

Geokom

Altlasten • Wasserwirtschaft
Dipl.-Geol. Arnd Eickhoff

Kirchstraße 79 A
46539 Dinslaken
Tel.: 0 20 64 / 81 0 81
Fax: 0 20 64 / 81 0 82
E-Mail: info@geokom.de

**B-Plan Nr. 213 der Stadt Moers, Kapellen
(Im Bruckschefeld)
- Ergebnisse einer versickerungstechnischen
Bodenuntersuchung -**

Auftraggeber:



Projekt-Nr.: h 499/20

erstellt am: 18. September 2020

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang und Veranlassung.....	1
2	Verwendete Unterlagen	1
3	Standortangaben	2
4	Untersuchungsprogramm.....	3
5	Durchgeführte Untersuchungen	4
5.1	Rammkernsondierungen	4
5.2	Bodenprobennahmen.....	5
5.3	Vermessungsarbeiten	5
5.4	Zusammenfassender Überblick der technischen Geländeerkundung.....	6
5.5	Korngrößenanalysen zur Bestimmung der Bodendurchlässigkeit	6
6	Ergebnisse	7
6.1	Topographische Verhältnisse	7
6.2	Bodenaufbau	8
6.3	Aktuelle Bodenwasserverhältnisse.....	9
6.4	Langfristige GW-Verhältnisse	9
6.5	Organoleptische Eigenschaften des Bohrgutes	10
6.6	Hydraulische Leitfähigkeit.....	10
7	Versickerungstechnische Schlussfolgerungen für private Wohnbau- flächen	11
8	Versickerungstechnische Schlussfolgerungen für die öffentliche Verkehrsfläche.....	14
9	Schlussbemerkungen.....	14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Großräumige Lage des B-Plangebietes	3
Abbildung 2: Topographie des B-Plangebietes	7
Abbildung 3: Bodenprofil der Rammkernsondierung RKS 3.....	8
Abbildung 4: Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen von Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung nach DWA-A 138.....	13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick zum Umfang der technischen Geländeerkundung	6
Tabelle 2: Angaben zur absoluten Geländehöhe, zum Bodenaufbau und zum Bemessungsgrundwasserstand.....	9
Tabelle 3: Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte K nach BEYER und nach HAZEN (d_{60} : Korndurchmesser bei 60 % Siebdurchgang; d_{10} : Korndurchmesser bei 10 % Siebdurchgang; U = Ungleichförmigkeit; C: Proportionalitätsfaktor, Erläuterungen s. Text).....	10
Tabelle 4: Anforderungen an Versickerungsmethoden hinsichtlich ihrer Sohl- und Flurabstände (n. MURL, 1998).....	12

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan der Aufschlusspunkte im Maßstab von 1 : 1.000
Anlage 2	Bohrprofile im Höhenmaßstab von 1 : 40
Anlage 3	Kornverteilungslinien der Proben P 2.1, P 3.1 und P 4.1

Legende der Lockergesteine

1 Vorgang und Veranlassung

Die Stadt Moers beabsichtigt im nordöstlichen Siedlungsbereich von Moers-Kapellen auf einer Freifläche an der Straße „Im Bruckschefeld“, die ursprünglich als Erweiterungsfläche für den Friedhof Kapellen vorgesehen war, eine Wohnbebauung zu errichten. Im Rahmen des aktuellen Bauleitplanverfahrens ist es jedoch erforderlich, im Vorfeld die geologischen / hydrogeologischen Standortverhältnisse im Hinblick auf eine Infiltration des vor Ort anfallenden Niederschlagswassers zu überprüfen. Mit der Vorlage dieses Berichtes werden die Erkenntnisse einer entsprechenden Bodenuntersuchung vorgelegt.

Auf der Grundlage eines Angebotes vom 06.08.2020 erhielt das Büro **Geokom** von der Stadt Moers mit Schreiben vom 13.08.2020 den Auftrag zur Durchführung der Geländearbeiten und zur Erstellung eines Untersuchungsberichtes.

2 Verwendete Unterlagen

Die Stadt Moers stellte folgende Unterlagen in digitaler Form zur Verfügung:

- [1] Städtebauliches Konzept zum Bebauungsplan Nr. 213 der Stadt Moers, Kapellen (Im Bruckschefeld) im Maßstab 1:1.000
- [2] LINEG: Grundwassergleichen Wasserwerk Rumeln im Maßstab von 1 : 10.000 (30.04.2019)
- [3] LINEG: Grundwassergleichen Wasserwerk Rumeln im Maßstab von 1 : 10.000 (30.04.2010)
- [4] LINEG: Grundwassergleichen Wasserwerk Rumeln im Maßstab von 1 : 10.000 (31.10.2010)
- [5] LINEG: Grundwassergleichen Wasserwerk Rumeln im Maßstab von 1 : 10.000 (31.10.2019)
- [6] LINEG: Grundwassergleichen und Lage Grundwassermessstellen im Maßstab von 1 : 10.000 (31.10.2019)
- [7] LINEG: Grundwasserganglinien (14.08.2020)
- [8] Energie & Umwelt Niederrhein: Leitungsauskunft für Gas im Maßstab von 1 : 1.000 (21.02.2020)
- [9] Höhenvermessungsdaten der Untersuchungsfläche als dwg- und dxf-Datei

- [10] GEOLOGISCHES LANDESAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (16.07.1968): Gutachten über die Eignung des für eine Friedhofserweiterung vorgesehenen Geländes in Kapellen (8 Seiten als PDF-Dokument)
- [11] GEOLOGISCHES LANDESAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (28.06.1984): Gutachten über die Eignung der Böden des Friedhofs Moers-Kapellen für Tiefenbestattung (8 Seiten als PDF-Dokument)

Eine Beurteilung der Niederschlagswasserversickerung erfolgte anhand der Schriften:

- [12] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V. (DWA, 04/2005): Arbeitsblatt DWA-A 138 - Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. April 2005, 59 Seiten
- [13] DIN EN ISO 17892-4: Bestimmung der Korngrößenverteilung. April 2017
- [14] DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHS (DVGW W 113, 1983): Ermittlung, Darstellung und Auswertung der Korngrößenverteilung wasserleitender Lockergesteine für geohydrologische Untersuchungen und für den Bau von Brunnen. Merkblatt W 113. April 1983. 17 S.
- [15] MINISTERIUMS FÜR UMWELT, RAUMORDNUNG UND LANDWIRTSCHAFT (MURL, 1998): Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51a des Landeswassergesetzes. RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft vom 18.05.1998. MBl. NW 39, 1998, S. 654 – 665

3 Standortangaben

Das etwa 7.600 m² umfassende Plangebiet befindet sich in Moers-Kapellen auf einer Freifläche südlich der Straße „Im Bruckschefeld“ und östlich der Bendmannstraße. Die großräumige Lage der Untersuchungsfläche ist der nachfolgenden Abbildung 1 zu entnehmen.

