

Geotechnisches Gutachten

- Versickerung von Niederschlagswasser -

Projekt:

B-Plan 159 N LEMO
53859 Niederkassel
Niederschlagsversickerung

Auftraggeber:

:SEG Niederkassel
Rathausstrasse 19
53859 Niederkassel

Auftrag 1 2405 19

09.12.2019

Inhalt

1	Vorgang	3
2	Unterlagen	3
3	Feld- und Laboruntersuchungen	4
4	Untersuchungsergebnisse	5
4.1	Lage und Morphologie des Untersuchungsgebietes	5
4.2	Schichtenfolge	5
4.3	Grundwasser	6
4.4	Bodenklassifizierung nach DIN 18300:12-2000 und DIN 18196	7
4.5	Bodenmechanische Kennwerte	8
4.6	Homogenbereiche Erdarbeiten nach DIN 18300 (08-2015)	9
5	Versickerung von Niederschlagswasser	10
5.1	Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte	10
5.2	Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit	11
5.3	Allgemeine Vorgaben	11
6	Empfehlungen	12

Anlagen

1	Lageplan	(1)
2.	Bohrprofile	(6)
3.	Versickerungsversuche	(6)
4.	Ergebnisse der Laboruntersuchung: Kornverteilung (DIN 18123) und Durchlässigkeitsversuch (DIN 18130)	(2)

1 Vorgang

Mit dem Bebauungsplan 159 N ist die Erschließung eines neuen Gewerbegebiets am Ginsterweg / Heinrich-von-Stephan-Straße in 53859 Niederkassel geplant. Das auf dem Grundstück anfallende Niederschlagswasser soll dabei nach Möglichkeit auf dem Grundstück versickert werden.

Die Grüning Consulting GmbH wurde mit der Erkundung der Baugrundverhältnisse und der Durchführung von Versickerungsversuchen zur Beurteilung der Möglichkeit einer Niederschlagsversickerung im Plangebiet beauftragt.

2 Unterlagen

- [1] Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Maßstab 1 : 100.000, Blatt C 5106 Köln. Geologisches Landesamt NRW, Krefeld 1986.
- [2] Grundwasserhöhengleichen Stand: April 1988, Blatt 5108 Köln Mühlheim, Maßstab 1 : 50.000, Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, Essen 1995.
- [3] Planurkunde, Bebauungsplan Nr. 159 N, Nr.: 547-17, Plan – Nr.: 1, Maßstab 1 : 500, Planungsbüro Dittrich, Neustadt/Wied den 09.10.2019.
- [4] DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef 2005.
- [5] Dezentrale Niederschlagswasserbeseitigung. Informationen des Rhein-Sieg-Kreises über erlaubnisfreie und erlaubnispflichtige Anlagen zur Niederschlagswasserbeseitigung, Stand: 2017.

3 Feld- und Laboruntersuchungen

Zur Erkundung der örtlichen Untergrundverhältnisse wurden im Bereich des Bebauungsplans sechs Bohrsondierungen (\varnothing 60/50 mm, BS 1 bis BS 6) bis zu 4,0 m unter GOK abgeteuft. Zur Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden Böden wurden anschließend in jedem Bohrloch Versickerungsversuche (VS 1 bis VS 6) durchgeführt.

Das Einmaß der Untersuchungspunkte erfolgte nach Lage in Bezug auf die vorhandene Bebauung, nach Höhe in Bezug auf einen KD dessen Höhenlage mit 56,10 m NN angegeben wird. Die Lage der Bohransatzstellen ist in Anlage 1 dargestellt. Die Bohrprofile sind als Einzeldarstellungen in Anlage 2 und die Auswertung der Versickerungsversuche ist als Anlage 3 beigefügt.

Aus den als unterste Bodenschicht angetroffenen Sanden wurde eine Mischprobe erstellt, die zur Ermittlung der Durchlässigkeit im Labor weiter untersucht wurde. Hierzu wurde eine Siebanalyse durchgeführt und die Kornverteilungskurve erstellt, an der im Prüfzylinder eingebauten Probe wurde ein Durchlässigkeitsversuch nach DIN 18130 durchgeführt.

Die entnommenen Bodenproben wurden gemäß DIN 18 196 beurteilt, und die Ergebnisse der Bohrungen in Schichtenverzeichnissen nach DIN 4022 festgehalten. Die entnommenen Bodenproben werden für einen Zeitraum von 3 Monaten nach Abgabe des Gutachtens als Rückstellproben eingelagert und anschließend entsorgt.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Lage und Morphologie des Untersuchungsgebietes

Das zu erschließende Grundstück befindet sich südöstlich des Stadtzentrums von Niederkassel (53859), es schließt nach Norden an den Bebauungsplan 136 N an. Das Gelände wird definiert durch die Katasterdaten Gemarkung Niederkassel, Flur 5, Flurstücke 50, 528, und 527. Die Fläche ist annähernd eben ausgebildet und befindet sich auf einer Höhenlage von ca. 56,0 m NHN.

