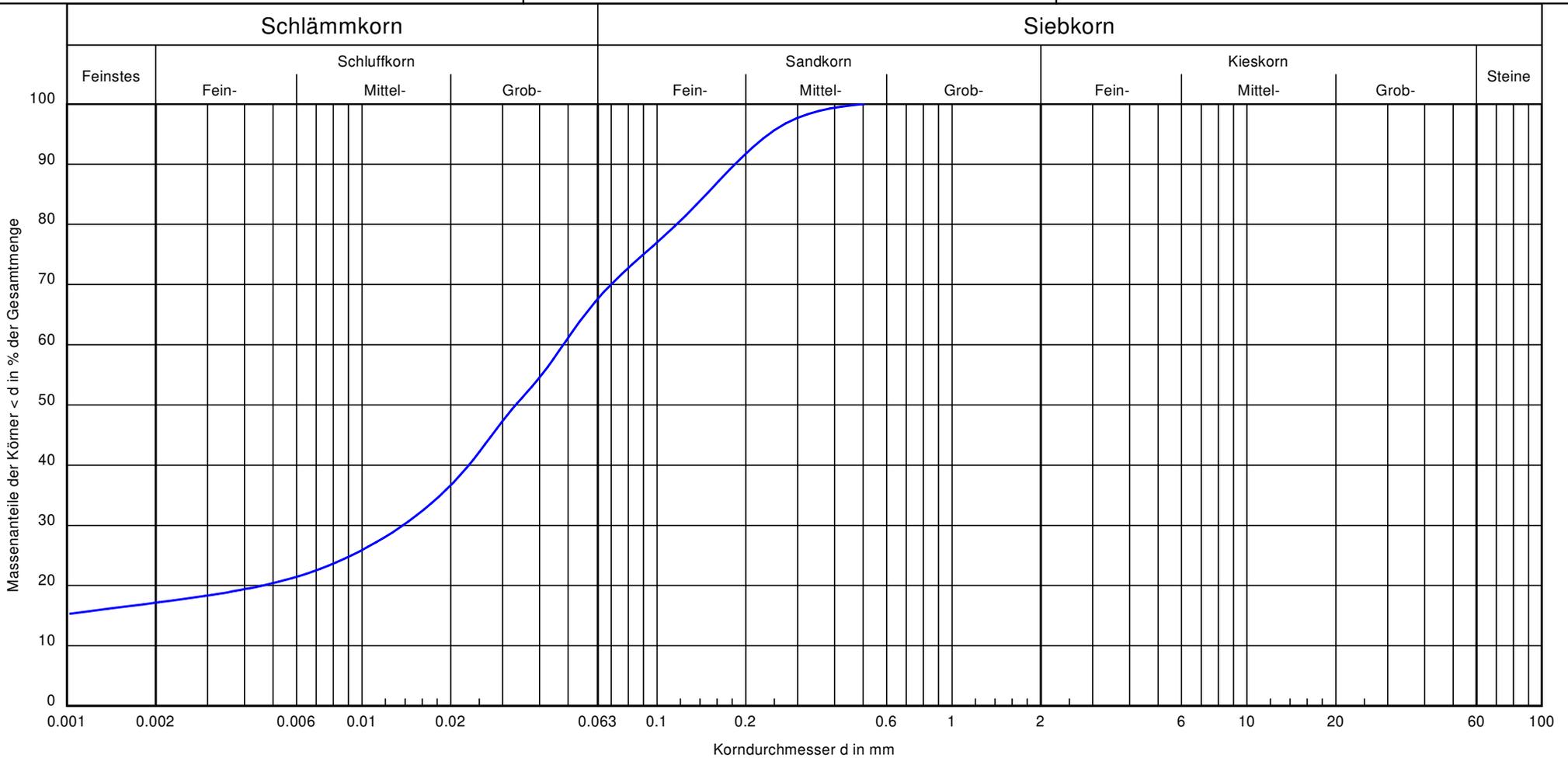
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 25
Bodenart:	U, t, fs, ms'
Tiefe:	0,3-1,4
U/Cc:	-/-
k [m/s] (Chitra et al.):	1,8 E-08
Bodengruppe:	TM
Frostsicherheit:	F3

Bemerkungen:

Bericht:
 5581
 Anlage:
 3.18

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2

Bearbeiter: eh



Datum: 11.10.2022

Körnungslinie

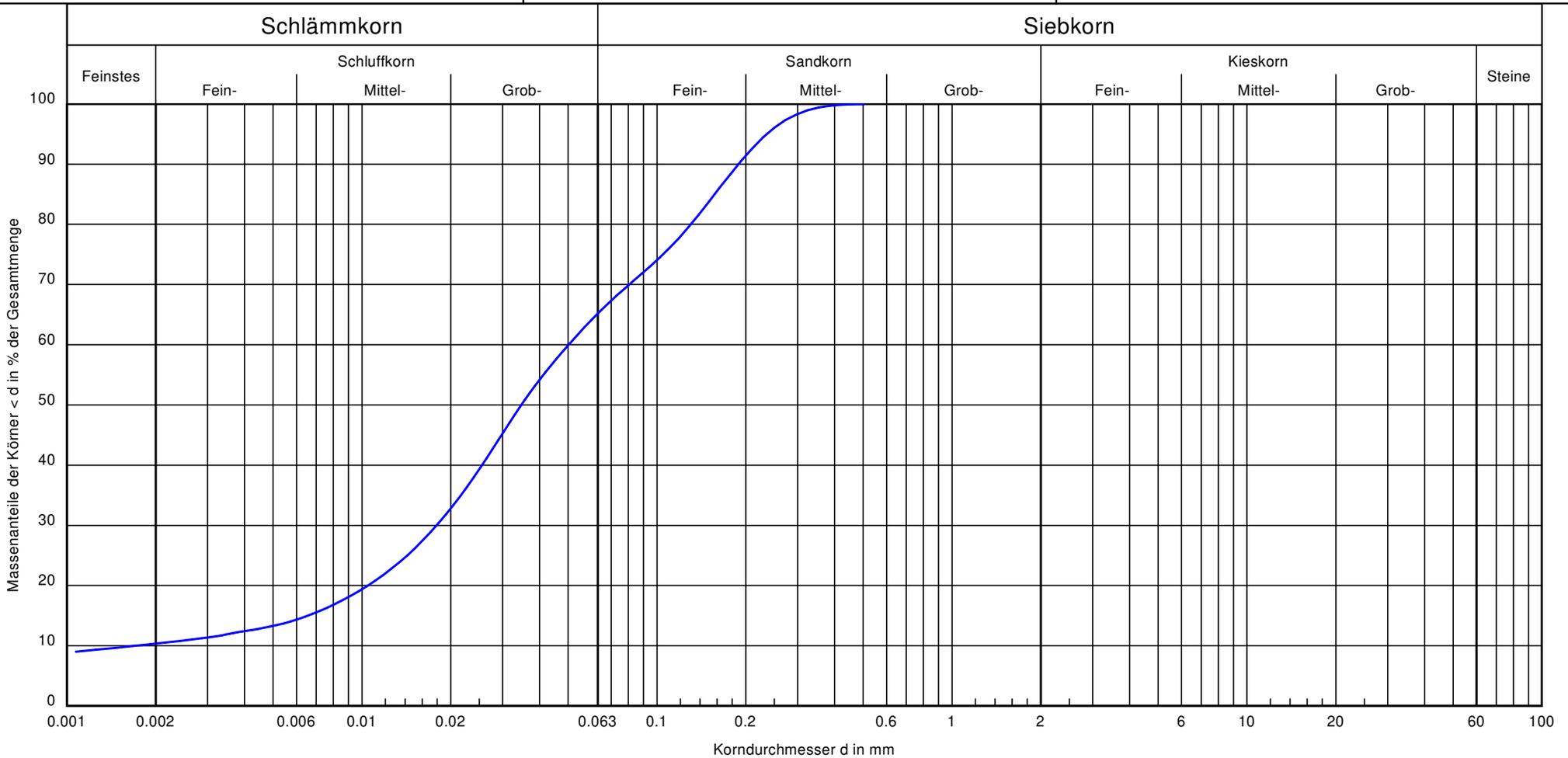
Neubau von 32 DHH und einer KiTa Erschließungsstraße und Kanalbau
Gottfried-Stahl-Straße in 50129 Bergheim

Projekt-Nr.: 2209-5581

Probe entnommen am: 28.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 29
Bodenart:	U, fs, t', ms'
Tiefe:	1,4-3,3
U/Cc:	29.4/3.7
k [m/s] (Chitra et al.):	4,7 E-08
Bodengruppe:	TM
Frostsicherheit:	F3

Bemerkungen:

Bericht:
 5581
 Anlage:
 3.19

2209-5581 Neubau von 32 Doppelhaushälften und einer KiTa mit Erschließungsstraße und Kanalbau	
Homogenbereich O	Anlage 4.1
Humoser Oberboden: Mu	