Gemäß ELWAS¹ ist die Untersuchungsfläche nicht Teil einer festgesetzten oder geplanten Wasserschutzzone.

ELEKTRONISCHES WASSERWIRTSCHAFTLICHES VERBUNDSYSTEM (ELWAS) - Herausgeber: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW) – Start-URL: <http://www.elwasweb.nrw.de/> (gesehen am 14.09.2020)

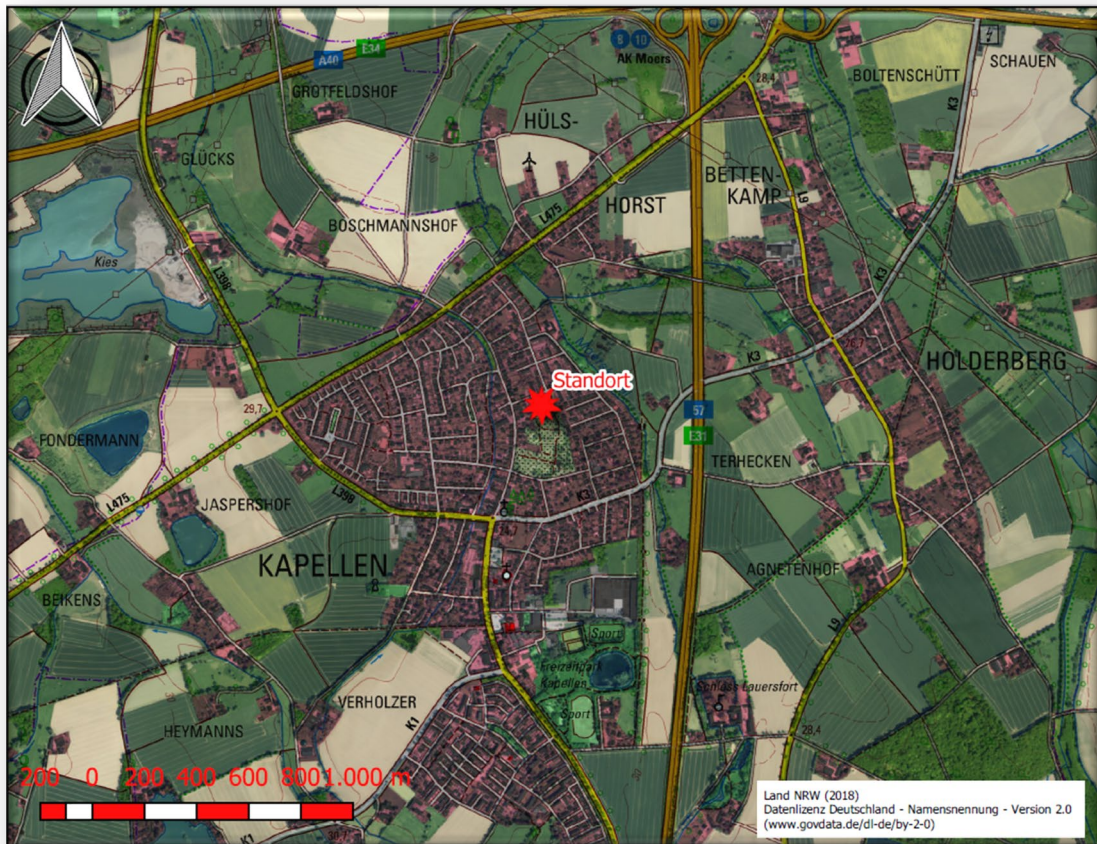


Abbildung 1: Großräumige Lage des B-Plangebietes

4 Untersuchungsprogramm

Das Untersuchungskonzept war darauf ausgelegt, eine Charakterisierung der geologisch / hydrogeologischen Standortverhältnisse im Hinblick auf Versickerungsvorhaben zu erstellen. Dementsprechend waren schwerpunktmäßig folgende Tätigkeiten vorgesehen:

- Durchführung von 4 Rammkernsondierungen bis in den gewachsenen Boden (grobkörnige Terrassenschotter) mit geschätzten maximalen Endteufen von 4 m zur Erkundung des Bodenaufbaus sowie der aktuellen Bodenwasserverhältnisse und zur Entnahme von Feststoffproben.
- Organoleptische Ansprache des Bohrgutes hinsichtlich Farbe, Geruch, Konsistenz und makroskopisch erkennbarer Fremdstoffe.

- Beispielhafte Charakterisierung der Bodendurchlässigkeit sandiger Lockergesteine mit einem Schluff-Gehalt $< 10\%$ im potenziell versickerungsrelevanten Bereich anhand von Korngrößenanalysen. Bei Vorliegen gemischtkörniger / bindiger Lockergesteine Abschätzung der hydraulischen Leitfähigkeit über Infiltrationsversuche in einem temporären Rammpegel.
- Erfassung der Aufschlusspunkte nach Lage und Höhe. Ggf. Erfassung weiterer Höhenpunkte, um Aussagen zu den topographischen Verhältnissen im B-Plangebiet zu erhalten.
- Abschätzung eines Bemessungsgrundwasserstands für Versickerungsvorhaben.
- Erstellung einer schriftlichen Stellungnahme mit folgenden Inhalten:
 - Dokumentation und Interpretation der Untersuchungsergebnisse in tabellarischer und grafischer Form;
 - Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Standortverhältnisse;
 - Abschätzung der Bodendurchlässigkeiten (K-Wert) über Labor- bzw. Feldversuche;
 - Entwicklung eines digitalen Geländemodells;
 - Erläuterungen zu den Versickerungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung der Standortverhältnisse;
 - Angabe von Infiltrationsanlagen zur Ableitung von Niederschlagswasser auf den privaten Grundstücken;
 - Angabe von Versickerungsarten bzw. Anlagen zur Ableitung des Niederschlagswassers entlang der zukünftigen Erschließungsstraße mit einer Einleitung in die geplante öffentliche Grünfläche mit Angaben zur Dimensionierung der zukünftigen Fläche.

