

Baugrundgutachten

**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

Projekt: Bebauungsplan Nr. 141
"Windmühlenstraße / Hopstener Straße"

in 48429 Rheine

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

Projekt-Nr.: 2504-7571

**OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG**
Amtsgericht Steinfurt
HRA 5320
Steuernummer
327/5890/3240

Sachbearbeiter: Dipl.-Geol. Sascha Schweins

p.h.G.
OWS Ingenieurgeologen
Verwaltungs GmbH
Amtsgericht Steinfurt
HRB 7485

Auftraggeber: Stadt Rheine
Fachbereich Planen und Bauen
Produktgruppe Stadtplanung
Klosterstraße 14, 48431 Rheine

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: 30. Mai 2025

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

Vorliegende Unterlagen

- Nr. 1:** Lageplan, Maßstab 1 : 2 000
- Nr. 2:** Schrägluftaufnahme, ohne Maßstabsangabe
- Nr. 3:** Baugrundgutachten vom 12.05.1993
der Dr. Schleicher + Partner Ingenieurgesellschaft mbH,
Gronau
- Nr. 4:** Kabel- und Leitungspläne der örtlichen Versorger,
Maßstab 1 : 750 / 2 500
- 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 : 1 000
- Nr. 2:** Schichtenprofile gem. DIN 4023 und Rammdiagramme
gem. DIN EN ISO 22476-2, Höhenmaßstab 1 : 50
(Anl. 2.1 + 2.2)
- Nr. 3:** Körnungslinien gem. DIN EN ISO 17892-4 (Anl. 3.1 - 3.10)
- Nr. 4:** Glühverlustbestimmung gem. DIN 18128
- Nr. 5:** Charakteristische Bodenkennwerte der Homogenbereiche
(Anl. 5.1 - 5.4)

Inhaltsverzeichnis

1.0 Einleitung	4
2.0 Untersuchungsumfang	5
3.0 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	6
3.1 Allgemeines	6
3.2 Schichtenfolge	7
3.3 Grundwasser	8
3.4 Charakteristische Bodenkennwerte	9
3.5 Bodenklassifikationen nach VOB- und DIN-Norm	11
3.5.1 Klassifikation nach ATV VOB C	11
3.5.2 Bodenklassen (VOB DIN 18300) und Bodengruppen (DIN 18196).....	12
3.6 Klassifizierung der oberflächennahen Böden gem. ZTV E-StB 17	12
4.0 Bau- und Gründungstechnische Maßnahmen	13
4.1 Bauzeitliche Wasserhaltung	13
4.2 Schutz der Bauwerke vor Vernässung.....	13
4.3 Tragfähigkeit des Baugrundes / Gründungskonzept.....	15
4.3.1 Behandlung des humosen Plaggeneschs	15
4.3.2 Bauwerksgründung	16
4.3.3 Angaben zum Erdplanum / zu Abtragsplanien	19
4.4 Verwendung des Bodenaushubs.....	20
4.4.1 Wiederverwendung aus bodenmechanischer Sicht	20
4.4.2 Hinweise zum Abtransport von Bodenmassen.....	22
4.5 Baugrubensicherung.....	23
4.6 Gründungsart und Belastung des Baugrundes.....	24
4.7 Setzungsverhalten	27
5.0 Versickerung des anfallenden Regenwassers auf dem Baugelände	27
5.1 Grundlage zur Beurteilung.....	27
5.2 Bestimmung der Durchlässigkeit aus Laborversuchen	28
5.3 Beurteilung des Grundwasserflurabstandes	29
5.4 Fazit.....	30
5.5 Regenrückhaltebecken	31
5.5.1 Ausheben des RRB.....	31
5.5.2 Abdichtung des RRB	32
6.0 Baugrubenabnahme und Verdichtungsüberprüfung	33
7.0 Weitere Untersuchungen und Schlusswort	34

1.0 Einleitung

Die Stadt Rheine plant die Erschließung des Neubaugebietes Bebauungsplan Nr. 141 "Windmühlenstraße / Hopstener Straße" in 48429 Rheine.

Die OWS Ingenieurgeologen wurden von der Stadt Rheine beauftragt, Baugrunduntersuchungen im Bereich des Plangebietes durchzuführen und das vorliegende Baugrundgutachten auszuarbeiten. Auftragsgrundlage ist das Angebot A2503-7623 vom 17.03.2025 sowie das Schreiben der Stadt Rheine zur Auftragsvergabe mit Datum vom 14.04.2025.

Nach Mitteilung der Stadt Rheine ist für die untersuchte Fläche eine Bebauung mit Wohngebäuden (Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern) vorgesehen. Genauere Informationen zu den geplanten Gebäuden liegen derzeit nicht vor. Die OWS Ingenieurgeologen wurden daher von der Stadt Rheine beauftragt, zunächst Angaben zur allgemeinen Bebaubarkeit der untersuchten Fläche zu machen.

Angaben zu den geplanten Ausbauhöhen innerhalb des Plangebietes sind den derzeit vorliegenden Planunterlagen nicht zu entnehmen. Es wird daher zunächst davon ausgegangen, dass die natürlichen Geländehöhen in etwa beibehalten werden. Für die Errichtung nicht unterkellelter Gebäude wird zunächst angenommen, dass diese über Einzel- und Streifenfundamente gegründet werden, deren Gründungsebenen "UK Fundamente" frostfrei, jeweils ca. 1,0 m unter aktueller Geländeoberkante (GOK) liegen werden (vgl. Anl. 2.1 und 2.2). Die Gründungsebenen "UK Kellersohlen" von unterkellerten Baukörpern werden jeweils ca. 3,0 m unter aktueller GOK angenommen (vgl. Anl. 2.1 und 2.2).

Die angenommenen Gründungsebenen sind Grundlage der weiteren Ausführungen.

Konstruktionspläne und Angaben über ankommende Lasten liegen dem Gutachter nicht vor.

Im Plangebietsbereich soll das anfallende Niederschlags- bzw. Oberflächenwasser versickert werden. Zudem ist im nordöstlichen Plangebietsbereich ein Regenrückhaltebecken (RRB) geplant. Daher wurden die OWS Ingenieurgeologen beauftragt, Angaben zu den Grundwasserständen und zur Durchlässigkeit der anstehenden Böden hinsichtlich ihrer Versickerungsfähigkeit sowie zur Abdichtung des Regenrückhaltebeckens zu machen.

2.0 Untersuchungsumfang

Zur Erschließung der Baugrundverhältnisse und zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Baugrundes wurden am 13.05.2025 im Bereich der geplanten Erschließung insgesamt sechs Rammkernsondierbohrungen (RKS 1 bis RKS 6, Bohrungen RKS gem. DIN EN ISO 22475-1) und zwei mittelschwere Rammsondierungen (DPM 1 und DPM 2, Sonde DPM gem. DIN EN ISO 22476-2) niedergebracht.

Die Lage der Bodenaufschluss- bzw. Untersuchungspunkte 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 und 2.2 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 und der Humusgehalt mittels Glühverlustbestimmung gem. DIN 18128 ermittelt. Die Ergebnisse der Laborversuche sind als Anlagen 3 und 4 beigelegt.

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 Plangebiet liegt im Osten von Rheine, im Ortsteil Altenrheine, zwischen den Bestandsstraßen "Heinrich-Lübke-Straße" im Süden, "Windmühlenstraße" im Westen, "Hopstener Damm" im Norden und der "Hopstener Straße" im Osten, Gemarkung Rheine r.d.Ems, Flur 34, Flurstücke 28 bis 30.

Das Untersuchungsgelände liegt im Bereich einer aktuell noch landwirtschaftlich als Ackerland genutzten Fläche.

Das Baugelände steigt nach Süden an. Nach dem Höhennivellement der Sondieransatzpunkte liegt zwischen den Aufschlusspunkten eine max. Höhendifferenz von ca. 3,1 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 49,55 mNHN gewählt. Danach liegt das Gelände zwischen ca. 0,1 m und ca. 3,2 m tiefer als der Bezugspunkt.

3.2 Schichtenfolge

Nach den Daten der Geologischen Karte im Maßstab 1 : 100 000 des Internetauskunftssystems GEOportal.NRW, zur Verfügung gestellt vom Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen, ist im Bereich des Untersuchungsgrundstückes mit dem Auftreten von Fließerden des Oberpleistozäns, unterlagert von Kalkmergel der Oberkreide zu rechnen.

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

bis ca. 0,4/0,7 m unter GOK:

Plaggenesch

Anthropogen angedeckter humoser Oberboden.

Sand, humos, schwach schluffig bis schluffig, örtlich schwach steinig, erdfeucht und locker bis mitteldicht gelagert.

bis ca. 0,8/1,8 m unter GOK:
(nicht in RKS 1 angetroffen)

Fließerde (Oberpleistozän)

Fein- und Mittelsand in variierenden Zusammensetzungen, überwiegend schwach schluffig bis schluffig, örtlich schwach tonig, z. T. schwach steinig und teilweise schwach humos. Die Sande sind erdfeucht bis feucht und locker bis mitteldicht gelagert.

**bis zur max. Aufschlusstiefe
von ca. 1,4/3,2 m unter GOK:**

Kalkmergel, stark verwittert (Oberkreide)

Der Kalkmergel ist im oberen Abschnitt stark verwittert, erdfeucht bis feucht mit örtlichen Vernässungen und zunächst steifplastisch. Zur Tiefe hin nimmt der Verwitterungsgrad ab, die Schichten werden zunehmend erdfeucht bis trocken und halbfest.

Die Aufschlussbohrungen wurden bei Erreichen der maximalen Geräteauslastung und des dann fehlenden Bohrfortschritts im halbfesten Kalkmergel, der erfahrungsgemäß noch bis in größere Tiefen als veränderlich festes (Halb-)Festgestein ansteht, eingestellt.

3.3 Grundwasser

Grundwasser wurde bei den Baugrunduntersuchungen am 13.05.2025 bis zur jeweils erreichten Aufschlusstiefe nicht bzw. nur in Form örtlicher Vernässungen angetroffen.

Dabei handelt es sich um innerhalb der anstehenden, wenig durchlässigen Böden (Durchlässigkeitsbeiwerte von $k < 1 \cdot 10^{-04}$ m/s) aufgestauten Sicker- und Schichtwasser (Stauwasser), welches in bzw. nach niederschlagsreichen Witterungsverhältnissen nur stark zeitverzögert in den tieferen Untergrund versickert.

Nach anhaltenden, starken Niederschlägen kann sich das Stauwasser örtlich auch bis zur Geländeoberkante anstauen und dort zu vorübergehenden Vernässungen führen.

Hinweis:

Die Sondierungen konnten aufgrund des anstehenden Kalkmergels überwiegend nicht bis in die jeweilig angenommene Gründungsebene für unterkellerte Gebäude abgeteuft

werden. Daher kann zunächst nicht zweifelsfrei geklärt werden, ob bis zur Ausschachtungsebene mit dem Auftreten von Kluftgrundwasser innerhalb des Kalkmergels zu rechnen ist.

Generell ist das Auftreten von Kluftgrundwasser im gründungsrelevanten Tiefenbereich für unterkellerte Bauwerke nicht auszuschließen.

Ggf. kann vor Beginn der Erdarbeiten durch exemplarische Baggerschürfe unter guter Begleitung oder durch noch abzuteufende Großbohrungen (Kernbohrungen) festgestellt werden, ob Kluftgrundwasser durch das Ausheben der Baugruben für unterkellerte Gebäude angeschnitten wird.

Im nachfolgenden Text wird vorerst davon ausgegangen, dass durch die Baugruben kein Kluftgrundwasserleiter angeschnitten wird und somit nur das Schicht- bzw. Tageswasser abzuführen ist (vgl. Kap. 4.1).

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:

Bodenaustauschmaterial / Auffüllboden (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 ggf. erforderlichen bauzeitlichen Flächenfilters / Bodenaustausch- / 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.

Sand, locker gelagert

Raumgewicht (γ)	: 17,5-18,0 kN/m ³	unter Wasser	: 9,5-10,0 kN/m ³
Reibungswinkel (φ)	: 32,5-35,0 °	Kohäsion (c')	: 0 kN/m ²
Steifeziffer (E_s)	: 15-40 MN/m ²		

Sand, mitteldicht gelagert

Raumgewicht (γ)	: 18,0-18,5 kN/m ³	unter Wasser	: 10,0-10,5 kN/m ³
Reibungswinkel (φ)	: 35,0-37,5 °	Kohäsion (c')	: 0 kN/m ²
Steifeziffer (E_s)	: 40-60 MN/m ²		

Kalkmergel, stark verwittert, steifplastisch bis halbfest

Raumgewicht (γ)	: 19,5-20,5 kN/m ³	unter Wasser	: 9,5-10,5 kN/m ³
Reibungswinkel (φ)	: 25,0-30,0 °	Kohäsion (c')	: 15-30 kN/m ²
Steifeziffer (E_s)	: 20-40 MN/m ²		

Kalkmergel, schwach verwittert ¹⁾

Raumgewicht (γ)	: 20,5-23,5 kN/m ³		
Reibungswinkel (φ)	: 37,5-42,5 °	Kohäsion (c')	: 0-5 kN/m ²
Steifeziffer (E_s)	: 80-200 MN/m ²	(Werte mit der Tiefe zunehmend)	

¹⁾ nicht erbohrt, erfahrungsgemäß jedoch unterhalb der max. erreichten Aufschlusstiefe zu erwarten.

3.5 Bodenklassifikationen nach VOB- und DIN-Norm

3.5.1 Klassifikation nach ATV VOB C

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

Plaggenesch:	A (Mu)	Homogenbereich AO
Sand:	fS/mS/S, ...	Homogenbereich B1
Kalkmergel, stark verwittert:	KM, $\bar{v}$	Homogenbereich B2
Kalkmergel, schwach verwittert:	KM, v'	Homogenbereich X

Die Verteilung der o. g. Homogenbereiche ist in den Anlagen 2.1 und 2.2 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 5.1 bis 5.4 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:

Plaggenesch:	Bodenklasse:	1 ^{1) 2)}
	Bodengruppe:	A[OH/OU]
Sand:	Bodenklassen:	3, 4 ²⁾
	Bodengruppen:	SE/SU/SU*
Kalkmergel, stark verwittert:	Bodenklassen:	4, 5 ^{1) 2)}
	Bodengruppen:	SU*/ST*/GU*/GT*/TM/TA
Kalkmergel, schwach verwittert:	Bodenklassen:	6, 7 ^{3) 4)}
	Bodengruppe:	schwach verwitterter Fels (Zv)
ggf. eingelagerte Kalkstein-Härtlinge:	Bodenklassen:	6, 7 ^{3) 4)} (bei Volumina $\geq 0,01 \text{ m}^3$)

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⁾ nicht erbohrt, erfahrungsgemäß jedoch unterhalb der max. erreichten Aufschlusstiefe zu erwarten.

⁴⁾ die Unterscheidung Bodenklasse 6 und 7 erfolgt rein nach Klüftigkeit und Verwitterungszustand.

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 Frostempfindlichkeitsklassen F1 (nicht frostempfindlich) bis F3 (sehr frostempfindlich) zu stellen.

4.0 Bau- und Gründungstechnische Maßnahmen

4.1 Bauzeitliche Wasserhaltung

Während der Gründungsarbeiten ist das ggf. anfallende Sicker- und Schichtwasser bzw. nur das Tageswasser abzuführen.

Die in den angenommenen Gründungsebenen überwiegend anstehenden, bindigen und daher wasserempfindlichen Böden werden bei Niederschlägen verschlammen, sodass das örtlich empfohlene Bodenaustauschmaterial bzw. der Magerbeton (vgl. Kap. 4.3.2) sofort nach Freilegung eines Teilbereiches der Aushubebene einzubringen ist.

Zur Abführung des Niederschlags- und Sicker- bzw. Schichtwassers ist 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) in Verbindung mit dann entsprechend einzurichtenden Pumpensümpfen vorzuhalten.

In diesem Zusammenhang wird auf die empfohlene Baugrubenabnahme durch den Gutachter (vgl. Kap. 6.0) hingewiesen.

4.2 Schutz der Bauwerke vor Vernässung

Wie den Ausführungen in Kap. 3.3 zu entnehmen ist, ist ein HGW (Bemessungsgrundwasserstand im Sinne des Merkblatts BWK-M8 sowie der DIN 18533-1) nicht bestimmbar. Der Ansatz eines HHW (Bemessungshochwasserstand im Sinne des Merkblatts BWK-M8 sowie der DIN 18533-1) ist bei diesem Bauvorhaben nicht erforderlich, da das Plangebiet außerhalb festgesetzter Überschwemmungsgebiete liegt.

Bei den vorliegenden Baugrund- und Grundwasserverhältnissen binden künftige Gebäude 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 und bei Bauwerken mit Einbindetiefen von > 3 m mit einer hohen 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 bei Bauwerken mit Einbindetiefen von ≤ 3 m in der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E und bei Bauwerken mit Einbindetiefen von > 3 m in der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E erfolgen. Die allgemeinen Hinweise der DIN 18533 sind dabei zu beachten.

Alternativ zu den o. g. Abdichtungen können auch wasserundurchlässige Konstruktionen in WU-Beton gemäß der DAfStb-Richtlinie "Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)" erfolgen.

Die Bauwerksabdichtung ist gem. DIN 18533-1 über den Bemessungswasserstand zu führen. Ggf. geplante Lichtschächte sind in die Bauwerksabdichtung bzw. die WU-Konstruktion miteinzubeziehen und entsprechend zu entwässern.

Bei der Bemessung der Bodenplatten unterkellelter Bauwerke ist ein Wasserdruck von 15 kN/m^2 zu berücksichtigen, sofern keine Dränung zur Ausführung kommt. Bei Ausführung einer auf Dauer funktionsfähigen Dränung nach DIN 4095 entfällt der vorgenannte Wasserdruckansatz.

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 Plaggeneschs

Nach der Bodenkarte von NRW, Maßstab 1 : 50 000 des Internetauskunftssystems GEOportal.NRW, zur Verfügung gestellt vom Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen, handelt es sich bei dem humosen Oberboden um kultivierten Plaggenesch (Boden mit kulturgeschichtlicher Bedeutung). Gem. § 1 Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) sollen Beeinträchtigungen der Archivfunktion dieser Böden so weit wie möglich vermieden werden.

Bei baubedingten Eingriffen sind diese Böden gem. § 202 des Baugesetzbuch (BauGB) als besonders schutzwürdige Böden zu erhalten und fachgerecht auszuheben und zu lagern bzw. zu verwerten. Diese Böden stehen nach den vorliegenden Schichtenprofilen in Mächtigkeiten von ca. 0,4-0,7 m an (vgl. Anl. 2.1 und 2.2).

Zudem kann es in Böden mit hohen Humusanteilen besonders in den aeroben Bereichen oberhalb des Grundwassers durch den fortschreitenden Zersatz der organischen Bestandteile zu langfristigen Volumenverlusten und dadurch zu nicht kalkulierbaren, lastunabhängigen Langzeitsetzungen kommen. Diese Böden sind aus bodenmechanischer Sicht für eine Überbauung ungeeignet und daher zu Beginn der Erdarbeiten im Bereich von Lasteintragsflächen vollständig auszuheben.

Die darunter teilweise noch anstehenden, schwach humosen, aber unbelebten Mineralböden weisen durch die humosen Bestandteile zwar dunkle Färbungen auf, gehören

aber nicht zum belebten Oberboden. Diese Böden können aus bodenmechanischer Sicht im Untergrund verbleiben.

Es wird in diesem Zusammenhang auf die empfohlene gutachterliche Begleitung der Erd- und Gründungsarbeiten hingewiesen (vgl. Kap. 6.0).

4.3.2 Bauwerksgründung

Zur Beurteilung der allgemeinen Bebaubarkeit und der Tragfähigkeit des Untergrundes ist die gründungsrelevante Tiefe der Lasteintragsfläche maßgebend. Pläne oder Unterlagen für die geplante Bebauung liegen dem Gutachter nicht vor.

Unterkellerte Bauteile

Wie aus den Schichtenprofilen und den Rammdiagrammen auf den Anlagen 2.1 und 2.2 zu ersehen ist, liegt die jeweils angenommene Gründungsebene "UK Kellersohle" für unterkellerte Bauwerke überwiegend unterhalb der jeweils erreichten Aufschlusstiefen bzw. innerhalb des gut tragfähigen, mindestens halbfesten Kalkmergels. Besondere bodenverbessernde Maßnahmen, über den Einbau des ggf. erforderlichen bauzeitlichen Flächenfilters (vgl. Kap. 4.1) hinaus, sind daher im Regelfall nicht erforderlich.

Kommt für die unterkellerten Bauteile eine Plattengründung zur Ausführung, wird empfohlen, diese nach dem Einheitsbettungsmodulverfahren zu bemessen, Dabei werden die ankommenden Bauwerkslasten über die gesamte Fläche der bewehrten Gründungsplatte verteilt abgetragen.

Die Dimensionierung der Gründungsplatte kann dann unter Beachtung der ermittelten Baugrundverhältnisse und der zu erwartenden Bauwerkslasten, nach dem in Kap. 4.6 genannten Bettungsmodul erfolgen.

Nicht unterkellerte Bauteile:

Innerhalb bzw. unterhalb der jeweils angenommenen Gründungsebene "UK Fundamente" für nicht unterkellerte Bauteile stehen überwiegend Böden mit einem hohen Tongehalt an (steifplastischer, stark verwitterter Kalkmergel). In bzw. nach sehr trockenen, warmen Sommerperioden können diese Böden im Bereich der Fundamente örtlich tiefgründig austrocknen. Die Abnahme des Wassergehaltes führt dann bei ebendiesen tonhaltigen Böden i. d. R. zu einem gleichzeitigen Volumenschwund. Bedingt durch diesen Volumenschwund kommt es zu Hohlräumen innerhalb des Baugrundes bzw. zu lastunabhängigen Baugrundsetzungen (sog. Sommerfrost).

Witterungsbedingte Einflüsse auf das Schrumpf- und Quellverhalten tonhaltiger Böden sind erfahrungsgemäß bis in Tiefen von ca. 1,2 m unter GOK zu erwarten. Infolge von Wasserentzug durch Bäume und Sträucher oder durch drainierende Wirkungen nahe liegender, durchlässig verfüllter Rohrleitungsgräben o. ä. können aber auch in größeren Tiefen noch vergleichbare Schrumpfungerscheinungen auftreten.

Zur Vermeidung von lastunabhängigen Schrumpfungssetzungen und zur Gewährleistung einer einheitlichen Gründung und eines einheitlichen Trag- und Setzungsverhaltens des Baugrundes wird daher empfohlen, die Gründung der Fundamente bis in den mindestens halbfesten Kalkmergel, welcher ausreichend tragfähig und nicht mehr schrumpfungsgefährdet ist tieferzuführen. Für die Tieferführung der Fundamente ist vorzugsweise Magerbeton, als sogen. Pfeilergründung, zu verwenden.

Folgendes ist dabei zu beachten:

Die anstehenden Böden sind im Bereich der Fundamente bis auf den ausreichend tragfähigen und nicht mehr sommerfrostgefährdeten, halbfesten Kalkmergel auszuheben und durch die vorgenannten Magerbetonsockel in der Breite der jeweiligen Fundamente, d. h. ohne seitlichen Überstand, zu ersetzen. Die Absetztiefe liegt dabei voraussichtlich zwischen ca. 1,2 m und ca. 2,0 m unter GOK. Die tatsächlich erforderliche Absetztiefe der Betonsockel kann über die Fläche aber variieren und ist daher vor Ort im

Rahmen der Aushubarbeiten zu ermitteln. In diesem Zusammenhang wird auf die empfohlene Begleitung der Erd- und Gründungsarbeiten durch den Gutachter hingewiesen (vgl. Kap. 6.0).

Die Aushubgräben für die Magerbetonsockel sind besonders in den oberflächennah überwiegend angetroffenen sandigen Böden nur kurzzeitig standsicher und dürfen gem. DIN 4124 bei Tiefen $\geq 1,25$ m nicht betreten werden. Die Verfüllung mit Magerbeton hat daher unmittelbar nach Freilegung eines Fundamentschachtes zu erfolgen. Dies ist bei der Ausführung der Aushubarbeiten und der Bereitstellung des Magerbetons zu berücksichtigen.

Alternativ zum Magerbeton kann als Bodenersatzmaterial auch Kiessand 0/32 oder HKS-Schotter 0/45-0/56 bzw. raumbeständiges und umweltverträgliches Recycling-Material verwendet werden. Das Bodenaustauschmaterial ist dann in einer Lage einzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf 100 % der Proctordichte zu verdichten. Beim Bodenersatz durch Lockergesteinsmaterial ist ein seitlicher Überstand unter einem Druckausbreitungswinkel von 45° unter den Fundamenten einzuhalten.

Bodenauffüllungen:

Bei den angenommenen Höhen wird nach Entfernung des humosen Plaggeneschs bei nicht unterkellelter Babauung zum Erreichen der Planhöhe "UK Gebäudesohle" noch eine entsprechende Bodenauffüllung erforderlich werden. Für die Bodenauffüllung ist dann nichtbindiges, verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial (z. B. Füllsand, vgl. Kap. 3.4) lagenweise, in Schüttstärken bis max. 0,3 m, aufzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf mind. 100 % der Proctordichte zu verdichten. Die erreichte Verdichtung ist über das gesamte Auffüllungsprofil nachzuweisen.

Teilunterkellerung:

Bei teilunterkellerten Gebäuden sind die Fundamente des nicht unterkellerten Bauteils an der Grenze zum unterkellerten Bauteil in einem Winkel von 30° abzutreten bzw. soweit tieferzuführen, dass der Winkel zwischen den Fundamentunterkanten nicht mehr als 30° beträgt.

Auf eine Abtreppung der Fundamente kann verzichtet werden, wenn die Kelleraußenwände so bemessen werden, dass sie den Lasteintrag durch die höher liegenden Fundamente des nicht unterkellerten Bauteils aufnehmen können.

Ausbildung der Gebäudesohlen bei nicht unterkellerten Bauteilen:

Es wird davon ausgegangen, dass die Gebäudesohlen nicht unterkellerten Bauteile vom Tragwerksplaner als elastisch gebettete Sohlplatte gerechnet und entsprechend konstruktiv bewehrt werden. Da die Gebäudesohlen dann nur die (geringen) Verkehrslasten aufnehmen, ist für die Bettung der Sohlen, über die vorgenannte Bodenauffüllung bzw. den ggf. erforderlichen bauzeitlichen Flächenfilter hinaus, keine weitere bodenverbessernde Maßnahme erforderlich.

Sollten seitens des Tragwerksplaners jedoch höhere Anforderungen an den Baugrund unterhalb der Gebäudesohle gestellt werden, so ist der Gutachter umgehend zu benachrichtigen, um die Dimensionierung dann erforderlicher Tragschichten zu erarbeiten.

4.3.3 Angaben zum Erdplanum / zu Abtragsplanen

Die in den Aushubebenen anstehenden Böden sind überwiegend als bindige, gemischtkörnige Lockergesteinsböden 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 ungünstig hohen Bodenwassergehalten zu einem Porenwasserüberdruck und dann zu Aufweichungen, dem sog. "Matratzeneffekt" 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 ggf. erforderlichen 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

4.4.1 Wiederverwendung aus bodenmechanischer Sicht

Der beim Aushub anfallende humose Plaggenesch ist aus bodenmechanischer Sicht als Füllmaterial im Bereich der Arbeitsräume nicht geeignet und kann daher nur in Bereichen, in denen Sackungen toleriert werden können (z. B. Grünflächen) oberflächennah angedeckt werden.

Die örtlich angetroffen nichtbindigen Sande ohne bzw. mit nur geringen Feinkornanteilen sind im erdfeuchten bis feuchten Zustand wiedereinbau- und verdichtungsfähig und können dann zur Verfüllung der Arbeitsräume wiederverwendet werden.

Die bindig-gemischtkörnigen Sande sowie der bindige Kalkmergel sind zur Verfüllung der Arbeitsräume nur bedingt geeignet.

Bindige Böden bzw. Gemische aus Sand und Lehm 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 ein frostsicherer Unterbau erforderlich ist, z. B. Straßen, 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 Kiessande 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. 6.0).

Nicht verdichtungsfähiger bzw. ungeeigneter und überschüssiger Boden ist abzufahren.

4.4.2 Hinweise zum Abtransport von Bodenmassen

Bei den geplanten Erd- und Gründungsarbeiten werden Bodenmassen verdrängt bzw. es fallen Böden an, deren Wiedereinbau vor Ort nicht möglich ist und die daher einer abfallrechtlich geeigneten Entsorgung/Verwertung zuzuführen sind.

Um die Böden nach den Materialklassen der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) bzw. nach den Deponieklassen der Deponieverordnung (DepV) zu bewerten, wären noch entsprechende Deklarationsanalysen erforderlich.

Chemische Deklarationsanalysen sind an repräsentativen Bodenmischproben vorzunehmen. Vorzugsweise werden diese aus entsprechenden Haufwerken im Rahmen der Erdarbeiten entnommen und nachfolgend analysiert. In diesem Zusammenhang wird die gutachterliche Begleitung der Erd- und Gründungsarbeiten empfohlen (vgl. Kap. 6.0).

Sollten bereits vorab für Ausschreibungszwecke Deklarationsanalysen erforderlich werden, so können diese – wenn ausreichend Probematerial zur Verfügung steht – ggf. auch an bereits für die Baugrunderkundung entnommen Bodenproben vorgenommen werden. Hierzu wäre dann mit dem Gutachter Rücksprache zu halten. Die entnommenen Bodenproben werden bis drei Monate nach Vorlage des Baugrundgutachtens zurückgestellt (vgl. Kap. 2.0).

4.5 Baugrubensicherung

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

Bei tieferen Erdausschachtungen können die Baugrubenwände aus bodenmechanischer Sicht gem. DIN 4124 im Schutze der ggf. erforderlichen bauzeitlichen Wasserhaltung (vgl. Kap. 4.1) in nichtbindigen Böden bis 45° und in bindigen Böden von mind. steifplastischer Konsistenz bis 60° abgeböschte 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.

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 halbfesten bis festen Böden sind beim Einbringen von Verbau-elementen ggf. entsprechende Einbringhilfen (Vorbohren oder ähnliches) vorzusehen.

Zum Schutze ggf. angrenzender Bebauungen sind Verbauten erschütterungsarm einzubringen. Beim Einbringen von Verbau-elementen bzw. bei der Auswahl der hierfür eingesetzten Gerätschaften und Verfahren sind dann – neben den hier beschriebenen Boden- und Grundwasserverhältnissen – die Angaben der DIN 4150-3 (Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen) sowie die jeweiligen verfahrenstypischen Normierungen und Richtlinien zu beachten.

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.

Nicht unterkellerte Bauwerke:

Unter der Voraussetzung, dass die Fundamente bis in den halbfesten Kalkmergel tiefergeführt werden (vgl. Kap. 4.3.2) und unter Beachtung einer rechnerischen Setzungsbegrenzung auf $s_g = 2,0$ 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]:	301	308	322	343	364	378	399	420
Zul. Sohldruck $\sigma_{zul.}$ [kN/m²]:	215	220	230	245	260	270	285	300
Gesamtsetzungen s_g [cm]:	0,5	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8
Bettungsmodul k_s [MN/m³]:	43,0	36,7	28,8	24,5	23,6	20,8	19,0	16,7

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]:	420	448	483	595	567	504	448	413
Zul. Sohldruck $\sigma_{zul.}$ [kN/m²]:	300	320	345	425	405	360	320	295
Gesamtsetzungen s_g [cm]:	0,4	0,8	1,2	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0
Bettungsmodul k_s [MN/m³]:	75,0	40,0	28,8	23,6	20,3	18,0	16,0	14,8

Zwischenwerte können bei den Belastungstabellen jeweils linear interpoliert werden.

Bei Rechteckfundamenten mit gedrunenem Grundriss (Seitenverhältnisse $a/b \leq 1,5$) ist die jeweils schmalere Fundamentseite als Fundamentbreite b der o. g. Tabelle maßgebend.

Bei schräg außermittig resultierenden Lasteinwirkungen sind die rechnerischen Ersatzflächen ($A' = a' \cdot b'$), die sich aus der Exzentrizität des Lastangriffpunktes nach DIN 4017 ergeben, für den Ansatz der zulässigen Sohldrücke gem. o. g. Belastungstabelle 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).

Unterkellerte Bauwerke:

Für die Bemessung einer Plattengründung nach dem einfachen Bettungsmodulverfahren ist unter Voraussetzung einer an der Plattenunterkante annähernd gleichmäßig verteilten Sohldruckspannung ein Einheitsbettungsmodul von $k_s = 22 \text{ MN/m}^3$ 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 $s_g = 2,0 \text{ cm}$, zur Dimensionierung der Platte im Bereich der ankommenden Lasten die u. g. zulässigen Einzel- und Streifenlasten anzusetzen.

Streifenlasten:

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]:	329	364	385	441	490	539	588	630
Zul. Sohldruck σ_{zul} [kN/m²]:	235	260	275	315	350	385	420	450
Gesamtsetzungen s_g [cm]:	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8
Bettungsmodul k_s [MN/m³]:	58,8	52,0	45,8	39,4	35,0	29,6	26,3	25,0

Einzellasten (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]:	484	581	665	749	826	728	644	581
Zul. Sohldruck σ_{zul} [kN/m²]:	346	415	475	535	590	520	460	415
Gesamtsetzungen s_g [cm]:	0,3	0,7	1,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0
Bettungsmodul k_s [MN/m³]:	115	59,3	47,5	35,7	29,5	26,0	23,0	20,8

Zwischenwerte können bei den Belastungstabellen jeweils linear interpoliert werden.

4.7 Setzungsverhalten

Die durch die Bauwerkslasten bedingten Setzungen werden bei den vorgenannten Belastungen rechnerisch $s_g = 2,0$ 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 Sohl-
druckspannung näherungsweise aus der Winkler'schen Funktion $k_s = \sigma/s_g$ bzw. nach entsprechender Umstellung aus $s_g = \sigma/k_s$.

5.0 Versickerung des anfallenden Regenwassers auf dem Baugelände

5.1 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 $k = 1 \cdot 10^{-03}$ m/s bis $k = 1 \cdot 10^{-06}$ 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.

Im Plangebiet ist der Neubau eines Regenrückhaltebeckens und einer dazugehörigen Versickerungsfläche geplant. Im Plangebiet wurden Rammkernsondierungen abgeteuft und gestörte Bodenproben entnommen.

5.2 Bestimmung der Durchlässigkeit aus Laborversuchen

An zehn 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 3.1 bis 3.10 beigefügt.

Anhand der Körnungslinien wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte der untersuchten Böden rechnerisch nach den Methoden von BEYER, USBR und CHITRA ET AL ermittelt.

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

Tabelle 1: Ermittelte k-Werte aus Körnungslinien

Bohrung	Entnahmetiefe [von-bis m u. GOK]	Schicht	k-Werte [m/s]	Methode
RKS 1	0,4 - 1,2	Kalkmergel	$3,1 \cdot 10^{-08}$	CHITRA ET AL
RKS 2	0,7 - 1,0	Sand	$6,2 \cdot 10^{-06}$	USBR
RKS 2	1,0 - 1,5	Kalkmergel	$1,6 \cdot 10^{-09}$	CHITRA ET AL
RKS 4	0,7 - 1,1	Sand	$5,1 \cdot 10^{-05}$	BEYER
RKS 4	1,6 - 2,5	Kalkmergel	$9,9 \cdot 10^{-10}$	CHITRA ET AL
RKS 5	0,7 - 1,2	Sand	$2,4 \cdot 10^{-05}$	USBR
RKS 5	1,2 - 1,8	Sand	$9,2 \cdot 10^{-07}$	USBR
RKS 6	0,7 - 1,0	Sand	$4,9 \cdot 10^{-05}$	BEYER
RKS 6	1,0 - 1,7	Kalkmergel	$6,0 \cdot 10^{-09}$	CHITRA ET AL
RKS 6	1,9 - 2,4	Kalkmergel	$3,4 \cdot 10^{-09}$	CHITRA ET AL

Nach den Ergebnissen der k-Wert-Bestimmungen weisen die oberflächennah zunächst anstehenden Sande gem. DWA Regelwerk Durchlässigkeitsbeiwerte von ca.

$k = 9,2 \cdot 10^{-07} \text{ m/s}$ bis ca. $k = 5,1 \cdot 10^{-05} \text{ m/s}$ auf. Die Sande sind demnach überwiegend als "durchlässig" bis örtlich "schwach durchlässig" gemäß DIN 18130 einzustufen.

Der unterlagernde verwitterte Kalkmergel ist mit k-Werten von ca. $k = 9,9 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$ bis ca. $k = 3,1 \cdot 10^{-08} \text{ m/s}$ nach den o. g. Ergebnissen als "schwach durchlässig" bis überwiegend "sehr schwach durchlässig" gemäß DIN 18130 zu bewerten.

5.3 Beurteilung des Grundwasserflurabstandes

Der Grundwasserflurabstand meint in diesem Fall den zur Verfügung stehenden Sicker-
raum zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und dem mittleren höchsten Grund-
wasserstand. 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 am 13.05.2025 bis zur jeweils
maximal erreichten Aufschlusstiefe nicht bzw. nur in Form örtlicher Vernässungen ange-
troffen (vgl. Kap. 3.3). Ein mittlerer höchster Grundwasserstand ist somit nicht bestimm-
bar.

Bei den anstehenden, mit Durchlässigkeitsbeiwerten von $k < 1 \cdot 10^{-04} \text{ m/s}$ geringer
durchlässigen Böden ist allerdings in niederschlagsreichen Zeiten bzw. nach anhalten-
den starken Niederschlägen mit lokalen Vernässungen durch temporär aufgestauten
Hang-, Sicker- und Schichtwasser zu rechnen. Der Sickerwasseraufstau kann dann ört-
lich bis zur Geländeoberkante reichen und dort zu vorübergehenden Vernässungen füh-
ren.

5.4 Fazit

Die im oberen Profilabschnitt anstehenden Sande sind gemäß der k-Wert-Bestimmung überwiegend ausreichend durchlässig. Die im Labor ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen weitestgehend innerhalb des nach DWA-Regelwerk zulässigen Bereichs von $k = 1 \cdot 10^{-03} \text{ m/s}$ bis $k = 1 \cdot 10^{-06} \text{ m/s}$. Nur örtlich, im Übergangsbereich zum unterlagernden Kalkmergel (vgl. RKS 5 in Anl. 2.1), wird der Grenzwert von $k = 1 \cdot 10^{-06} \text{ m/s}$ knapp unterschritten. Unterhalb der Sande steht dann bis zur maximalen Aufschlusstiefe stark bindiger und nur schwach bis sehr schwach durchlässiger, verwitterter Kalkmergel an. Die in Laborversuchen ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen außerhalb des vorgenannten zulässigen Wertebereiches.

Eine vollständige Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswassers innerhalb der Sande wird nicht empfohlen, da die noch ausreichend durchlässigen Sande keine ausreichende Schichtdicke besitzen und demnach kein ausreichender Sickerraum zur Verfügung steht.

Die für den Kalkmergel im Labor ermittelten Durchlässigkeiten liegen deutlich außerhalb des nach DWA-Regelwerk zulässigen Bereiches. Eine vollständige Versickerung innerhalb des Kalkmergels ist gem. DWA-Regelwerk daher nicht möglich.

Soll dennoch eine Versickerungsanlage vorgesehen werden, ist diese dann als Teilversickerungsanlage im Sinne einer Regenrückhaltung mit Anschluss an eine Vorflut (Notüberlauf bzw. gedrosselter Abfluss ins Kanalsystem oder ein Gewässer) auszubilden. Des Weiteren ist dann zu beachten, dass die zulässigen Einstauzeiten gem. DWA-Regelwerk deutlich überschritten werden. Dies führt i. d. R. zu einem erhöhten Wartungsaufwand. Bei Ausführung einer Versickerungsanlage ohne Notüberlauf kann es in niederschlagsreichen Zeiten ggf. auch zu einem Überlauf der Versickerungsanlage, d. h. Wassereinstau über die Versickerungsanlage hinaus, kommen. Des Weiteren sind

die Mindestabstände von Versickerungsanlagen zu benachbarten Gebäuden gem. DWA-Regelwerk zu beachten.

Bei der Dimensionierung und Gestaltung von Versickerungsanlagen sind grundsätzlich die Angaben des DWA-Regelwerks, Arbeitsblatt A 138, zu beachten.

5.5 Regenrückhaltebecken

Im nordöstlichen Bereich des Plangebiets ist ein Regenrückhaltebecken (RRB) geplant. Genaue Angaben über die Ausbildung des Beckens (Aushub- bzw. Sohltiefe, Fassungsvermögen, Einstauhöhe etc.) liegen derzeit noch nicht vor.

5.5.1 Ausheben des RRB

Der Erdaushub für das RRB erfolgt oberhalb des Grundwassers in den im oberen Profilabschnitt anstehenden, nicht bindigen bis bindig-gemischtkörnigen Sanden über bindigem Kalkmergel.

In den zunächst anstehenden überwiegend sandigen Böden sind die Randböschungen als Unterwasserböschungen gem. DVWK und gem. DWA-M 176 in offenen Erdbecken generell mit einer Neigung von 1 : 3 oder flacher auszuführen.

Die Aushubsande können seitlich zwischengelagert und im erdfeuchten Zustand als Füllboden oder zur Geländemodellierung außerhalb der Beckenbereiche wiedereingebaut werden (vgl. Kap. 4.4.1).

Sollten in der Aushubebene für die Beckensohle bereits bindige Böden angetroffen werden bzw. liegt die Aushubtiefe bereits im bindigen Kalkmergel, so sind diese Böden

empfindlich gegenüber Niederschlagseinwirkung oder Sickerwasserzutritten und neigen zur Verschlammung und Aufweichung. Eine Befahrbarkeit dieser Böden ist dann nicht mehr gewährleistet. Im Bedarfsfall sind ausreichend dimensionierte Baustraßen bzw. Bewegungsflächen anzulegen.

Das Becken liegt gem. Lageplan im tiefsten, nordöstlichen Untersuchungsbereich. In diesem hangabwärts gelegenen Abschnitt ist beim Bodenaushub mit dem Austreten von Hangsicker- oder Schichtenwasser zu rechnen.

5.5.2 Abdichtung des RRB

Ob eine Sohlabdichtung erforderlich wird oder das Becken als Teilversickerungsbecken ohne Abdichtung ausgeführt werden kann, ist abhängig von der Aushubtiefe, den geologischen/hydro-geologischen Bedingungen sowie der Genehmigung der zuständigen Behörden.

Es sollte generell eine direkte Beeinflussung zwischen eingeleitetem Regenwasser und Grundwasser vermieden werden, indem der anstehende Boden eine natürliche Abdichtung ($k < 1 \times 10^{-08} \text{ m/s}$) darstellt oder ein ausreichender Sickerraum ($> 1 \text{ m}$) zwischen der Beckensohle und dem Grundwasser vorhanden ist.

Grundwasser wurde bei den Baugrunderkundungen im Bereich des RRB (vgl. RKS 5 in Anl. 2.1) nicht bzw. nur in Form örtlicher Vernässungen angetroffen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung stehen unterhalb des humosen Plaggeneschs zunächst Fließerden (Gemische aus Sand, schwach steinig, mit wechselnden Schluff- und Tonanteilen) bis ca. 1,8 m unter GOK an. Darunter folgt dann verwitterter Kalkmergel.

Die Durchlässigkeit der im Bereich des RRB anstehenden Sande wurde anhand der Korngrößenverteilung in den Anlagen 3.6 und 3.7 ermittelt. Die im Labor aus Sieblinien ermittelten k-Werte liegen demnach zwischen ca. $k = 9,2 \cdot 10^{-07}$ m/s und ca. $k = 2,4 \cdot 10^{-05}$ m/s.

Der unterlagernde, verwitterte Kalkmergel weist Durchlässigkeitsbeiwerte von ca. $k = 9,9 \cdot 10^{-10}$ m/s bis ca. $k = 3,1 \cdot 10^{-08}$ m/s auf.

Wird für die Beckenränder und die Beckensohle eine mineralische Abdichtung eingebaut, so ist hierfür ein Dichtungston oder Bentonit bzw. ein vergleichbarer Baustoff mit Durchlässigkeiten von $k < 1 \cdot 10^{-08}$ m/s zu verwenden. Das bindige Dichtungsmaterial ist in Lagenstärken bis max. 0,3 m einzubauen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf mind. 95 % der Proctordichte zu verdichten. Alternativ kann auch eine Folienabdichtung ausgeführt werden.

Um in bzw. nach stärkeren oder längeren Niederschlägen einen Wassereinstau über das Becken hinaus zu verhindern, wird zudem empfohlen, einen Überlauf zu installieren. Das Überlaufwasser könnte dann ggf. gedrosselt in einen Vorflutgraben bzw. in die entsprechende Kanalisation eingeleitet werden.

6.0 Baugrubenabnahme und Verdichtungsüberprüfung

Nach Freilegung der Abtragsplanien / Gründungssohlen bzw. während der Ausschachtungsarbeiten ist der Gutachter gem. DIN EN 1997-1, 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.

Nach Fertigstellung von Bodenaustausch- bzw. Bodenauffüll- und Verdichtungsarbeiten ist gem. DIN EN 1997-1, Abschnitt 5.3.4, eine Überprüfung der erreichten Verdichtung durch den Gutachter erforderlich.

7.0 Weitere Untersuchungen und Schlusswort

Die vorgenannten Ausführungen beziehen sich auf die Ergebnisse der über die gesamte Fläche des Plangebiets statistisch verteilten Bohrungen. Abweichungen der Baugrundverhältnisse zwischen den einzelnen Bodenaufschlusspunkten von den im vorliegenden Gutachten beschriebenen Verhältnissen lassen sich aufgrund der geringen Anzahl im Verhältnis zur Untersuchungsfläche und den Abständen zwischen den Bodenaufschlüssen nicht ausschließen. In diesem Zusammenhang wird auf die Anforderungen der DIN EN 1997-2, Abschnitt 2.4.1.3 (Lage und Tiefe der Untersuchungspunkte), und der DIN EN 1997-1, Abschnitt 4.3 (Kontrolle der Baugrundverhältnisse), hingewiesen.

Für die künftige Bebauung wird daher empfohlen, am jeweiligen Standort der geplanten Gebäude ergänzende Baugrunduntersuchungen durchzuführen und dann jeweils ein Objektbezogenes Baugrundgutachten auszuarbeiten.

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

Nach der Erdbebenzonenkarte der DIN EN 1998-1/NA liegt das Plangebiet in keiner Erdbebenzone.

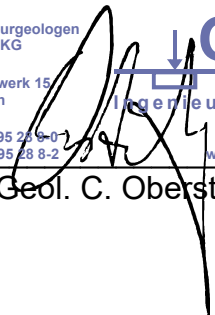
Dem Gutachter liegen keine Informationen über bergbauliche Tätigkeiten im Baugebiet vor.

Nach den anstehenden Baugrund- und Grundwasserverhältnissen ergibt sich zunächst eine Einstufung für künftige Bauvorhaben 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 30. Mai 2025

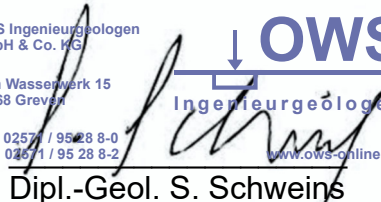
OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG
Zum Wasserwerk 15
48268 Greven
Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2
www.ows-online.de



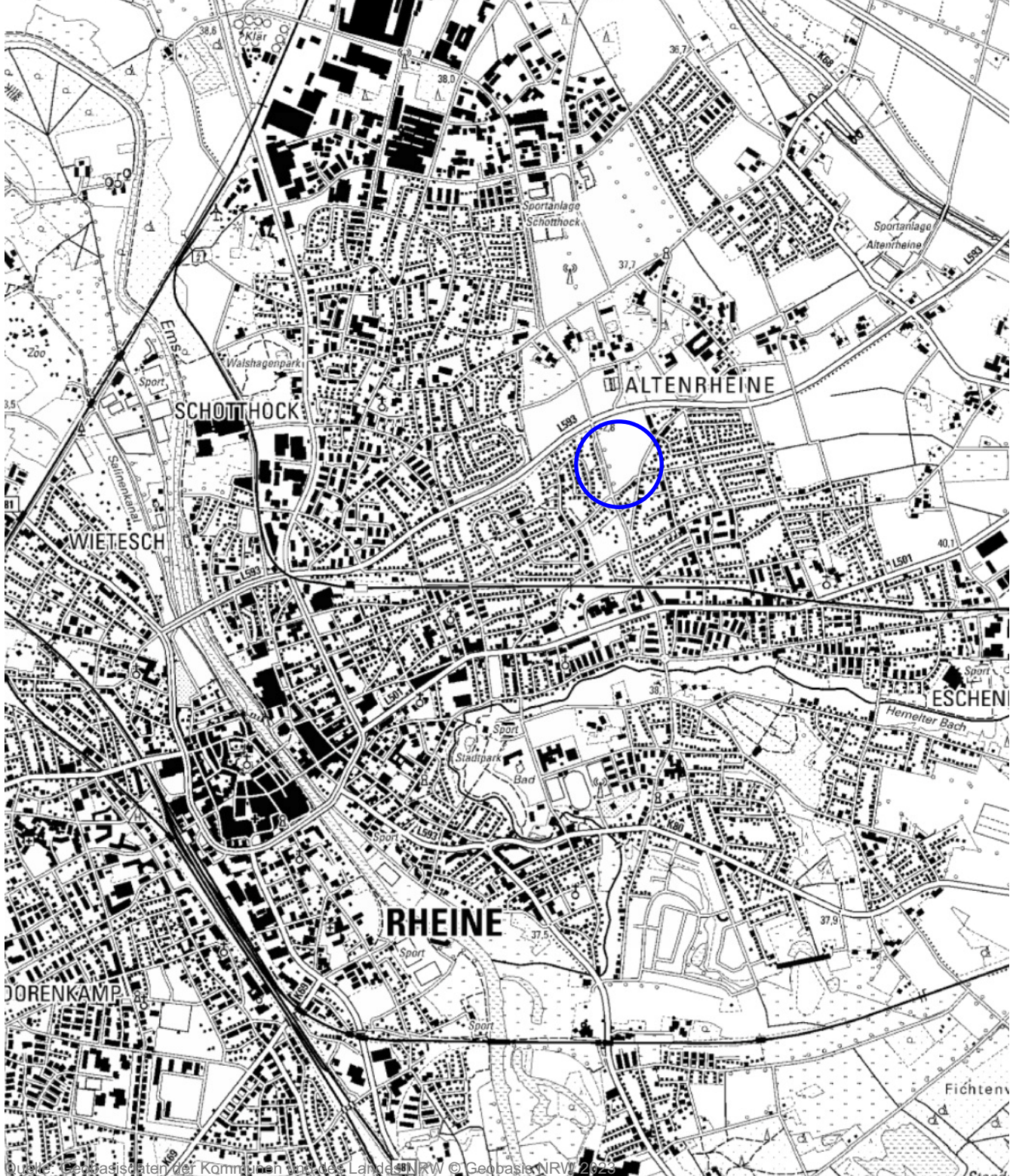
Dipl.-Geol. C. Oberste-Wilms



OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG
Zum Wasserwerk 15
48268 Greven
Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2
www.ows-online.de



Dipl.-Geol. S. Schweins



Quelle: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2023

Quelle: Geofachdaten © NLStBV 2023 - Geobasisdaten ©  LGLN 2023

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

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

 **OWS**
Ingenieurgeologen

Projekt: **Bebauungsplan Nr. 141**
Windmühlenstraße / Hopstener Straße
in 48429 Rheine

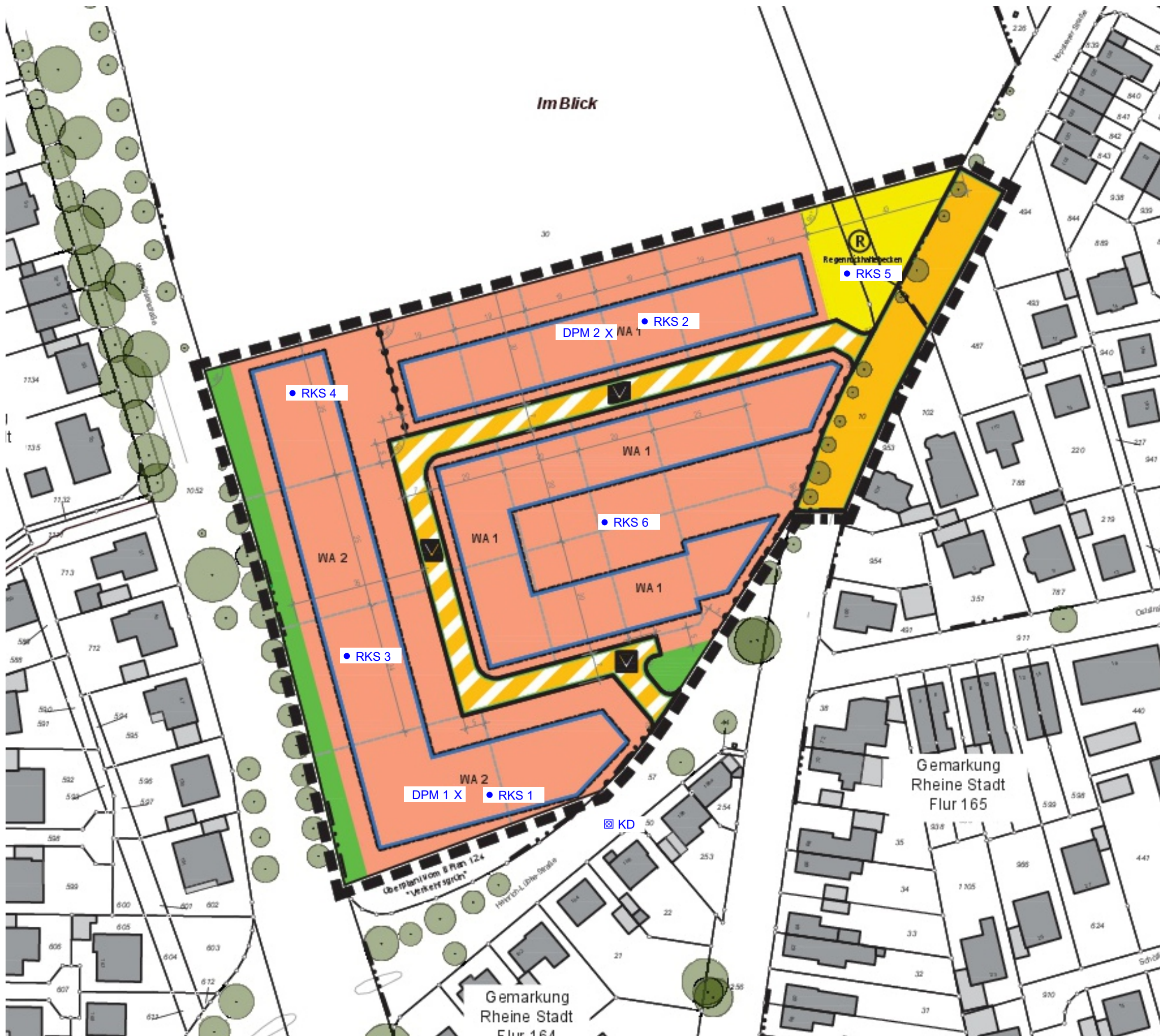
Planinhalt: **Übersicht**

Projekt-Nr.: **2504-7571**

Maßstab: **1 : 25 000**

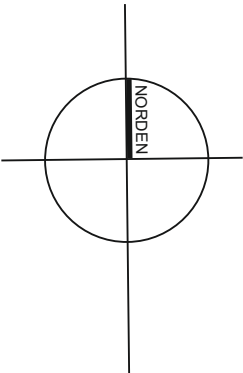
Datum: **13.05.2025**

Anlage: **1.1**



Legende

- RKS 1 Rammkernsondierbohrung
DN 36/50 EN ISO 22475-1
- X DPM 1 Mittelschwere Rammsondierung
gem. EN ISO 22476-2
- ☒ KD Kanaldeckel 49,55 mNHN
als Bezugspunkt für das
Höhennivellement



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

OWS
Ingenieurgeologen

Projekt: Bebauungsplan Nr. 141
Windmühlenstraße / Hopstener Straße
in 48429 Rheine

Planinhalt: Lage der Bodenaufschlusspunkte
RKS 1 - RKS 6 und DPM 1, DPM 2

Projekt-Nr.: 2504-7571 **Maßstab:** 1 : 1000

Datum: 13.05.2025 **Anlage:** 1.2

Legende

Konsistenzen und Bodenarten

halbfest		Sand (S)
steif		Feinsand (fS)
		Hum. Oberboden (Mu)
		Auffüllung (A)
		Kalkmergel (KM)

Abkürzungen

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

BZP = Kanaldeckel mit 49,55 mNHN
(vgl. Anlage 1.2)

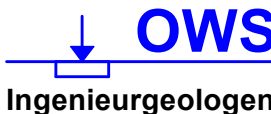
KBF = Kein Bohrfortschritt möglich

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: **Bebauungsplan Nr. 141**
Windmühlenstraße / Hopstener Straße
in 48429 Rheine

Planinhalt: **Schichtenprofile RKS 2 , RKS 4, RKS 5**
Rammdiagramm DPM 2

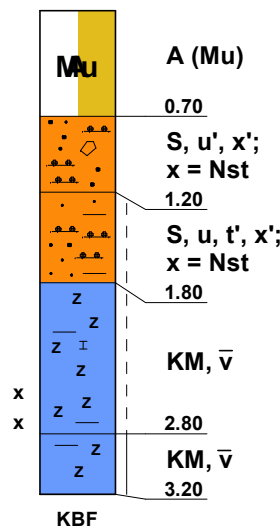
Projekt-Nr.: 2504-7571 Maßstab: 1 : 50

Datum: 13.05.2025 Anlage: 2.1

RRB

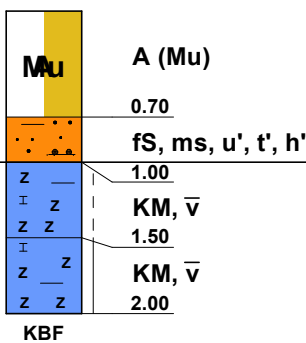
RKS 5

46,31 mNHN



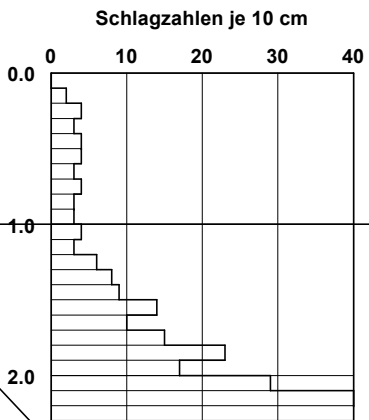
RKS 2

46,75 mNHN



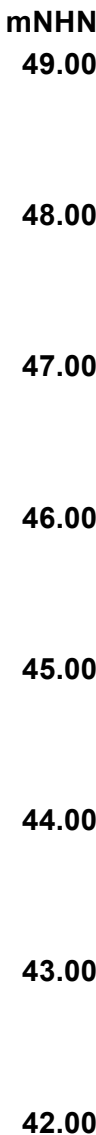
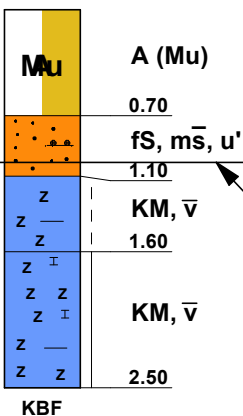
DPM 2

46,75 mNHN



RKS 4

47,01 mNHN



Angenommene Gründungsebene "UK Fundamente" bei ca. 1,0 m unter GOK

Angenommene Gründungsebene "UK Kellersohle" bei ca. 3,0 m unter GOK

Homogenbereiche

Plaggenesch:	A (Mu)	Homogenbereich AO
Sand:	fS/mS/S, ...	Homogenbereich B1
Kalkmergel, stark verwittert:	KM, v̄	Homogenbereich B2
Kalkmergel, schwach verwittert:	Km, v'	Homogenbereich X

Legende

Konsistenzen und Bodenarten

halbfest		Feinsand (fS)
steif - halbfest		Hum. Oberboden (Mu)
steif		Auffüllung (A)
		Kalkmergel (KM)

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

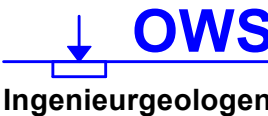
BZP = Kanaldeckel mit 49,55 mNHN
(vgl. Anlage 1.2)
KBF = Kein Bohrfortschritt möglich

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

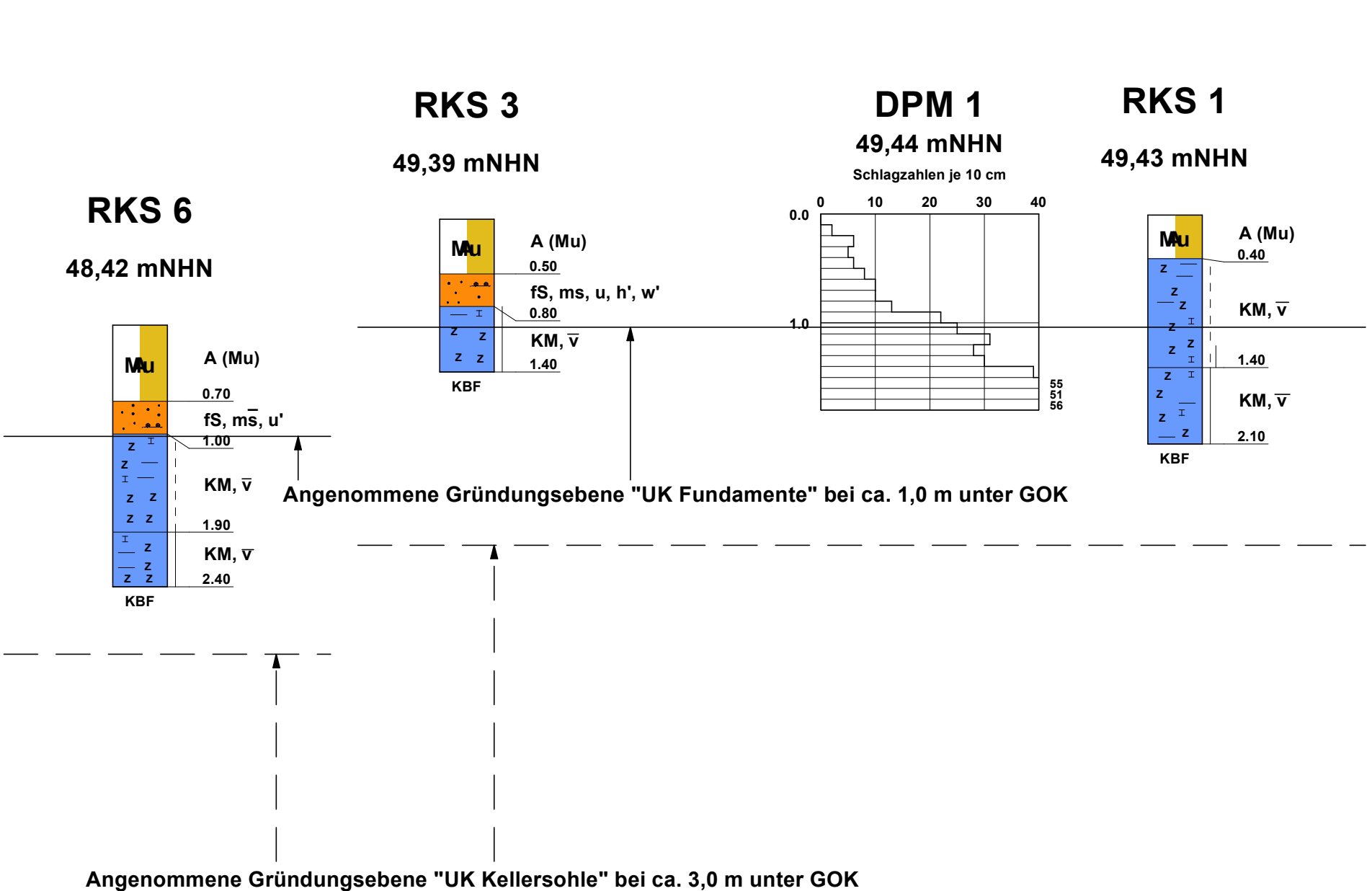


Projekt: **Bebauungsplan Nr. 141**
Windmühlenstraße / Hopstener Straße
in 48429 Rheine

Planinhalt: **Schichtenprofile RKS 1 , RKS 3, RKS 6**
Rammdiagramm DPM 1

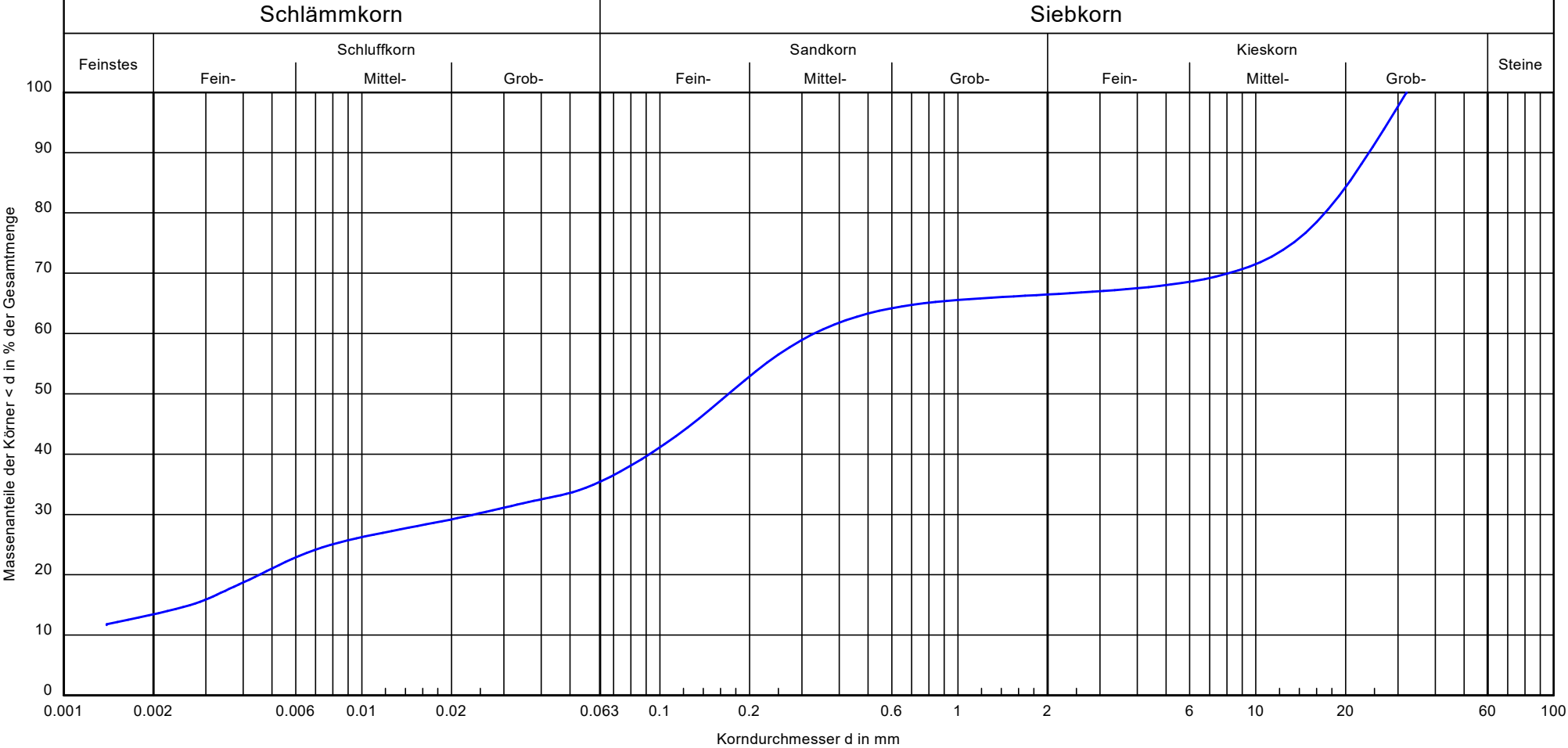
Projekt-Nr.: 2504-7571 Maßstab: 1 : 50

Datum: 13.05.2025 Anlage: 2.2

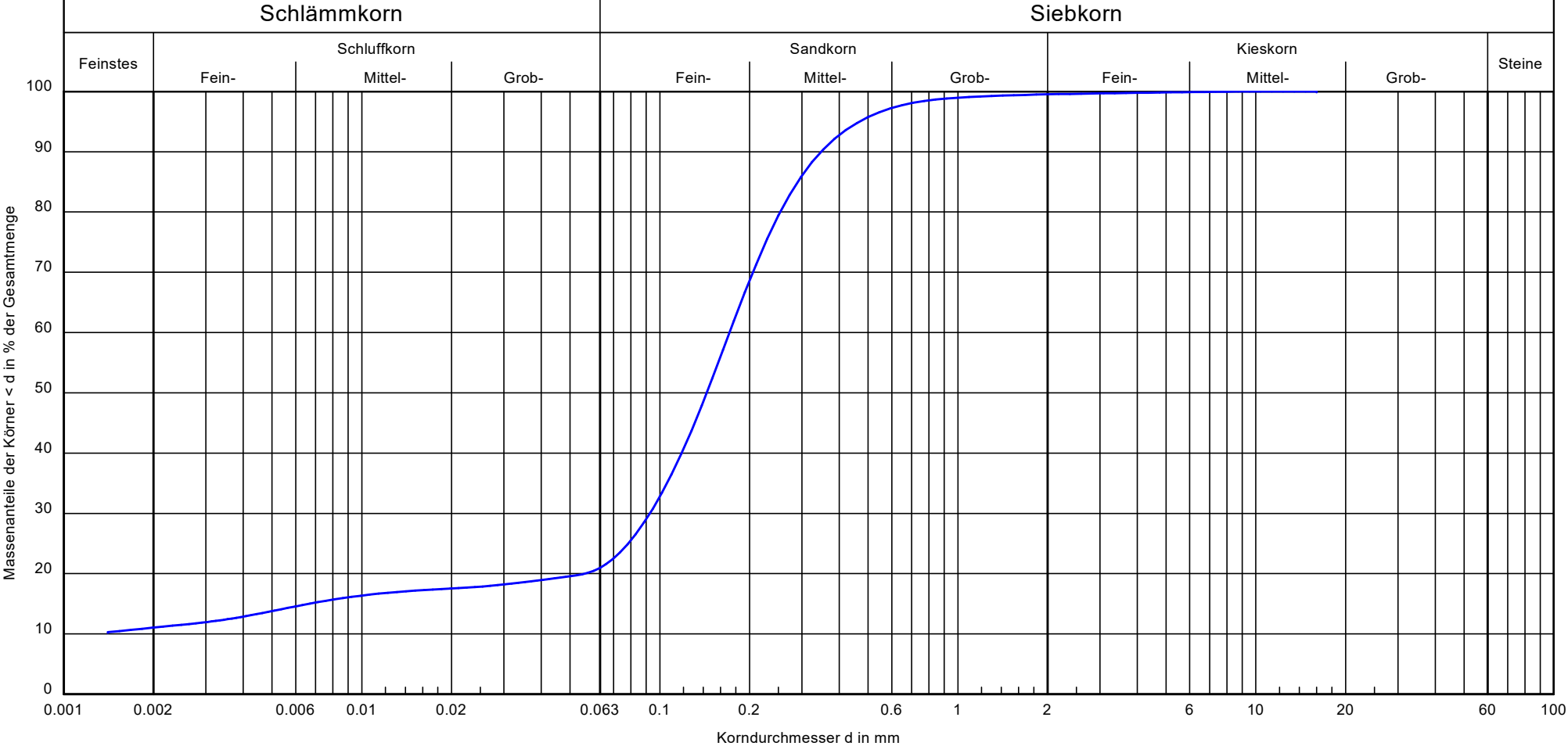


Homogenbereiche

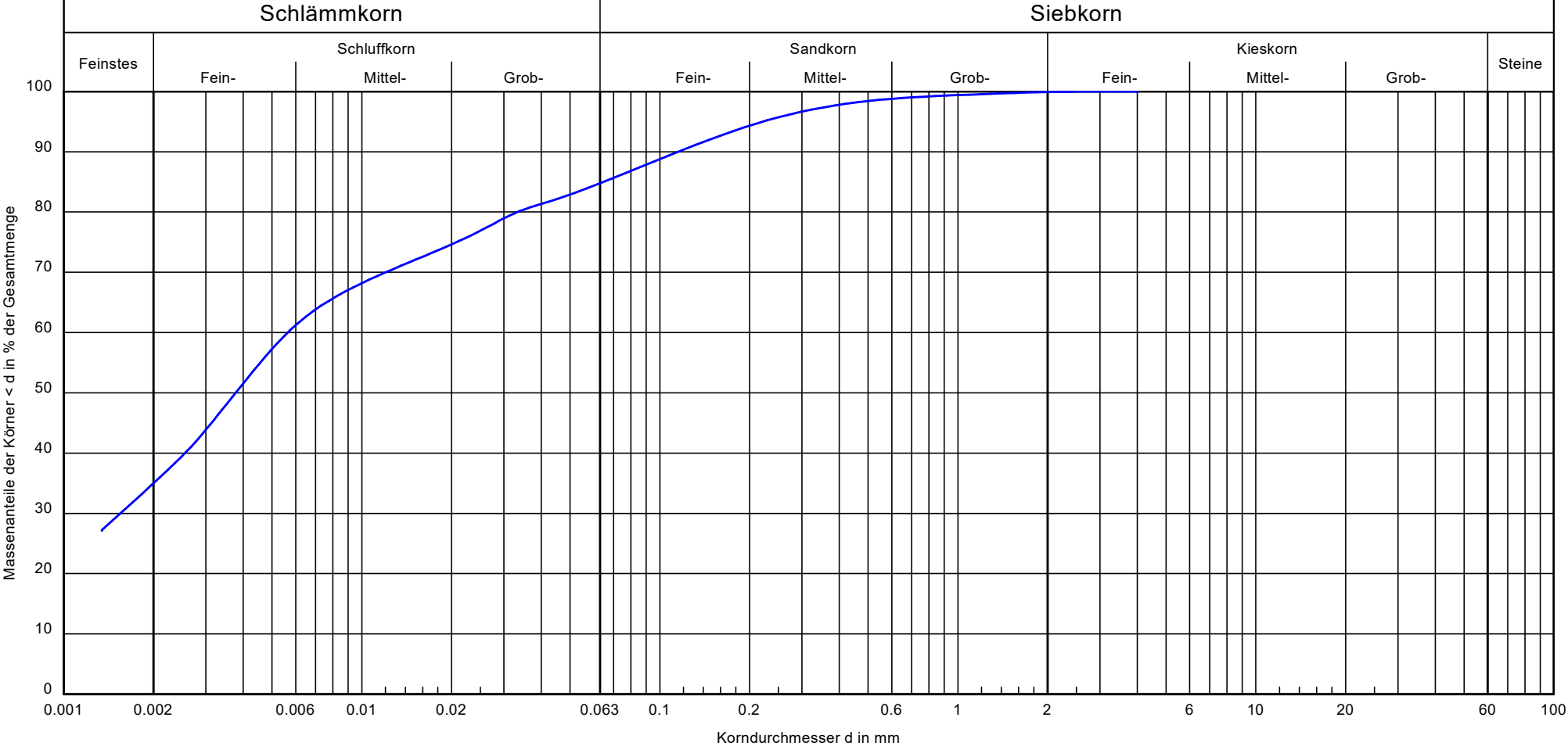
Plaggenesch:	A (Mu)	Homogenbereich AO
Sand:	fS/mS/S, ...	Homogenbereich B1
Kalkmergel, stark verwittert:	KM, v̄	Homogenbereich B2
Kalkmergel, schwach verwittert:	Km, v'	Homogenbereich X



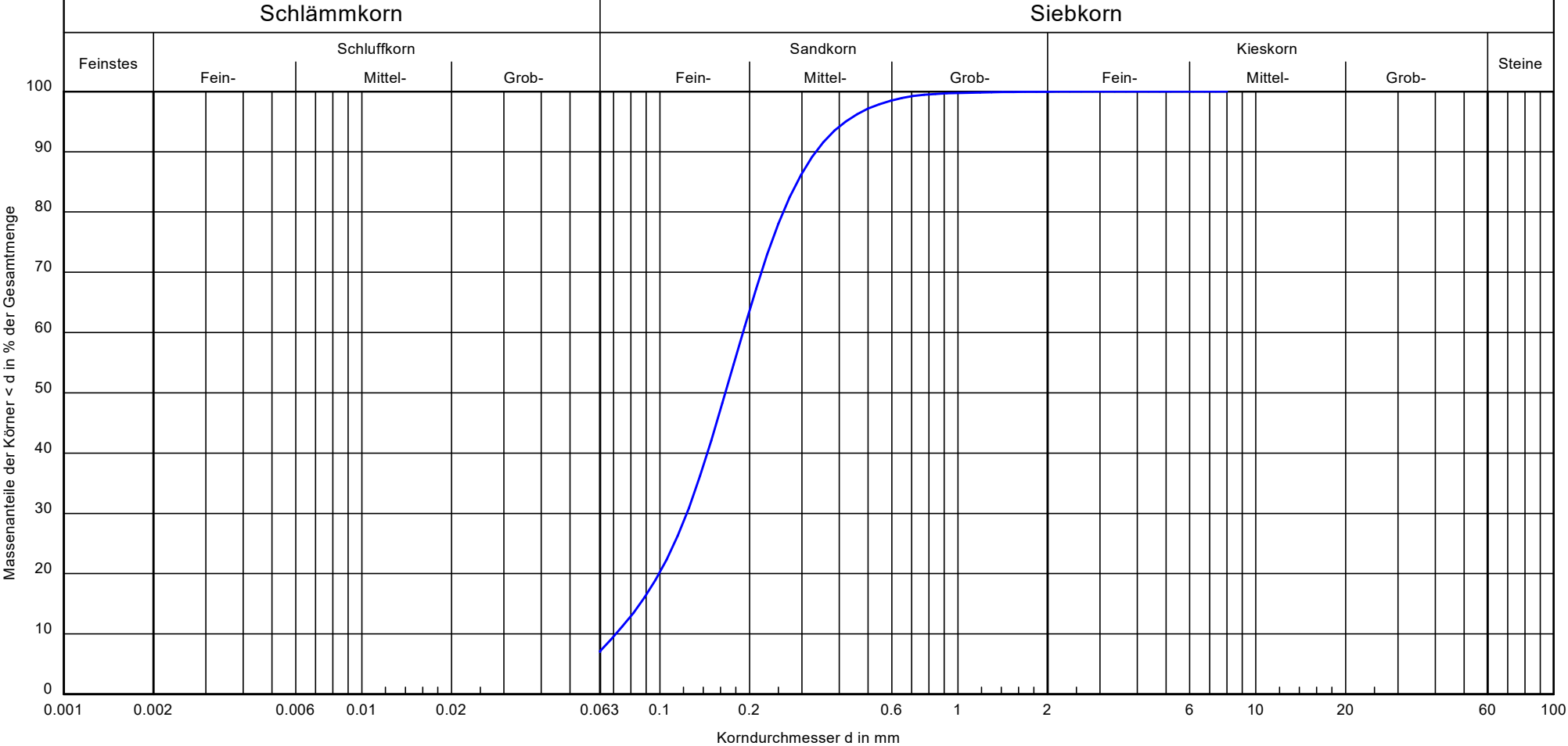
Bezeichnung:	RKS 1	Bemerkungen:	Bericht: 7571 Anlage: 3.1
Bodenart:	G, u, fs, t', ms'		
Tiefe:	0,40-1,20		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (Chitra et al):	3,1E-08		
Bodengruppe:	SU*		
Frostsicherheit:	F3		



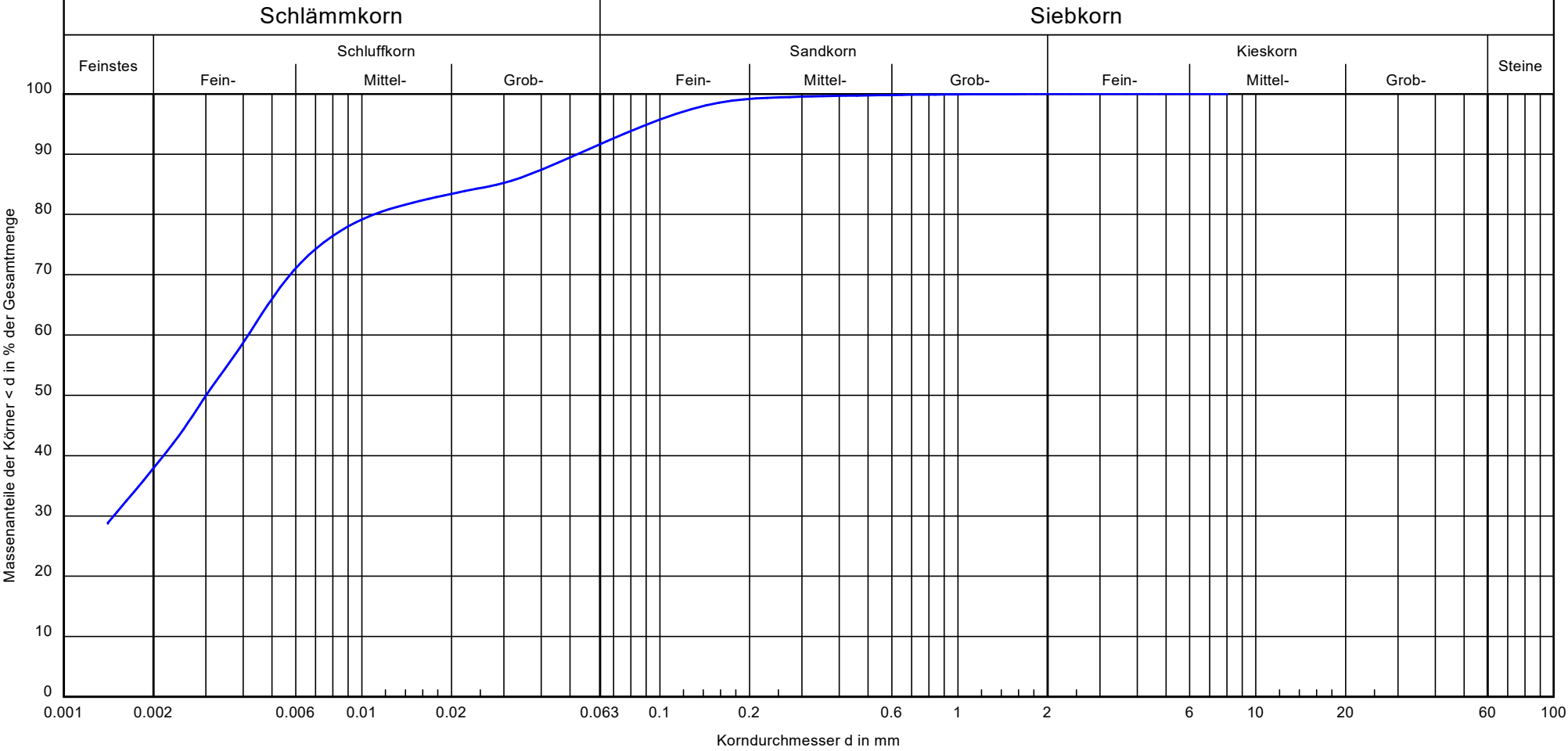
Bezeichnung:	RKS 2	Bemerkungen:	Bericht: 7571 Anlage: 3.2
Bodenart:	fS, ms, t', u'		
Tiefe:	0,70-1,00		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (USBR):	6,2E-06		
Bodengruppe:	ST*		
Frostsicherheit:	F3		



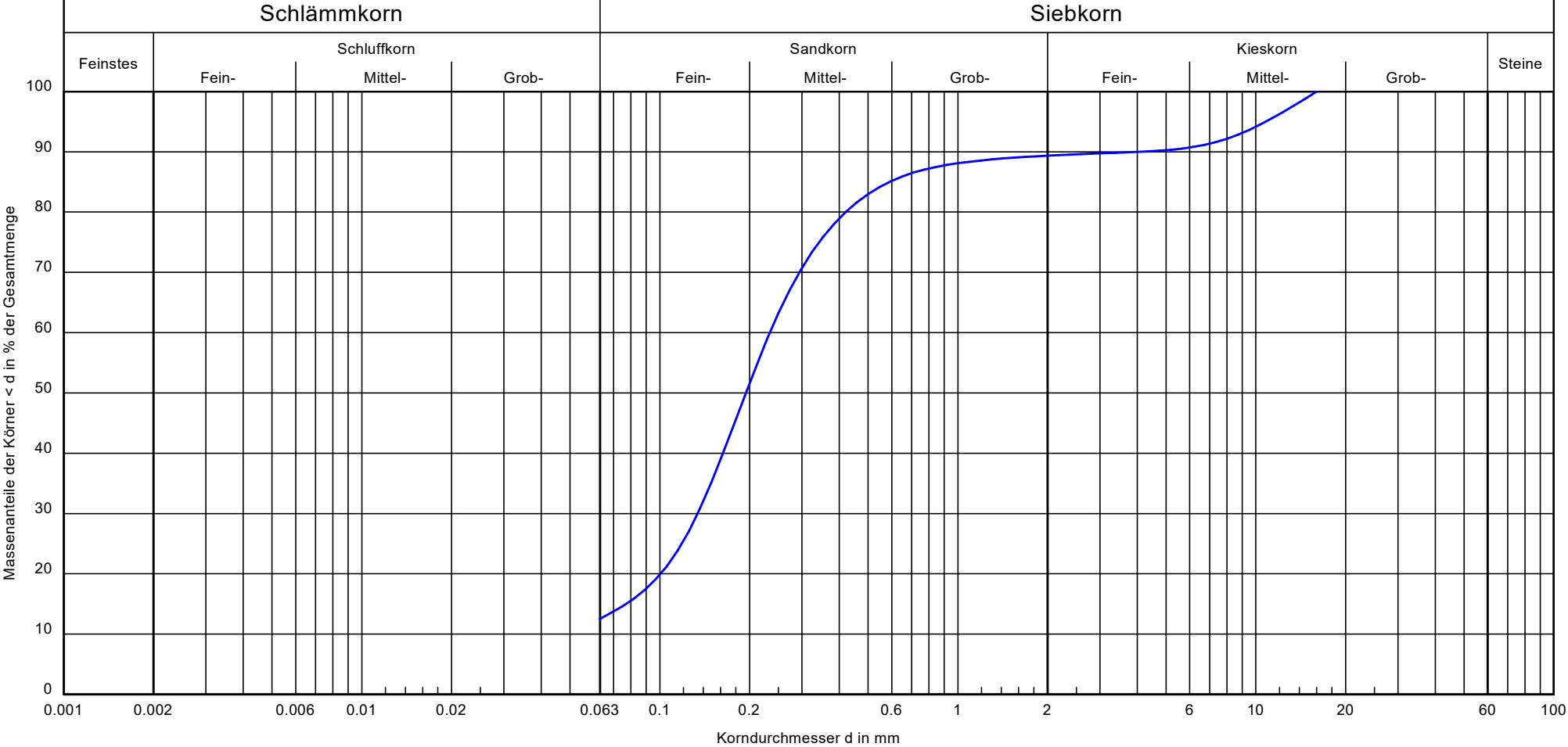
Bezeichnung:	RKS 2	Bemerkungen:	Bericht: 7571 Anlage: 3.3
Bodenart:	U, $\bar{\tau}$, fs'		
Tiefe:	1,00-1,50		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (Chitra et al):	1,5E-09		
Bodengruppe:	TA		
Frostsicherheit:	F2		



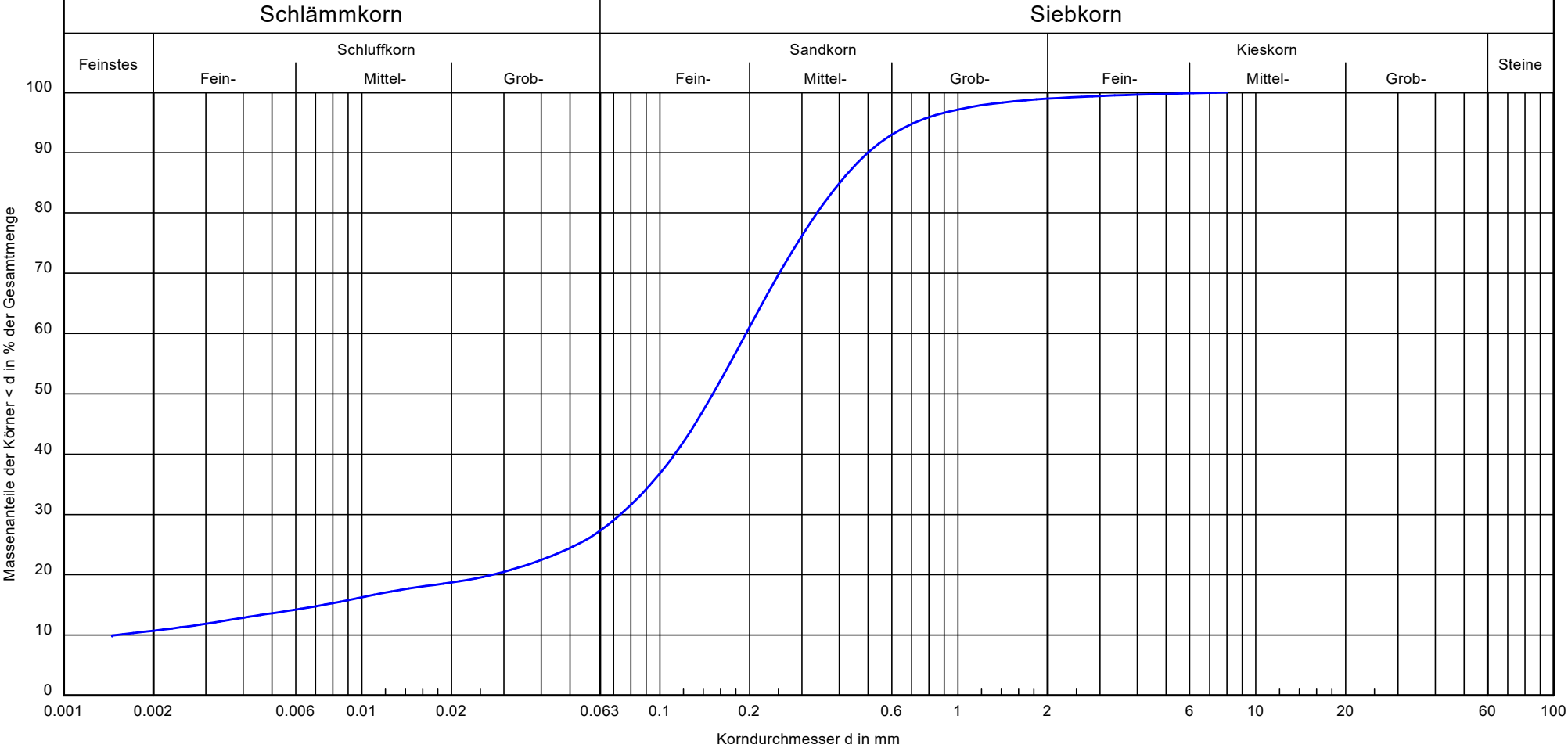
Bezeichnung:	RKS 4	Bemerkungen:	Bericht: 7571 Anlage: 3.4
Bodenart:	fS, m $\bar{s}$, u'		
Tiefe:	0,70-1,10		
U/Cc:	2.7/1.1		
k [m/s] (Beyer):	5.1 · 10 ⁻⁵		
Bodengruppe:	SU		
Frostsicherheit:	F1		



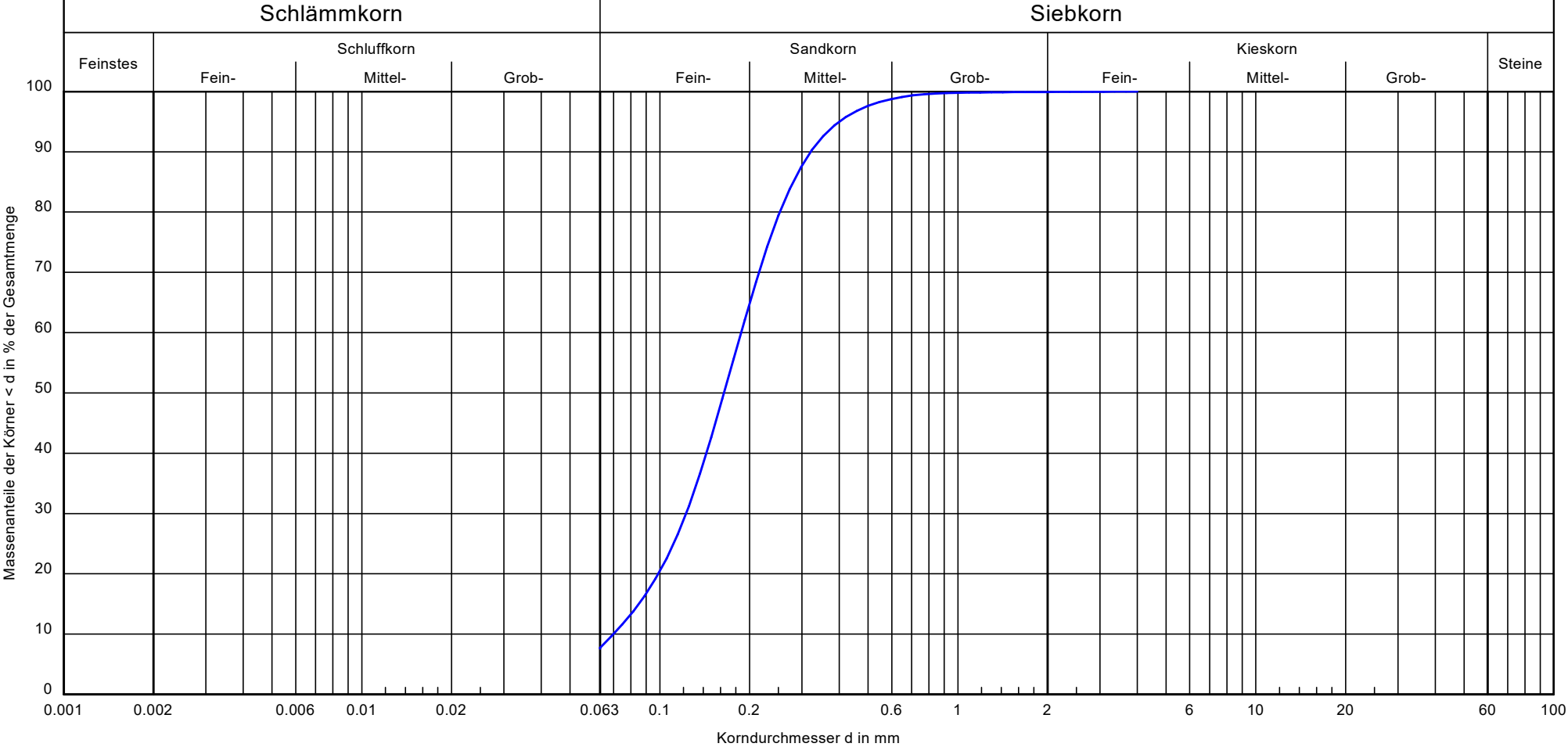
Bezeichnung:	RKS 4	Bemerkungen:	Bericht: 7571 Anlage: 3.5
Bodenart:	U, $\bar{\tau}$, fs'		
Tiefe:	1,60-2,50		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (Chitra et al):	9,9E-10		
Bodengruppe:	TA		
Frostsicherheit:	F2		



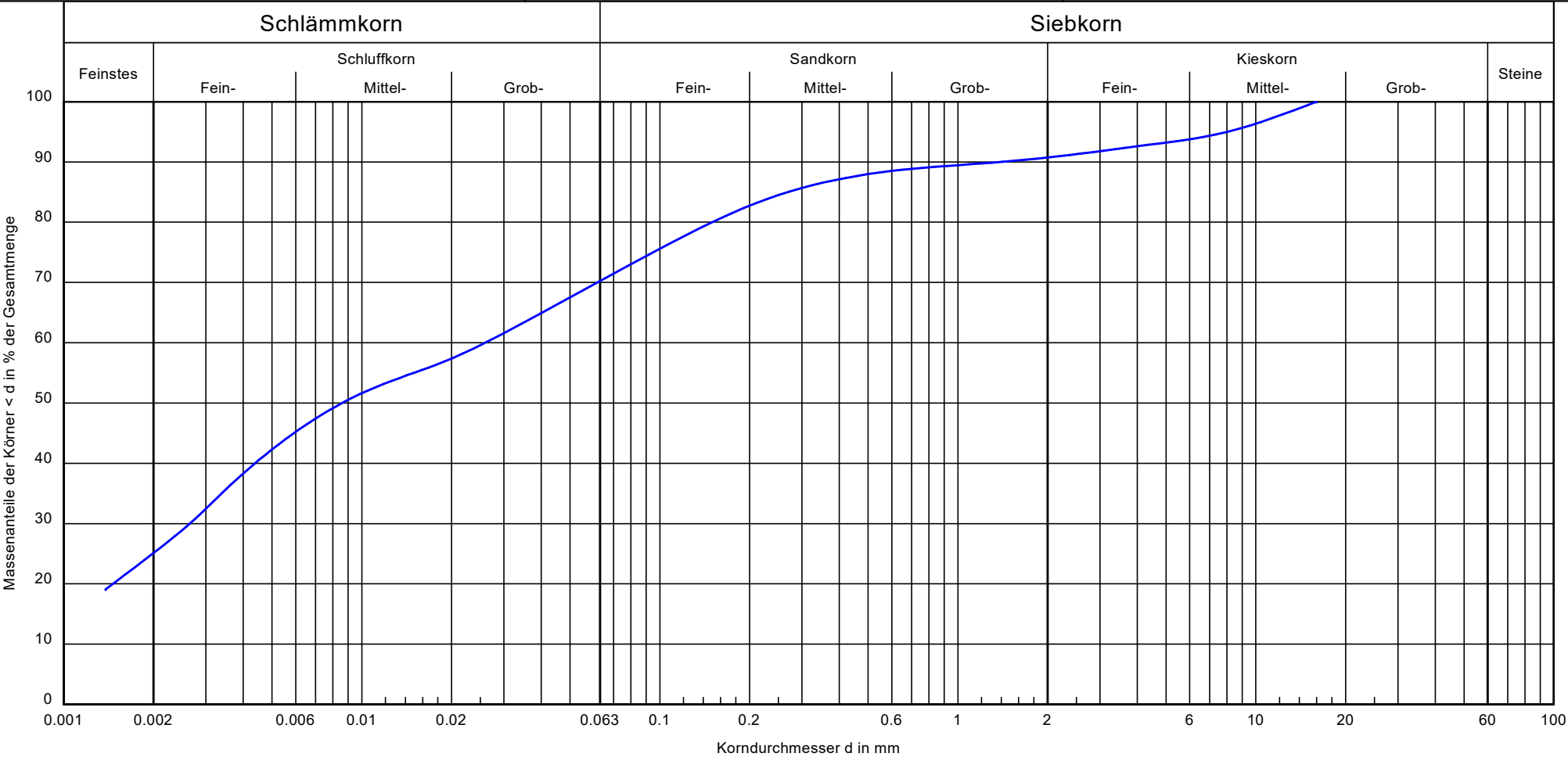
Bezeichnung:	RKS 5	Bemerkungen:	Bericht: 7571 Anlage: 3.6
Bodenart:	S, u', mg'		
Tiefe:	0,70-1,20		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (USBR):	2,4E-05		
Bodengruppe:	SU		
Frostsicherheit:	F2		



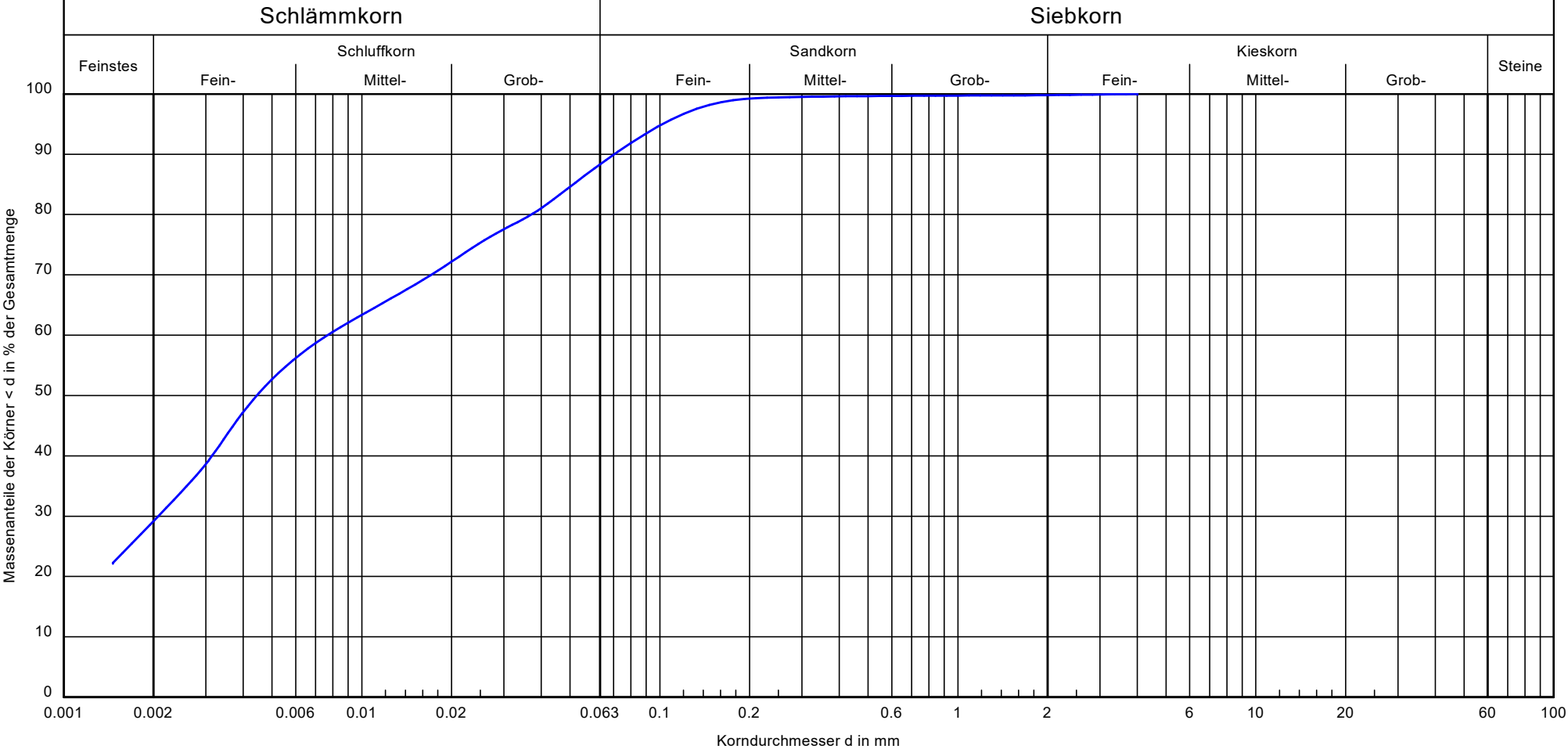
Bezeichnung:	RKS 5	Bemerkungen:	Bericht: 7571 Anlage: 3.7
Bodenart:	S, u, t'		
Tiefe:	1,20-1,80		
U/Cc:	130.3/18.7		
k [m/s] (USBR):	9.2 · 10 ⁻⁷		
Bodengruppe:	SU*		
Frostsicherheit:	F3		



Bezeichnung:	RKS 6	Bemerkungen:	Bericht: 7571 Anlage: 3.8
Bodenart:	fS, m̄s, u'		
Tiefe:	0,70-1,00		
U/Cc:	2.7/1.1		
k [m/s] (Beyer):	4.9 · 10 ⁻⁵		
Bodengruppe:	SU		
Frostsicherheit:	F1		



Bezeichnung:	RKS 6	Bemerkungen:	Bericht: 7571 Anlage: 3.9
Bodenart:	U, t, fs', ms', mg'		
Tiefe:	1,00-1,70		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (Chitra et al):	6,0E-09		
Bodengruppe:	TM		
Frostsicherheit:	F3		



Bezeichnung:	RKS 6	Bemerkungen:	Bericht: 7571 Anlage: 3.10
Bodenart:	U, t, fs'		
Tiefe:	1,90-2,40		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (Chitra et al):	3,4E-09		
Bodengruppe:	TA		
Frostsicherheit:	F2		

Glühverlust gem. DIN 18 128
Bebauungsplan Nr. 141
Windmühlenstraße / Hopstener Straße
in 48429 Rheine

Bearbeiter: js

Datum: 14.05.2025

Prüfungsnummer: 2504-7571

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 13.05.2025

Bohrung / Tiefe / Bodenart	RKS 2	0,70-1,00	-
Probenbezeichnung	1	2	3
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	33.28	34.83	32.28
Geglühte Probe + Behälter [g]	33.00	34.52	31.98
Behälter [g]	18.63	18.55	17.25
Massenverlust [g]	0.28	0.31	0.30
Trockenmasse vor Glühen [g]	14.65	16.28	15.03
Glühverlust [%]	1.91	1.90	2.00
Mittelwert [%]	1.94		

Bohrung / Tiefe / Bodenart	RKS 3	0,50-0,80	-
Probenbezeichnung	4	5	6
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	34.00	33.69	33.28
Geglühte Probe + Behälter [g]	33.64	33.32	32.90
Behälter [g]	18.68	19.10	18.89
Massenverlust [g]	0.36	0.37	0.38
Trockenmasse vor Glühen [g]	15.32	14.59	14.39
Glühverlust [%]	2.35	2.54	2.64
Mittelwert [%]	2.51		

Bohrung / Tiefe / Bodenart			
Probenbezeichnung			
Ungeglühte Probe + Behälter [g]			
Geglühte Probe + Behälter [g]			
Behälter [g]			
Massenverlust [g]			
Trockenmasse vor Glühen [g]			
Glühverlust [%]			
Mittelwert [%]			

2504-7571 Bebauungsplan Nr. 141, "Windmühlenstraße / Hopstener Straße" in 48429 Rheine	
Homogenbereich AO	Anlage 5.1
Plaggenesch: A (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	undräßierte 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	A[OH/OU]	
21	ergänzend ortsübliche Bezeichnung	Humoser Oberboden	
n.b. = nicht bestimmt n.e. = nicht erforderlich			

2504-7571 Bebauungsplan Nr. 141, "Windmühlenstraße / Hopstener Straße" in 48429 Rheine	
Homogenbereich B1	Anlage 5.2
Sand: fS/mS/S, ...	

Nr.	Kennwerte / Eigenschaft	Wert	Einheit
1	Korngrößenverteilung (mit Körnungsbändern)	vgl. Anl. 3.2, 3.4, 3.6-3.8	
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	1,75-1,85	g/cm ³
5	Kohäsion c'	0-2	kN/m ²
6	undräßierte Scherfestigkeit c_u	/	kN/m ²
7	Sensitivität S	n.b.	
8	Wassergehalt w_n	5-25	%
9	Konsistenz	/	
10	Konsistenzzahl I_c	/	
11	Plastizität	/	
12	Plastizitätszahl I_p	/	%
13	Durchlässigkeit k	5×10^{-05} bis 1×10^{-07}	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	SE/SU/SU*	
21	ergänzend ortsübliche Bezeichnung	-	
n.b. = nicht bestimmt n.e. = nicht erforderlich			

2504-7571 Bebauungsplan Nr. 141, "Windmühlenstraße / Hopstener Straße" in 48429 Rheine	
Homogenbereich B2	Anlage 5.3
Kalkmergel, stark verwittert: KM, v	

Nr.	Kennwerte / Eigenschaft	Wert	Einheit
1	Korngrößenverteilung (mit Körnungsbändern)		
2a	Anteil Steine, D > 63 mm	vgl. Anl. 3.1, 3.3, 3.5, 3.9, 3.10	%
2b	Anteil Blöcke, D > 200 mm	< 10 *	%
2c	Anteil Blöcke, D > 630 mm	< 10 *	%
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine u. Blöcke	Tst	
4	Dichte ρ	1,90-1,95	g/cm ³
5	Kohäsion c'	10-30	kN/m ²
6	undrÄnierte Scherfestigkeit c_u	100-400	kN/m ²
7	SensitivitÄt S	n.b.	
8	Wassergehalt w_n	5-20	%
9	Konsistenz	steifplastisch bis halbfest	
10	Konsistenzzahl I_c	0,75-1,25	
11	PlastizitÄt	leicht bis mittel plastisch	
12	PlastizitÄtszahl I_p	20-50	%
13	DurchlÄssigkeit k	1×10^{-8} bis 1×10^{-9}	m/s
14	Lagerungsdichte D	/	
15	Kalkgehalt	Mg: ++	
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	SU*/ST*/GU*/GT*/TM/TA	
21	ergÄnzend ortsübliche Bezeichnung	-	

n.b. = nicht bestimmt

n.e. = nicht erforderlich

* = Innerhalb des Geschiebelehms/-mergels können Findlinge unterschiedlicher GrÖÖe vorhanden sein, die durch die Baugrunduntersuchungen nicht erbohrt wurden, jedoch grundsÄtzlich nicht auszuschließen sind

2504-7571 Bebauungsplan Nr. 141, "Windmühlenstraße / Hopstener Straße" in 48429 Rheine	
Homogenbereich X	Anlage 5.4
Kalkmergel, schwach verwittert: KM, v'	

Nr.	Kennwerte / Eigenschaft	Wert	Einheit
1	Benennung von Fels	Kalkmergelstein, Tonmergelstein, Kalkstein, Tonstein	
2	Dichte	2,05-2,35	g/cm ³
3a	Verwitterung	schwach verwittert - unverwittert	
3b	Veränderungen, Veränderlichkeit	z.T. veränderlich fest	
4	Kalkgehalt	0-10	%
5	Sulfatgehalt	< 5	%
6	einaxiale Druckfestigkeit q_u	3,5-20	N/mm ²
7	Spaltzugfestigkeit	0,35-2,0	N/mm ²
8a	Trennflächenrichtung	n.b.	
8b	Trennflächenabstand	lagig bis dünnbankig	
8c	Gesteinskörperform	plattig, scherbis, prismatisch	
9a	Öffnungsweite von Trennflächen	< 5-20	mm
9b	Kluftfüllung von Trennflächen	n.b.	
10	Gebirgsdurchlässigkeit	< 1×10^{-07}	m/s
11	Abrasivität	gering abrasiv bis abrasiv	
12	ergänzend ortsübliche Bezeichnung	(Oberkreide)	

n.b. = nicht bestimmt

n.e. = nicht erforderlich

* = Innerhalb des verwitterten Kalkmergels können Härtinge unterschiedlicher Größe vorhanden sein, die durch die Baugrunduntersuchungen nicht erbohrt wurden, jedoch grundsätzlich nicht auszuschließen sind