

Dr. T. Böcke ■ Thyssenstr. 123-125 ■ 46535 Dinslaken
Stadt Voerde
Fachdienst Stadtentwicklung, Umwelt- und Klimaschutz
Rathausplatz 20
46562 Voerde

Dr. Torsten Böcke
Dipl.-Geologe
Thyssenstr. 123 -125
46535 Dinslaken
Telefon: 0 20 64/470 420
Telefax: 0 20 64/470 421
info@boecke.info

Bebauungsplan Nr. 65.- Ehemaliger Kinderspielplatz „Königring Nord“, Voerde
- Bodenuntersuchung zur Beurteilung der Versickerungsverhältnisse

24.06.2024
Proj. h 488

Die Stadt Voerde beabsichtigt, den Bereich des ehemaligen Kinderspielplatzes „Königring Nord“, Gemarkung Voerde, Flur 12, Flurstück Nr. 498, in Wohnbauland umzuwandeln. Im Nordosten des Plangebiets sollen Gebäude errichtet werden. Es ist vorgesehen, anfallende Niederschlagswasser vor Ort über die belebte Bodenzone zu versickern.

In diesem Rahmen beauftragte die Stadt Voerde das unterzeichnende Büro damit, eine Versickerungsuntersuchung durchzuführen und eine Muldenbemessung unter der Voraussetzung vorzunehmen, dass 60 % der Fläche versiegelt werden.

Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten des unterzeichnenden Büros befanden sich auf dem Flurstück eine Rasenfläche sowie Bäume und Sträucher. Im Südwesten war eine gepflasterte Fläche vorhanden.

Durchgeführte Untersuchungen

Um die Versickerungsverhältnisse zu erfassen, wurden die folgenden Tätigkeiten durchgeführt:

- 3 Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 3, die am 05.06.2024 bis 3 m unter Geländeoberkante (GOK) reichten
- Einmessen der Lage der Sondieransatzpunkte anhand des zur Verfügung gestellten Lageplans
- Nivellement der Ansatzpunkte, das sich an einen Kanaldeckel auf dem Königring anschloss (s. Anl. 1). Seine Höhe ist in www.geoportal-niederrhein.de mit 25,65 m ü. NHN angegeben.
- Entnahme von 5 Bodenproben aus dem Bohrgut der Rammkernsondierung, um daran Korngrößenanalysen vorzunehmen und die Durchlässigkeit des anstehenden, nichtbindigen Gesteins zu bestimmen
- 2 Korngrößenanalysen nach DIN EN ISO 17892-4 an den Proben P 2.1 und P 3.1 einschl. Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwerts K

Die Lage der Sondieransatzpunkte ist in der Anlage 1 dargestellt. Die erbohrten Bodenverhältnisse sind in der Anlage 2 in Form von Säulenprofilen wiedergegeben. Die Körnungslinien der analysierten Bodenproben sind der Anlage 3 zu entnehmen.

Nivellementergebnis

Dem Nivellement des unterzeichnenden Büros zufolge befanden sich die Sondieransatzpunkte in Höhen von rd. 26,0 bis 26,1 m ü. NHN.

Bodenaufbau

Die Sondierungen RKS 1 und RKS 2 trafen einen aufgefüllten, (schwach) humosen Oberboden an, der Stärken von 0,15 und 0,25 m aufweist. Seine Basis liegt in einer Höhe von rd. 25,85 m ü. NHN.

Am Ansatzpunkt RKS 3 ist eine 5 cm starke Gehwegplatte aufgenommen worden, die einschließlich einer Sandbettung bis 0,1 m u. GOK reicht. Darunter schließt sich eine Tragschicht aus Schlacke an. Das Material reicht bis 0,5 m u. GOK bzw. bis 25,55 m ü. NHN.

Unter dem Oberboden und der Tragschicht folgt eine Auffüllung. Sie besteht aus stark feinsandigen und zum Teil schwach kiesigen Schluffen, die Einzelfunde an Ziegelbruchstücken und Kunststofffolienresten führen. Das Material ist bis in Tiefen zwischen 0,65 und 0,80 m u. GOK erbohrt worden (rd. 25,2 bis 25,4 m ü. NHN).