5 Durchgeführte Untersuchungen

5.1 Rammkernsondierungen

Am 07.09.2020 fand die technische Geländeerkundung statt. Es wurden 4 Rammkernsondierungen (RKS 1 – RKS 4) mit einer 42/50 mm-Sonde niedergebracht. Die Lage der Ansatzpunkte, die sich aus dem Lageplan der Anlage 1 ergibt, erlaubt eine generelle Aussage zu den Bodenverhältnissen innerhalb des Plangebietes. Bei allen Aufschlusspunkten musste das obere Bodenprofil bis 0,9 m mit Hilfe eines Schlagdrehbohrers vorgebohrt werden, da die bindige Deckschicht zu verfestigt war, um diese mit der hydraulischen Bohrstation zu durchteufen. Aufgrund ausbleibenden

Bohrfortschrittes mussten die Sondierungen RKS 1 und RKS 4 bei 1,4 bzw. 3,4 m unter Geländeoberkante innerhalb der bindigen Deckschicht bzw. innerhalb der grobkörnigen Lockergesteine abgebrochen werden.

Die Sondierergebnisse zum Bodenaufbau und zum Bodenfeuchtezustand werden in den Abschnitten 6.2 und 6.3 beschrieben und sind in Form von Bohrprofilen in der Anlage 2 dargestellt. Die Angaben sind das Ergebnis einer makroskopischen Feldansprache des Bohrgutes und können somit von einer Beurteilung, die auf der Begutachtung eines Baugrubenaufschlusses oder auf der Auswertung geotechnischer Laborversuche basiert, abweichen.

5.2 Bodenprobennahmen

Die Bodenprobennahme erfolgte im Hinblick auf die Durchführung von Korngrößenanalysen zur Bestimmung der hydraulischen Leitfähigkeit ausschließlich in den grobkörnigen Lockergesteinen.

Probenmaterial, das durch direkten Kontakt mit der Bohrlochwandung oder der Rammkernsonde verschleppt worden sein konnte, wurde verworfen. Unmittelbar nach der Entnahme sind die Substrate luftdicht in 600 ml PE-Eimer gefüllt und anschließend kühl und dunkel aufbewahrt worden. Es sind insgesamt 7 Substrate (P 2.1 – P 4.2) entnommen worden, die bis 3 Monate nach Berichtsvorlage für etwaige weitere Analysen zur Verfügung stehen.

5.3 Vermessungsarbeiten

Die Lage der Sondieransatzpunkte wurde mittels eines Maßbandes in Bezug auf die vorhandene Bebauung sowie auf die Grundstücksgrenzen eingemessen und im Lageplan der Anlage 1 eingetragen.

Die absoluten Höhen wurden den digitalen Vermessungsdaten der Stadt Moers [9] entnommen. Die auf diese Weise ermittelten Höhen können den Bohrprofilen entnommen werden. Darüber hinaus wurde aus diesen Höhenpunkten ein Geländemodell erstellt. Auf die topographischen Verhältnisse wird im Abschnitt 6.1 eingegangen.

5.4 Zusammenfassender Überblick der technischen Geländeerkundung

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Übersicht zum Umfang der erfolgten Geländetätigkeiten dargestellt.

Aufschluss	Umsetzen [Stck]	Vorbohren [Stck]	Bohrmeter		BPE [Stck]	Einmessen n. Lage [Stck]	An- u. Abtransport [Stck]
			effektiv [m]	angefangen [m]			
RKS 1	1	1	1,4	2,0		1	07.09.20
RKS 2	1	1	4,0	4,0	3	1	
RKS 3	1	1	4,0	4,0	2	1	
RKS 4	1	1	3,4	4,0	2	1	
Summe	4	4	12,8	14,0	7	4	1

Erläuterungen:

BPE = entnommene Feststoffproben

Tabelle 1: Überblick zum Umfang der technischen Geländeerkundung

5.5 Korngrößenanalysen zur Bestimmung der Bodendurchlässigkeit

Die Korngrößenverteilungen wurden ermittelt, indem die Proben P 2.1, P 3.1 und P 4.1 aus dem potentiell versickerungsrelevanten Bereich innerhalb der grobkörnigen Sedimente im eigenen Labor nach DIN EN ISO 17892-4 [13] gesiebt wurden.

Die Korngrößenverteilungen sind in der Anlage 3 grafisch als Körnungslinien in einem Diagramm aufgetragen. Die darauf aufbauenden Auswertungen werden im Abschnitt 6.6 beschrieben.

6 Ergebnisse

6.1 Topographische Verhältnisse

Die Geländehöhen der Untersuchungspunkte liegen in einer Bandbreite zwischen 26,48 und 27,99 m über NHN, wobei nur in den Randbereichen der Untersuchungsfläche die Maximalwerte auftreten. Grundsätzlich steigt die Geländehöhe von Westen (27,00 m über NHN) nach Osten (27,75 m über NHN) an. Überwiegend zeigt die untersuchte Fläche im zentralen Bereich keine starken Höhenunterschiede. Laut Rasterhistogramm aus der Geländemodellberechnung liegen die meisten Werte zwischen 27,3 und 27,5 m über NHN. Eine Übersicht der Geländetopographie vermittelt die Abbildung 2.