Die Zufahrt auf das derzeit landwirtschaftlich genutzte Grundstück erfolgt über die Heinrich-von-Stephan-Straße.

4.2 Schichtenfolge

Nach Angaben der geologischen Karte [1] ist im Untergrund des zu untersuchenden Grundstücks mit Hochflutablagerungen des Rheins in Form von schluffigem Sand und Schluff zu rechnen. Diese überlagern z.T. kiesigen Sand und Kies der Niederterrasse.

Nach der online verfügbaren geologischen Karte der Geschäftsstelle des IMA GDI Nordrhein-Westfalens¹ liegen auf dem Grundstück bis 2 m unter GOK schluffig bis stark schluffige Hochflutlehme vor. Diese werden unterlagert von Oberpleistozänen kiesigen Sanden und sandigen Kiesen der Älteren Niederterrasse des Rheins.

In den Bodenaufschlüssen wurde folgender Bodenaufbau angetroffen (vgl. Anlage 2):

Tabelle 4.2-1: Übersicht

Bodenart	Schichtunterkante [m unter GOK]	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz
Schluff / Feinsand schwach tonig, Zunahme von Sand und Abnahme von Schluff mit der Tiefe, braun Oberflächennah humos, dunkelbraun	1,2 – 2,0	weich-steif
Sand / Kies Sand, stark kiesig, schluffig, Kornverband variiert, braungelb – grau	> 4,0 nicht erbohrt	locker

¹ <https://www.geoportal.nrw/>

Bei den Angaben zu den Tiefenlagen der Schichtgrenzen handelt es sich um in den Bodenaufschlüssen ermittelte Werte (s. Anlage 2). Es kann erfahrungsgemäß nicht ausgeschlossen werden, dass außerhalb der Untersuchungspunkte abweichende Tiefenlagen und Materialzusammensetzungen der Böden auftreten. Dies gilt insbesondere für aufgefüllte Böden.

4.3 Grundwasser

Im Rahmen der Feldarbeiten wurde kein Grundwasserzufluss in die offenen Bohrlöcher beobachtet. Die aus den Bohrungen entnommenen Bodenproben wurden durchgehend als erdfeucht angesprochen.

Nach den Angaben der hydrogeologischen Karte [2] lag der Grundwasserspiegel im März-April 1988 für den Bereich bei ca. 45,25 m NN, was in der Karte als hoher Grundwasserstand bezeichnet wird. Die Fließrichtung des Grundwassers wird mit Nordwest, in Richtung des Vorfluters Rhein, angegeben.

Die südöstlich gelegene Grundwassermessstelle 076955515 - MUNDORF P3 Lehm. registrierte zwischen 2001 und 2017 einen durchschnittlichen Grundwasserstand von ca. 41,13 m NHN². Der höchste gemessene Grundwasserspiegel der Messstelle liegt bei 45,28 m NHN.

Etwa 300 m östlich des Plangebiets liegt das Betriebsgelände der SKB Sand- und Kiesbaggerei GmbH & Co KG. Der Wasserspiegel in den ausgehobenen Kiesgruben ist mit dem Grundwasserspiegel im Baugebiet vergleichbar.

Innerhalb der schluffigen Schichten ist in Folge von Niederschlägen mit dem Auftreten temporärer Schicht- und Stauwasserhorizonte (vgl. Anlage 2) zu rechnen.

Das Gelände befindet sich nicht innerhalb eines behördlich festgesetzten oder geplanten Trinkwasserschutzgebietes. Jedoch verläuft wenige hundert Meter südlich die Begrenzung der Schutzzone 2 des Wasserschutzgebietes „Niederkassel“.

² <https://www.elwasweb.nrw.de>

4.4 Bodenklassifizierung nach DIN 18300:12-2000 und DIN 18196

Da die Bodenklassen nach DIN 18300 (VOB C), Ausgabe 12-2000, in der Praxis weiterhin für die bautechnische Beurteilung von Böden geläufig sind, werden diese im Folgenden informativ mit aufgeführt.

Die angetroffenen Bodenarten sind im ungestörten Zustand gemäß DIN 18196 bzw. 18300 (12-2000) folgenden Bodengruppen und -klassen zuzuordnen:

Tabelle 4.4-1: Bodenklassifizierung

Bodenart	Bezeichnung nach DIN 4022	Bodengruppen nach DIN 18196	Bodenklassen nach DIN 18300	Bezeichnung nach DIN 18300
Schluff / Feinsand schwach tonig, Zunahme von Sand und Abnahme von Schluff mit der Tiefe, braun	U,fS,t'	UL/SU*	4 ¹⁾²⁾	mittelschwer lösbare Bodenarten
Sand / Kies Sand, stark kiesig, schluffig, Kornverband variiert, braungelb – grau	mS,G,gs,u	SW/GW	3 ¹⁾³⁾⁴⁾	leicht lösbare Bodenarten

- 1) Bei Anschnitt unter Wasser fließfähig.
- 2) Eine Wassersättigung (Grundwasser, Staunässe, Oberflächenwasser) kann bei gleichzeitiger Störung (Ausschachtung, Befahren und Begehen) zu einer Konsistenzverschlechterung führen: Umwandlung in breiige bis flüssige Konsistenz (Bodenklasse 2).
- 3) Bei größerem Steingehalt (mehr als 30 Gew.-% über 63 mm Korngröße): Bodenklasse 5.
- 4) Bei größerem Steingehalt (mehr als 30 Gew.-% über 0,01 bis 0,1 m³ Rauminhalt): Bodenklasse 6.

4.5 Bodenmechanische Kennwerte

Für die angetroffenen Hauptbodenarten in der vorhandenen (ungestörten) Lagerung lassen sich folgende mittlere bodenmechanische Kennwerte (Rechenwerte) angeben:

Tabelle 4.5-1: Bodenmechanische Kennwerte

Bodenart	Raumgewicht cal. $\gamma/\gamma'^{1)}$ [kN/m³]	Steifezahl cal. E_s [MN/m²]	Reibungswinkel cal. φ' [°]	Kohäsion cal. c' [kN/m²]
Schluff / Feinsand schwach tonig, Zunahme von Sand und Abnahme von Schluff mit der Tiefe, braun	19,5 / 9,5	4 - 8	27,5	5 - 15 ²⁾
Sand / Kies Sand, stark kiesig, schluffig, Kornverband variiert, braungelb – grau	19,0 / 9,0	20 – 30	32,5 - 35,0	0 – 3

1) Wichte des Bodens unter Auftrieb

2) Bei Wassersättigung: $c = 0 \text{ kN/m}^2$

4.6 Homogenbereiche Erdarbeiten nach DIN 18300 (08-2015)

Bei den Erdarbeiten für die Versickerungsanlagen fallen hauptsächlich Schluffe und Sand-Kies-Gemische an, diese können für die Auswahl der Erdbaugeräte während der Baumaßnahme in zwei Homogenbereiche zusammengefasst werden.

Homogenbereich A: Schluff / Feinsand

schwach tonig, Zunahme von Sand und Abnahme von Schluff mit der Tiefe, braun

Homogenbereich B: Mittelsand / Kies

Sandig, stark kiesig, schluffig, Kornverband variiert, braungelb - weißgrau

Ergänzend zu den Angaben in Abschnitt 4.5 können folgende bodenmechanische Kennwerte auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse angegeben werden:

Tabelle 4-2: Bodenmechanische Kennwerte Homogenbereiche

Homogenbereich	Bodenart	Massenanteil Steine / Blöcke / große Blöcke [%]	Lagerungs- dichte D [-]	Kohäsion cal. c' [kN/m ²]	Bodengruppe gem. DIN 18196
A	U,fS,u'	0 / 0 / 0	0,15 – 0,25	5 - 15 ¹⁾	UL/SU*
B	mS,G,gs,u	0 – 5 / 0 / 0	0,35 – 0,55	0 - 3 ¹⁾	SW/GW

1) Abhängig von Sand- und Wassergehalt. Bei Wassersättigung: cal. $c' = 0$ kN/m²

Auf die Definition eines Homogenbereiches für den abzutragenden humosen Oberboden wurde verzichtet.

5 Versickerung von Niederschlagswasser

5.1 Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte

Zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwerts anstehender Böden wurden sechs Versickerungsversuche durchgeführt. Die Versuche erfolgten im offenen Bohrloch oder verrohrt, gemessen wurde die nötige Wasserzugabe für eine konstante Druckhöhe über die Zeit. Jedoch konnte keine der Messungen vollständig durchgeführt werden. Das eingefüllte Wasser versickerte so schnell, das ein Auffüllen nicht möglich war. Aufgrund dessen kann der Durchlässigkeitsbeiwert für die unteren Sande und Kiese mit

$$k_f \geq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

abgeschätzt werden.

Zur weiteren Beurteilung der Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden wurden die aus dem Bereich der unter den Hochflutablagerungen anstehenden Sande / Kiese entnommenen Proben zu einer Mischprobe zusammengeführt. Für die Mischprobe wurde die Kornverteilungskurve durch Siebanalyse nach DIN 18123 erstellt und ein Durchlässigkeitsversuch nach DIN 18130 Teil 1 durchgeführt (vgl. Anlage 4).

Die Mischprobe wurde wie folgt aus Einzelproben zusammengestellt:

Tabelle 5-1: Zusammenstellung der Bodenmischprobe

Probenbezeichnung	Probe	Entnahmetiefe [m unter GOK]	Bodenart DIN 4022	Bodenart DIN 18196	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s] DIN 18130
MP 1	BS 1/3	3,0	S,g*	SE	$1,2 \times 10^{-4}$
	BS 2/3	3,0			
	BS 4/3	3,0			
	BS 5/2	2,0			
	BS 6/3	3,0			

Die Siebanalyse ergab eine Einstufung des Bodens in die Bodenart SE (nach DIN 18196) bzw. als ein stark kiesiger Sand - S,g* (DIN 4022).

Gemäß dem Durchlässigkeitsversuch (nach DIN 18130) an der im Prüfzylinder eingebauten Probe ist den anstehenden stark kiesigen Sanden ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ zuzuordnen, sie sind als „durchlässig“ zu bezeichnen.

5.2 Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit

Nach den Vorgaben der DWA-A 138 [4] liegt der Grenzbereich der Durchlässigkeitsbeiwerte für die Versickerung von Niederschlagswasser mit zeitweiliger Speicherung und ohne ergänzende Ableitungsmöglichkeiten zwischen $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und $1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Der aus der Körnungslinie abgeschätzte bzw. im Labor ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert liegt innerhalb dieses Intervalls.

Der unterhalb des Hochflutlehms anstehende sandige Boden ist damit für eine dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

5.3 Allgemeine Vorgaben

Unterhalb der Hochflutsedimente stehen ab spätestens 2,0 m unter GOK ausreichend durchlässige Sande und Kiese an. Entsprechend müssen die Sohlen von Rigolen bei mindestens 2,5 m unter GOK angeordnet werden.

Die Sohlen sowie die innerhalb der Sande und Kiese liegenden Teile der Wandungen der jeweiligen Rigole können für die Ermittlung der Versickerungsleistung angesetzt werden.

Nach [4] ist bei der Errichtung von Versickerungsanlagen ein Abstand der Sohle zum mittleren höchsten Grundwasserspiegel von mindestens 1 m einzuhalten. Der anzusetzende mittlere höchste Grundwasserstand liegt nach den o.b. Ganglinien bei etwa 45,5 m NHN und somit ca. 10,5 m unterhalb der GOK.

Der Rigolengraben sind in einem Abstand von mind. 5 m zu unterkellerten Gebäuden anzulegen.

Die vorhandenen Böden sind ohne Beeinflussung durch Schicht- oder Stauwasser vorübergehend standfest, so dass ein Aushub eines Rigolengrabens mit einem Bagger auch ohne Verbau ausgeführt werden kann, wenn beim Aushub der für die Verfüllung vorgesehene Kies bereits auf der Baustelle vorgehalten wird, so dass eine sofortige Wiederverfüllung möglich ist. Mit einem Nachfall von Boden aus den Grabenwandungen muss bei dieser Bauweise gerechnet werden. Der Nachfall ist von der Aushubsohle zu entfernen. Selbstverständlich dürfen der ausgehobene offene Graben und seine Umgebung nicht betreten werden.

6 Empfehlungen

Angesichts der geringen Durchlässigkeit der oberflächennah anstehenden Hochflutsedimente (Lehm) ist eine Versickerung in die unterhalb des Lehms anstehenden Kiese und Sande und damit die Anlage von Rigolen oder kombinierten Mulden-Rigolen-Anlagen notwendig.

Versickerungsanlagen sind wartungsbedürftige Anlagen. Durch Eintrag von Feinbestandteilen, organischem Material etc. wird die Versickerungsleistung im Laufe der Zeit herabgesetzt. Der Zustand der Anlagen ist daher regelmäßig (mind. jährlich) zu kontrollieren. Vor dem Einlauf in die Rigolen wird jeweils die Anordnung eines Absetzschachts als Schlammfang empfohlen.

Sollten Fragen auftreten, die über das vorliegende Gutachten hinaus gehen oder sollten sich Abweichungen bzw. Abänderungen in den Planungen bzw. Annahmen ergeben, die diesem Gutachten zugrunde gelegt wurden, so ist die Grüning Consulting GmbH vom Auftraggeber zu informieren und zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Düsseldorf, den 09.12.2019

GRÜNING CONSULTING GMBH



i.A.

Florian Nowak M.Sc.



Dipl.-Geol. Johanri Langenbach

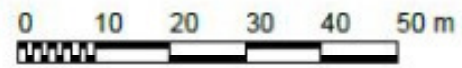



KD
56,10 mNHN

Bebauungsplan 136 N von 2015

GE

Grundflächenzahl GRZ 0,8
Dachneigung 0-35°
Trauf- und Firsthöhe TH/FH max. 16 m

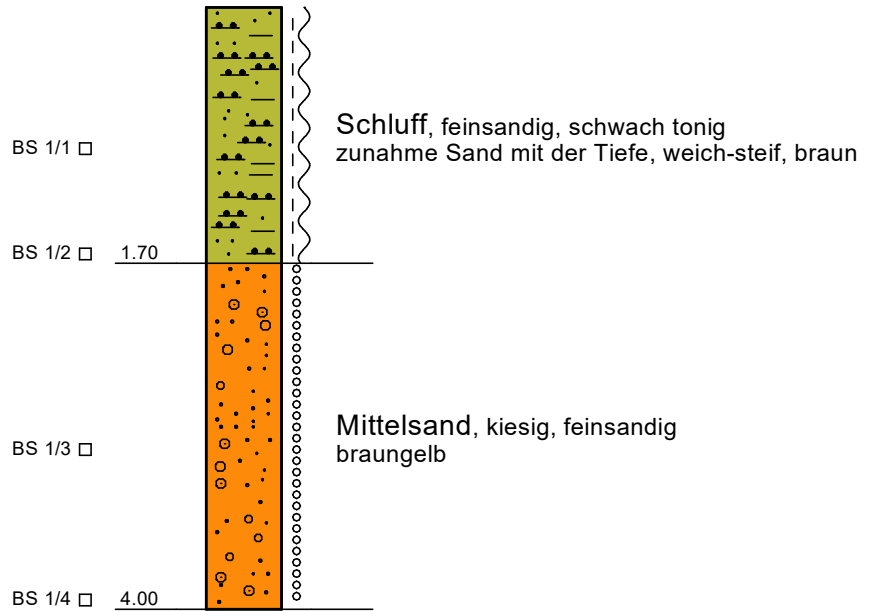


 Rammkernsondierung
und
Versickerungsversuch

Grüning Consulting GmbH Höhenstraße 23-25, 40227 Düsseldorf Tel. 0211 - 550279-0 Fax 0211 - 550279-10		
Auftraggeber :SEG Niederkassel Rathausstrasse 19 53859 Niederkassel		
Projekt-Bez. B-Plan 159 N LEMO 53859 Niederkassel Hydrogeologisches Gutachten	bearb.	Fn
	erstellt	21.11.2019
	Projekt:	1 2405 19
Planinhalt Lageplan: Ansatzpunkte	Maßstab 1 : 1000	Anlage 1

BS 1

56,27 mNN



Höhenmaßstab 1:50

Grüning Consulting GmbH
Höhenstraße 23 - 25
40227 Düsseldorf
Tel.: 0211-550279 - 0
Fax: 0211-550279 -10

:SEG Niederkassel
Rathausstrasse 19 - 53859 Niederkassel

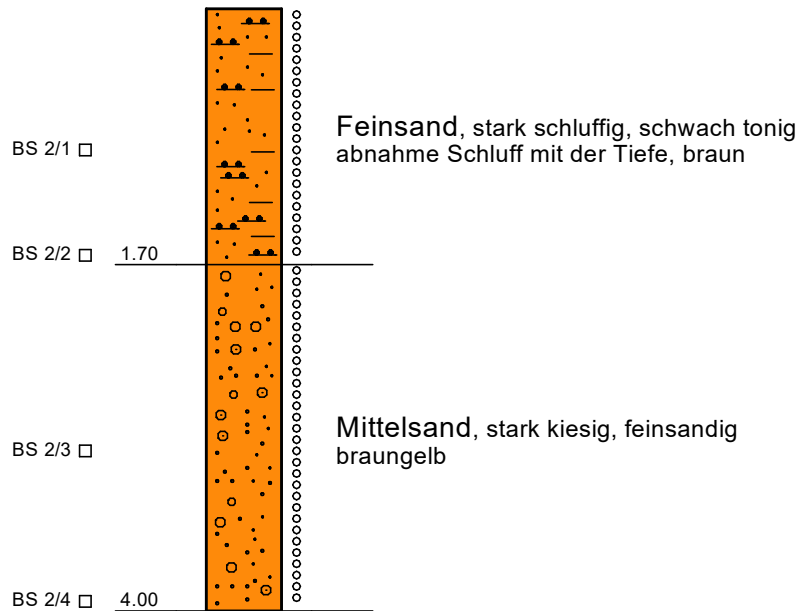
B-Plan 159 N LEMO
53859 Niederkassel
Hydrogeologisches Gutachten

Bericht Nr. 1 2405 19

Anlage: 2.1

BS 2

56,38 mNN



Höhenmaßstab 1:50

Grüning Consulting GmbH
Höhenstraße 23 - 25
40227 Düsseldorf
Tel.: 0211-550279 - 0
Fax: 0211-550279 - 10

:SEG Niederkassel
Rathausstrasse 19 - 53859 Niederkassel

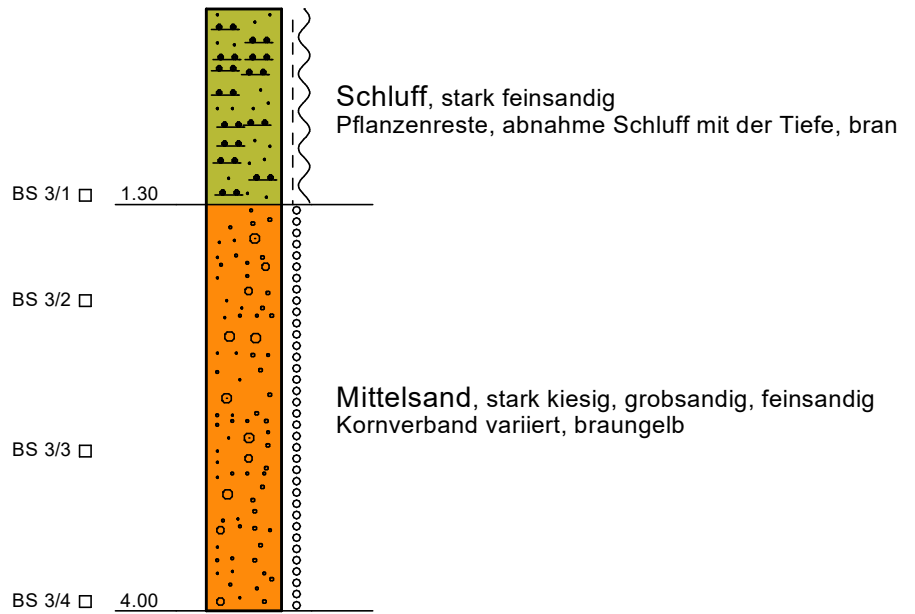
B-Plan 159 N LEMO
53859 Niederkassel
Hydrogeologisches Gutachten

Bericht Nr. 1 2405 19

Anlage: 2.2

BS 3

56,14 mNN



Höhenmaßstab 1:50

Grüning Consulting GmbH
Höhenstraße 23 - 25
40227 Düsseldorf
Tel.: 0211-550279 - 0
Fax: 0211-550279 - 10

:SEG Niederkassel
Rathausstrasse 19 - 53859 Niederkassel

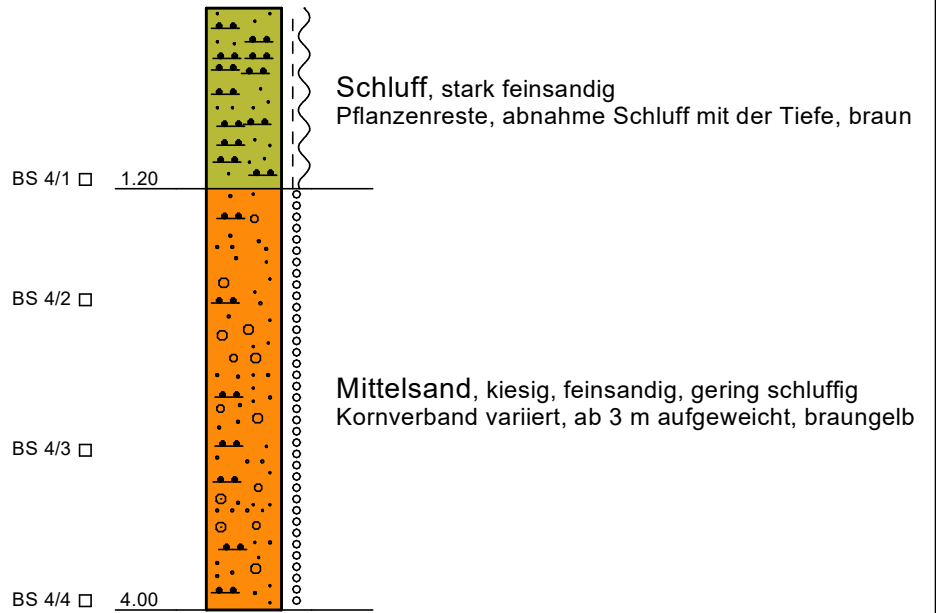
B-Plan 159 N LEMO
53859 Niederkassel
Hydrogeologisches Gutachten

Bericht Nr. 1 2405 19

Anlage: 2.3

BS 4

56,06 mNN



Höhenmaßstab 1:50

Grüning Consulting GmbH
Höhenstraße 23 - 25
40227 Düsseldorf
Tel.: 0211-550279 - 0
Fax: 0211-550279 -10

:SEG Niederkassel
Rathausstrasse 19 - 53859 Niederkassel

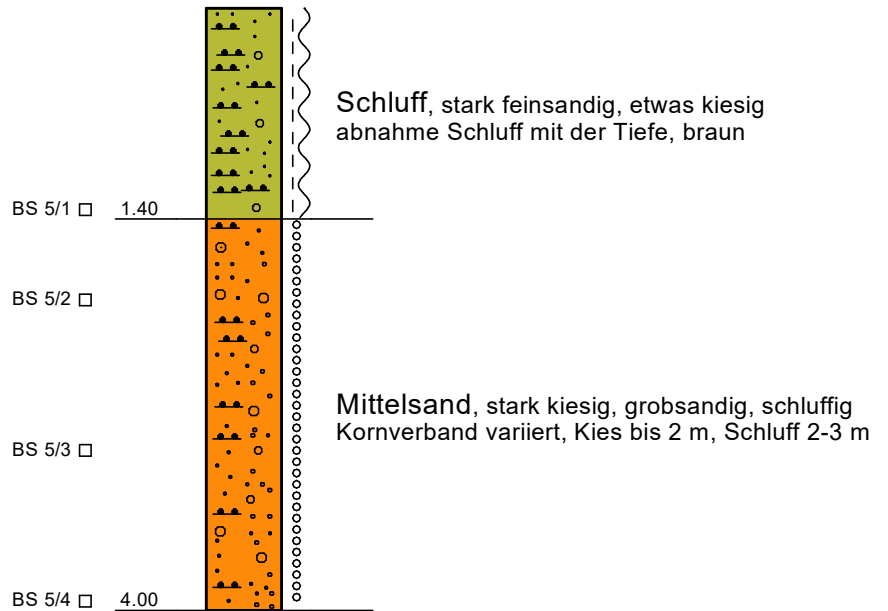
B-Plan 159 N LEMO
53859 Niederkassel
Hydrogeologisches Gutachten

Bericht Nr. 1 2405 19

Anlage: 2.4

BS 5

56,35 mNN



Höhenmaßstab 1:50

Grüning Consulting GmbH
Höhenstraße 23 - 25
40227 Düsseldorf
Tel.: 0211-550279 - 0
Fax: 0211-550279 -10

:SEG Niederkassel
Rathausstrasse 19 - 53859 Niederkassel

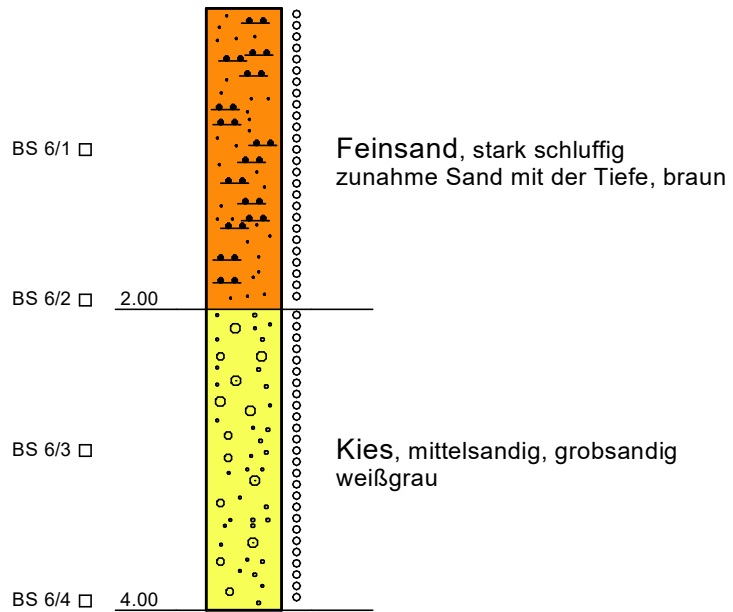
B-Plan 159 N LEMO
53859 Niederkassel
Hydrogeologisches Gutachten

Bericht Nr. 1 2405 19

Anlage: 2.5

BS 6

56,37 mNN



Höhenmaßstab 1:50

Grüning Consulting GmbH
Höhenstraße 23 - 25
40227 Düsseldorf
Tel.: 0211-550279 - 0
Fax: 0211-550279 -10

:SEG Niederkassel
Rathausstrasse 19 - 53859 Niederkassel

B-Plan 159 N LEMO
53859 Niederkassel
Hydrogeologisches Gutachten

Bericht Nr. 1 2405 19

Anlage: 2.6

Versickerungsversuch

bei konstanter Druckhöhe

Durchlässigkeitsbeiwert

$$k_f = \frac{Q}{2\pi \cdot L \cdot H} \cdot \ln \frac{L}{r_s} \quad [m/s]$$

B-Plan 159 N LEMO
Heinrich-von-Stephan-Str.
53859 Niederkassel

Q = Wasserzugabe [m³/s]
H = Wasserstandshöhe über
Ausgangsspiegel [m]
t = Versickerungszeit [s]
ra = Bohrlochradius [m]
L = Länge Teststrecke [m]
(Filter oder unverrohrte Strecke)

Bohrung Nr.: BS 3

Datum: 14.11.2019

Schicht: U, mS, g

Bemerkungen:

GW [m u.GOK]: n.a.
Bohrtiefe u. GOK: 4,0

GOK[m NN]: 53,14
ra [m]: 0,025

Versuch Nr.	H [m]	Q [m ³]	t [s]	Q [m ³ /s]	L [m]	kf [m/s]
Bohrloch nicht auffüllbar, Abfluss zu schnell						
Durchlässigkeit > 1 x 10 ⁻⁴ m/s						



Wylutzki GmbH & Co. KG

**Bodenmechanik und Verdichtungsprüfungen
im Tief- und Straßenbau**

Durchlässigkeitsversuch Nr.

bei veränderlichem hydraulischen Gefälle
nach DIN 18130 Teil 1

MP1

Messstelle: Lieferprobe

Projekt-Nr.: 3242

Bauvorhaben: Projekt 1 2405 19

Grüning Consulting GmbH

Bodenart: SE

Ausgef. durch: Hannak

Datum: 25.11.19

Versuch Nr.

Temperatur

[°C]

Höhe der Probe

lo

[m]

Durchmesser der Probe

[m]

Probenfläche

A

[m²]

Durchmesser des Standrohres

[m]

Fläche Standrohr

a

[m]

1. Lesung

h1

[m]

2. Lesung

h2

[m]

verflossene Zeit

t

[s]

Durchlässigkeit

k

[m/s]

Mittelwert Durchlässigkeit

k

[m/s]

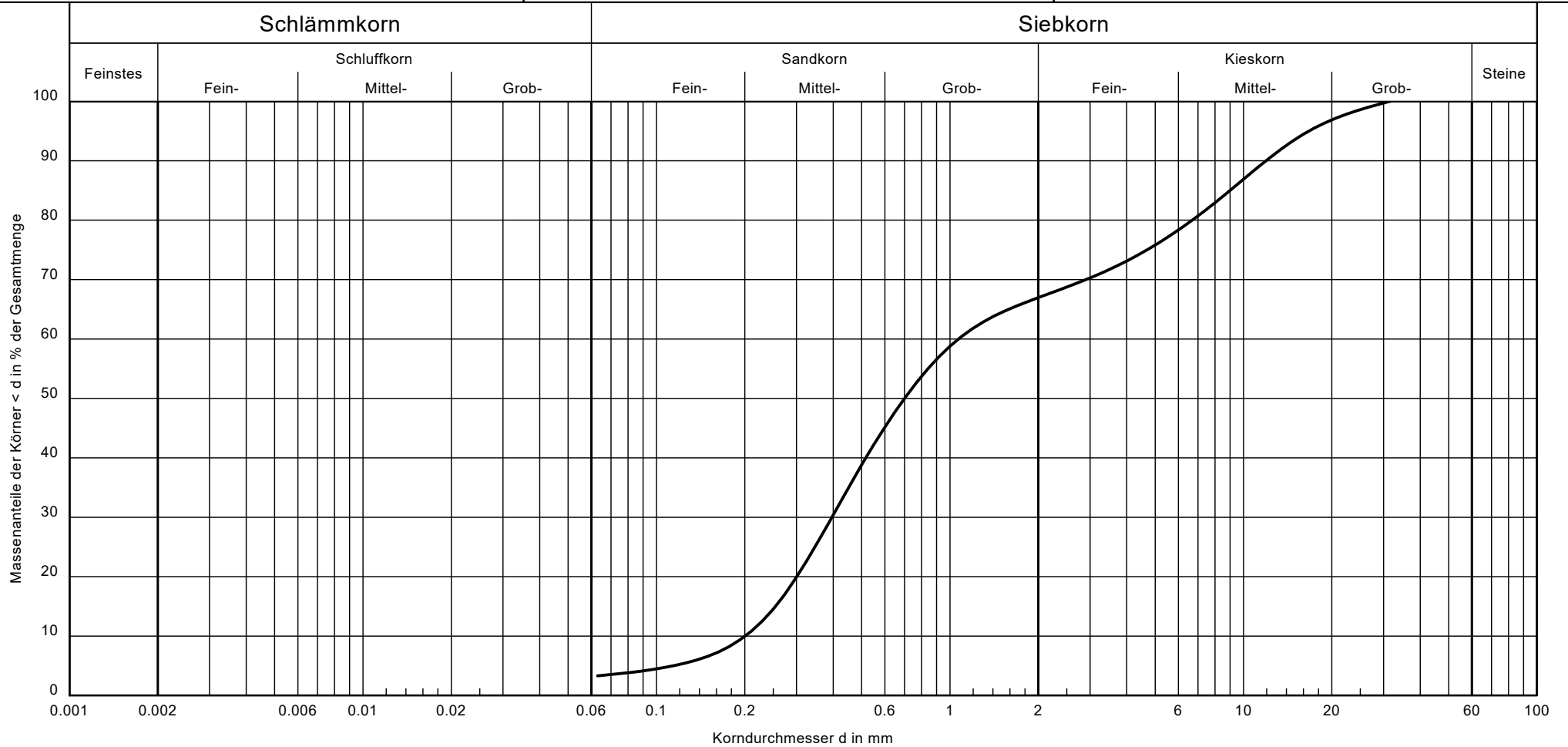
Durchlässigkeit bei 10°C

k10

[m/s]

	1	2	3	4
Temperatur [°C]	21,2	21,2	21,2	21,2
Höhe der Probe lo [m]	0,075	0,075	0,075	0,075
Durchmesser der Probe [m]	0,15	0,15	0,15	0,15
Probenfläche A [m ²]	0,01767	0,01767	0,01767	0,01767
Durchmesser des Standrohres [m]	0,0295	0,0295	0,0295	0,0295
Fläche Standrohr a [m]	0,00068	0,000683	0,000683	0,000683
1. Lesung h1 [m]	0,690	0,590	0,490	0,390
2. Lesung h2 [m]	0,590	0,490	0,390	0,290
verflossene Zeit t [s]	2,8	3,2	4,6	5,9
Durchlässigkeit k [m/s]	1,6E-4	1,7E-4	1,4E-4	1,5E-4
Mittelwert Durchlässigkeit k [m/s]	1,6E-4			
Durchlässigkeit bei 10°C k10 [m/s]	1,2E-4			

Bemerkung:



Nr:	_____
Bodenart DIN 4022:	S, \bar{g}
Bodenart DIN 18196:	SE
U/Cc	5.3/0.7
T/U/S/G [%]:	- /3.3/63.6/33.0

Bemerkungen:

Projekt Nr.:
 3242 (Wy)