Der natürlich gewachsene Boden setzt an den Ansatzpunkten RKS 1 und RKS 3 mit Hochflutablagerungen ein. Sie werden durch (stark) feinsandige und zum Teil tonige Schluffe sowie durch schwach schluffige Fein- bis Mittelsande aufgebaut. Sie sind im Bereich der Sondierung RKS 2 offenbar durch die Auffüllung ersetzt. Die Hochflutablagerungen stehen bis 0,95 und 1,25 m u. GOK an (rd. 24,8 und 25,1 m ü. NHN).

Den Abschluss der erbohrten Schichtenfolge bilden Terrassenablagerungen. Darin herrschen bis zur erbohrten Endteufe enggestufte Mittelsande vor. Zudem treten am Ansatzpunkt RKS 3 Sand-Kies Gemische hinzu. Die Terrassenablagerungen erstrecken sich den zur Verfügung stehenden geologischen Karten zufolge bis mehr als 10 m unter Gelände.

Bodenwasserverhältnisse

In den Bohrlöchern der Rammkernsondierungen ist die Tiefe der Grundwasseroberfläche mit Hilfe eines Lichtlots eingemessen worden. Demnach stellten sich am 05.06.2024 Flurabstände von 2,24 bis 2,32 m ein. Hieraus folgen Grundwasserstände von 23,76 und 23,77 m ü. NHN.

Um die langfristigen Verhältnissen zu beurteilen, wurden Messstellendaten des Landesamts für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz NRW ausgewertet. Aus dem Pegel „Voerde Nr. 146“, der sich in der Nähe des ehemaligen Kinderspielplatzes befindet, lassen sich die folgenden Grundwasserstände ableiten:

- höchster, in der Vergangenheit aufgetretener Grundwasserstand (März 1953): 24,7 m ü. NHN
- mittlerer, höchster Grundwasserstand: 23,5 m ü. NHN
- niedrigster Grundwasserstand (Oktober 1985): 20,8 m ü. NHN

Unabhängig von diesen Verhältnissen sammeln sich versickernde Niederschläge in und über den bindigen Gesteinen der Auffüllung und der Hochflutablagerungen als Stauwasser.

Durchlässigkeit der Gesteine

Die bindigen Gesteine der Auffüllung und der Hochflutablagerungen weisen erfahrungsgemäß einen Durchlässigkeitsbeiwert K in der Größenordnung von $K \leq 1 \times 10^{-7}$ m/s auf.

Die Durchlässigkeit der Terrassenablagerungen ist anhand von Korngrößenanalysen beurteilt worden, die an den Bodenprobe P 2.1 und P 3.1 nach DIN EN ISO 17892-4 erfolgten. Das Ergebnis ist in den Körnungslinien der Anlage 3 dargestellt. Demnach geben die Proben einen schwach fein- und schwach grobsandigen Mittelsand wieder. Anhand der Kornverteilung wurde der Durchlässigkeitsbeiwert K nach DVGW W 113 mit Hilfe der Methoden von BEYER und von HAZEN bestimmt (s. Tab. 1). Demnach beläuft sich der Durchlässigkeitsbeiwert der Proben P 2.1 und P 3.1 auf mindestens $2,8 \times 10^{-4}$ m/s.

Formel			Randbedingung					
Nach HAZEN: $K = 0,0116 \times (d_{10})^2$			$5 \geq U = d_{60}/d_{10}$, $d_{10} = 0,1 - 3,0$ mm					
Nach BEYER: $K = C \times (d_{10})^2$			$U = 1 - 20$, $d_{10} = 0,06 - 0,6$ mm					
Probe	Tiefe [m u. GOK]	Gestein	d_{60} [mm]	d_{10} [mm]	U	C	K_{Beyer} [m/s]	K_{Hazen} [m/s]
P 2.1	0.80 - 1.50 m	Mittelsand, schwach feinsandig, schwach grobsandig	0,3836	0,1680	2,3	0,010	$2,8 \times 10^{-4}$	$3,3 \times 10^{-4}$
P 3.1	0.90 - 1.25 m	Mittelsand, schwach feinsandig, schwach grobsandig	0,3853	0,1770	2,2	0,010	$3,1 \times 10^{-4}$	$3,6 \times 10^{-4}$

Tabelle 1: Durchlässigkeitsbeiwerte K nach HAZEN und nach BEYER (d_{60} : Korndurchmesser bei 60 % Siebdurchgang; d_{10} : Korndurchmesser bei 10 % Siebdurchgang; U = Ungleichförmigkeit; C : Proportionalitätsfaktor)

Schlussfolgerungen zur Niederschlagswasserversickerung

Anfallende Niederschlagswässer sollen vor Ort über Mulden versickert werden. Diese Maßnahme ist anhand der Grundwasser- bzw. der Flurabstände, der erbohrten Gesteine und deren Durchlässigkeiten zu beurteilen.