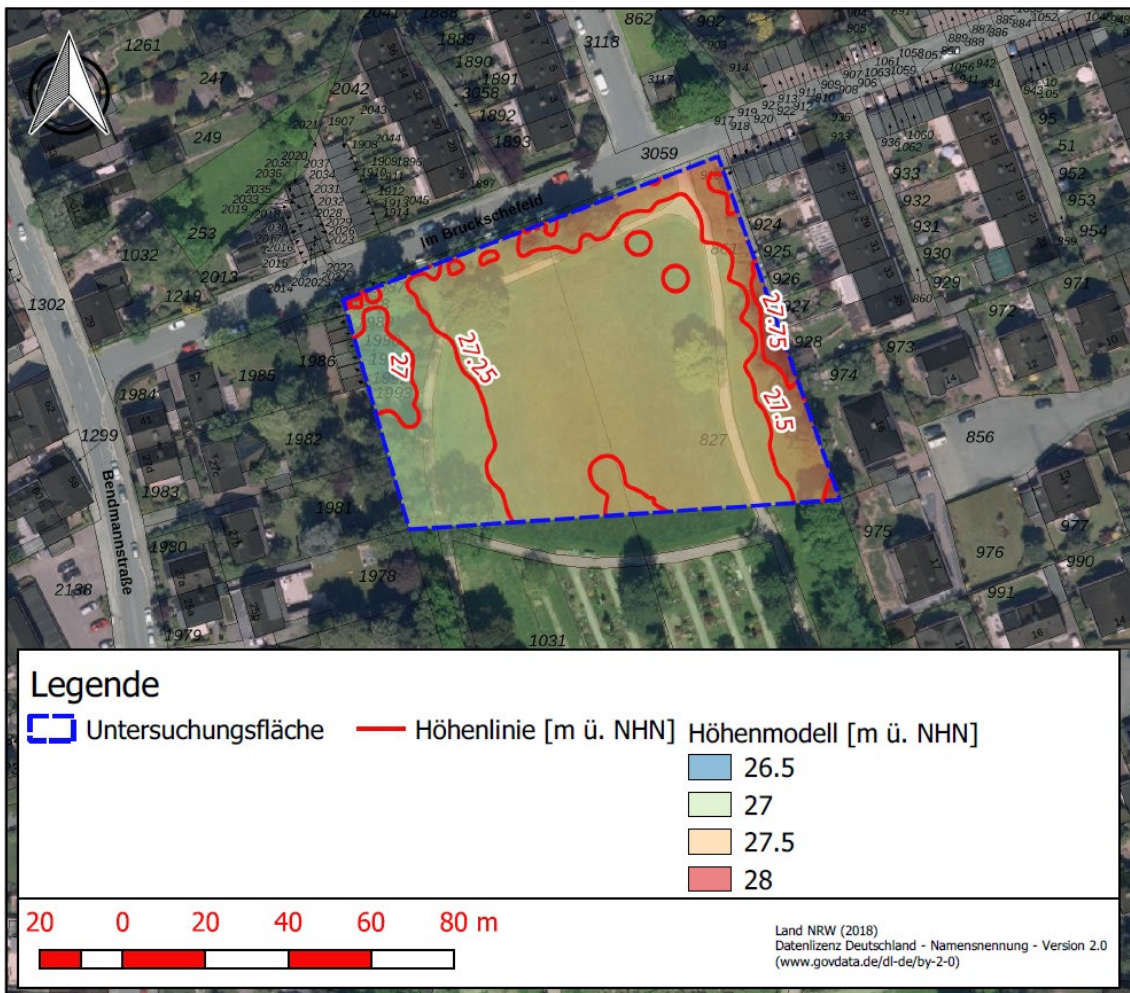


Abbildung 2: Topographie des B-Plangebietes

6.2 Bodenaufbau

Basierend auf den eigens erstellten Bohrprofilen (s. Anlage 2) sowie den zur Verfügung gestellten Aufschlussbeschreibungen des GLA ([10], [11]) lässt sich ableiten, dass sich der Bodenaufbau durch einen vergleichsweise homogenen Schichtenverlauf auszeichnet.

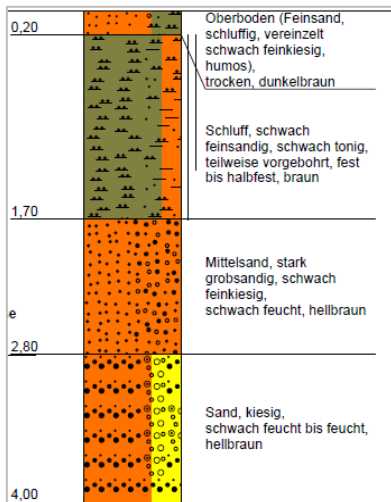


Abbildung 3: Bodenprofil der Rammkernsondierung RKS 3

Wie auch beispielhaft die nebenstehende Abbildung 3 der Rammkernsondierung RKS 3 zeigt, steht im Untersuchungsgebiet zuoberst ein 20 – 25 cm mächtiger, dunkelbrauner **Oberboden** an, der von einem humosen, vereinzelt schwach feinkiesigen, schluffigen Feinsand geprägt wird.

Darunter folgt den Bohrprofilen der Sondierungen RKS 2 - RKS 4 zufolge bis in Tiefen von 1,7 – 1,8 m unter Geländeoberkante (25,30 - 25,70 m über NHN) eine **bindige Deckschicht** (n. [11] Hochflutlehm) aus braunen, schwach tonigen, schwach feinsandigen Schluffen, die der Feldansprache zufolge eine im oberen Bereich feste und nach unten hin halb-feste Konsistenz aufwiesen.

Unterhalb der bindigen Deckschicht wurden ausschließlich hellbraune, **grobkörnige Lockergesteine** erbohrt. Zunächst dominieren Mittelsande mit wechselnden fein- und grobsandigen Nebenanteilen. Hierbei dürfte es sich nach [11] um Hochflutsande handeln, deren Mächtigkeit den Bohrprofilen zufolge zwischen 0,3 und 1,3 m zu veranschlagen ist. Im Liegenden folgen grobkörnigere Sedimente aus kiesigen Sanden (Niederterrassenschotter). Die sandig-kiesigen Ablagerungen sind Teil des großflächig verbreiteten Grundwasserleiters (Porenaquifer).

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Bohrungen und Geländehöhen aufgeführt.

RKS	GOK	Oberboden		Basis bindige Deckschicht		BGW		Mächtigkeit AQ ungesättigt [m]
		[ca. m NHN]	[m u. GOK]	[ca. m NHN]	[m u. GOK]	[ca. m NHN]	[m u. GOK]	
1	27,30	0,25	27,05	> 1,4	< 25,90			-
2	27,10	0,20	26,90	1,80	25,30			0,8
3	27,40	0,20	27,20	1,70	25,70			0,9
4	27,30	0,20	27,10	1,80	25,50			0,8
min	27,10	0,20	26,90	1,70	25,30			0,8
max	27,40	0,25	27,20	1,80	25,70			0,9
mittel	27,28	0,21	27,06	1,77	25,50	2,6	24,7	0,8

Erläuterungen:

RKS = Rammkernsondierung
 GOK = Geländeoberkante
 BGW = Bemessungsgrundwasserstand für Versickerungsvorhaben
 Mächtigkeit AQ ungesättigt = Mächtigkeit des grundwasserfreien Aquifers (AQ) unterhalb des Deckschichtenverbands bei Eintreten des BGW (Negative Werte entsprechen einem theoretischen Anstieg bis in den Grundwassernichtleiter. Ab Werten von ≤ 0 ist aufgrund vollständiger Wassersättigung bzw. gespannter oder semigespannter Grundwasserverhältnisse keine relevante Aufnahme von Infiltrationswässern im AQ zu erwarten)

Tabelle 2: Angaben zur absoluten Geländehöhe, zum Bodenaufbau und zum Bemessungsgrundwasserstand

6.3 Aktuelle Bodenwasserverhältnisse

Aufgrund der geringen Feuchtegehalte im Bohrgut ergaben sich zum Zeitpunkt der Bohrarbeiten im September 2020 keine Hinweise für wassergesättigte Bodenzonen bis zur maximalen Endteufe von 4 m unter Flur (ca. 23,1 m über Normalhöhennull). Gleichwohl ist nicht auszuschließen, dass sich oberhalb der bindigen Hochflutlehmschicht nach intensiven Niederschlagsereignissen Stauäsehorizonte einstellen können.

6.4 Langfristige GW-Verhältnisse

Laut Angaben der LINEG wurden aufgrund bergbaulicher Einwirkungen Anfang der 80er Jahre im Ortsgebiet Moers-Kapellen für eine Grundwasserregulierung drei Horizontalfilterbrunnen errichtet, die relativ stabile Grundwasserstände mit Flurabständen von $\geq 2,6$ m gewährleisten. Somit wird unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen aktuellen Geländehöhe von 27,30 m über NHN ein mittlerer Bemessungsgrundwasserstand für Versickerungsvorhaben von 24,7 m über NHN empfohlen.

Bezüglich der zu erwartenden Flurabstände macht die LINEG darauf aufmerksam, dass die Grundwasserstände sowohl natürlich bedingten jahreszeitlichen Schwankungen als auch anthropogenen Einflüssen, wie z. B. mengenmäßigen Grundwasserentnahmen, unterliegen und sich darüber hinaus auch längerfristig Veränderungen durch die Klimaentwicklung einstellen können. Ein Rechtsanspruch gegen die Genossenschaft kann aus der zur Verfügung gestellten Auskunft nicht abgeleitet werden.

6.5 Organoleptische Eigenschaften des Bohrgutes

Im Rahmen einer organoleptischen Bohrgutansprache konnten keine Auffälligkeiten hinsichtlich Farbe, Geruch, Konsistenz oder makroskopisch erkennbarer Fremdstoffe wahrgenommen werden.

6.6 Hydraulische Leitfähigkeit

Die im Abschnitt 5.5 angesprochenen Korngrößenanalysen wurden an Bodenproben durchgeführt, die eine Abschätzung der Durchlässigkeit der Hochflutsande im potentiell versickerungsrelevanten Bodenprofil unmittelbar unterhalb der bindigen Hochflutlehmschicht erlaubt. Das Probenmaterial und dessen Zusammensetzung enthält die nachfolgende Tabelle.

Anhand der ermittelten Kornverteilungslinien wird nach DVGW W 113 [14] der Durchlässigkeitsbeiwert mit Hilfe der in Tabelle 3 skizzierten Methoden nach HAZEN und BEYER bestimmt, sofern die Randbedingungen eingehalten sind und der Schluffgehalt bei < 10 Gew.-% liegt.

Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, liegen die berechneten hydraulischen Leitfähigkeiten zwischen $2,2 - 5,7 \cdot 10^{-4}$ m/s (n. BEYER). Da es sich hierbei um labortechnisch ermittelte Korngrößenanalysen handelt, sind die Durchlässigkeiten nach DWA-A 138 [12] um den Faktor 0,2 zu korrigieren, so dass sich eine Bandbreite von $4,4 \cdot 10^{-5} - 1,1 \cdot 10^{-4}$ m/s ergibt.

Formel		Randbedingung								
nach BEYER:		$K = C \times (d_{10})^2$		$U = 1 - 20; d_{10} = 0,06 \text{ bis } 0,6 \text{ mm}$						
nach HAZEN:		$K = 0,0116 \times (d_{10})^2$		$5 \geq U = d_{60}/d_{10}; d_{10} = 0,1 \text{ bis } 3,0 \text{ mm}$						
Probe	Teufe	Bodenart	d60 (mm)	d10 (mm)	U	C	BEYER		HAZEN	
							berechnet n. Formel	DWA-A 138-Bemessungs-K-Wert	berechnet n. Formel	DWA-A 138-Bemessungs-K-Wert
P 2.1	1,8 - 2,7 m	Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig	0,39416	0,15613	2,5	0,009	2,2E-04	4,4E-05	2,8E-04	5,7E-05
P 3.1	1,7 - 2,8 m	Mittelsand, stark grobsandig, schwach feinkiesig	0,63349	0,25199	2,5	0,009	5,7E-04	1,1E-04	7,4E-04	1,5E-04
P 4.1	1,8 - 2,1 m	Mittelsand, grobsandig, schwach feinsandig	0,49004	0,21916	2,2	0,009	4,3E-04	8,6E-05	5,6E-04	1,1E-04

Tabelle 3: Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte K nach BEYER und nach HAZEN (d₆₀: Korndurchmesser bei 60 % Siebdurchgang; d₁₀: Korndurchmesser bei 10 % Siebdurchgang; U = Ungleichförmigkeit; C: Proportionalitätsfaktor, Erläuterungen s. Text)

7 Versickerungstechnische Schlussfolgerungen für private Wohnbauflächen

Die Beurteilung der geologischen / hydrogeologischen Versickerungsvoraussetzungen muss sich im Untersuchungsbereich an folgenden Standorteigenschaften orientieren:

- Die **Geländehöhen** befinden sich im zentralen Bereich auf einem einheitlichen Niveau von 27,4 m über NHN \pm 0,1 m.
- Unterhalb des **Oberbodens** folgt eine im oberen Bereich stark verfestigte, bindige **Hochflutlehmschicht**. Ihre Basis verläuft zwischen 1,7 und 1,8 m unter Geländeniveau (25,3 - 25,7 m über NHN). Erfahrungsgemäß verfügen die Hochflutlehme über eine hydraulische Leitfähigkeit, die unterhalb des entwässerungstechnisch relevanten Durchlässigkeitsbereiches von $K \geq 1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegt, den versickerungsgeeignetes Gestein nach DWA-A 138 [12] mindestens aufweisen sollte bzw. um nach MURL [15] der Grundpflicht zur Beseitigung von Niederschlagswasser im Sinne des § 51a LWG nachzukommen.
- Im Liegenden folgen ausschließlich **grobkörnige Lockergesteine**. Im potenziell versickerungsrelevanten Bereich stehen Hochflutsande aus Mittelsanden mit wechselnden fein- und grobsandigen Nebenanteilen an, die von noch gröberen Terrassenschottern unterlagert werden. Für die hydraulische Leitfähigkeit der Hochflutsande wird ein Bemessungs-K-Wert von $4,4 \cdot 10^{-5} - 1,1 \cdot 10^{-4}$ m/s empfohlen. Damit sind die angesprochenen Lockersedimente nach DWA-A 138 [12] und MURL [15] aus hydraulischer Sicht für die Aufnahme und Weiterleitung von Infiltrationswässern geeignet.
- Bei einer durchschnittlichen Geländehöhe von etwa 27,3 m über NHN und einem zugrunde gelegten **Bemessungsgrundwasserstand** von 24,7 m über NHN liegt ein Flurabstand von mindestens $\geq 2,6$ m vor, der künstlich durch die LINEG geregelt wird. Bei derartigen hohen Grundwasserständen verbleibt zwischen der Basis der in ihrer Gesamtheit als wasserstauend aufzufassenden Hochflutlehmschicht und der Grundwasseroberfläche im grobkörnigen Grundwasserleiter noch eine mindestens 0,8 m mächtige, ungesättigte Bodenzone, so dass mit keinen gespannten Grundwasserverhältnissen zu rechnen ist, bei denen eine relevante Aufnahme und Weiterleitung von Infiltrationswässern nicht zu erwarten wäre.

Unter Berücksichtigung der oben skizzierten, aktuellen Standortverhältnisse wird von einer Infiltration durch den Deckschichtenverband abgeraten, da dieser insgesamt über eine unzureichende hydraulische Leitfähigkeit verfügt. Insofern wird eine gezielte Einleitung der Sickerwässer in die unterlagernden grobkörnigen Lockergesteine (Hochflutsande / Terrassenschotter) empfohlen. Um eine direkte hydraulische Verbindung zu gewährleisten, wird ein Bodenaustausch im versickerungsrelevanten Bereich einer Infiltrationsanlage erforderlich, der bis zur Basis der Hochflutlehme reichen muss. Deren Teufenlage ist anhand der Bohrergebnisse zwischen etwa 1,7 und 1,8 m unter aktueller GOK zu veranschlagen. Die Hochflutsande verfügen über eine ausreichende hydraulische Leitfähigkeit und der Grundwasserleiter weist auch bei hohen Grundwasserständen ungespannte Verhältnisse auf, so dass das Sickerwasser dauerhaft und schadlos aufgenommen und weitergeleitet werden kann.

Nach MURL [14] werden die in der nebenstehenden Tabelle aufgeführten Versickerungsmethoden für Infiltrationsvorhaben empfohlen. An sie werden hinsichtlich des Grundwasserflur- sowie Sohlab-

Versickerungsmethode	Sohlabstand [m]	Flurabstand [m]
1. Mulde	-	> 1,5
2. Mulden-Rigolen-Versickerung	> 1,0	> 1,5
3. Rigolen- u. Rohrversickerung	> 1,0	> 2,0

Tabelle 4: Anforderungen an Versickerungsmethoden hinsichtlich ihrer Sohl- und Flurabstände (n. MURL, 1998)

stands anlagenspezifische Anforderungen gestellt, die das natürliche Schutzpotenzial des Bodens unterschiedlich beeinflussen. Die dargestellte Rangfolge entspricht dem jeweiligen Gefährdungspotenzial für das Grundwasser. Insofern sollte einer Flächenversickerung über die obere bewachsene Bodenschicht, wie es beispielsweise bei der Mulde der Fall ist, der Vorzug vor anderen Anlagen gegeben werden. Gleichwohl ist zu berücksichtigen, dass bei dieser Anlagenkonzeption auch der größte Flächenbedarf notwendig wird. Die anlagenspezifischen Anforderungen für den Grundwasserflur- sowie den Sohlabstand zur Grundwasseroberfläche sind zu beachten (s. Tabelle 4).

Des Weiteren sind die in DWA-A 138 [12] formulierten Angaben hinsichtlich der Abstände zu Gebäuden und Grenzen zu berücksichtigen, um Schäden zu verhindern. So ist beispielsweise der Abstand zu Grundstücksgrenzen so zu wählen, dass eine Beeinträchtigung von Nachbargrundstücken auszuschließen ist. Ferner müssen Versickerungsanlagen nach DWA-A 138 zu nicht unterkellerten Gebäuden einen Abstand aufweisen, der zumindest der 1,5-fachen Fundamenttiefe entspricht.

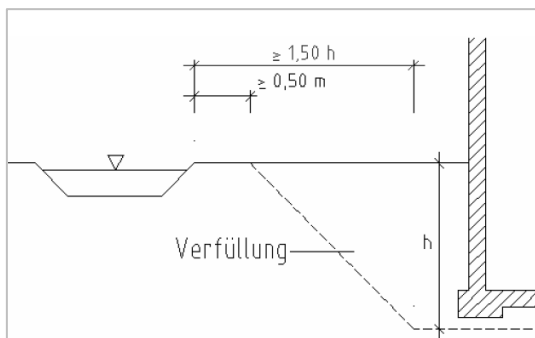


Abbildung 4: Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen von Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung nach DWA-A 138

Zu unterkellerten Gebäuden, die nicht gegen drückendes Wasser abgedichtet sind, ist eine Entfernung einzuhalten, die mindestens die 1,5-fache Tiefe des Baugrubenfußpunkts aufweist. Ebenso sollte darauf geachtet werden, dass Versickerungsanlagen außerhalb von Arbeitsraumverfüllungen unterkellerten Gebäude platziert werden. Nach DWA-A 138 wird ein zusätzlicher Abstand von mindestens 0,5 m von der Böschungsoberkante zur Versickerungsanlage emp-

fohlen, damit das Sickerwasser nicht unmittelbar in den Verfüllbereich der Baugrube infiltriert (s. Abbildung 4).