Nr.	Kennwerte / Eigenschaft	Wert	Einheit
1	Korngrößenverteilung (mit Körnungsbändern)	n.b.	
2a	Anteil Steine, D > 63 mm	< 5	%
2b	Anteil Blöcke, D > 200 mm	0	%
2c	Anteil Blöcke, D > 630 mm	0	%
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine u. Blöcke	n.e.	
4	Dichte ρ	1,80-1,85	g/cm ³
5	Kohäsion c'	/	kN/m ²
6	undränierete Scherfestigkeit c_u	/	kN/m ²
7	Sensitivität S	n.b.	
8	Wassergehalt w_n	5-15	%
9	Konsistenz	/	
10	Konsistenzzahl I_c	/	
11	Plastizität	/	
12	Plastizitätszahl I_p	/	%
13	Durchlässigkeit k	$1 \cdot 10^{-07}$ bis $1 \cdot 10^{-05}$	m/s
14	Lagerungsdichte D	0,15-0,30	
15	Kalkgehalt	n.b.	%
16	Sulfatgehalt	n.b.	%
17	Organischer Anteil V_{gl}	5-10	%
18	Benennung und Beschreibung organischer Böden	humos	
19	Abrasivität	nicht abrasiv	
20	Bodengruppe gem. DIN 18196	OH / OU	
21	ergänzend ortsübliche Bezeichnung	Humoser Oberboden	
n.b. = nicht bestimmt n.e. = nicht erforderlich			

2209-5581: Neubau von 32 Doppelhaushälften und einer KiTa mit Erschließungsstraße und Kanalbau	
Homogenbereich B1	Anlage 4.2
Löß/Lößlehm: Löß/Löl	

Nr.	Kennwerte / Eigenschaft	Wert	Einheit
1	Korngrößenverteilung (mit Körnungsbändern)	(vgl. Anl. 3.1)	
2a	Anteil Steine, D > 63 mm	< 5	%
2b	Anteil Blöcke, D > 200 mm	< 5	%
2c	Anteil Blöcke, D > 630 mm	< 5	%
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine u. Blöcke	n.e.	
4	Dichte ρ	1,90-1,95	g/cm ³
5	Kohäsion c'	10-15	kN/m ²
6	undränierete Scherfestigkeit c_u	100-200	kN/m ²
7	Sensitivität S	< 2	
8	Wassergehalt w_n	10-25	%
9	Konsistenz	steifplastisch-halbfest	
10	Konsistenzzahl I_c	0,80-1,00	
11	Plastizität	leicht bis mittel plastisch	
12	Plastizitätszahl I_p	10-22	%
13	Durchlässigkeit k	$9 \cdot 10^{-9}$ bis $1 \cdot 10^{-8}$	m/s
14	Lagerungsdichte D	/	
15	Kalkgehalt	n.b.	
16	Sulfatgehalt	n.b.	
17	Organischer Anteil V_{gl}	n.b.	%
18	Benennung und Beschreibung organischer Böden	/	
19	Abrasivität	nicht abrasiv	
20	Bodengruppe gem. DIN 18196	TL/TM	
21	ergänzend ortsübliche Bezeichnung	Löß	
n.b. = nicht bestimmt n.e. = nicht erforderlich			

2209-5581: Neubau von 32 Doppelhaushälften und einer KiTa mit Erschließungsstraße und Kanalbau	
Homogenbereich B2	Anlage 4.3
Kiese/Sande: G/S	

Nr.	Kennwerte / Eigenschaft	Wert	Einheit
1	Korngrößenverteilung (mit Körnungsbändern)	n.b.	
2a	Anteil Steine, D > 63 mm	< 5	%
2b	Anteil Blöcke, D > 200 mm	0	%
2c	Anteil Blöcke, D > 630 mm	0	%
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine u. Blöcke	n.e.	
4	Dichte ρ	1,85-1,95	g/cm ³
5	Kohäsion c'	0	kN/m ²
6	undränierete Scherfestigkeit c_u	/	kN/m ²
7	Sensitivität S	n.b.	
8	Wassergehalt w_n	0-6	%
9	Konsistenz	/	
10	Konsistenzzahl I_c	/	
11	Plastizität	/	
12	Plastizitätszahl I_p	/	%
13	Durchlässigkeit k	$3 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-4}$	m/s
14	Lagerungsdichte D	0,30-0,60	
15	Kalkgehalt	n.b.	%
16	Sulfatgehalt	n.b.	%
17	Organischer Anteil V_{gl}	< 2	%
18	Benennung und Beschreibung organischer Böden	/	
19	Abrasivität	kaum abrasiv bis abrasiv	
20	Bodengruppe gem. DIN 18196	SU/SU*/GI/GU*/GU/SE	
21	ergänzend ortsübliche Bezeichnung	Terrassen Kies/Sand	
n.b. = nicht bestimmt n.e. = nicht erforderlich			