Bemessungsgrundwasserstand: Nach DWA-A 138 wird der mittlere höchste Grundwasserstand von 23,5 m ü. NHN als Bemessungsereignis angesetzt. Das Gelände befindet sich dem durchgeführten Nivellement zufolge in einer Höhe von mindestens rd. 26,0 m ü. NN. Hieraus folgt ein Bemessungsflurabstand von 2,5 m. Er fällt ausreichend aus, da er nach MURL (1998) im Bereich einer Mulde mehr als 1,5 m betragen muss. Nach DWA-A 138 ist die Muldensohle zumindest 1 m über dem Bemessungswasserstand bzw. in einem Niveau von $\geq 24,5$ m ü. NN anzulegen. Dieser Vorgabe lässt sich aufgrund der relativ großen Flurabstände ohne weiteres nachkommen.

Durchlässigkeiten: Oberflächennah sind eine Auffüllung und Hochflutablagerungen vorhanden, in denen bindige Gesteine vorherrschen. Ihnen wird ein Durchlässigkeitsbeiwert von $K \leq 1 \times 10^{-7}$ m/s zugeordnet. Daher erreichen die erbohrten Schluffe nicht die Grenzdurchlässigkeit von 1×10^{-6} m/s, die versickerungsggeeignetes Gestein nach DWA-A 138 zumindest besitzen muss. Es wird davon abgeraten, in die Auffüllung oder die Hochflutablagerungen zu versickern.

Die Terrassenablagerungen weisen der Korngrößenanalyse zufolge eine Durchlässigkeit K von mindestens $2,8 \times 10^{-4}$ m/s auf. Nach DWA-A 138 ist der im Labor ermittelte K -Wert zur Bemessung von Versickerungsanlagen mit einem Faktor von 0,2 zu wichten. Somit beläuft sich die Bemessungsdurchlässigkeit auf:

$$K_{\text{Bem.}} = 5,6 \times 10^{-5} \text{ m/s.}$$

Die Terrassenablagerungen sind daher ausreichend durchlässig. Darüber hinaus setzen sie den Sondierungen zufolge oberhalb des höchsten Grundwasserstands ein, so dass sie in der Vergangenheit stets in der Lage waren, Sickerwässer aufzunehmen.

Hinweise zu den Erdarbeiten: Im Bereich der geplanten Mulden sind die Auffüllung und die Hochflutablagerungen zu entfernen, um die versickerungsggeeigneten Terrassenablagerungen freizulegen. Hiermit ist laut den Sondierungen ein Aushub bis in Tiefen zwischen 0,95 und 1,25 m u. GOK verbunden.

Ausschachtungen, die tiefer als die Anlagensohle reichen, sind durch ein Gestein auszugleichen, das zumindest die Durchlässigkeit der Terrassenablagerungen besitzt.

Muldenbemessung

Laut den Vorgaben der Stadt Voerde soll eine Muldendimensionierung unter der Voraussetzung erfolgen, dass 60 % des Baugebietsgrundstücks versiegelt werden. Anhand der zur Verfügung gestellten Unterlagen wird eine Flurstücksgröße von ca. 1.030 m² angesetzt. Die Fläche, die an die Versickerung angeschlossen wird, beläuft sich bei einem Anteil von 60 % auf 618 m². Da die Beschaffenheit der anzuschließenden Flächen nicht bekannt ist, wird konservativ ein Abflussbeiwert $\psi_m = 1$ angesetzt.

Nach DWA-A 138 darf eine Mulde eine Einstauhöhe von 0,3 m nicht überschreiten. Aufgrund einer Geländehöhe von mindestens 28,0 m ü. NHN wird von einer Muldensohlhöhe von 27,7 m ü. NHN ausgegangen.