Es lässt sich somit abschließend schlussfolgern, dass die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser über dezentrale Versickerungsanlagen unter den oben skizzierten Rahmenbedingungen grundsätzlich realisierbar ist.

8 **Versickerungstechnische Schlussfolgerungen für die öffentliche Verkehrsfläche**

Eine Versickerungsanlage für das Regenwasser der öffentlichen Verkehrsfläche kann nach vorliegendem Planstand nicht umgesetzt werden. Die vorhandene, nach Westen einfallende Geländetopografie lässt die Realisierung einer erforderlichen Muldenversickerungsanlage nur im westlichen Teil des geplanten Baugebietes zu.

Um dies zu erreichen wird eine Planänderung empfohlen. So könnte man den vorgesehenen Grünstreifen mit Fußweg von der östlichen Baugebietsgrenze an die westliche verlegen und das geplante Haus am Aufschlusspunkt RKS 2 müsste an die östliche Baugebietsgrenze verschoben werden. Hierdurch wird dann eine Grünfläche im westlichen Bereich des Baugebietes geschaffen die auch für den Bau einer Versickerungsmulde genutzt werden könnte. Die Versickerungsmulde wird gestalterisch in die Grünplanung mit einbezogen. Bei einer Fläche der Erschließungsstraße von rund 1.000 m² müsste die Muldenfläche etwa 80 m² bei einer Tiefe von 0,3 m aufweisen. Auch für diese Versickerungsvariante wäre ein Bodenaustausch bis in das grobkörnige Lockergestein entsprechend den Angaben des vorherigen Abschnitts erforderlich.

9 **Schlussbemerkungen**

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung beruhen auf punktuellen Aufschlüssen. Wechselhaftigkeiten im Bodenzustand sowie in der Bodenzusammensetzung zwischen den Aufschlusspunkten sind nicht auszuschließen. Sollten sich bei den weiteren Planungen oder etwaigen Eingriffen in den Bodenzustand Abweichungen von den beschriebenen Verhältnissen oder Fragen im Zusammenhang mit den vorgelegten Untersuchungsergebnissen ergeben, bitten wir um Benachrichtigung.

Dinslaken, den 18. September 2020



(Dipl.-Geol. Arnd Eickhoff)

Geokom

Anlagen



Land NRW (2018)
 Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0
 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Legende

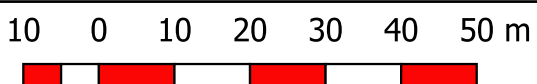
 Rammkernsondierung

Lageplan

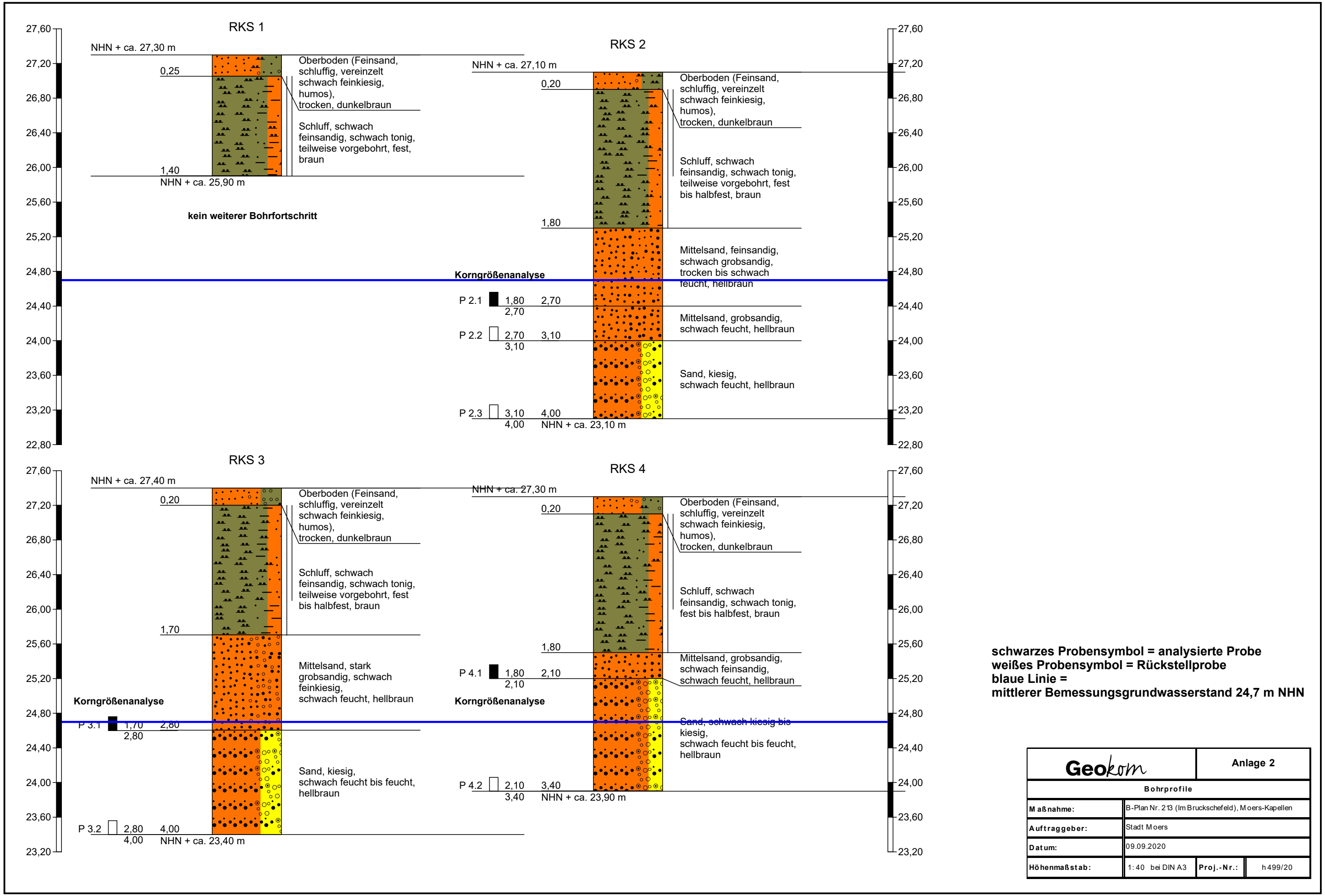
Geokorn

Anlage 1

Maßnahme:	B-Plan Nr. 213 (Im Bruckschefeld), Moers-Kapellen
Auftraggeber:	Stadt Moers
Datum:	09.09.2020
Proj.-Nr.:	h 499/20



