

**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: Baugebietsentwicklung "Windmühlenfeld"

Dömerstiege / Feldstraße
in 48356 Nordwalde

Mitgliedschaften

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

Hier: Angaben zum Kanal-/Straßenbau sowie zur
Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Projekt-Nr.: 2005-3644

**OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG**

Amtsgericht Steinfurt
HRA 5320
Steuernummer
327/5890/3240

Sachbearbeiterin: Dipl.-Ing. (FH) Sandra Goldberg

p.h.G.

OWS Ingenieurgeologen
Verwaltungs GmbH
Amtsgericht Steinfurt
HRB 7485

Auftraggeber: NRW.URBAN Kommunale Entwicklung GmbH
Revierstraße 3, 44379 Dortmund

Geschäftsführer

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

Datum: 30. Juni 2020

Bankverbindungen

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

Sparkasse Osnabrück

IBAN: DE07 2655 0105 0000 2300 52
BIC: NOLADE22

Vorliegende Unterlagen

- Nr. 1:** Angebotsaufforderung: Städtebaulicher Rahmenplan „Windmühlenfeld“ Nordwalde, Vorbereitung und Planung der Baureifmachung der NRW.URBAN inkl. Anlage 1: Vorentwurf vom 16.03.2020, Maßstab 1 : 1 000
- Nr. 2:** Kabel- und Leitungspläne der örtlichen Versorger:
- Westnetz GmbH, Maßstab 1 : 500
- Deutsche Telekom AG, Maßstab 1 : 1 000
- Nr. 3:** 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. EN ISO 22476-2, Höhenmaßstab 1 : 50 (Anl. 2.1 + 2.2)
- Nr. 3:** Körnungslinien gem. DIN 18123 (Anl. 3.1 - 3.8)
- Nr. 4:** Wasseraufnahmevermögen gem. DIN 18132 (Anl. 4.1 + 4.2)
- Nr. 5:** Wassergehaltsbestimmung gem. DIN 18121
- Nr. 6:** Protokolle zum Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe nach USBR (Anl. 6.1 - 6.3)
- Nr. 7:** Charakteristische Bodenkennwerte der Homogenbereiche (Anl. 7.1 - 7.5)

Inhaltsverzeichnis – Teil 1

1.0 Einleitung	5
2.0 Untersuchungsumfang	6
3.0 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	9
3.1 Allgemeines	9
3.2 Schichtenfolge	9
3.3 Grundwasser	13
3.4 Charakteristische Bodenkennwerte	13
3.5 Bodenklassifikationen nach VOB- und DIN-Norm	15
3.5.1 Klassifikation nach ATV VOB C 2015-08.....	15
3.5.2 Bodenklassen (VOB DIN 18300) und Bodengruppen (DIN 18196)	16
3.6 Klassifizierung der oberflächennahen Böden gem. ZTVE-StB 17	17
4.0 Bau- und Gründungstechnische Maßnahmen	17
4.1 Kanalbau	17
4.1.1 Behandlung des humosen Oberbodens	18
4.1.2 Bauzeitliche Wasserhaltung	18
4.1.3 Sicherung der Kanalgräben	19
4.1.4 Stabilisierung der Kanalgrabensohle, Rohrauf Lagerung.....	21
4.1.4.1 Gründungsplanum bzw. -schicht.....	21
4.1.4.2 Rohrbettung	21
4.1.5 Grabenverfüllung und Wiedereinbaufähigkeit der Aushubböden.....	23
4.2 Straßenbau	25
4.2.1 Belastungsklasse	25
4.2.2 Frostsicherer Gesamtaufbau	25
4.2.3 Erdplanum	26
4.2.3.1 Bauzeitliche Wasserhaltung.....	26
4.2.3.2 Tragfähigkeit	27
4.2.4 Oberbau / Frostschutz- und Tragschicht.....	29

Inhaltsverzeichnis – Teil 2

4.3 Angaben zum Erdplanum / zu Abtragsplanen.....	30
4.4 Verwendung des Bodenaushubs.....	31
5.0 Versickerungsfähigkeit des Baugrundes im Bereich der RRB.....	32
5.1 Beurteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte.....	33
5.2 Beurteilung des Grundwasserflurabstandes.....	34
5.3 Durchführen von Sickerversuchen.....	35
5.4 Fazit.....	35
6.0 Baugrubenabnahme und Verdichtungsüberprüfung	36
7.0 Schlusswort	37

1.0 Einleitung

Die NRW.URBAN Kommunale Entwicklung GmbH plant als Treuhänder der Gemeinde Nordwalde die Baugebietsentwicklung "Windmühlenfeld" in 48356 Nordwalde. Das künftige Wohngebiet ist im Bereich der Dömerstiege bzw. der Feldstraße geplant und umfasst ein ca. 7 ha großes Gebiet. Die Bebauung der Grundstücke ist überwiegend mit Einfamilienhäusern sowie einer Kindertagesstätte und einem Spielplatz vorgesehen.

Für das Plangebiet wird zunächst die Neuanlegung von Planstraßen (1-5) einschließlich einer Regen- und Schmutzwasserkanalisation sowie von zwei Regenrückhaltebecken (RRB) geplant. Zudem werden die Anschlussbereiche zu den Bestandsstraßen aus- bzw. umgebaut.

Die OWS Ingenieurgeologen wurden von der NRW.URBAN Kommunale Entwicklung GmbH beauftragt, Baugrunduntersuchungen im Bereich der Planstraßen, der Regenrückhaltebecken und im Anschlussbereich an die Bestandsstraßen durchzuführen und das vorliegende Baugrundgutachten auszuarbeiten. Auftragsgrundlage ist das Angebot vom 04.05.2020.

Angaben zur Höhenlage und zum Aufbau der geplanten Straßen liegen derzeit nicht vor. Des Weiteren liegen keine Angaben zu den geplanten Verlegetiefen und Rohrdurchmessern des künftigen Kanalsystems vor.

Es wird zunächst davon ausgegangen, dass die Straßenoberkante im Bereich der aktuellen Geländeoberkante liegen wird. Die Grabensohle der Kanäle wird zunächst zwischen ca. 55,8 mNHN und ca. 56,8 mNHN angenommen, d.h. in Höhe der Bestandskanäle, an die die Kanalisation des Plangebietes angeschlossen werden soll (vgl. Anl. 2). Die angenommenen Kanalsohlen und Straßengradienten sind Grundlage der weiteren Ausführungen.

2.0 Untersuchungsumfang

Zur Erschließung der Baugrundverhältnisse und zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Baugrundes wurden in der Zeit vom 02.06.2020 bis zum 05.06.2020 im Bereich der Planstraßen 1-5 sowie der Regenrückhaltebecken insgesamt elf Rammkernsondierbohrungen (RKS 1 bis RKS 6, RKS 8, RKS 9 sowie RKS 11 bis RKS 13, Bohrungen RKS gem. EN ISO 22475-1) und vier mittelschwere Rammsondierungen (DPM 1 bis DPM 4, Sonde DPM gem. EN ISO 22476-2) niedergebracht. Zwei zunächst geplante Rammkernsondierbohrungen (RKS 7 und RKS 10) in den Planstraßen 4+5 konnten zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung nicht durchgeführt werden, da für das Grundstück keine Betretungserlaubnis vorlag.

Zur Ermittlung des befestigten Fahrbahnaufbaus im Bereich der Anschlussstellen zu den Bestandsstraßen wurden fünf Diamantkernbohrung (KB 1 bis KB 5) im bituminös gebundenen Straßenoberbau durchgeführt. Die Kernbohrungen wurden dann mittels Rammkernsondierbohrung bis in eine Tiefe von 1,0 m unter GOK weitergeführt.

Die Lage der Bodenaufschlusspunkte ist der Anlage 1.2 zu entnehmen.

Die Höhe der Ansatzpunkte wurde im Höhensystem "mNHN" und die Lage nach dem UTM-Koordinatensystem eingemessen. Die Daten der Einmessung sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Höhe und GPS Koordinaten der Aufschlussansatzpunkte

Aufschlusspunkt	Höhe	GPS-Koordinaten (UTM Zone 32U)	
	[mNHN]	R-Wert	H-Wert
RKS 1	57,99	394661	5772026
RKS 2	58,61	394598	5772066
RKS 3	58,00	394548	5772129
RKS 4	58,42	394533	5772150
RKS 5	56,89	394514	5772186
RKS 6	55,96	394514	5772206
RKS 7	n.d.	-	-
RKS 8	59,07	394490	5772105
RKS 9	59,62	394459	5772090
RKS 10	n.d.	-	-
RKS 11	59,99	394570	5771925
RKS 12	59,21	394624	5771858
RKS 13	57,18	394668	5771804
DPM 1	57,99	394662	5772027
DPM 2	57,99	394548	5772131
DPM 3	58,99	394488	5772093
DPM 4	60,00	394566	5771932
KB 1	56,78	394707	5771816
KB 2	59,46	394600	5771943
KB 3	60,72	394451	5772012
KB 4	57,89	394677	5772013
KB 5	56,30	394817	5772095

n.d. = nicht durchgeführt aufgrund des Betretungsverbot

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.

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen, der Diamantkernbohrungen und der Rammsondierungen wurden gem. DIN 4023 in Schichtenprofilen und gem. EN ISO 22476-2 in Rammdiagrammen auf den Anlage 2.1 und 2.2 dargestellt.

Aus den Diamantkernbohrungen wurden Materialproben in Form von Bohrkernen entnommen.

An repräsentativ ausgewählten Bodenproben wurde im bodenmechanischen Labor die Korngrößenverteilung gem. DIN 18123, das Wasseraufnahmevermögen nach DIN 18132 und der Wassergehalt nach DIN 18121 bestimmt. Die Ergebnisse der Laborversuche sind als Anlagen 3 bis 5 beigefügt.

Aus den entnommenen Bodenproben wurden repräsentative Mischproben zusammengestellt. Die Mischproben und die Materialproben wurden zur chemischen Deklarationsanalytik an die Eurofins Umwelt West GmbH übergeben. Die Ergebnisse der chemischen Analytik werden parallel zu dem Gutachten 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 Plangebiet liegt nordwestlich des Stadtzentrums von Nordwalde (vgl. Anl. 1.1).

Das ca. 7 ha große Gebiet grenzt an die bestehende Wohnbebauung entlang der Dömerstiege und der Feldstraße an. Die Fläche wird derzeit als Weide- und Ackerland genutzt, ist \pm eben und mit Gras und Gerste bewachsen. Die Geländeoberkante fällt leicht von Südwest in Richtung Nordost ab. Nach dem Höhennivellement der Sondieransatzpunkte liegt zwischen den Aufschlusspunkten eine max. Höhendifferenz von ca. 4,8 m vor.

Als Bezugshöhe für die Sondieransatzpunkte wurde der im Lageplan (vgl. Anl. 1.2) eingezeichnete Kanaldeckel (KD.) mit der angegebenen Höhe von 57,71 mNHN gewählt.

3.2 Schichtenfolge

Die Aufschlussbohrungen haben eine relativ einheitliche Schichtenfolge erschlossen, die vereinfacht wie folgt beschrieben wird, wobei die nicht durchgeführten Bohrungen RKS 7 und RKS 10 ausgenommen sind:

bis 0,08/0,15 m unter GOK:
(nur in KB 1 bis KB 5 angetroffen)

Asphaltdecke

Bestehend aus Asphaltdeckschicht (Ad) und Asphalttragschicht (At).

bis ca. 0,2/0,4 m unter GOK:

(nur in KB 1 bis KB 5 angetroffen)

Ungebundene Schottertragschicht

Natursteinbruch (i. W. Kalk- und Sandstein), schwach sandig bis sandig und überwiegend schwach schluffig, örtlich mit anthropogenen Fremdbestandteilen (u.a. Schlacke, Bauschutt) durchsetzt.

bis ca. 0,5 m unter GOK bzw.

bis zur max. Aufschlusstiefe

von ca. 1,0 m unter GOK:

(nur in KB 2 bis KB 5 angetroffen)

Füllsand (Anthropogene Auffüllungen)

Fein- und Mittelsande, schwach schluffig bis z.T. schluffig und schwach steinig (Natursteinbruch), erdfeucht und mitteldicht bis dicht gelagert.

bis ca. 0,3/0,5 m unter GOK:

(nicht in KB 1 bis KB 5 angetroffen)

Ackerkrume

Humoser, durchwurzelter, überwiegend anthropogen umgelagerter Oberboden bestehend aus Feinsand-Schluff-Gemischen, örtlich mit Natursteinbruchstücken durchsetzt.

**bis ca. 0,6/1,3 m unter GOK bzw.
bis zur max. Aufschlusstiefe
von ca. 1,0 m unter GOK:**

(nicht in RKS 5, RKS 6 und RKS 9 sowie
KB 1 bis KB 3 und KB 5 angetroffen)

Geschiebedecksand (Quartär)

Fein-, Mittel- und Grobsand in variierenden Zusammensetzungen, überwiegend schluffig bis schwach schluffig, schwach tonig bis z.T. tonig und z.T. schwach steinig (Natursteinbruch). Die z.T. bindigen Sande sind überwiegend durchwurzelt, örtlich schwach humos, erdfeucht und mitteldicht gelagert bzw. weich- bis steifplastisch sowie steifplastisch.

**bis ca. 0,9 m unter GOK bzw.
bis zur max. Aufschlusstiefe
von ca. 1,0/5,0 m unter GOK:**

(nicht in KB 2, KB 4 und KB 5 angetroffen)

Geschiebelehm/-mergel/-sand (Pleistozän)

Inhomogene Gemische aus Ton, Schluff und Sand, schwach kiesig, schwach steinig, ggf. mit Findlingen in Blockgröße (eiszeitliche Grundmoränenablagerungen).

Der Geschiebelehm ist entkalkt, erdfeucht, örtlich feucht und überwiegend steifplastisch, lokal weich- bis steifplastisch.

Der Geschiebemergel ist kalkhaltig, erdfeucht bis stellenweise feucht und in größerer Tiefe trocken sowie überwiegend steifplastisch, lokal steifplastisch bis halbfest.

Im Geschiebelehm/-mergel sind nicht durchhaltende, z.T. grundwasserführende und dann fließfähige, mit-

teldicht bis dicht gelagerte Geschiebesande eingelagert. Das Wasser in den Geschiebesanden fließt, wenn es beim Baugrubenaushub angeschnitten wird, ohne nennenswerten Nachfluss in die Baugrube.

**bis zur max. Aufschlusstiefe
von ca. 3,0 m unter GOK:**
(nur in RKS 6 angetroffen)

Kretazischer Kalkmergel

Der Kalkmergel ist im oberen Abschnitt stark verwittert, entkalkt, erdfeucht bis feucht und steifplastisch. Zur Tiefe hin dann kalkhaltig, trocken und halbfest.

Die Aufschlussbohrungen wurden bei Erreichen der avisierten Aufschlusstiefe bzw. bei Erreichen der maximalen Geräteauslastung und des dann fehlenden Bohrfortschritts im steifplastischen bis örtlich steifplastischen bis halbfesten Geschiebemergel bzw. den lokal anstehenden mitteldicht bis dicht gelagerten Sanden eingestellt.

Die Bohrung RKS 6 wurde bei Erreichen der avisierten Aufschlusstiefe im halbfesten stark verwitterten Kalkmergel, der erfahrungsgemäß im Plangebiet dann noch bis in größere Tiefen als veränderlich festes Halbfestgestein ansteht, eingestellt.

3.3 Grundwasser

Das Grundwasser wurde bei den Baugrunduntersuchungen in der Zeit vom 02.06.2020 bis zum 05.06.2020 nicht bzw. nur in Form von Vernässungen innerhalb der durchlässigeren Sande angetroffen.

Dabei handelt es sich um Sicker- und Schichtwasser, welches sich oberhalb der bindigen und daher nur sehr gering durchlässigen Böden (Geschiebelehm/-mergel) aufstaut und dann nur stark zeitverzögert in den tieferen Untergrund versickern kann.

Nach langanhaltenden, starken Niederschlägen kann sich das Sicker- und Schichtwasser örtlich auch bis zur Geländeoberkante anstauen 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:

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 (P_d)	: 98-100 %

* nicht bindiges, frostsicheres, wasserdurchlässiges, verdichtungsfähiges, raumbeständiges und umweltverträgliches, d.h. gütegeprüftes Lockergesteinsmaterial; der Einbau von RC-Material ist ggf. genehmigungspflichtig.

**Material eines bauzeitlichen Flächenfilters / Bodenaustauschmaterial
(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
Steifenziffer (E_s)	: 80-150 MN/m ²	Proctordichte (P_d)	: 100 %

* nicht bindiges, frostsicheres, wasserdurchlässiges, verdichtungsfähiges, raumbeständiges und umweltverträgliches, d.h. gütegeprüftes Lockergesteinsmaterial; der Einbau von RC-Material ist ggf. genehmigungspflichtig.

Geschiebesand, mitteldicht, z.T. bis dicht 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
Steifenziffer (E_s)	: 40-60 MN/m ²		

Geschiebedecksand, mitteldicht gelagert / weich- bis steifplastisch, steifplastisch

Raumgewicht (γ)	: 18,5-19,0 kN/m ³	unter Wasser	: 9,5-10,0 kN/m ³
Reibungswinkel (φ)	: 30,0-32,5 °	Kohäsion (c')	: 2-5 kN/m ²
Steifenziffer (E_s)	: 20-40 MN/m ²		

Geschiebelehm, weich- bis steifplastisch

Raumgewicht (γ)	: 19,0-19,5 kN/m ³	unter Wasser	: 9,0-9,5 kN/m ³
Reibungswinkel (φ)	: 25,0-27,5 °	Kohäsion (c')	: 5-15 kN/m ²
Steifenziffer (E_s)	: 10-20 MN/m ²		

Geschiebelehm/-mergel, Kalkmergel, stark verwittert, steifplastisch

Raumgewicht (γ)	: 19,0-19,5 kN/m ³	unter Wasser	: 9,5-10,0 kN/m ³
Reibungswinkel (φ)	: 25,0-27,5 °	Kohäsion (c')	: 10-20 kN/m ²
Steifenziffer (E_s)	: 15-30 MN/m ²		

Geschiebemergel, steifplastisch bis halbfest

Raumgewicht (γ)	: 19,5-20,5 kN/m ³	unter Wasser	: 9,5-10,5 kN/m ³
Reibungswinkel (φ)	: 25,0-27,5 °	Kohäsion (c')	: 15-25 kN/m ²
Steifeziffer (E_S)	: 25-40 MN/m ²		

Kalkmergel, stark verwittert, 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)	: 30-50 MN/m ²		

3.5 Bodenklassifikationen nach VOB- und DIN-Norm

3.5.1 Klassifikation nach ATV VOB C 2015-08

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

Ackerkrume:	A (Mu, ...)	Homogenbereich AO
Anthropogene Auffüllungen:	A (...)	Homogenbereich A
Geschiebe(deck)sand:	S, fS, mS, ...	Homogenbereich B1
Geschiebelehm/-mergel:	Lg, Mg, ...	Homogenbereich B2
Kalkmergel, stark verwittert:	KM, ...	Homogenbereich B3

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 7.1 bis 7.5 zu entnehmen.

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

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

Schottertragschicht	Bodenklassen:	3-5
	Bodengruppe:	A [GE/GU]
Füllsand	Bodenklassen:	3-5 ^{1) 2)} (ggf. eingelagerte Bauwerksreste mit Vol. $\geq 0,01 \text{ m}^3$: Klassen 6-7)
	Bodengruppe:	A [SU/SU*]
Ackerkrume	Bodenklasse:	1, 4 ^{1) 2)}
	Bodengruppe:	A [OH/OU/SU*]
Fließerde/Geschiebe- decksande	Bodenklasse:	4 ^{1) 2)}
	Bodengruppen:	SU*/ST*/TL
Geschiebesand	Bodenklassen:	3-4 ²⁾
	Bodengruppen:	SU/SU*
Geschiebelehm/-mergel	Bodenklassen:	4-5 ^{1) 2)}
	Bodengruppen:	SU*/ST*/UL/UM/TL/TM/TA
ggf. eingel. Findlinge	Bodenklassen:	6-7 (bei Volumina $\geq 0,01 \text{ m}^3$)
Kalkmergel, stark verwittert	Bodenklassen:	4-5 ¹⁾
	Bodengruppen:	TM/TA
ggf. eingelagerte Kalkstein-Härtlinge	Bodenklassen:	6-7 ³⁾ (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⁾ die Unterscheidung Bodenklasse 6 und 7 erfolgt rein nach Klüftigkeit und Verwitterungszustand.

3.6 Klassifizierung der oberflächennahen Böden gem. ZTVE-StB 17

Der im Bereich der Bestandsstraßen zunächst anstehende Schottertragschicht ist gem. ZTVE-StB 17, Tabelle 1, nach Maßgabe der vorliegenden Bodenprofile, in die Frostempfindlichkeitsklasse F1 (nicht frostempfindlich) und der unterlagernde Füllsand in die Frostempfindlichkeitsklasse F1 bis F3 (sehr frostempfindlich) zu stellen.

Der im Plangebiet anstehende, natürliche Boden ist überwiegend in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 zu stellen.

4.0 Bau- und Gründungstechnische Maßnahmen

4.1 Kanalbau

Die Kanalisation des Plangebietes wird nach den vorliegenden Unterlagen als Freispiegelleitung an die bestehenden Kanäle der Anschlussstraßen Dömerstiege und Feldstraße angeschlossen. Die Bestandskanäle liegen gemäß den vorliegenden Unterlagen zwischen ca. 55,8 mNHN (Kreuzung Planstraße 1/Dömerstiege) und ca. 56,8 mNHN (Kreuzung Planstraße 5/Feldstraße).

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 zwischen ca. 55,8 mNHN und ca. 56,8 mNHN durchgeführt werden (vgl. Anl. 2.1 + 2.2).

4.1.1 Behandlung des humosen Oberbodens

Der im Bereich der Kanaltrassen anstehende humose Oberboden (vgl. Anl. 2.1 + 2.2) ist unmittelbar vor Beginn der Erdarbeiten abzuschleppen. Diese Böden stehen nach den vorliegenden Schichtenprofilen in Mächtigkeiten von ca. 0,3-0,4 m, lokal auch bis 0,5 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 abzuschleppen.

Aus den bei den Baugrunduntersuchungen entnommenen Bodenproben wurden repräsentative Mischproben zusammengestellt und chemische Deklarationsanalysen nach den Kriterien der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) durchgeführt. Die Ergebnisse der Analytik werden in einem separaten Bericht dargestellt.

4.1.2 Bauzeitliche Wasserhaltung

Nach Maßgabe der vorliegenden Schichtenprofile stehen in der angenommenen Ausschachtungsebenen für den Kanalbau überwiegend bindige Böden (Geschiebelehm/-mergel) an. Innerhalb dieser Böden stehen zudem in variierenden Tiefen schichtwasserführende Sande an.

Während der Gründungsarbeiten ist daher das anfallende Sicker- und Schichtwasser bzw. das Tageswasser in offener Wasserhaltung abzuführen.

Sofort nach Freilegung eines Teilbereiches der Aushubebene für die Gründung ist dann Kiessand 0/32 oder Natursteinschotter 0/45-0/56 bzw. eine äquivalente Mischung oder

Bodenart, beginnend von einem Pumpensumpf aus, im Andeckverfahren in einer Stärke von ca. 0,2 m einzubringen. Das Flächenfiltermaterial ist dann zur Vermeidung unterschiedlicher Rohrauflagerungen über den gesamten Trassenverlauf einzurichten.

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 ZTVE-StB 09 zu beachten.

Es wird eine gutachterliche Begleitung der Erd- und Kanalbauarbeiten empfohlen (vgl. Kap. 6.0).

4.1.3 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. 4.1.2) – in den anstehenden, überwiegend mindestens steifplastischen bindigen Böden (Geschiebelehm/-mergel) 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 kosten-

günstiger sein. In diesem Zusammenhang wird eine Wirtschaftlichkeitsberechnung empfohlen.

Unter Berücksichtigung der in Kap. 4.1.2 beschriebenen Wasserhaltungsmaßnahmen sind die anstehenden Böden "kurzzeitig standsicher", sodass, wenn generell verbaut werden soll, ein Grabenverbaugerät zur Ausführung kommen kann. Alternativ dazu können auch Kanaldielen, Spundwandelemente oder Trägerbohlwände verwendet werden. Der Verbau ist statisch nachzuweisen.

Werden Verbauten vorgesehen, deren Trägerelemente tiefer als die in den Baugrunduntersuchungen erschlossenen Schichtentiefen reichen, so ist zu beachten, dass unterhalb der Geschiebemergelablagerungen dicht gelagerte Sande bzw. der Verwitterungshorizont des unterlagernden Halbfestgesteins (Ton-/Kalkmergel) zu erwarten sind. Gegebenenfalls sind dann entsprechende Einbringhilfen (Vorbohrungen oder ähnliches) vorzusehen.

Sollten daher Kanalgrabenverbauten 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.

Der Verbau ist unter Berücksichtigung der Planungsanforderungen an die Rohrleitung derart zu entfernen, dass keine schädliche Veränderung der Tragfähigkeit, der Standsicherheit oder der Lage erfolgt. Die Entfernung sollte daher fortschreitend zur Verfüllung der Gräben erfolgen.

Die geforderte Mindestgrabenbreite ist in Abhängigkeit der unterschiedlichen Nenn-durchmesser sowie der unterschiedlichen Grabentiefen und unter Berücksichtigung verbauter oder unverbauter Kanalgräben nach der DIN EN 1610, Kap. 6, Tabelle 1 und Tabelle 2 festzulegen.

4.1.4 Stabilisierung der Kanalgrabensohle, Rohrauf Lagerung

4.1.4.1 Gründungsplanum bzw. -schicht

Wie aus den Schichtenprofilen auf den Anlagen 2.1 und 2.2 zu ersehen ist, stehen im gründungsrelevanten Tiefenbereich der geplanten Rohrleitungen überwiegend bindige, mindestens steifplastische Böden (Geschiebelehm/-mergel) sowie örtlich auch mitteldicht gelagerte Sande an.

Die anstehenden Böden sind im angetroffenen Zustand, auch unter Berücksichtigung der Baugrundverbesserung durch den erforderlichen bauzeitlichen Flächenfilter in einer Stärke von ca. 0,2 m (vgl. Kap. 4.1.2), für die zu erwartenden Rohrlasten als ausreichend tragfähig zu bewerten.

In der angenommenen Kanalsolebene stehen überwiegend Sand-Schluff-Ton-Gemische mit mehr als 15-Gew.-% Feinkornanteile an. Eine dynamische Belastung dieser Böden führt bei höheren Wassergehalten der Böden zu einem Porenwasserüberdruck und dann zu Aufweichungen, dem sog. „Matratzeneffekt“. Es wird daher ausdrücklich darauf hingewiesen, dass gemischtkörnige, bindige Erdplanien nicht mittels schwerer und/oder 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. In diesem Zusammenhang wird auf die empfohlene Begleitung der Kanalbauarbeiten durch den Gutachter hingewiesen (vgl. Kap. 6.0).

4.1.4.2 Rohrbettung

Bei Verwendung von Rundprofil-Rohren ohne Fuß ist gem. DIN EN 1610 eine untere Bettungsschicht „a“ nach Typ 1 in einer Mindeststärke von 100 mm herzustellen. Als

Bettungsmaterial können die nach DIN EN 1610 angegebenen Materialien verwendet werden.

Eine kraftschlüssige Verlegung der Rohrleitungen ist in sämtlichen Streckenabschnitten zu gewährleisten. Hohlräume unterhalb der Kanalrohre oder Teilabschnitte ohne Rohrauflagerung sind zu vermeiden. Die Bettungsschicht ist demnach gleichmäßig über die gesamten Kanalgräben herzustellen.

Abweichend zu vorgenannter Bettung können durch die Rohrstatik ggf. höhere Anforderungen an das Rohrauflager gestellt werden. Die obere Bettungsschicht „b“ ist dann gemäß den statischen Erfordernissen bzw. nach Planvorgaben auszubilden.

Das Material ist gem. ZTV E-StB 17 bis auf mind. 97 % Proctordichte zu verdichten. Die erreichte Verdichtung ist nachzuweisen.

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 zur Festlegung der erforderlichen Bodenaustauschstärke empfohlen (vgl. Kap. 6.0).

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 Füllsand, Grubenkies, Kiessand 0/32 oder Natursteinschotter 0/45-0/56 bzw. ein äquivalentes raumbeständiges und umweltverträgliches Recycling-Material zu verwenden. Bei Verwendung von nicht filterstabilen Bodenaustauschmaterialien ist ein unverrottbares Trennvlies zu verlegen.

4.1.5 Grabenverfüllung und Wiedereinbaufähigkeit der Aushubböden

Bei den Aushubarbeiten für die Kanalgräben fallen nach Entfernung des humosen Oberbodens überwiegend bindige Böden, örtlich auch sandige Böden an. Die anfallenden Böden sind gemäß DIN EN 1610, Kap. 7, Tabelle 1, den Verdichtbarkeitsklassen V2 und V3 zuzuordnen. Die Böden sind daher für den Einbau innerhalb der Leitungszone nach DIN EN 1610 und ZTV A-StB 12 nicht geeignet.

Wiederverwendungsmöglichkeit:

Böden der Verdichtbarkeitsklasse V2 und 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 V2- und V3-Böden können unter Einhaltung der vorgenannten Bedingungen nur innerhalb der Hauptverfüllzone und nur bis zur Unterkante des frostsicheren Gesamtaufbaus der künftigen Verkehrsflächen (vgl. Kap. 4.2.2) eingebaut werden. Die Böden sind dann lagenweise einzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte in der unten beschriebenen Weise zu verdichten. Die ergänzenden Angaben in Kapitel 4.3 sind zu beachten.

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 zur Wiederverwertung aus umweltchemischer 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 nicht bindige Lockergesteinsböden der Verdichtbarkeitsklasse V1 (gem. DIN EN 1610 und ZTV A-StB 12) zu verwenden.

Aufgrund der späteren Überbauung mit Verkehrsflächen (vgl. Kap. 4.2.3.2) 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. 5.0) 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 / DWA A 139 hingewiesen.

4.2 Straßenbau

4.2.1 Belastungsklasse

Hinsichtlich der zukünftigen Verkehrsbelastung der Planstraßen sowie der von der Erschließungsmaßnahme betroffenen Abschnitte der Bestandsstraßen Dömerstiege und Feldstraße liegen dem Gutachter derzeit keine Informationen vor.

Für die weiteren Ausführungen wird zunächst davon ausgegangen, dass für die Straßen die Belastungsklasse Bk1,0 für Wohnstraßen gemäß RStO 12 maßgebend ist.

4.2.2 Frostsicherer Gesamtaufbau

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

Die in Höhe des künftigen Erdplanums natürlich anstehenden Böden sind nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 zu stellen. Daraus resultiert nach Tabelle 6 der RStO 12 eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 0,6 m für Verkehrsflächen der Belastungsklassen Bk1,0.

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. 0,5 m (F2-Material). Es ist planerisch zu prüfen, ob die örtlichen Verhältnisse Mehr- oder Minderdicken nach Tabelle 7 der RStO 12 erfordern bzw. zulassen.

Für die Nebenanlagen (Geh- und Radwege) reicht nach Abschnitt 5.2 der RStO 12 ein frostsicherer Gesamtaufbau in einer Stärke von 0,3 m aus.

4.2.3 Erdplanum

4.2.3.1 Bauzeitliche Wasserhaltung

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

Die v. g. wasserempfindlichen Böden werden bei Regenfällen verschlammten, 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 v. g. Flächenfiltermaterial dient dann gleichzeitig als Unterbaumaterial zur Erhöhung der Tragfähigkeit (vgl. Kap. 4.2.3.2).

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

4.2.3.2 Tragfähigkeit

Der zunächst anstehende humose Oberboden ist aus gründungstechnischer Sicht zum Überbauen mit Verkehrsflächen nicht geeignet und daher unmittelbar vor Beginn der Erdarbeiten zu entfernen (vgl. Kap. 4.1.1).

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. 4.1.4).

In den Bereichen, in denen das Erdplanum außerhalb der verfüllten Kanalgräben liegt, stehen nach Abschieben des humosen Oberbodens überwiegend bindige, fein- bis gemischtkörnige Böden der Bodengruppen SU*/ST*/TL/TM gemäß DIN 18196 an. Eine ausreichende Nachverdichtung dieser Böden ist aufgrund der hohen Schluff- und Tongehalte der Böden nicht möglich.

Unter Zugrundelegung der erwarteten E_{V2} -Verformungsmoduln von ca. 10-30 MN/m^2 , je nach Witterung und entsprechendem Bodenwassergehalt, ist daher eine Bodenverbesserung bzw. die Herstellung eines Verkehrsflächen-Unterbaus in einer Stärke von mind. ca. 0,1-0,4 m erforderlich. Für die Ausschreibung kann zunächst von einer mittleren Bodenaustauschstärke von ca. 0,3 m ausgegangen werden. Das Unterbaumaterial dient dann gleichzeitig als bauzeitlicher Flächenfilter (vgl. Kap. 4.2.3.1).

Geeignetes Unterbau- bzw. Flächenfiltermaterial ist nicht bindiges und verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial wie Kiessand 0/32 oder 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.

Das zum Einsatz kommende Verdichtungsgerät ist so mit der Schüttstärke des Unterbau-Materials abzustimmen, dass keine dynamische Verdichtungsenergie in den unterlagernden bindigen Boden eingetragen und dieser dadurch nicht in seiner Struktur gestört wird (vgl. Kap. 4.3).

In diesem Zusammenhang wird auf das FGSV-Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau, Ausgabe 2003, hingewiesen.

Die Eignung der verwendeten Baustoffe und des gewählten Einbau- und Verdichtungsverfahrens ist vom Auftragnehmer nachzuweisen. Hierzu zählt u.a. die Durchführung von Probeverdichtungen und ggf. die Anlage von Probefeldern. Diesbezüglich sind die Anforderungen der ZTVE-StB 17 zu beachten.

Die tatsächlich erforderliche Einbaustärke des Unterbaumaterials ist im Zuge der Erdarbeiten durch den Gutachter (vgl. Kap. 6.0) festzulegen bzw. durch Probeverdichtung zu ermitteln.

Bei jahreszeitlich bzw. witterungsbedingt hohen Wassergehalten und entsprechend weichplastischer Konsistenz der bindigen Böden, wird empfohlen, zusätzlich als unterste Lage ein Grobschlagmaterial (z.B. 0/120 oder äquivalente Mischungen, Stärke ca. 0,2 m) zur Baugrundstabilisierung einzubauen. Das Material ist dann in einer Lage anzudecken und statisch abzuwalzen. Auf die so hergestellte Stabilisierungsschicht kann dann der eigentliche Unterbau aufgebracht und wie zuvor beschrieben verdichtet werden.

Alternativ zum Grobschlagmaterial kann ein Geotextil verlegt werden. Durch den Einbau von Geotextilien, ggf. in Verbindung mit Geogittern, kann die erforderliche Stärke des Unterbaus ggf. reduziert werden. Die Eignung solcher "Sonderbauweisen" ist ebenfalls mittels Probeverdichtungen durch den Auftragnehmer nachzuweisen. Überschlägig kann bei Verwendung von Geogittern eine mögliche Reduzierung der Unterbau-Stärke um ca. 10 cm kalkuliert werden.

Alternativ zu einem Bodenaustausch gegen Lockergesteinsmaterial (s. o.) besteht grundsätzlich auch die Möglichkeit, einen ausreichend tragfähigen Unterbau durch eine Bodenverbesserung der anstehenden bindigen Böden mittels Bindemittelzugabe herzustellen. Ziel der Bodenverbesserung ist es, durch das Untermischen geeigneter Bindemittel (i.d.R. Kalk oder Zement) den für eine Verdichtung des Bodens erforderlichen optimalen Wassergehalt näherungsweise zu erreichen, um so eine ausreichende Nachverdichtung des Erdplanums zu ermöglichen. Hierzu sind dann im Vorfeld noch ergänzende Bodenuntersuchungen erforderlich, um den aktuellen Wassergehalt bestimmen zu können. Sofern diese Variante der Bodenverbesserung zur Ausführung kommen soll, so ist mit dem Gutachter Rücksprache zu halten, um Art und Menge des erforderlichen Bindemittels festlegen zu können.

4.2.4 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. 4.2.3.2) 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 ZTVE-StB 17, der ZTVT-StB 95, der TL SoB-StB 04 der ZTV SoB-StB 04 und der RStO 12.

Die im Untergrund anstehenden Böden sind im natürlichen Zustand und als verdichtetes Kalk-Zement-Boden-Gemisch nur sehr schwach durchlässig. Durch geeignete Entwässerungseinrichtungen ist in diesen Bauabschnitten ein dauerhafter Wassereinstau im unbefestigten Straßenoberbau zu vermeiden (Planumsentwässerung). In diesem Zusammenhang sind die Ausführungen der ZTVEw-StB 91 zu beachten.

4.3 Angaben zum Erdplanum / zu Abtragsplanien

Die in den jeweiligen Aushubebenen anstehenden Böden sind überwiegend als bindige, fein- und gemischtkörnige Lockergesteinsböden der Bodengruppen ST*, SU*, TL und TM gemäß DIN 18196 zu klassifizieren (vgl. Kap. 3.5). 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 führt zu einem Porenwasserüberdruck und dann zu Aufweichungen, dem sog. „Matratzeneffekt“. 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

Der beim Aushub anfallende gemischt- und feinkörnige, bindige Boden kann aus bodenmechanischer Sicht, z.B. als Füllmaterial im Bereich der Arbeitsräume nur sehr bedingt wiederverwendet werden.

Stark 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. Zu beachten sind die in den jeweiligen Verfüllzonen maßgebenden Anforderungen an die Verdichtung (vgl. Kap. 4.1.5). In den Bereichen, in denen geringe Sackungen erfolgen können (Rasen, Blumenbeete, u.a.), ist eine hohlraumarme Verfüllung ausreichend.

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 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 Zu-

sammenhang wird die Begleitung der Erdarbeiten durch den Gutachter empfohlen (vgl. Kap. 6.0).

Nicht verdichtungsfähiger und überschüssiger Boden ist abzufahren. Diesbezüglich sind die Angaben der separaten Stellungnahme zur Deklarationsanalytik der anstehenden Böden zu beachten.

5.0 Versickerungsfähigkeit des Baugrundes im Bereich der RRB

Innerhalb der Erschließungsfläche ist die Anlage von zwei Erdbecken / Regenrückhaltebecken (RRB) als (Teil-)Versickerungsbecken für das anfallende Regenwasser geplant. Die RRB werden dann mit Überlauf an den Langemeersbach im Norden bzw. den Wieningbach im Süden des Plangebietes angeschlossen.

Zur Ermittlung der Boden- und Grundwasserverhältnisse im Bereich der geplanten RRB wurden daher insgesamt drei Rammkernsondierbohrungen (RKS 5, RKS 6 und RKS 13, vgl. Anl. 2) niedergebracht und aus den Bohrungen gestörte Bodenproben entnommen.

Für die Beurteilung der generellen Eignung eines Baugrundes für die Versickerung von Niederschlagswasser sind in Anlehnung an das DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 138, der Durchlässigkeitsbeiwert (k-Wert) und der Grundwasser-Flurabstand heranzuziehen.

Das v. g. Regelwerk fordert einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $k = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s der anstehenden Böden im Bereich der Versickerungsfläche bzw. -anlage. Zudem soll der max. Grundwasserspiegel zum Schutz des Grundwassers mind. 1,0 m unterhalb der Sohle der zukünftigen Versickerungsanlage liegen.

5.1 Beurteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte

An repräsentativ ausgewählten Bodenproben wurde im bodenmechanischen Labor die Korngrößenverteilung gem. DIN 18123 bestimmt. Die Ergebnisse der Laborversuche wurden als Körnungslinien dargestellt und sind als Anlage 3.1 bis 3.8 beigefügt. Die im Bereich der geplanten RRB untersuchten Proben sind den Anlagen 3.3, 3.7 und 3.8 zu entnehmen. Anhand der Körnungslinien wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte der untersuchten Böden nach den Vergleichskurven von KRAPP abgeschätzt.

Die korrelativ aus den Körnungslinien abgeleiteten Durchlässigkeiten sind für wasser-gesättigte Böden bei horizontaler Durchströmung gültig. Für eine Versickerung von Niederschlagswasser ist jedoch der ungesättigte Bodenbereich zwischen der Sohle einer möglichen Versickerungsanlage und dem Grundwasser bei vertikaler Sickerströmung relevant. Bei einer Versickerung der Niederschlagswässer über Versickerungsanlagen sind gem. DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 138, Tabelle B.1, die aus den Körnungslinien abgeleiteten k-Werte noch mit einem Korrekturfaktor von 0,2 zu versehen.

Die Ergebnisse der Durchlässigkeitsbestimmung aus den Körnungslinien sowie der daraus abgeleiteten Bemessungs-k-Werte sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Ermittelte k-Werte aus Körnungslinien und Bemessungs-k-Wert nach DWA

Bohrung	Entnahmetiefe [von-bis m u. GOK]	Bodenart	k-Werte [m/s]	Bemessungs-k- Werte [m/s]
RKS 6	0,6 - 2,6	T, u*	$< 1 \times 10^{-9}$	$< 2 \times 10^{-10}$
RKS 13	0,7 - 2,3	S, t, u	$< 1 \times 10^{-8}$	$< 2 \times 10^{-9}$
RKS 13	2,3 - 3,0	S, u*, fg', mg'	$< 1 \times 10^{-6}$	$< 2 \times 10^{-7}$

Nach den Ergebnissen der k-Wert-Bestimmungen weisen die überwiegend anstehenden stark bindigen Böden (Geschiebelehm/-mergel, stark verwitterter Kalkmergel), die überwiegend aus Böden der Bodengruppe SU*, ST*, TL, TM gemäß DIN 18196 bestehen, Durchlässigkeitsbeiwerte für den ungesättigten Zustand bei vertikaler Durchströ-

mung von ca. $k = 2 \cdot 10^{-10}$ m/s bis $k = 2 \cdot 10^{-7}$ m/s auf. Die im Bereich der Regenrückhaltebecken anstehenden Böden sind demnach als schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig gem. DIN 18130 einzustufen.

5.2 Beurteilung des Grundwasserflurabstandes

Das Grundwasser wurde bei den Baugrunduntersuchungen in der Zeit vom 02.06.2020 bis zum 05.06.2020 nicht bzw. nur innerhalb der nicht durchhaltenden, schichtwasserführenden Sande angetroffen.

Dabei handelt es sich um Sicker- und Schichtwasser, welches sich oberhalb der bindigen und daher nur sehr gering durchlässigen Böden (Geschiebelehm/-mergel) aufstaut und dann nur stark zeitverzögert in den tieferen Untergrund versickern kann.

Im Bereich des RRB Süd (vgl. RKS 13, Anl. 2.2) wurde eine wasserführende Sandschicht bei ca. 2,3 m unter GOK angetroffen. Im Bereich des RRB Nord (vgl. RKS 5 + RKS 6, Anl. 2.1) wurden zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung keine Vernässungen der stark bindigen Böden festgestellt.

Bei den anstehenden, mit Durchlässigkeitsbeiwerten von $k < 1 \cdot 10^{-4}$ m/s geringer durchlässigen Böden ist in niederschlagsreichen Zeiten bzw. nach anhaltenden starken Niederschlägen zudem mit weiteren lokalen Vernässungen durch temporär aufgestautes Sicker- und Schichtwasser zu rechnen. Der Sickerwasseraufstau kann dann örtlich bis zur Geländeoberkante reichen und dort zu vorübergehenden Vernässungen führen (vgl. Kap. 3.3).

5.3 Durchführen von Sickerversuchen

Auf der Untersuchungsfläche wurden auftragsgemäß drei Versickerungsversuche als „open-end-test“ (Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe) nach USBR im Bereich der Bohrungen RKS 5, RKS 6 und RKS 13 durchgeführt.

Die Lage der Versickerungsversuche im Gelände ist dem Lageplan auf der Anlage 1.2 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche VS 1 bis VS 3 sind auf den Anlagen 6.1 bis 6.3 protokolliert.

Die Versuche wurden sowohl in einer Tiefe von 1,0 m unter GOK als auch 3,0 m unter GOK durchgeführt. Bei keinem der angesetzten Versuche konnte eine messbare Versickerung des eingefüllten Wassers innerhalb des 1,5" Rohrdurchmessers festgestellt werden.

5.4 Fazit

Im DWA-Regelwerk wird zur Versickerung von Niederschlagswasser ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ bis $k = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ vorausgesetzt. Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden Böden liegen außerhalb des nach dem o. g. DWA-Regelwerk zulässigen Bereichs. Eine effiziente Versickerung des anfallenden Oberflächenwassers im Plangebiet in den Untergrund ist aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Bodenuntersuchungen nicht möglich. Die zeigen auch die durchgeführten Sickerversuche, bei denen keine messbare Versickerung feststellbar war.

Die Regenrückhaltebecken werden als Teilversickerungsanlage, d.h. mit Notüberlauf an die vorhandenen Bäche angeschlossen und dienen dann als Retentionsraum.

6.0 Baugrubenabnahme und Verdichtungsüberprüfung

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.

Die vorgenannten Ausführungen beziehen sich auf die vorliegenden Ergebnisse der Baugrunduntersuchung. Teile des Plangebietes konnten aufgrund des Betretungsverbotes nicht planmäßig untersucht werden. Es wird empfohlen, die bislang nicht durchgeführten Bohrungen RKS 7 und RKS 10 nachzuholen, um die Baugrundverhältnisse in den Teilbereichen mit denen im Gutachten beschriebenen Verhältnissen abgleichen zu können. Abweichungen der Baugrundverhältnisse zwischen den einzelnen Bodenaufschlusspunkten von den im vorliegenden Gutachten beschriebenen Verhältnissen lassen sich aufgrund der stichpunktartigem Bodenaufschlüssen nicht ausschließen.

Im Zuge der v. g. Baugrubenabnahme werden dann die Bodenaustauscharbeiten exakt festgelegt und es erfolgen die endgültigen Angaben zur bauzeitlichen Wasserhaltung, zur Kanalgrabensicherung und zur Kanalrohrverlegung sowie zum Straßenbau.

Während und nach Fertigstellung von Bodenaustausch- und Bodenverfüllmaßnahmen und der Verdichtungsarbeiten ist gem. DIN EN 1997-1:2009-09, Abschnitt 5.3.4, eine Überprüfung der erreichten Verdichtung durch den Gutachter erforderlich.

7.0 Schlusswort

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

Nach den vorliegenden Planunterlagen und den anstehenden Baugrund- und Grundwasserverhältnissen wird das Bauvorhaben der Geotechnischen Kategorie 2 (GK2) zugeordnet.

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

Greven, den 30. Juni 2020



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



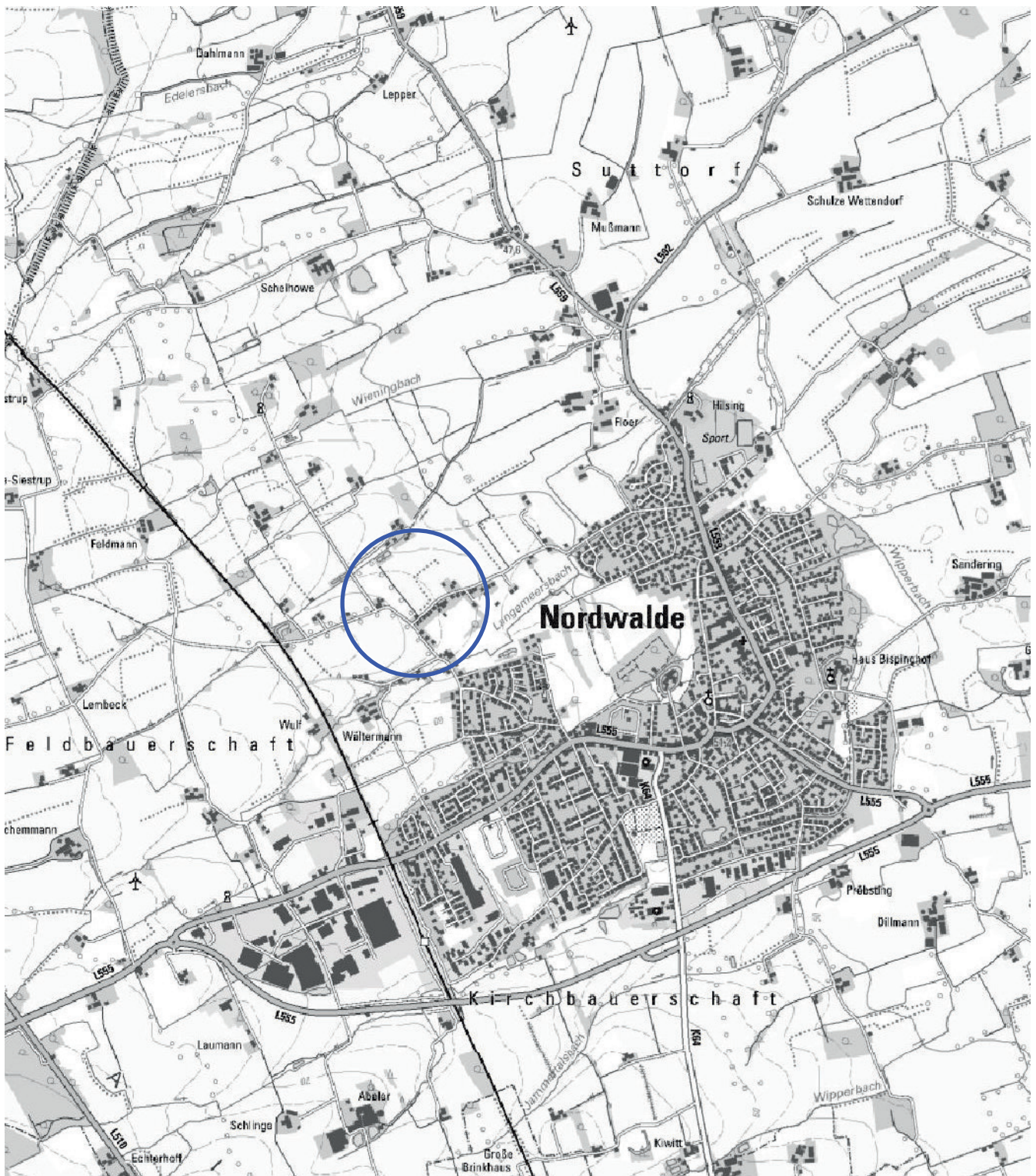
OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG




Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2
www.ows-online.de

Dipl.-Ing. (FH) S. Goldberg



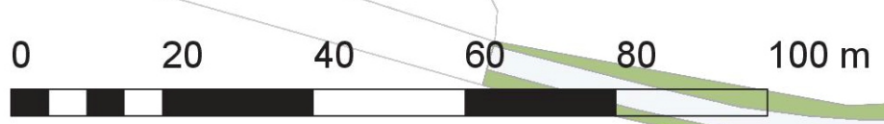
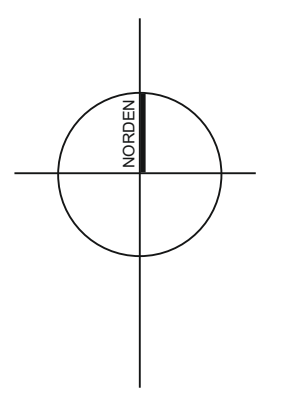
Quelle: Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2020

Zum Wasserwerk 15 48268 Greven		 OWS Ingenieurgeologen
Tel.: 02571 / 95 28 8-0 Fax: 02571 / 95 28 8-2		
Projekt: Erschließung Baugebiet Windmühlenfeld in 48356 Nordwalde		
Planinhalt: Übersicht		
Projekt-Nr.: 2005-3644	Maßstab: 1 : 25 000	
Datum: 02.-05.06.2020	Anlage: 1.1	

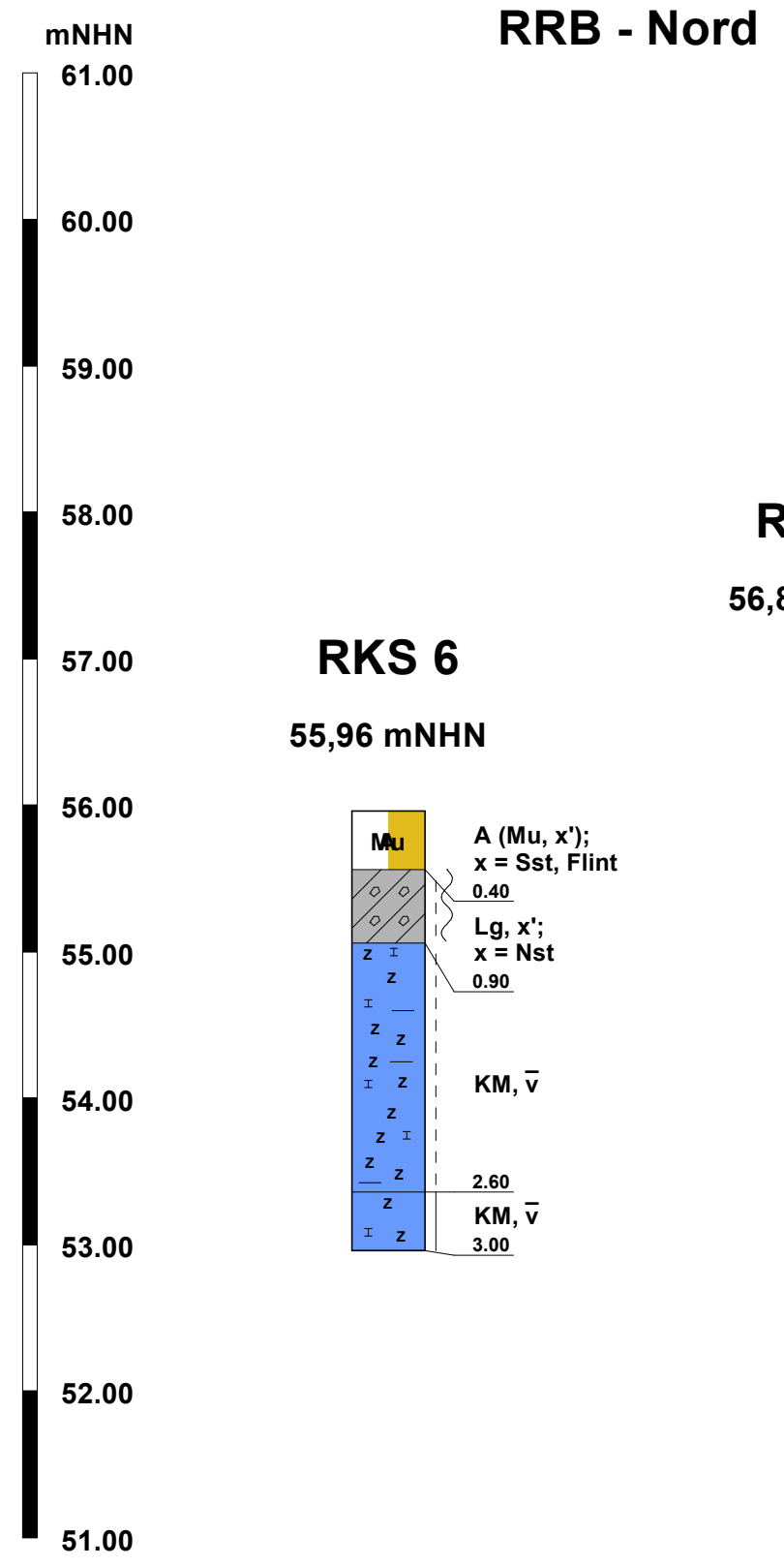


Legende

- RKS 1 Rammkernsondierbohrung DN 36/50 EN ISO 22475-1
- RKS 7 Geplante Rammkernsondierbohrung, nicht durchführbar aufgrund von Betretungsverbot
- X DPM 1 Mittelschwere Rammsondierung gem. EN ISO 22476-2
- KB 1 Kernbohrung und Rammkernsondierbohrung DN 36/50 EN ISO 22475-1
- ⊠ KD. Kanaldeckel mit 57,71 mNHN als Bezugspunkt für das Höhenniveau

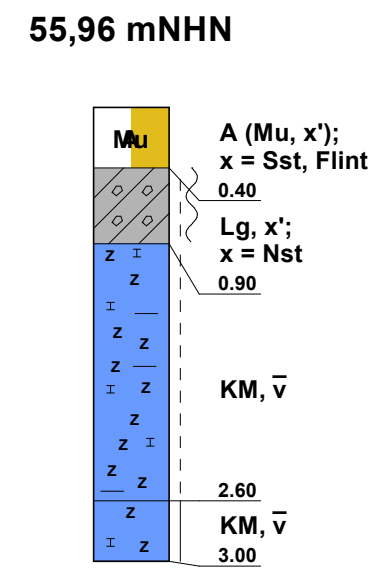


Zum Wasserwerk 15 48268 Greven Tel.: 02571 / 95 28 8-0 Fax: 02571 / 95 28 8-2		 OWS Ingenieurgeologen
Projekt: Erschließung Baugebiet Windmühlenfeld in 48356 Nordwalde		
Planinhalt: Lage der Bodenaufschlusspunkte RKS 1 - 13, DPM 1 - DPM 4 und KB 1 - KB 5		
Projekt-Nr.: 2005-3644	Maßstab: 1 : 1 000	
Datum: 02.-05.06.2020	Anlage: 1.2	

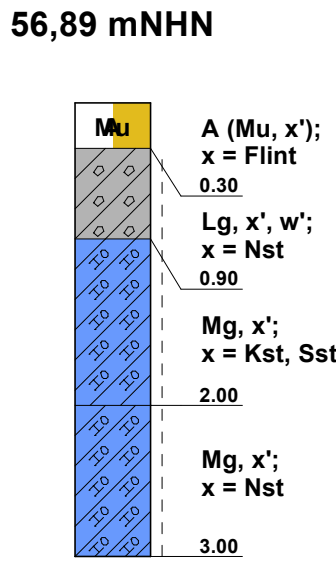


RRB - Nord

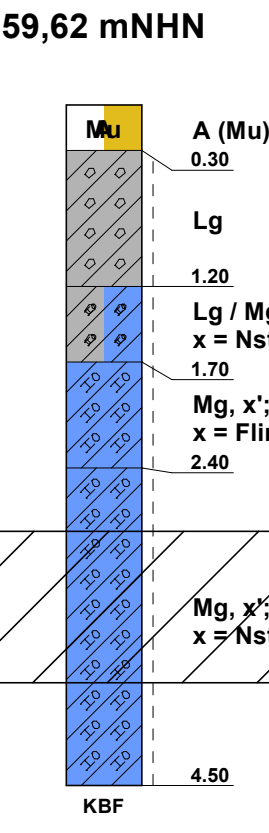
RKS 6



RKS 5

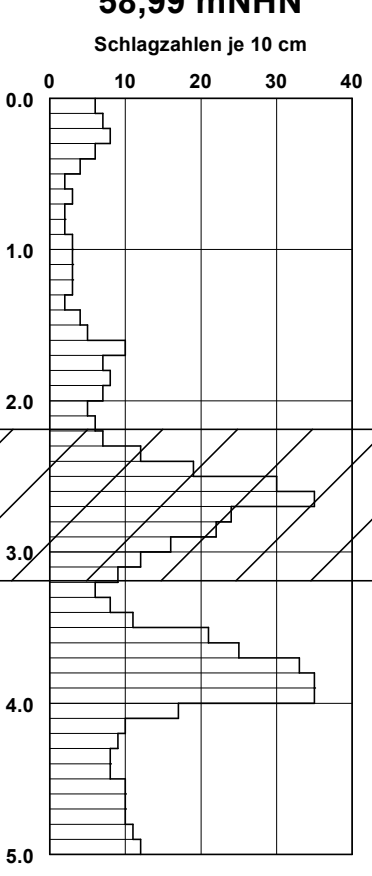


RKS 9

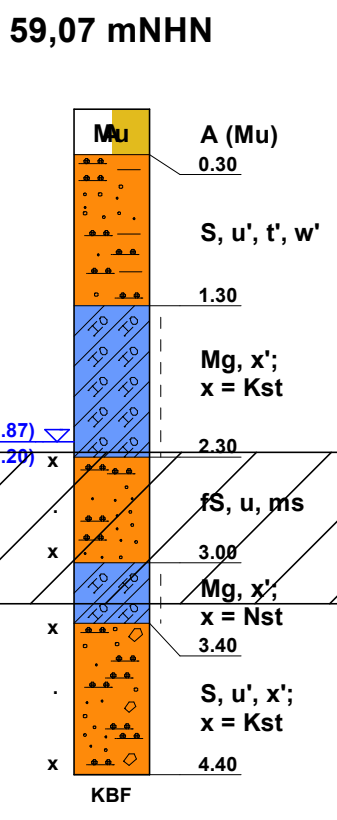


Planstraße 3

DPM 3

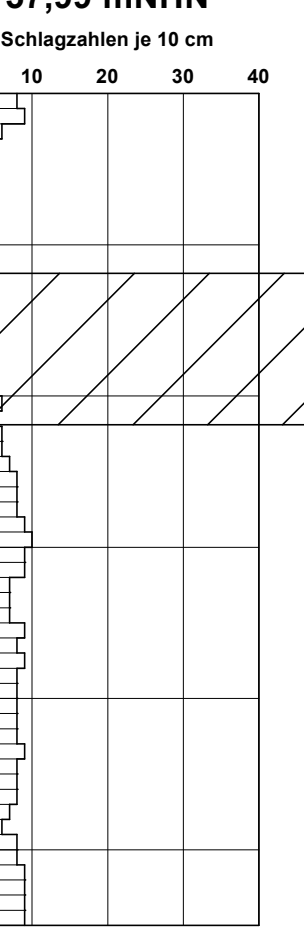


RKS 8

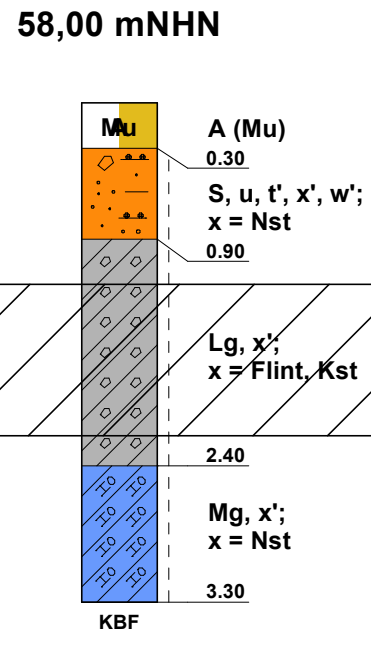


Planstraße 2

DPM 2

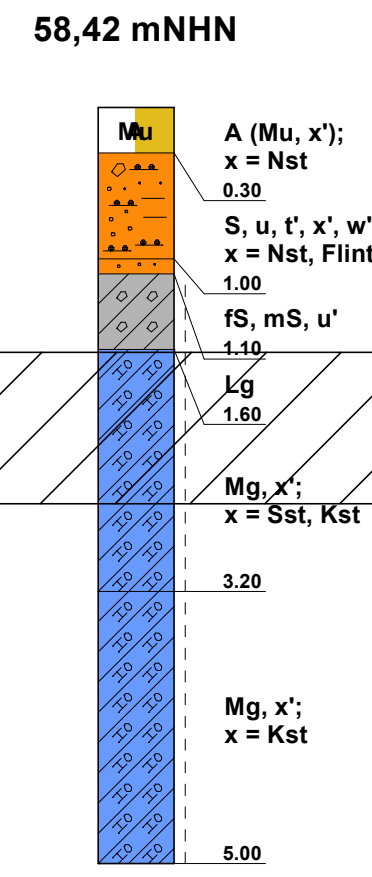


RKS 3

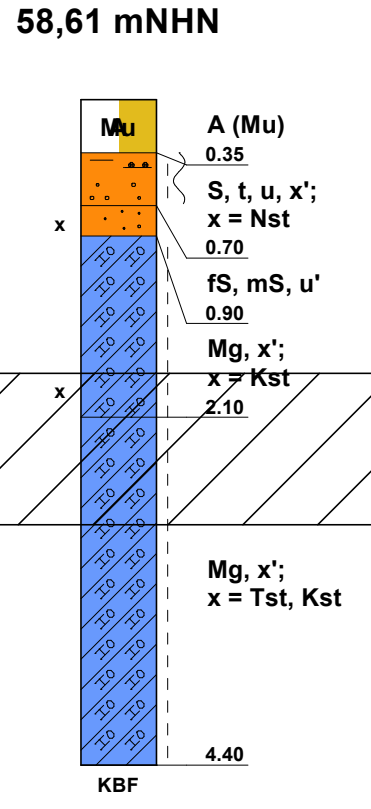


Planstraße 1

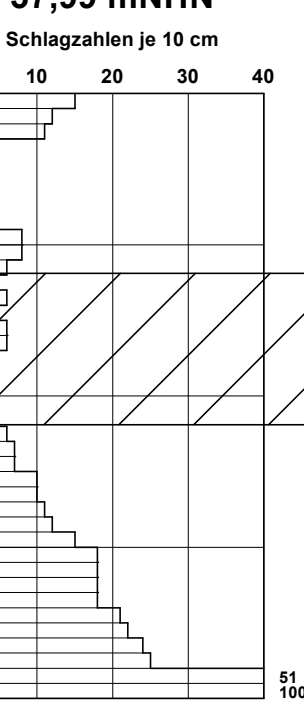
RKS 4



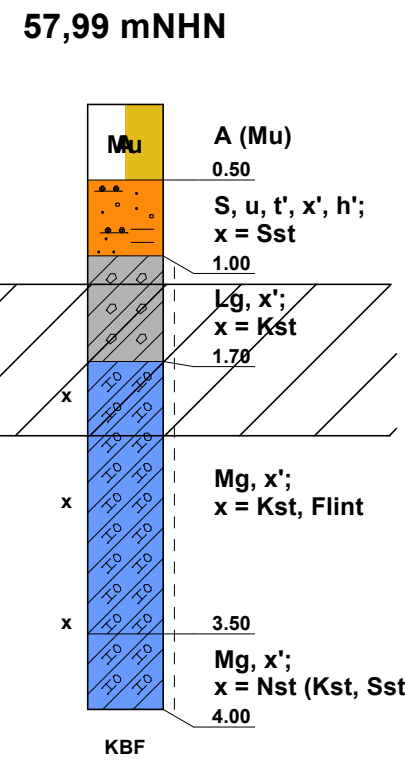
RKS 2



DPM 1



RKS 1



Angenommener Gründungsbereich Kanalisation zwischen ca. 55,8 mNHN und ca. 56,8 mNHN

Homogenbereiche		
Humoser Oberboden:	A (Mu, ...)	Homogenbereich AO
Anthropogene Auffüllungen:	A (...)	Homogenbereich A
Geschiebe(deck)sand:	S, fs, mS, ...	Homogenbereich B1
Geschiebelehm/-mergel:	Lg, Mg, ...	Homogenbereich B2
Kalkmergel, stark verwittert:	KM, ...	Homogenbereich B3

Legende

Konsistenzen und Bodenarten		
halbfest		Sand (S)
steif		Feinsand (fS)
weich - steif		Mittelsand (mS)
		Mutterboden (Mu)
		Auffüllung (A)
		Geschiebelehm (fx)
		Geschiebemergel (X)

Abkürzungen

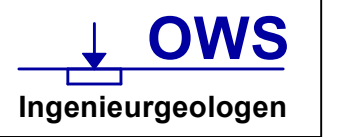
Asph = Asphalt	Nst = Naturstein
Be = Beton	Sst = Sandstein
Bs = Bauschutt	x = Steine
Gl = Glas	o = Pflanzenreste
Ko = Kohle	w = Wurzelreste
Kst = Kalkstein	
Schl = Schlacke	v = verwittert
Scho = Schotter	v' = stark verwittert
Tst = Tonstein	v'' = schwach verwittert
Zb = Ziegelbruch	

BZP = Kanaldeckel mit 57,71 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

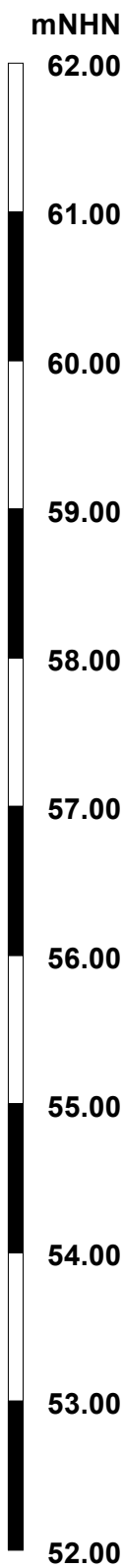
Zum Wasserwerk 15
48268 Greven
Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2



Projekt: Erschließung Baugebiet Windmühlenfeld in 48356 Nordwalde

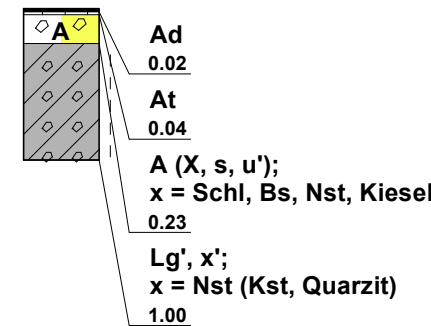
Planinhalt: Schichtenprofile RKS 1 - RKS 6, 8, 9
Rammdiagramme DPM 1 - DPM 3

Projekt-Nr.: 2005-3644 Maßstab: 1 : 50
Datum: 02.-05.06.2020 Anlage: 2.1

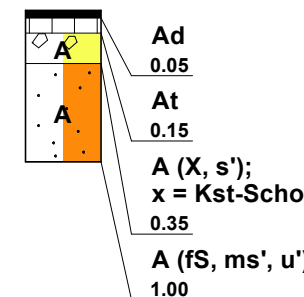


Feldstraße

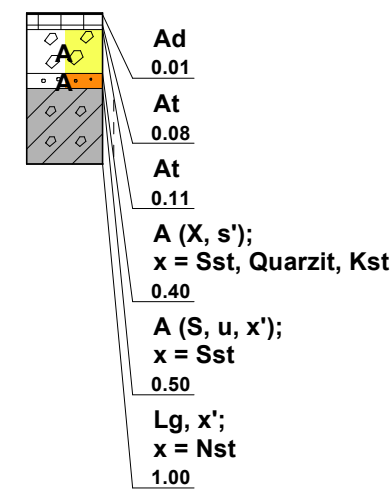
KB 1
56,78 mNHN



KB 2
59,46 mNHN

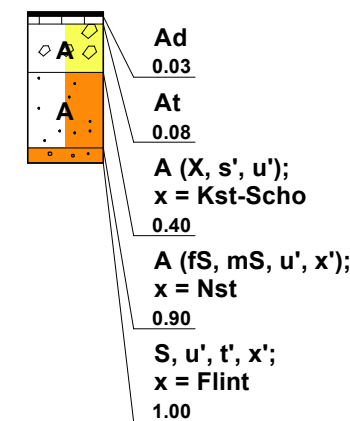


KB 3
60,72 mNHN

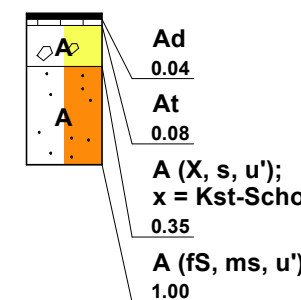


Dömerstiege

KB 4
57,89 mNHN

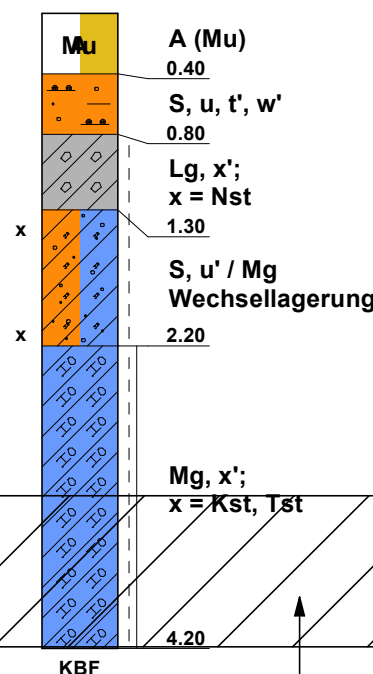


KB 5
56,30 mNHN

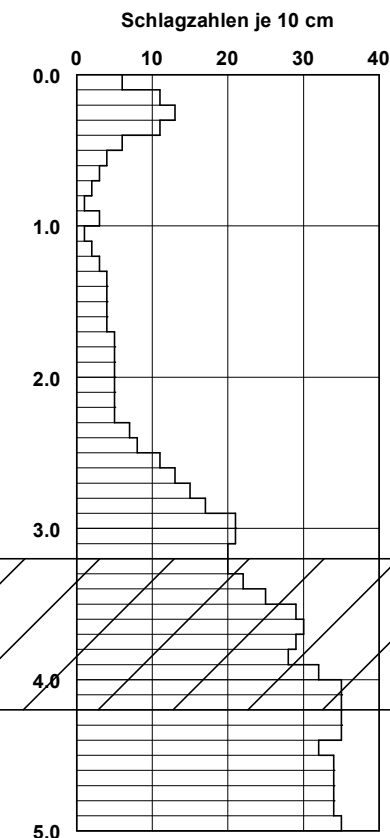


Planstraße 5

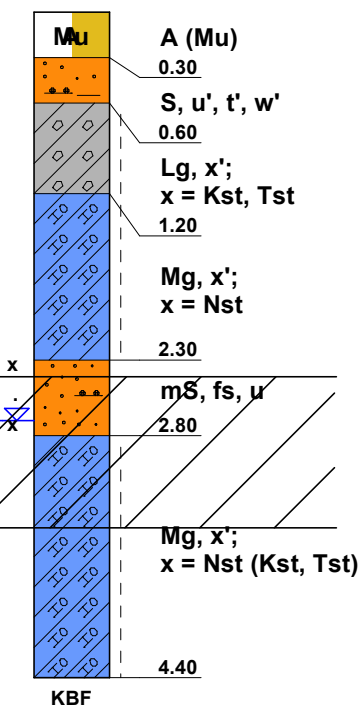
RKS 11
59,99 mNHN



DPM 4
60,00 mNHN

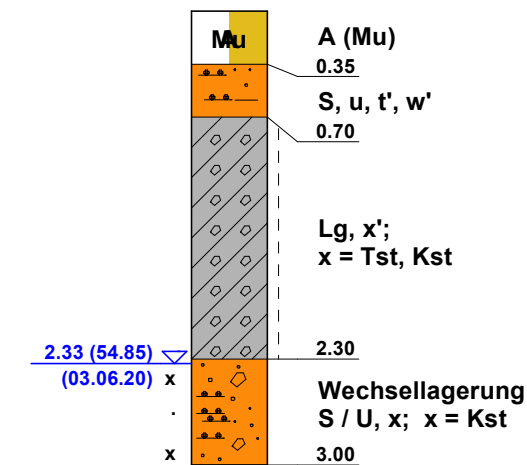


RKS 12
59,21 mNHN



RRB - Süd

RKS 13
57,18 mNHN



Angenommener Gründungsbereich Kanalisation zwischen ca. 55,8 mNHN und ca. 56,8 mNHN

Legende

Konsistenzen und Bodenarten

steif - halbfest	Schluff (U)
steif	Sand (S)
	Feinsand (fS)
	Mittelsand (mS)
	Steine (X)
	Mutterboden (Mu)
	Auffüllung (A)
	Geschiebelehm (fX)
	Geschiebemergel (X)

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	v' = stark verwittert
Scho = Schotter	v'' = schwach verwittert
Tst = Tonstein	
Zb = Ziegelbruch	

BZP = Kanaldeckel mit 57,71 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: Erschließung Baugebiet
Windmühlenfeld
in 48356 Nordwalde

Planinhalt: Schichtenprofile RKS 11 - RKS 13
Rammdigramm DPM 4

Projekt-Nr.: 2005-3644 Maßstab: 1 : 50

Datum: 02.-05.06.2020 Anlage: 2.2

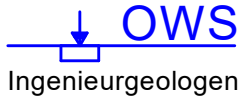
Homogenbereiche

Ackerkrume:	A (Mu, ...)	Homogenbereich AO
Anthropogene Auffüllungen:	A (...)	Homogenbereich A
Geschiebe(deck)sand:	S, fS, mS, ...	Homogenbereich B1
Geschiebelehm/-mergel:	Lg, Mg, ...	Homogenbereich B2
Kalkmergel, stark verwittert:	KM, ...	Homogenbereich B3

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

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

Bearbeiter: ct, ms



Datum: 19.06.2020

Körnungslinie

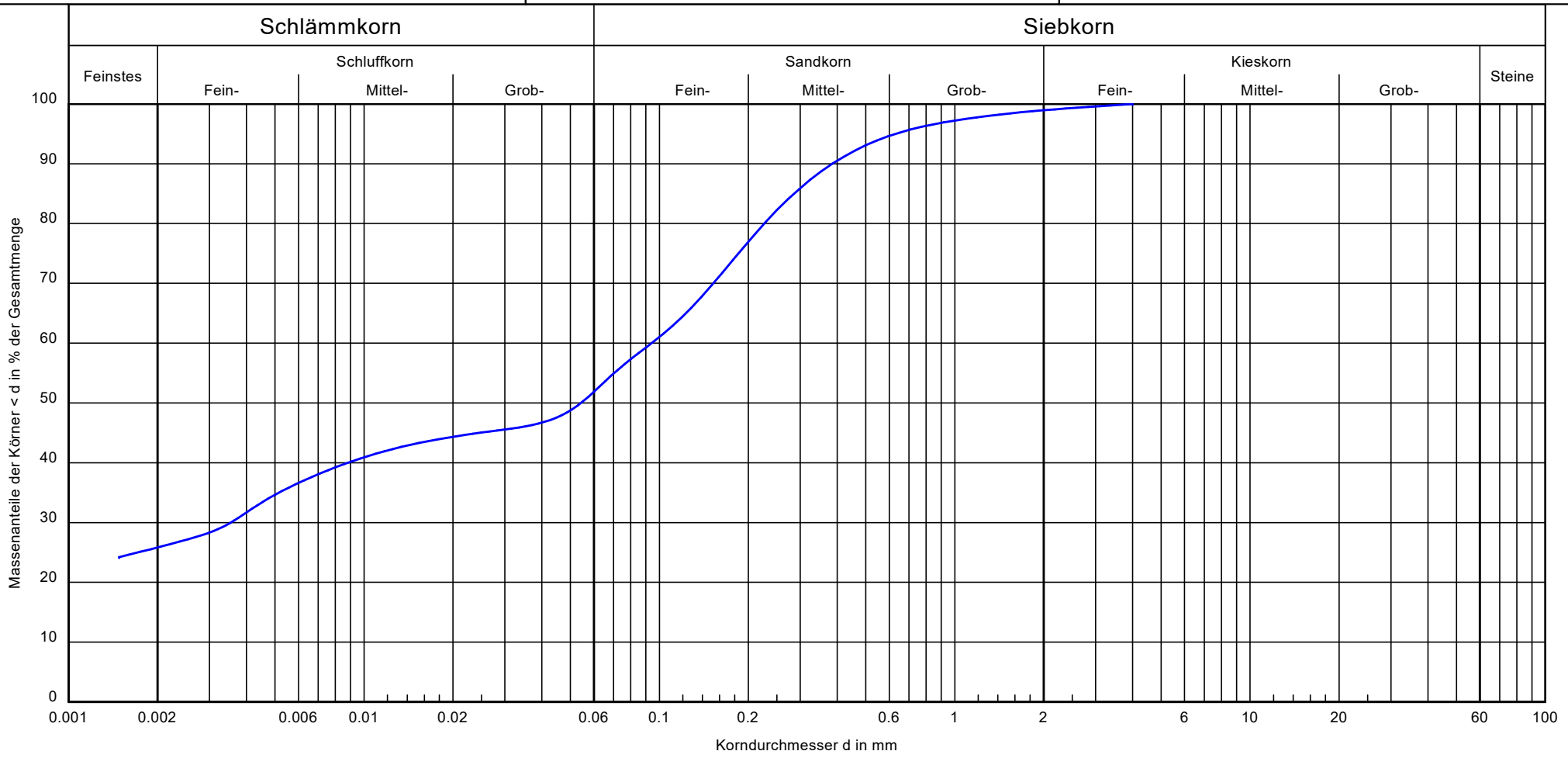
Erschließung Baugebiet Windmühlenfeld in 48356 Nordwalde

Projekt-Nr.: 2005-3644

Probe entnommen am: 02.-06.06.2020

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlämmanalyse



Bezeichnung:	RKS 1
Bodenart:	S, t, u
Tiefe:	1,7-3,5
U/Cc:	-/-
k [m/s] (USBR):	-
Bodengruppe:	-
Frostsicherheit:	-

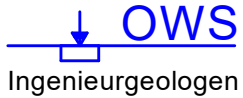
Bemerkungen:

Bericht: 3644
 Anlage: 3.1

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

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

Bearbeiter: ct, ms



Datum: 19.06.2020

Körnungslinie

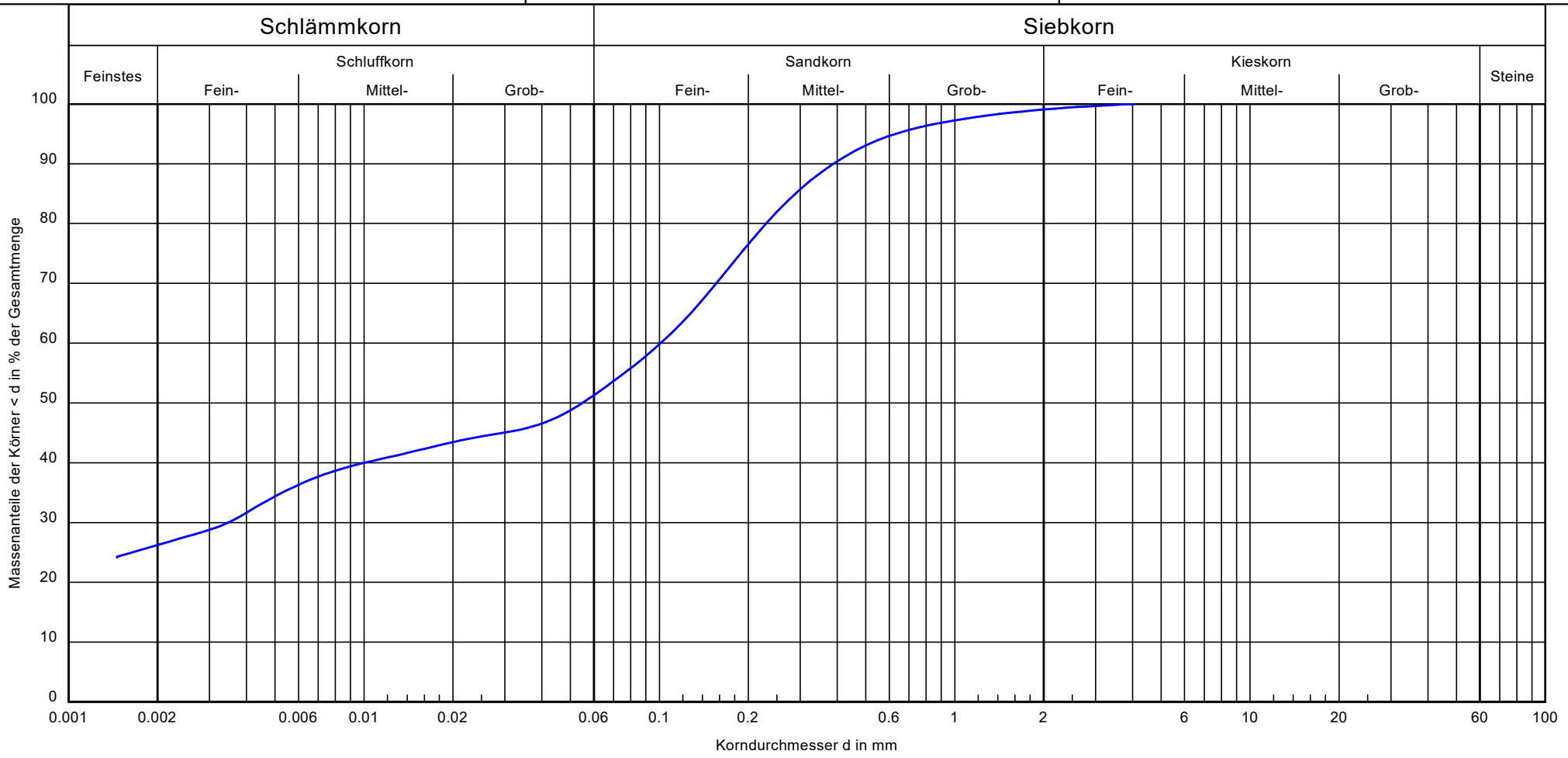
Erschließung Baugebiet Windmühlenfeld in 48356 Nordwalde

Projekt-Nr.: 2005-3644

Probe entnommen am: 02.-06.06.2020

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlämmanalyse

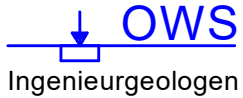


Bezeichnung:	RKS 3	Bemerkungen:	Bericht: 3644 Anlage: 3.2
Bodenart:	S, t, u		
Tiefe:	0,9-2,4		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (USBR):	-		
Bodengruppe:	TM		
Frostsicherheit:	F3		

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

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

Bearbeiter: ct, ms



Datum: 19.06.2020

Körnungslinie

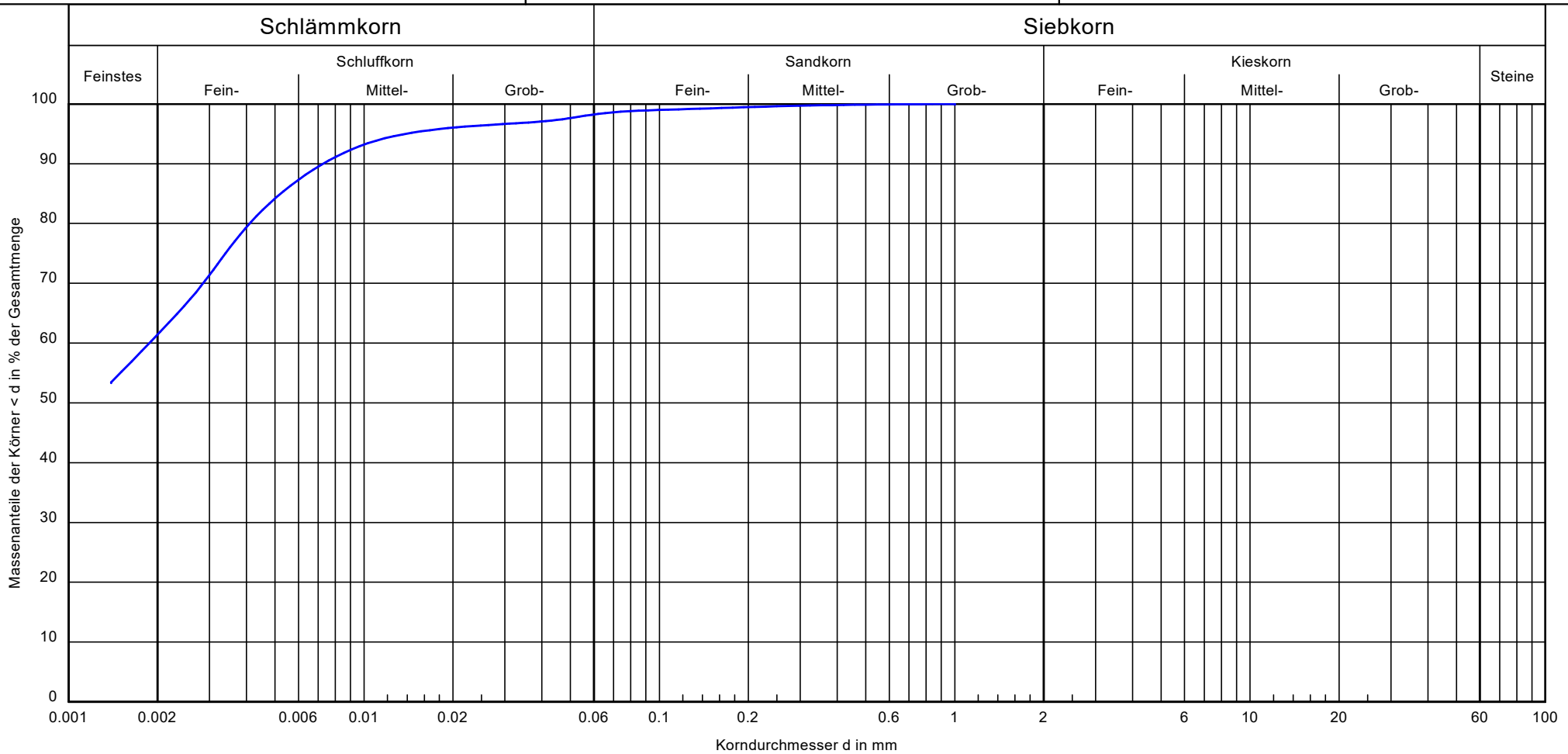
Erschließung Baugebiet Windmühlenfeld in 48356 Nordwalde

Projekt-Nr.: 2005-3644

Probe entnommen am: 02.-06.06.2020

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlämmanalyse

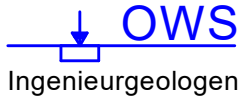


Bezeichnung:	RKS 6	Bemerkungen:	Bericht: 3644 Anlage: 3.3
Bodenart:	T, \bar{u}		
Tiefe:	0,6-2,6		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (Krapp):	< 1 E-09		
Bodengruppe:	-		
Frostsicherheit:	-		

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

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

Bearbeiter: ct, ms



Datum: 19.06.2020

Körnungslinie

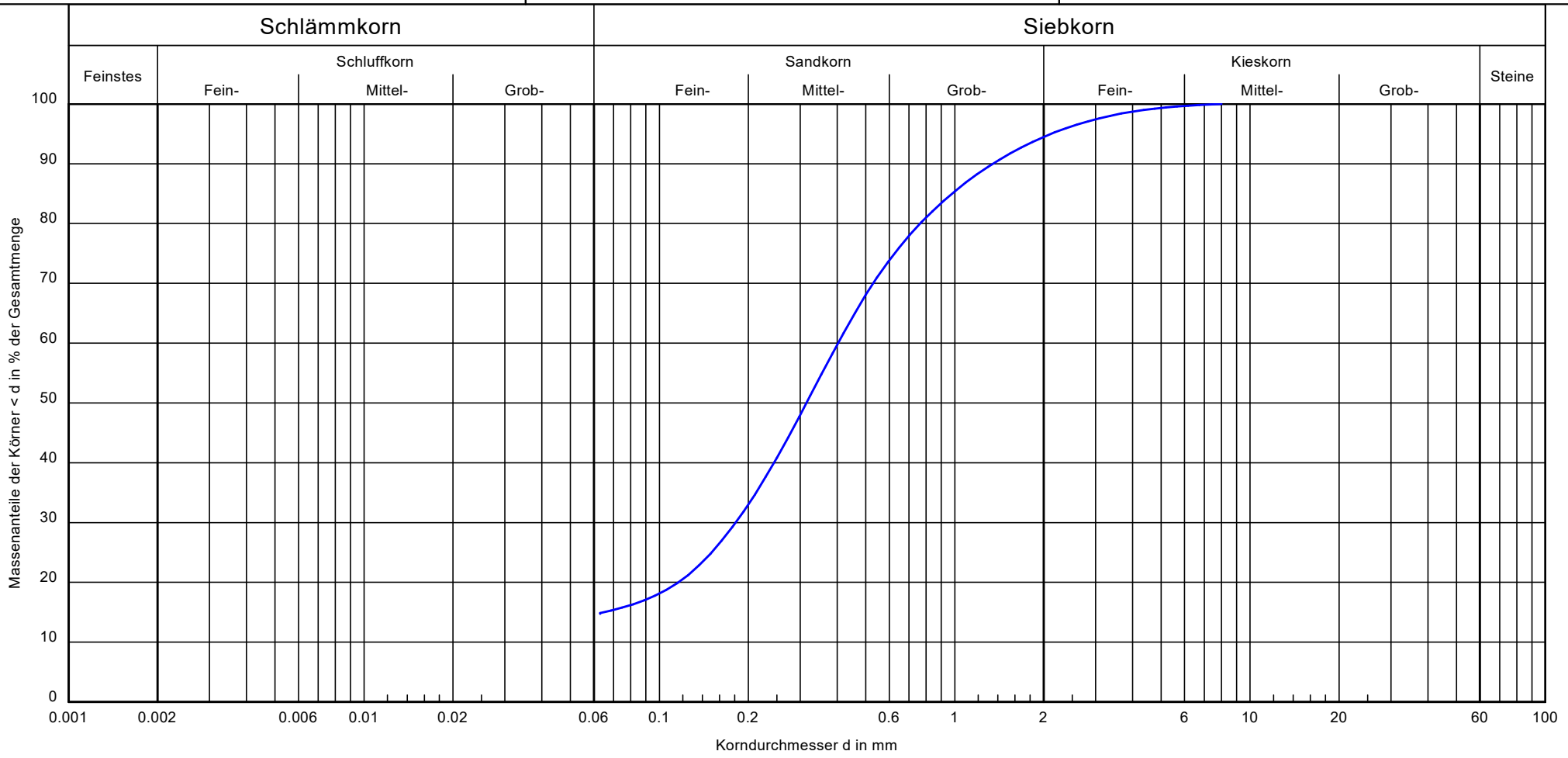
Erschließung Baugebiet Windmühlenfeld in 48356 Nordwalde

Projekt-Nr.: 2005-3644

Probe entnommen am: 02.-06.06.2020

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse

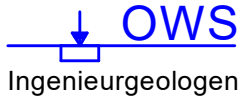


Bezeichnung:	RKS 8	Bemerkungen:	Bericht: 3644 Anlage: 3.4
Bodenart:	S, u', g'		
Tiefe:	3,4-4,4		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (Bialas):	2,5 E-05		
Bodengruppe:	SU		
Frostsicherheit:	F2		

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

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

Bearbeiter: ct, ms



Datum: 19.06.2020

Körnungslinie

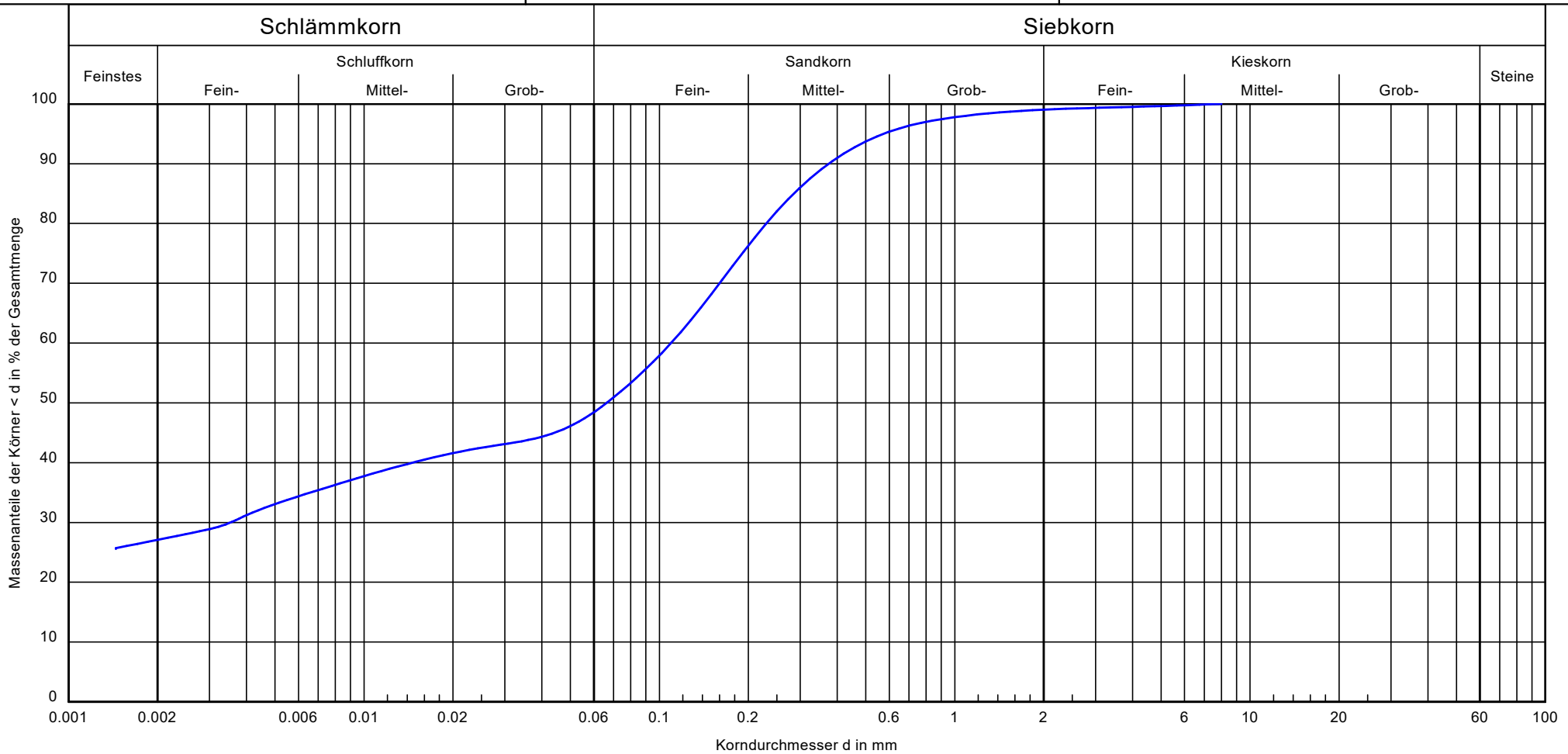
Erschließung Baugebiet Windmühlenfeld in 48356 Nordwalde

Projekt-Nr.: 2005-3644

Probe entnommen am: 02.-06.06.2020

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlämmanalyse

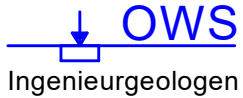


Bezeichnung:	RKS 9	Bemerkungen:	Bericht: 3644 Anlage: 3.5
Bodenart:	S, t, u		
Tiefe:	0,3-1,2		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (USBR):	-		
Bodengruppe:	TM		
Frostsicherheit:	F3		

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

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

Bearbeiter: ct, ms



Datum: 19.06.2020

Körnungslinie

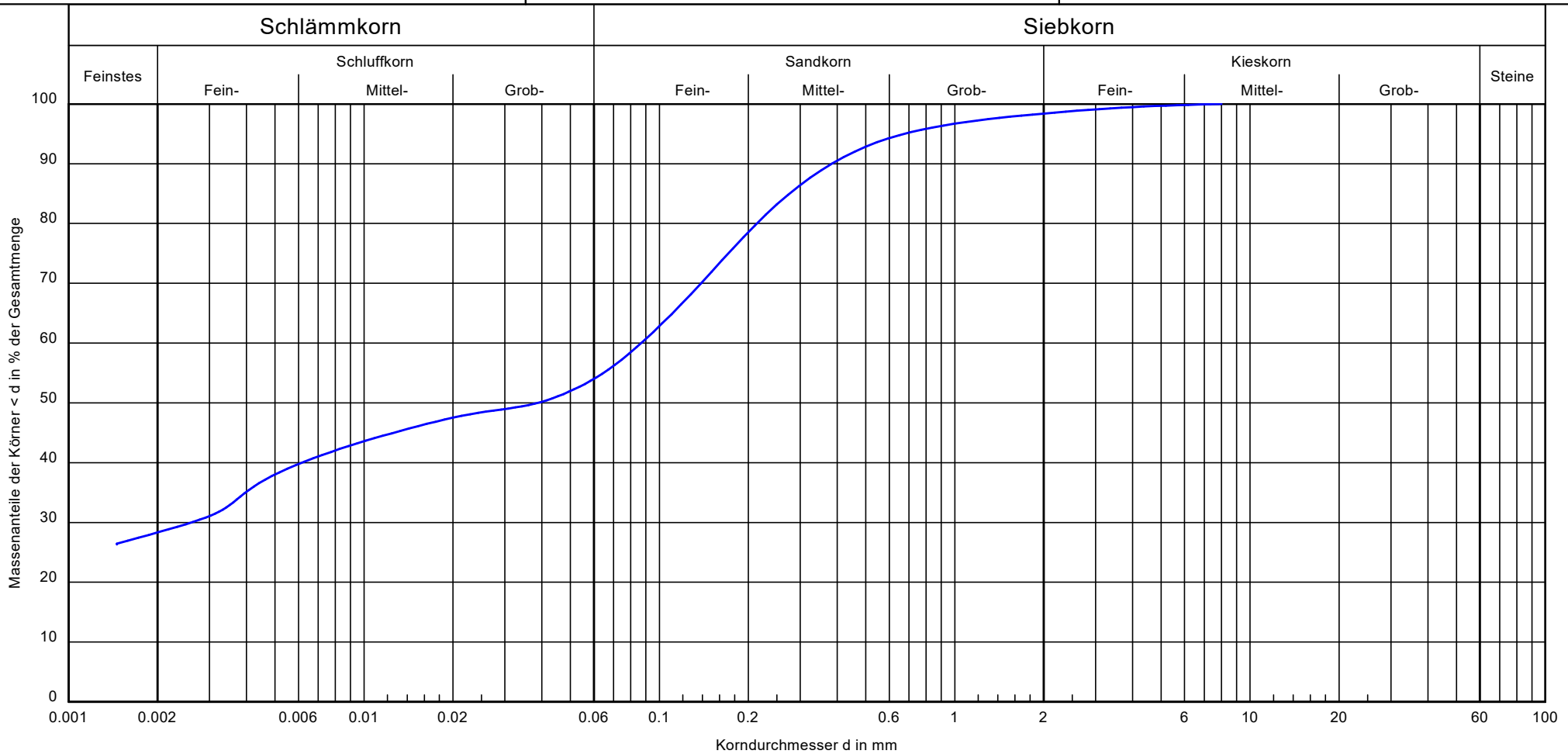
Erschließung Baugebiet Windmühlenfeld in 48356 Nordwalde

Projekt-Nr.: 2005-3644

Probe entnommen am: 02.-06.06.2020

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlämmanalyse



Bezeichnung:	RKS 12
Bodenart:	S, t, u
Tiefe:	1,2-2,3
U/Cc:	-/-
k [m/s] (USBR):	-
Bodengruppe:	-
Frostsicherheit:	-

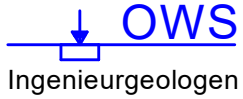
Bemerkungen:

Bericht: 3644
 Anlage: 3,6

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

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

Bearbeiter: ct, ms



Datum: 19.06.2020

Körnungslinie

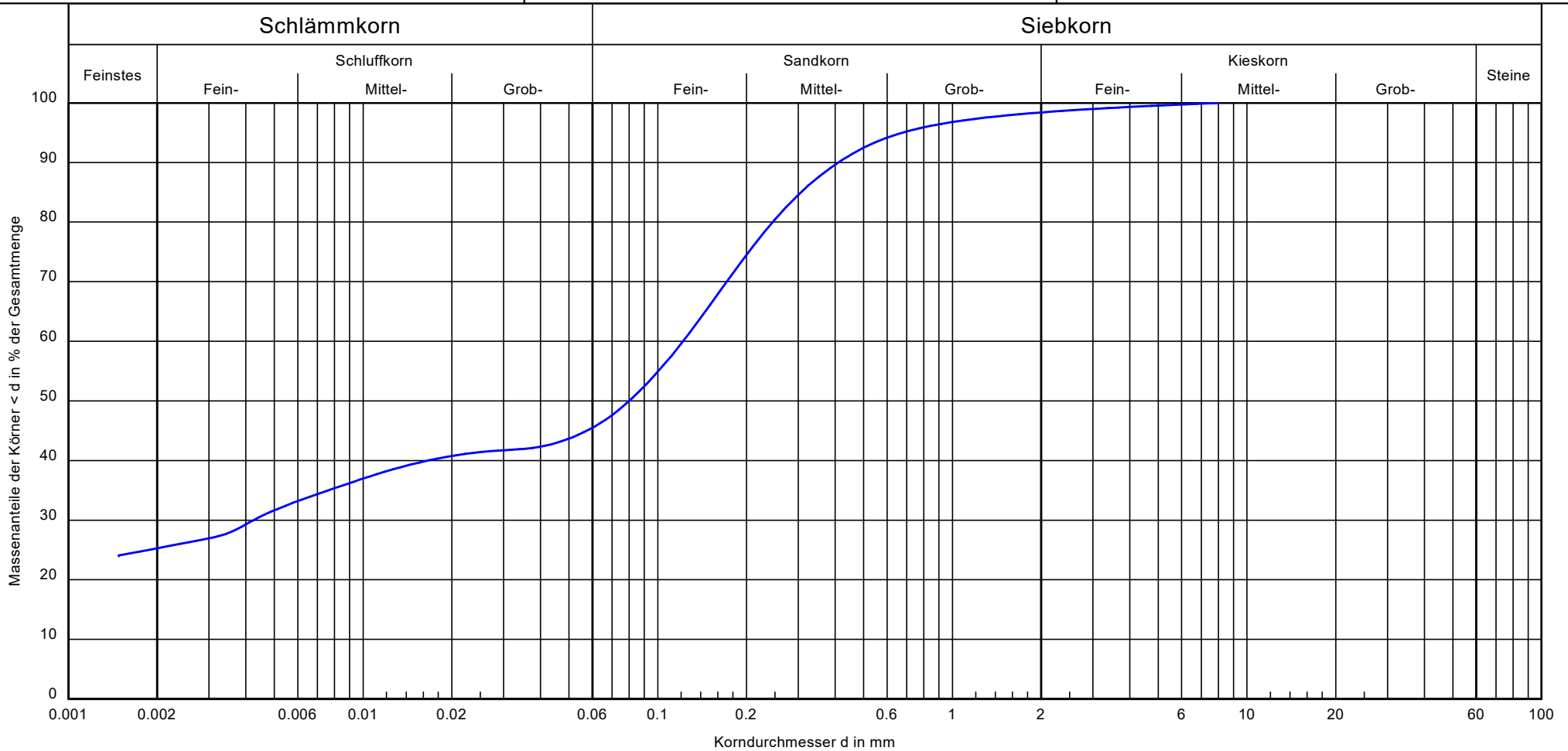
Erschließung Baugebiet Windmühlenfeld in 48356 Nordwalde

Projekt-Nr.: 2005-3644

Probe entnommen am: 02.-06.06.2020

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombi. Sieb-/Schlammanalyse



Bezeichnung:	RKS 13
Bodenart:	S, t, u
Tiefe:	0,7-2,3
U/Cc:	-/-
k [m/s] (Krapp):	< 1 E-08
Bodengruppe:	-
Frostsicherheit:	-

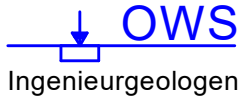
Bemerkungen:

Bericht: 3644
 Anlage: 3.7

Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

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

Bearbeiter: ct, ms



Datum: 19.06.2020

Körnungslinie

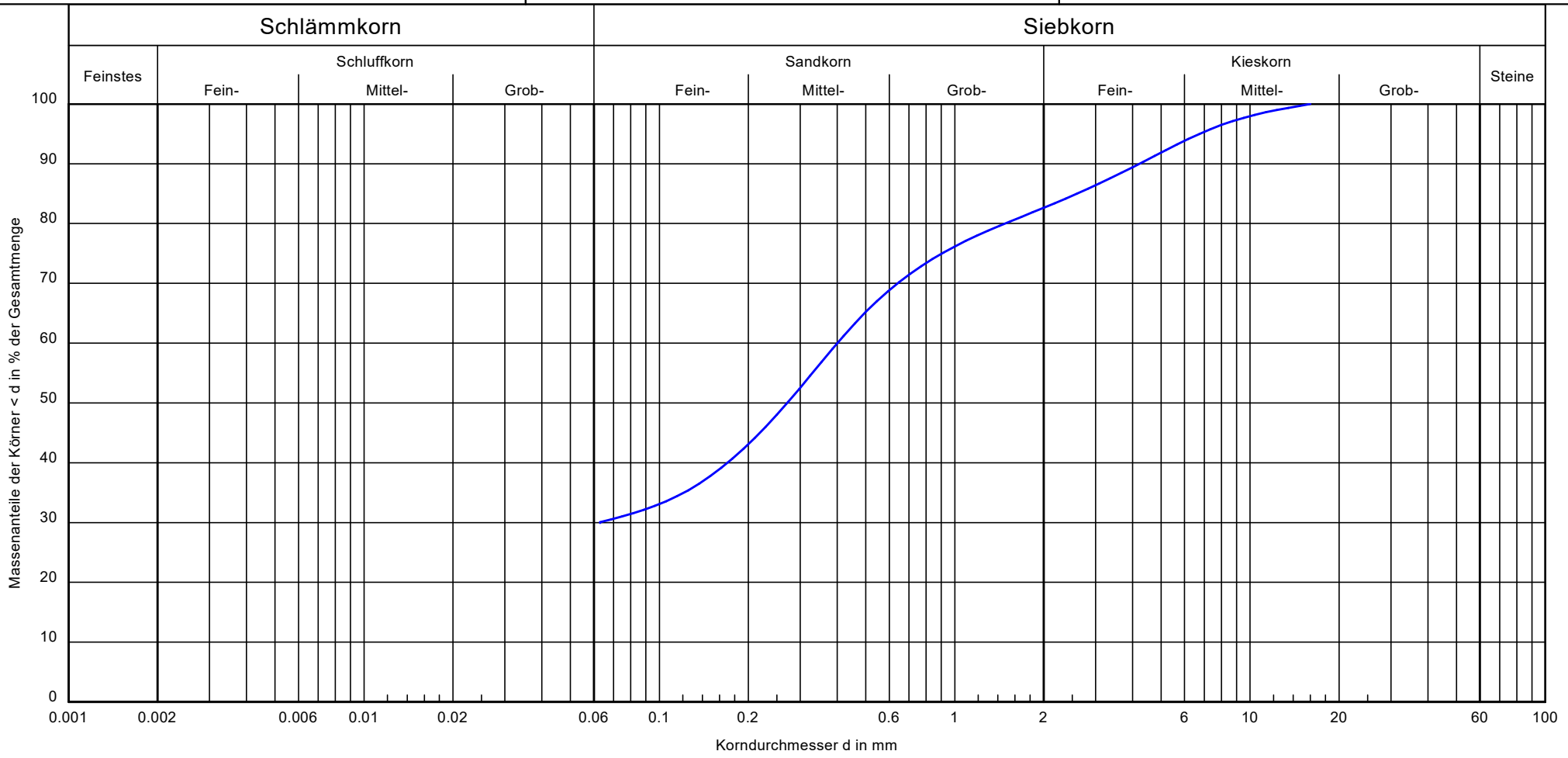
Erschließung Baugebiet Windmühlenfeld in 48356 Nordwalde

Projekt-Nr.: 2005-3644

Probe entnommen am: 02.-06.06.2020

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RKS 13	Bemerkungen:	Bericht: 3644 Anlage: 3.8
Bodenart:	S, ü, fg', mg'		
Tiefe:	2,3-3,0		
U/Cc:	-/-		
k [m/s] (Krapp):	< 1 E-06		
Bodengruppe:	SU*		
Frostsicherheit:	F3		

Wasseraufnahmevermögen (DIN 18132)

Erschließung Baugebiet

Windmühlenfeld in 48356 Nordwalde

Bearbeiter: ct, ms

Datum: 19.06.2020

Prüfungsnummer: 2005-3644

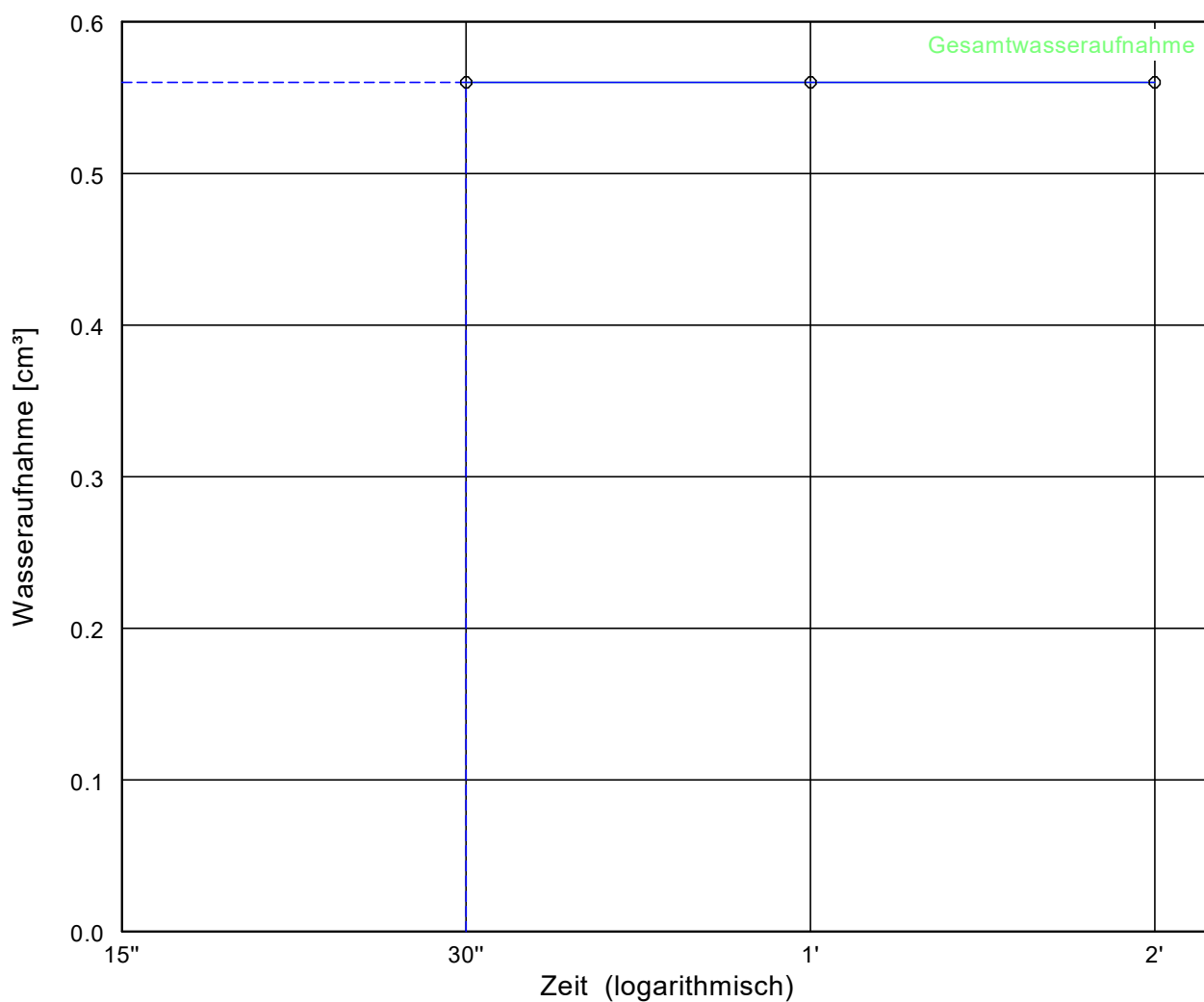
Entnahmestelle: RKS 3

Tiefe: 0,9-2,4

Bodenart: S, t, u

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 02.-06.06.2020



Wasseraufnahmevermögen [%] = 56.0	Wasserbindegrad [-] = 0.281
Trockengewicht [g] = 1.000	nat. Wassergehalt [%] = 15.7
Raumtemperatur [°C] = 24,8	Anteil der Körner < 0.4 mm [%] = 90.0

Wasseraufnahmevermögen (DIN 18132)

Erschließung Baugebiet

Windmühlenfeld in 48356 Nordwalde

Bearbeiter: ct, ms

Datum: 19.06.2020

Prüfungsnummer: 2005-3644

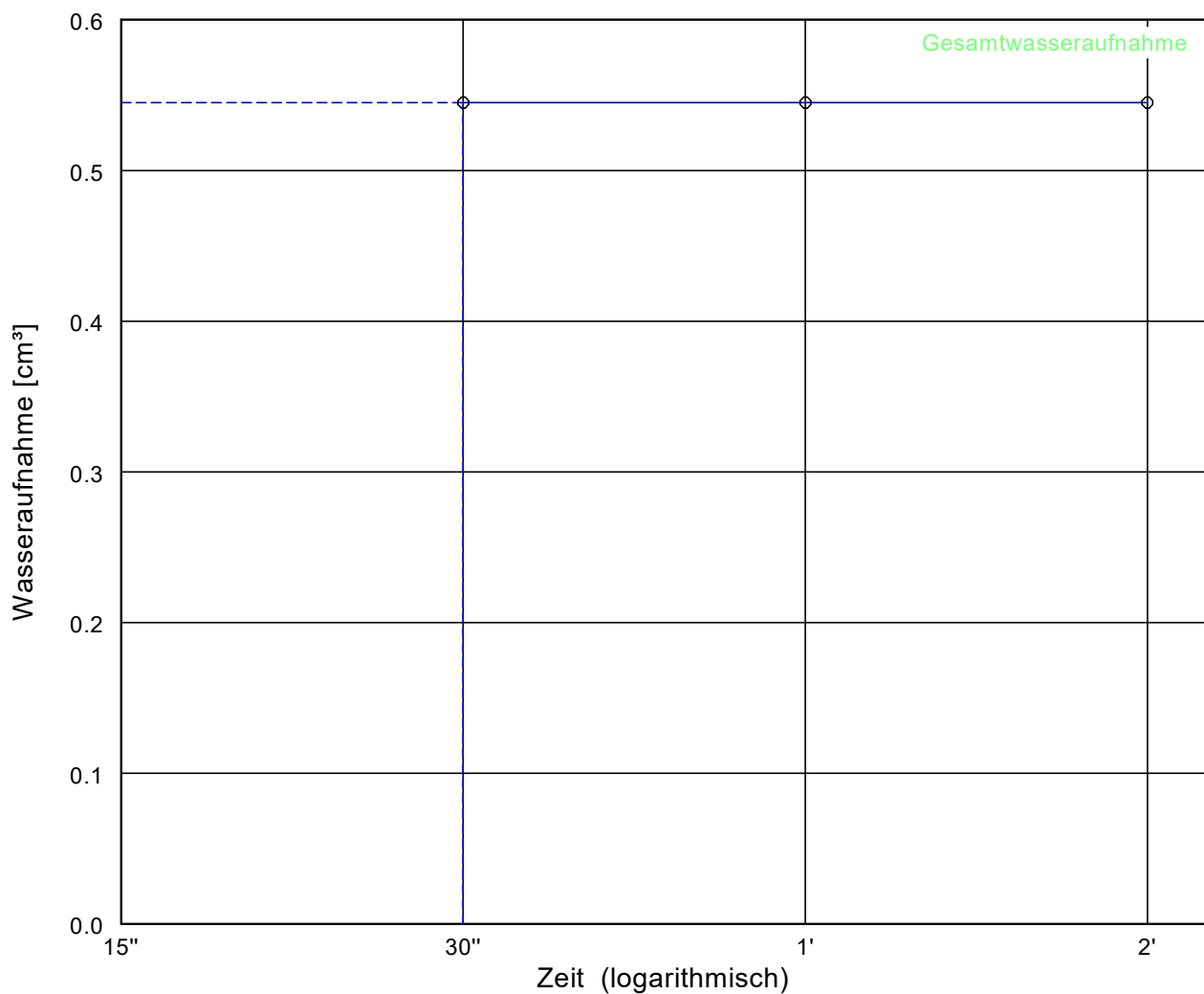
Entnahmestelle: RKS 9

Tiefe: 0,3-1,2

Bodenart: S, t, u

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 02.-06.06.2020



Wasseraufnahmevermögen [%] = 54.5

Wasserbindegrad [-] = 0.283

Trockengewicht [g] = 1.000

nat. Wassergehalt [%] = 15.4

Raumtemperatur [°C] = 24,8

Anteil der Körner < 0.4 mm [%] = 91.5

Wassergehalt nach DIN 18 121
Erschließung Baugebiet
Windmühlenfeld
in 48256 Nordwalde

Bearbeiter: ct, ms

Datum: 19.06.2020

Prüfungsnummer: 2005-3644

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 02-06.06.2020

Bohrung / Tiefe / Bodenart:	RKS 3	0.9-2.4	S, t, u
Probenbezeichnung:	1	2	3
Feuchte Probe + Behälter [g]:	40.39	51.37	52.57
Trockene Probe + Behälter [g]:	38.81	48.35	50.23
Behälter [g]:	27.85	28.88	36.67
Porenwasser [g]:	1.58	3.02	2.34
Trockene Probe [g]:	10.96	19.47	13.56
Wassergehalt [%]	14.42	15.51	17.26
Mittelwert [%]	15.73		

Bohrung / Tiefe / Bodenart:	RKS 9	0.3-1.2	S, t, u
Probenbezeichnung:	4	5	6
Feuchte Probe + Behälter [g]:	54.19	52.34	44.37
Trockene Probe + Behälter [g]:	50.52	49.42	42.44
Behälter [g]:	27.63	29.24	30.23
Porenwasser [g]:	3.67	2.92	1.93
Trockene Probe [g]:	22.89	20.18	12.21
Wassergehalt [%]	16.03	14.47	15.81
Mittelwert [%]	15.44		

Bohrung / Tiefe / Bodenart:			
Probenbezeichnung:			
Feuchte Probe + Behälter [g]:			
Trockene Probe + Behälter [g]:			
Behälter [g]:			
Porenwasser [g]:			
Trockene Probe [g]:			
Wassergehalt [%]			
Mittelwert [%]			

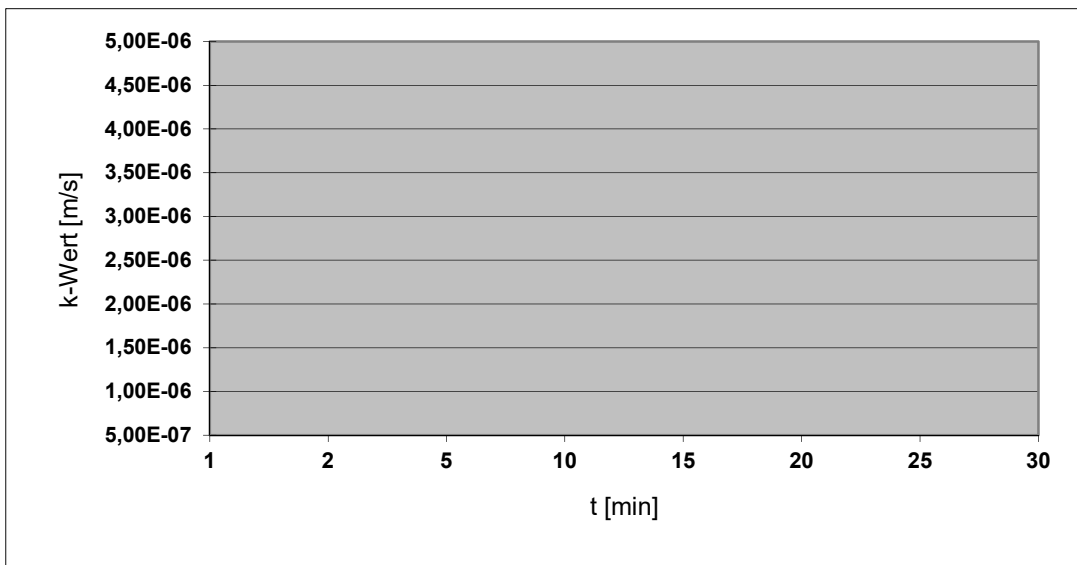
Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe open-end-test gem. USBR

Anlage: 6.1

Projekt:	Baugebietsentwicklung "Windmühlenfeld" in Nordwalde		
Projekt-Nr.:	2005-3644	Meßtrupp:	ba/as
Versuch-Nr.:	VS 1 (RKS 13)	Datum:	03.06.2020

Länge Vollrohr [m] :	1	
Radius Vollrohr [m] :	0,019	
Versuchstiefe [m]:	1 und 3	
Bodenart:	S / U, t	Geschiebelehm

t_{min}	dt_{min}	Q [ml]	Q [m ³ /h]	k-Wert [m/s]
1	1	nicht messbar		
2	1			
5	3			
10	5			
15	5			
20	5	Versuch abgebrochen		
25	5			
30	5			



Versuchsergebnis:	k_f [m/s] =	0,00E+00
Bemessungs-k_f-Wert gem. ATV-DVWK (01.2002):	k_f [m/s] =	0,00E+00

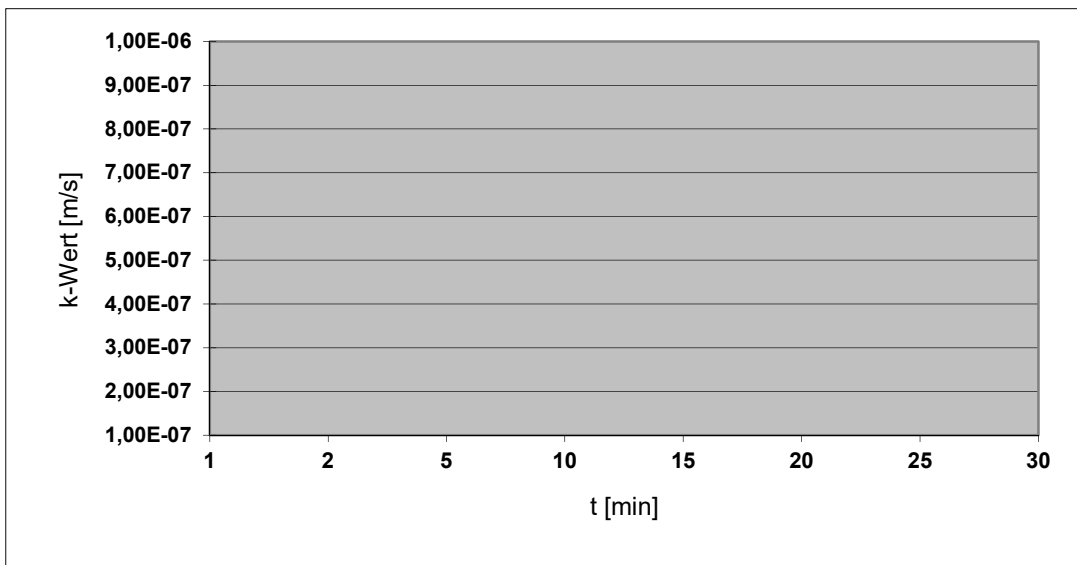
Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe open-end-test gem. USBR

Anlage: 6.2

Projekt:	Baugebietsentwicklung "Windmühlenfeld" in Nordwalde		
Projekt-Nr.:	2005-3644	Meßtrupp:	ba/as
Versuch-Nr.:	VS 2 (RKS 5)	Datum:	05.06.2020

Länge Vollrohr [m] :	1 und 3	Geschiebemergel
Radius Vollrohr [m] :	0,0159	
Versuchstiefe [m]:	1 und 3	
Bodenart:	T / U / S	

t_{min}	dt_{min}	Q [ml]	Q [m ³ /h]	k-Wert [m/s]
1	1	nicht messbar		
2	1			
5	3			
10	5			
15	5			
20	5	Versuch abgebrochen		
25	5			
30	5			



Versuchsergebnis:	k_f [m/s] =	0,00E+00
Bemessungs-k_f-Wert gem. ATV-DVWK (01.2002):	k_f [m/s] =	0,00E+00

Auffüllversuch mit konstanter Druckhöhe open-end-test gem. USBR

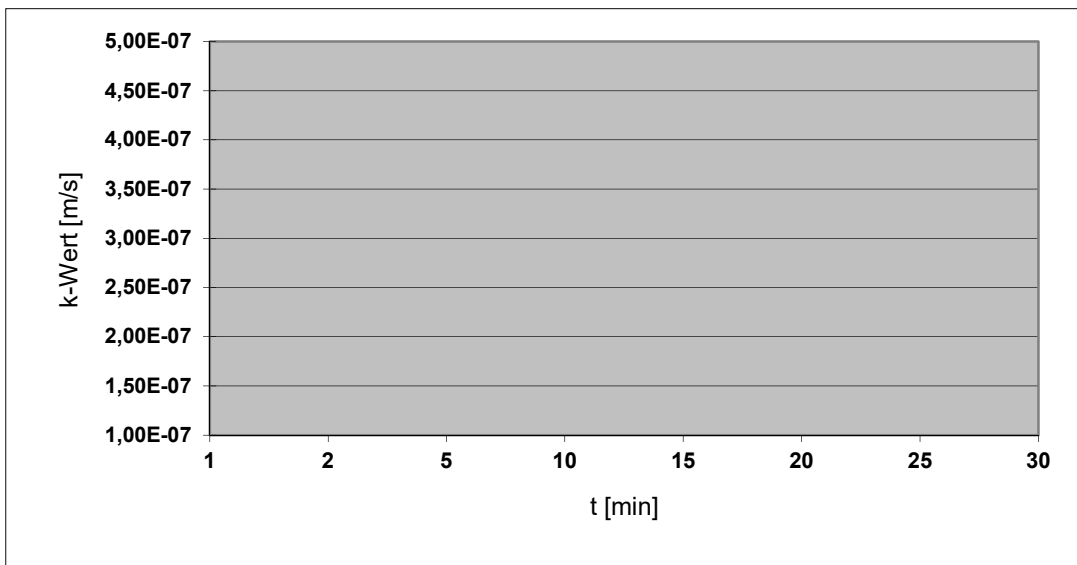
Anlage: 6.3

Projekt:	Baugebietsentwicklung "Windmühlenfeld" in Nordwalde		
Projekt-Nr.:	2005-3644	Meßtrupp:	ba/as
Versuch-Nr.:	VS 3 (RKS 6)	Datum:	05.06.2020

Länge Vollrohr [m] :	1 und 3
Radius Vollrohr [m] :	0,0159
Versuchstiefe [m]:	1 und 3
Bodenart:	T / U

Kalkmergel, stark verwittert

t_{min}	dt_{min}	Q [ml]	Q [m ³ /h]	k-Wert [m/s]
1	1	nicht messbar		
2	1			
5	3			
10	5			
15	5			
20	5	Versuch abgebrochen		
25	5			
30	5			



Versuchsergebnis:	k_f [m/s] =	0,00E+00
Bemessungs-k_f-Wert gem. ATV-DVWK (01.2002):	k_f [m/s] =	0,00E+00

2005-3644: Baugebietsentwicklung "Windmühlenfeld", Dömerstiege / Feldstraße in 48356 Nordwalde	
Homogenbereich AO	Anlage 7.1
Ackerkrume, anthropogen überprägt/umgelagert	

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	Natursteinbruch	
4	Dichte ρ	1,65-1,75	g/cm ³
5	Kohäsion c'	/	kN/m ²
6	undrÄnierte Scherfestigkeit c _u	/	kN/m ²
7	SensitivitÄt S	n.b.	
8	Wassergehalt w _n	n.b.	%
9	Konsistenz	/	
10	Konsistenzzahl I _c	/	
11	PlastizitÄt	/	
12	PlastizitÄtszahl I _p	/	%
13	DurchlÄssigkeit k	5 x 10 ⁻⁶ bis 1 x 10 ⁻⁷	m/s
14	Lagerungsdichte D	0,15-0,30	
15	Kalkgehalt	n.b.	
16	Sulfatgehalt	n.b.	
17	Organischer Anteil V _{gl}	≤ 8	%
18	Benennung und Beschreibung organischer BÖden	humos	
19	AbrasivitÄt	nicht abrasiv bis kaum abrasiv	
20	Bodengruppe gem. DIN 18196	A [OH/OU/SU*]	
21	ergÄnzend ortsübliche Bezeichnung	-	
n.b. = nicht bestimmt n.e. = nicht erforderlich			

2005-3644: Baugebietsentwicklung "Windmühlenfeld", Dömerstiege / Feldstraße in 48356 Nordwalde	
Homogenbereich A	Anlage 7.2
Anthropogene Auffüllungen (Schottertragschicht, Füllsand)	

Nr.	Kennwerte / Eigenschaft	Wert	Einheit
1	Korngrößenverteilung (mit Körnungsbändern)	n.b.	
2a	Anteil Steine, D > 63 mm	< 10	%
2b	Anteil Blöcke, D > 200 mm	0	%
2c	Anteil Blöcke, D > 630 mm	0	%
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine u. Blöcke	Natursteinbruch, Bauschutt, Schlacke	
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	n.b.	%
9	Konsistenz	/	
10	Konsistenzzahl I_c	/	
11	Plastizität	/	
12	Plastizitätszahl I_p	/	%
13	Durchlässigkeit k	5×10^{-3} bis 1×10^{-6}	m/s
14	Lagerungsdichte D	0,30-0,65	
15	Kalkgehalt	n.b.	
16	Sulfatgehalt	n.b.	
17	Organischer Anteil V_{gl}	≤ 1	%
18	Benennung und Beschreibung organischer Böden	/	
19	Abrasivität	kaum abrasiv bis abrasiv	
20	Bodengruppe gem. DIN 18196	A [GE/GU/SU/SU*]	
21	ergänzend ortsübliche Bezeichnung	-	
n.b. = nicht bestimmt n.e. = nicht erforderlich			

2005-3644: Baugebietsentwicklung "Windmühlenfeld", Dömerstiege / Feldstraße in 48356 Nordwalde	
Homogenbereich B1	Anlage 7.3
Geschiebe(deck)sand	

Nr.	Kennwerte / Eigenschaft	Wert	Einheit
1	Korngrößenverteilung (mit Körnungsbändern)	vgl. Anl. 3.4 + 3.8	
2a	Anteil Steine, D > 63 mm	< 10	%
2b	Anteil Blöcke, D > 200 mm	0	%
2c	Anteil Blöcke, D > 630 mm	0	%
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine u. Blöcke	Natursteinbruch	
4	Dichte ρ	1,80-1,90	g/cm ³
5	Kohäsion c'	0-5	kN/m ²
6	undrÄnierte Scherfestigkeit c _u	/	kN/m ²
7	SensitivitÄt S	n.b.	
8	Wassergehalt w _n	8-18	%
9	Konsistenz	z.T. weich-/steif bis steif	
10	Konsistenzzahl I _c	z.T. 0,65-0,90	
11	PlastizitÄt	nicht bis leicht plastisch	
12	PlastizitÄtszahl I _p	0-10	%
13	DurchlÄssigkeit k	5 x 10 ⁻⁵ bis 1 x 10 ⁻⁷	m/s
14	Lagerungsdichte D	0,30-0,70	
15	Kalkgehalt	n.b.	
16	Sulfatgehalt	n.b.	
17	Organischer Anteil V _{gl}	≤ 3	%
18	Benennung und Beschreibung organischer BÖden	örtlich schwach humos	
19	AbrasivitÄt	kaum abrasiv bis schwach abrasiv	
20	Bodengruppe gem. DIN 18196	SU/SU*/ST*/TL	
21	ergÄnzend ortsübliche Bezeichnung	Sand, z.T. bindig	
n.b. = nicht bestimmt n.e. = nicht erforderlich			

2005-3644: Baugebietsentwicklung "Windmühlenfeld", Dömerstiege / Feldstraße in 48356 Nordwalde	
Homogenbereich B2	Anlage 7.4
Geschiebelehm/-mergel	

Nr.	Kennwerte / Eigenschaft	Wert	Einheit
1	Korngrößenverteilung (mit Körnungsbändern)	vgl. Anl. 3.1, 3.2, 3.5 bis 3.7	
2a	Anteil Steine, D > 63 mm	< 15*	%
2b	Anteil Blöcke, D > 200 mm	< 5*	%
2c	Anteil Blöcke, D > 630 mm	< 5*	%
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine u. Blöcke	Natursteinbruch	
4	Dichte ρ	1,90-2,05	g/cm ³
5	Kohäsion c'	5-25	kN/m ²
6	undrÄnierte Scherfestigkeit c_u	40-300	kN/m ²
7	SensitivitÄt S	n.b.	
8	Wassergehalt w_n	13-22	%
9	Konsistenz	weich-/steif bis steif/halbfest	
10	Konsistenzzahl I_c	0,70-1,10	
11	PlastizitÄt	leicht bis ausgeprÄgt plastisch	
12	PlastizitÄtszahl I_p	10-35	%
13	DurchlÄssigkeit k	1×10^{-7} bis $< 1 \times 10^{-9}$	m/s
14	Lagerungsdichte D	/	
15	Kalkgehalt	n.b.	
16	Sulfatgehalt	n.b.	
17	Organischer Anteil V_{gl}	≤ 1	%
18	Benennung und Beschreibung organischer BÄden	/	
19	AbrasivitÄt	nicht abrasiv bis schwach abrasiv	
20	Bodengruppe gem. DIN 18196	SU*/ST*/UL/UM/TL/TM/TA	
21	ergÄnzend ortsübliche Bezeichnung	Lehm bis Ton, z.T. schwach steinig	
<p>n.b. = nicht bestimmt n.e. = nicht erforderlich * = Innerhalb des Geschiebelehms kÄnnen Findlinge unterschiedlicher GrÄÙe vorhanden sein, die durch die Baugrunduntersuchungen nicht erbohrt wurden, jedoch grundsÄtzlich nicht auszuschließen sind</p>			

2005-3644: Baugebietsentwicklung "Windmühlenfeld", Dömerstiege / Feldstraße in 48356 Nordwalde	
Homogenbereich B3	Anlage 7.5
Kalkmergel, stark verwittert	

Nr.	Kennwerte / Eigenschaft	Wert	Einheit
1	Korngrößenverteilung (mit Körnungsbändern)	vgl. Anl. 3.3	
2a	Anteil Steine, D > 63 mm	< 10*	%
2b	Anteil Blöcke, D > 200 mm	< 5*	%
2c	Anteil Blöcke, D > 630 mm	< 5*	%
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine u. Blöcke	Natursteinbruch	
4	Dichte ρ	1,90-2,05	g/cm ³
5	Kohäsion c'	10-30	kN/m ²
6	undrÄnierte Scherfestigkeit c_u	50-500	kN/m ²
7	SensitivitÄt S	n.b.	
8	Wassergehalt w_n	15-35	%
9	Konsistenz	steifplastisch, halbfest	
10	Konsistenzzahl I_c	0,75-1,20	
11	PlastizitÄt	leicht bis ausgeprÄgt plastisch	
12	PlastizitÄtszahl I_p	20-55	%
13	DurchlÄssigkeit k	1×10^{-8} bis $< 1 \times 10^{-9}$	m/s
14	Lagerungsdichte D	/	
15	Kalkgehalt	n.b.	
16	Sulfatgehalt	n.b.	
17	Organischer Anteil V_{gl}	≤ 1	%
18	Benennung und Beschreibung organischer BÄden	/	
19	AbrasivitÄt	nicht abrasiv bis kaum abrasiv	
20	Bodengruppe gem. DIN 18196	TM/TA	
21	ergÄnzend ortsübliche Bezeichnung	Ton, Felsersatz	
n.b. = nicht bestimmt n.e. = nicht erforderlich * = ggf. durch eingelagerte Gesteins-HÄrtlinge hÄher			