Nach DWA-A 138 wird zudem vorausgesetzt, dass die Mulde eine zumindest 0,1 m starke Oberbodenabdeckung mit einer Durchlässigkeit $K \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s erhält. Sie fällt geringer aus als die des unterlagernden Gesteins, für das eine Bemessungsdurchlässigkeit $K = 5,6 \times 10^{-5}$ m/s angesetzt wird. Daher wird die Versickerungsleistung durch den Oberboden begrenzt, so dass dessen Durchlässigkeit der Muldendimensionierung zugrunde gelegt wird.

Unter diesen Randbedingungen wurde die Muldenbemessung mit Hilfe der Regenreihen nach Kostra-DWD 2020 (Version 4.1.3.785, 2023) vorgenommen. Die Bemessungsdaten sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Darin bedeutet eine jährliche Überschreitung von 0,2, dass eine Anlage infolge von Starkregenereignissen einmal in 5 Jahren versagen bzw. in ihrer Funktion eingeschränkt sein kann.

Geländehöhe	28,0 m ü. NHN
anzuschließende Fläche, netto	618,0 m ²
Oberbodendurchlässigkeit	$1,0 \times 10^{-5}$ m/s
Einstauhöhe	0,3 m
jährliche Überschreitung	0,2
Regendauer nach KOSTRA	240,0 min
Regenspende nach KOSTRA	21,5 l/(s x ha)
Entleerungszeit	16,9 h
Einleitungsmenge	1,33 l/s
Erforderliches Muldenvolumen	21,4 m ³
Erforderliche Muldenfläche	71,3 m ²

Tabelle 2: Bemessungsdaten einer Versickerungsmulde

Demnach ist bei einer Einstauhöhe von 0,3 m ein Muldenfläche von 71,3 m² erforderlich, um die angeschlossenen Wässer zu versickern. Die Muldenfläche kann auf mehrere Anlagen verteilt werden. Ihre Abmessungen lassen sich der zur Verfügung stehenden Fläche anpassen.

Lage von Versickerungsmulden

Nach MURL (1998) sind Abstände einer Versickerungsanlage zu Grundstücksgrenzen von mehr als 2 m einzuhalten. In DWA-A 138 wird empfohlen, Anlagen so herzustellen, dass sie Nachbargrundstücke nicht beeinträchtigen.

Zu nicht unterkellerten Gebäuden muss nach DWA-A 138 mindestens ein Abstand eingehalten werden, der der 1,5fachen Fundamenttiefe gleichgesetzt wird. Zu unterkellerten Gebäuden, die nicht gegen drückendes Wasser gesichert sind, ist eine Entfernung erforderlich, die zumindest der 1,5fachen Kellertiefe einschließlich Bodenplatte entspricht. Darüber hinaus wird empfohlen, Anlagen außerhalb von Arbeitsraumverfüllungen herzustellen.

Dinslaken, den 24.06.2024



(Dr. Torsten Böcke)

Anlage 1: Lageplan im Maßstab 1 : 500

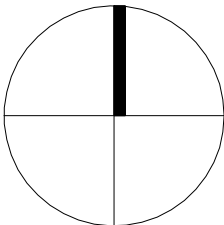
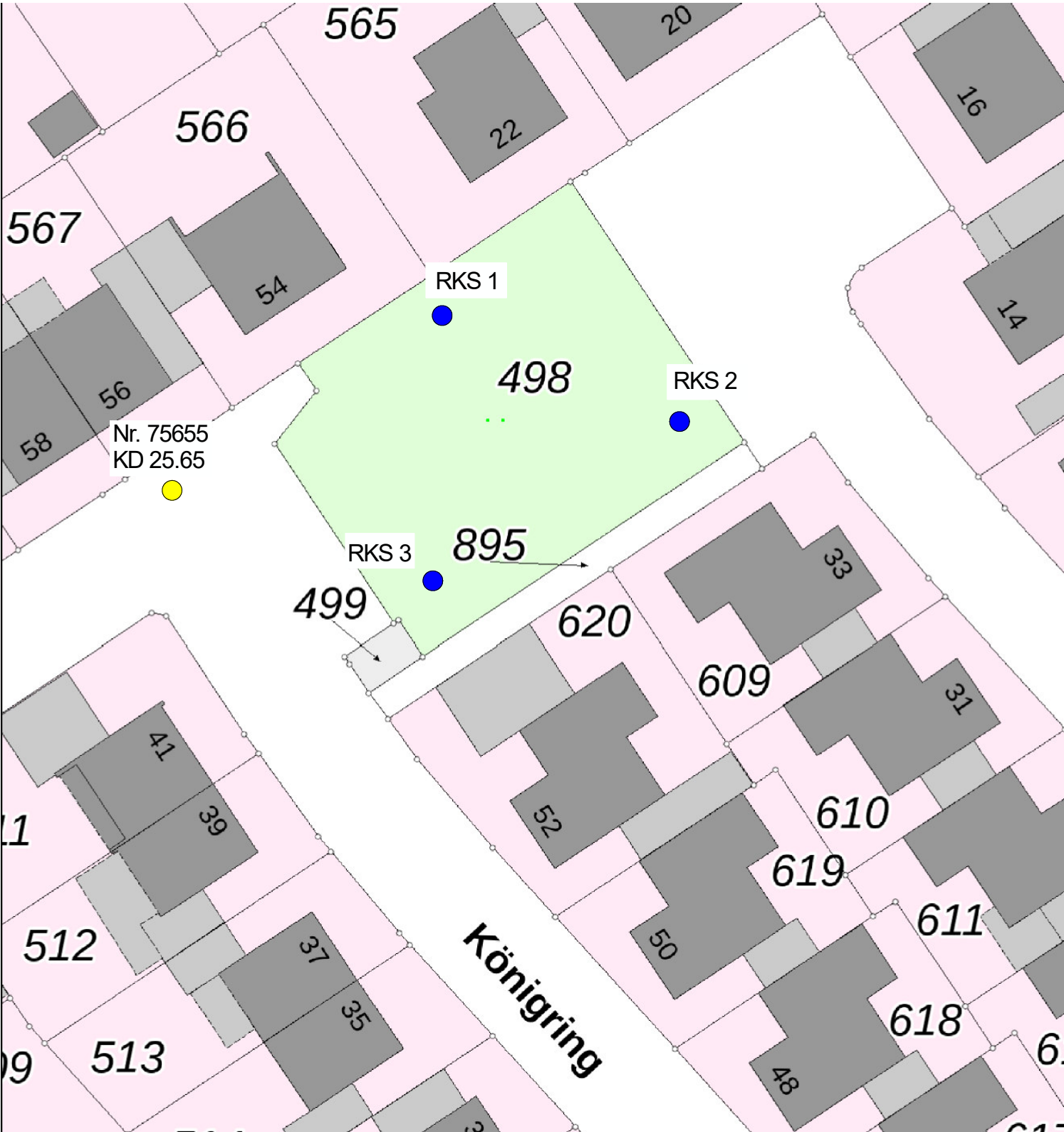
Anlage 2: Bohrprofile RKS 1 bis RKS 3

Anlage 3: Körnungslinien der Probe P 2.1 und P 3.1

Literatur:

DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. April 2005

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



Legende	
KD 25.65	Kanaldeckel [m ü. NHN]
RKS 1	Rammkernsondierung

Söcke BAUGRUND · WASSERWIRTSCHAFT Juni 2024		Anlage 1
Lageplan		
Maßnahme:	Bodenuntersuchung für eine Niederschlagswasserversickerung auf dem Flurstück 498, Flur 12, Gemarkung Voerde	
Auftraggeber:	Stadt Voerde	
Maßstab: 1 : 500		Proj.-Nr.: h 488

Projekt: Bodenuntersuchung für eine Niederschlagswasserversickerung auf dem

Flurstück 498, Flur 12, Gemarkung Voerde

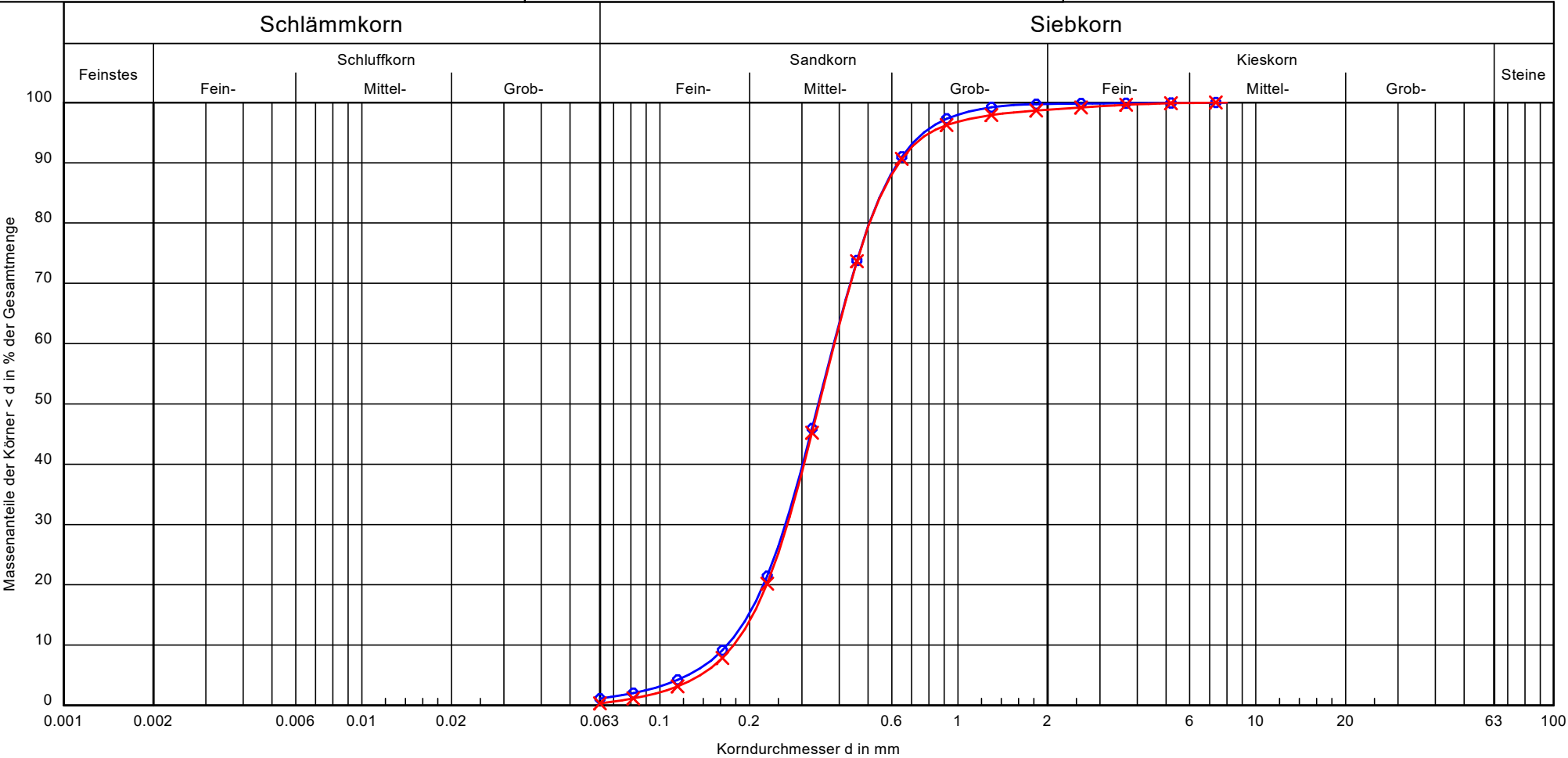
Probe entnommen am: 05.06.2024

Bearbeiter: Maximilian Spelmanns

Datum: 10.06.2024

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

Büro Böcke
Thyssenstraße 123 - 125
46535 Dinslaken
Tel.: 0 20 64 / 470 420



Probennummer:

Entnahmestelle:

Entnahmetiefe:

Ungleichförmigkeit/
Krümmungszahl

60%=d60

10%=d10

Bemerkungen:

P 2.1

RKS 2

0.80 - 1.50 m

2.3/1.1

0.3836

0.1680

P 3.1

RKS 3

0.95 - 1.25 m

2.2/1.1

0.3853

0.1770

Projekt-Nr.:
h 488
Anlage:
3