1:1.000
 bei DIN A4



schwarzes Probensymbol = analysierte Probe
 weißes Probensymbol = Rückstellprobe
 blaue Linie = mittlerer Bemessungsgrundwasserstand 24,7 m NHN

Geokom		Anlage 2	
Bohrprofile			
M a ß n a h m e:	B-Plan Nr. 213 (Im Bruckscheffeld), Moers-Kapellen		
A u f t r a g g e b e r:	Stadt Moers		
D a t u m:	09.09.2020		
H ö h e n m a ß s t a b:	1:40 bei DIN A3	Proj.-Nr.:	h499/20

Projekt: B-Plan Nr. 213 (Im Bruckschefeld), Moers-Kapellen

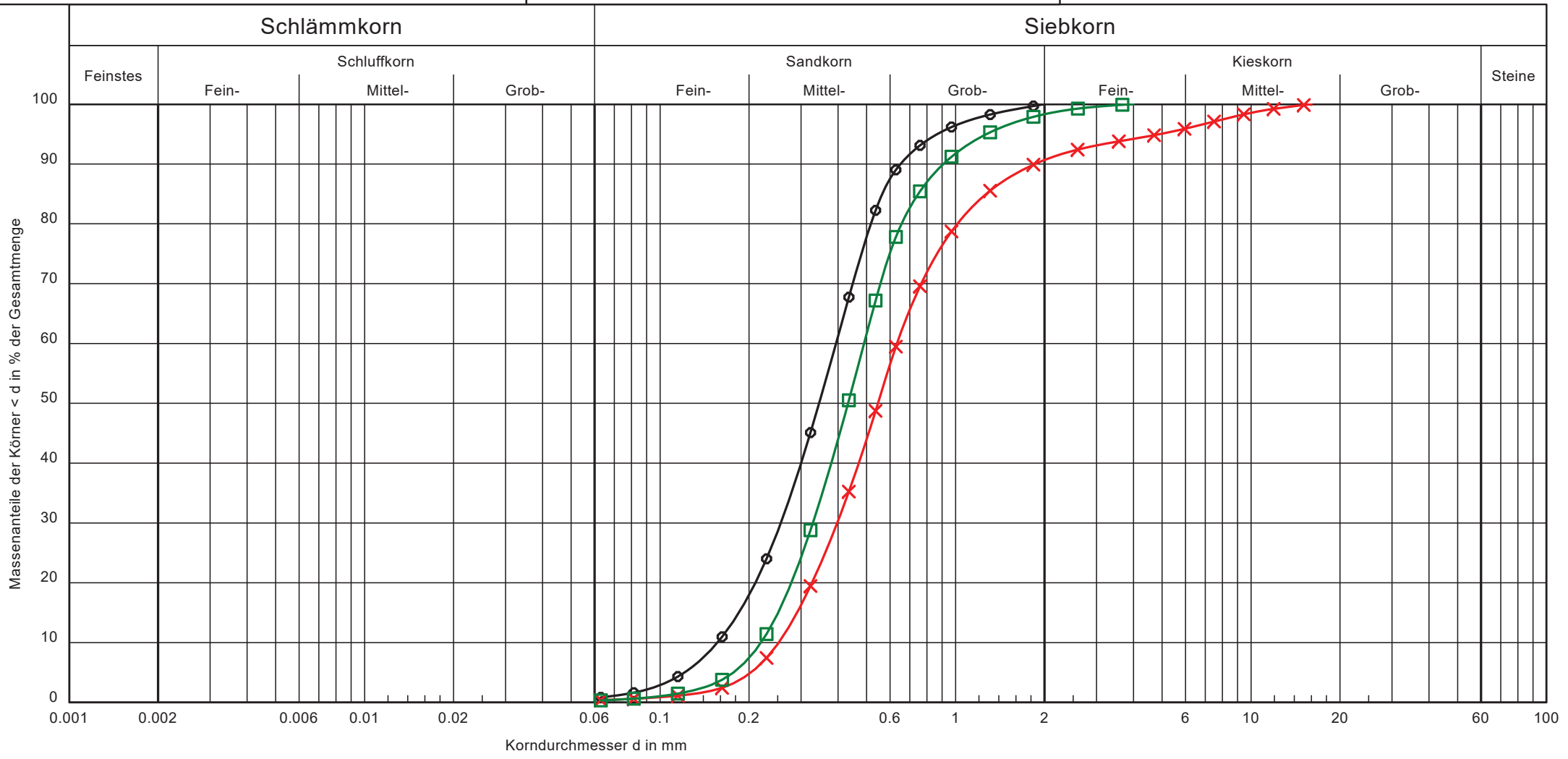
Probe entnommen am: 07.09.2020

Bearbeiter: S. Reifenscheidt

Datum: 10.09.2020

Kornverteilung nach DIN 18123 - 4

Kirchstraße 79 A
46539 Dinslaken
Tel.: 0 20 64 / 81 0 81
Fax: 0 20 64 / 81 0 82



Probennummer:	Entnahmetiefe:	Entnahmestelle:	Bodenart:	Ungleichförmigkeit/ Krümmungszahl	60%=d60	10%=d10	Kurvensymbol	Bemerkungen:	Projekt-Nr.: h 499/20 Anlage: 3
P 2.1	1,8 - 2,7 m	RKS 2	mS, fs, gs'	2.5/1.1	0,39416	0,15613	○—○		
P 3.1	1,7 - 2,8 m	RKS 3	mS, gs̄, fg'	2.5/1.0	0,63349	0,25199	×—×		
P 4.1	1,8 - 2,1 m	RKS \$	mS, gs, fs'	2.2/1.0	0,49004	0,21916	□—□		

Boden- und Felsarten



Feinkies, fG, feinkiesig, fg



Kies, G, kiesig, g



Grobsand, gS, grobsandig, gs



Mittelsand, mS, mittelsandig, ms



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Sand, S, sandig, s



Schluff, U, schluffig, u



Ton, T, tonig, t

Korngrößenbereich

f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)
- - stark (30-40%)

Konsistenz



breiig



weich



steif





halbfest





fest

Proben

A1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe

B1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe

C1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

W1  1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe