



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Dipl.-Geograph Ingo-Holger Meyer
&
Dr. rer. nat. Mark Overesch

Beratende Geowissenschaftler BDG und Sachverständige

Ingenieurgeologisches Steckengutachten

Projekt: 5463-2022

Baugrunduntersuchungen im Rahmen der Erschließung des Sondergebietes „Baufachmarkt und Feuerwehr“ in 26897 Esterwegen

Auftraggeber: Samtgemeinde Nordhümmling
Bauverwaltung
Poststraße 13
26897 Esterwegen

Auftragnehmer: Büro für Geowissenschaften
M&O GbR
Bernard-Krone-Straße 19
48480 Spelle

Bearbeiter: Dipl.-Geogr. Ingo-Holger Meyer
Beratender Geowissenschaftler BDG
M.Sc. Biogeowiss. Heiner Helmer

Datum: 24. März 2022

Büro für Geowissenschaften M&O GbR

Büro Spelle:
Bernard-Krone-Str. 19, 48480 Spelle
Tel: 0 59 77 / 93 96 30
Fax: 0 59 77 / 93 96 36

e-mail: info@mo-bfg.de
Internet: www.mo-bfg.de

Büro Sögel:
Zum Galgenberg 7, 49751 Sögel

Die Vervielfältigung des vorliegenden Gutachtens in vollem oder gekürztem Wortlaut sowie die Verwendung zur Werbung ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung zulässig.

1	Vorgang und Allgemeines	2
2	Allgemeine geologische, bodenkundliche und hydrogeologische Verhältnisse	2
3	Durchführung der Untersuchungen	2
3.1	Rammkernsondierungen (RKS)	2
3.2	Mittelschwere Rammsondierungen (DPM)	3
3.3	Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert)	3
4	Ergebnisse der Untersuchungen	3
4.1	Bodenschichtung	3
4.2	Grund- und Schichtwasserverhältnisse	5
4.3	Ermittelte Wasserdurchlässigkeit	5
5	Bautechnische Beurteilung des Untergrundes	6
5.1	Festigkeit und Verformungsverhalten	6
6	Allgemeine Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung für die Verkehrsflächen	8
7	Bauwasserhaltung	9
8	Eignung des Untergrundes zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser	10
9	Schlusswort	11

1 Vorgang und Allgemeines

Das Büro für Geowissenschaften M&O GbR (Spelle und Sögel) wurde von der Samtgemeinde Nordhümmling mit der Durchführung von Bodenuntersuchungen und der Erstellung eines Ingenieurgeologischen Streckengutachtens im Rahmen des Bebauungsplanes Nr. 68 Erschließung „Baufachmarkt und Feuerwehr“ in Esterwegen (Flurstück 13/2, Flur 57, Gemarkung Esterwegen) beauftragt. Die Lage des Untersuchungsgebietes ist der Übersichtskarte in Anlage 1 zu entnehmen.

2 Allgemeine geologische, bodenkundliche und hydrogeologische Verhältnisse

Laut Geologischer Karte 1:25.000 ist das Plangebiet im Tiefenbereich von 0 bis 2 m unter Geländeoberkante (GOK) geprägt von Plaggenauflagen (Feinsand, humos, mittelsandig) aus dem Holozän, die von fluviatilen Sanden (Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig) aus dem Weichsel-Glazial unterlagert werden.

Gemäß der Bodenübersichtskarte 1:50.000 ist im Plangebiet der Bodentyp Mittlerer Gley-Podsol zu erwarten.

Der mittlere Grundwasserspiegel ist im Untersuchungsgebiet entsprechend der Hydrogeologischen Karte 1:50.000 bei ca. >7,5 bis 10 m NHN zu erwarten. Aus der Geländehöhe im Plangebiet von ca. 11,3 bis 11,7 m NHN folgt ein mittlerer Grundwasserflurabstand von ca. 1,3 bis 4,2 m.

3 Durchführung der Untersuchungen

Die Durchführung der Untersuchungen erfolgte am 28.02.2022. Hierbei wurde die räumliche Lage der Untersuchungspunkte entsprechend dem Bauvorhaben und den örtlichen Gegebenheiten festgelegt. Sie geht aus dem Lageplan in Anlage 2 hervor.

Als Höhenfestpunkt (HFP) zur relativen Höheneinmessung der Sondierungspunkte wurde ein Kanalschachtdeckel im nahegelegenen Kreuzungsbereich gewählt. Die räumliche Lage der Sondierungspunkte wurde auf die Grundstücksgrenzen eingemessen.

3.1 Rammkernsondierungen (RKS)

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden vier Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 4) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine Tiefe von 4 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Die Bodenansprache DIN EN ISO 22475-1 und DIN 18196 wurde von den

Unterzeichnern vorgenommen. Potentiell vorkommendes Grund- bzw. Schichtwasser wurde im Bohrloch mittels Kabellichtlot bzw. im Bohrgut ermittelt. In der Anlage 3 sind die im Gelände aufgenommenen Bohrprofile der Rammkernsondierungen dargestellt.

3.2 Mittelschwere Rammsondierungen (DPM)

Es wurden zusätzlich zwei mittelschwere Rammsondierungen (DPM 1 und DPM3) nach DIN EN ISO 22476-2 neben den Ansatzpunkten der Rammkernsondierungen RKS 1 und RKS 3 bis in eine Tiefe von jeweils 4 m unter GOK durchgeführt. Diese bieten ergänzend zu den Rammkernsondierungen Aussagen über die Scherfestigkeit und die Lagerungsdichte bzw. die Konsistenz der durchteuften Bodenschichten. Sie erlauben bei nichtbindigen Böden (z.B. Sande, Kiese) die Abschätzung der Lagerungsdichten locker, mitteldicht, dicht und sehr dicht. Bei bindigen Böden (Lehme, Tone) erlauben sie die Abschätzung der Konsistenzen breiig, weich, steif, halbfest und fest. Die Schlagzahlen pro 10 cm Eindringung gehen aus den Rammsondierprotokollen in Anlage 3 hervor.

Für eine für Gründungen ausreichende Lagerungsdichte (d.h. eine mindestens mitteldichte Lagerung) sind bei nichtbindigen Böden Schlagzahlen der DPM von mind. 10 Schlägen pro 10 cm Eindringung oberhalb des Grundwasserspiegels bzw. Schlagzahlen von mind. 8 Schlägen pro 10 cm Eindringung unterhalb des Grundwasserspiegels nachzuweisen.

3.3 Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert)

Der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) des aufgeschlossenen Bodens wurde am Standort der Aufschlussbohrung RKS 1 über einen Versickerungsversuch (VU) im Bohrloch mittels Feldpermeameter ermittelt. Hierzu wurde neben dem Ansatzpunkt der Rammkernsondierung eine Bohrung mit dem Edelman-Bohrer abgeteuft ($\varnothing = 7$ cm). Die Messung erfolgte in einer Tiefe von 0,65 bis 0,75 m unter GOK mit konstantem Wasserstand über der Bohrlochsohle.

Die Eignung des untersuchten Standortes im Hinblick auf eine dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser wurde auf Grundlage des Arbeitsblattes DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (DWA, 2005) geprüft.

4 Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Bodenschichtung

Im Zuge der durchgeführten Sondierungen wurden Bodenschichten erschlossen, die nachfolgend beschrieben werden. Es ist zu beachten, dass die Sondierungen eine exakte Aussage über die Baugrundsichtung nur für den jeweiligen Untersuchungspunkt bieten.

Schichtenfolge und Schichtmächtigkeiten können zwischen den Untersuchungspunkten z.T. deutlich abweichen.

In den durchgeführten Rammkernsondierungen wurde an allen Untersuchungspunkten ein humoser Oberboden (Feinsand, stark humos, schwach mittelsandig bis mittelsandig, teils schluffig) bis in Tiefen von 0,3 (RKS 1) bis 0,7 m (RKS 4) unter GOK aufgeschlossen. Die humosen Oberböden werden an den Untersuchungspunkten RKS 1 bis RKS 4 bis zur Aufschlussendtiefe von jeweils 4 m unter GOK durch (vermutlich fluviatile) Sande (Feinsand, schwach schluffig bis schluffig, teilweise mit geringen Anteilen an Mittelsand) unterlagert, welche Oberflächennah zudem mit humosem Material durchmengt sind.

In den Rammkernsondierungen wurden Anteile humosen Materials bis in eine Tiefe von ca. 1,2 m unter GOK festgestellt. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass humose Bodenbereiche im Untersuchungsgebiet z.T. noch deutlich tiefer reichen, als in den Rammkernsondierungen aufgeschlossen.

Entsprechend den Schlagzahlen der mittleren Rammsonde liegen die durchteuften fluviatilen Sande ab einer Tiefe von ca. 1,0 bis 1,1 m unter GOK in vorwiegend mitteldichter Lagerung vor.

Die aufgeschlossenen Bodenschichten werden nachfolgend gemäß DIN 18300:2015-8 in zwei Homogenbereiche unterteilt. Homogenbereiche repräsentieren die natürliche Vielfalt der geologischen Schichten jeweils in Einheiten mit vergleichbarer (erdbautechnischer) Beschaffenheit und Baugrundeignung. In nachfolgender Tabelle 1 sind die einzelnen Homogenbereiche aufgeführt.

Tabelle 1: Einteilung im Homogenbereiche

Homogenbereich	aufgeschlossen in	Tiefenbereich [m unter GOK]		Bodenart
		Schichtoberkante	Schichtunterkante	
1	RKS 1 bis RKS 4	0	0,3 – 0,7 (ggf. noch tiefer)	humoser Oberboden: Feinsand, stark humos, (schwach) mittelsandig, teils schluffig
2	RKS 1 bis RKS 4	0,3 – 0,7 (ggf. noch tiefer)	≥4	fluviatile Sande: Feinsand, schwach schluffig bis schluffig, teils schwach mittelsandig, oberflächennah mit Humus durchmengt

4.2 Grund- und Schichtwasserverhältnisse

Der in den Bohrlöchern der Rammkernsondierungen am Untersuchungsdatum (28.02.2022) gemessene Grundwasserspiegel (Ruhewasserstand) ist in nachfolgender Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Lage des Grundwasserspiegels

Messpunkt	Grundwasserstand	
	[m unter GOK]	[m rel. Höhe]
RKS 1	1,50	-1,62
RKS 2	1,47	-1,58
RKS 3	1,46	-1,65
RKS 4	1,51	-1,71

Infolge der jahreszeitlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels sind Aussagen zum maximal bzw. minimal zu erwartenden Wasserstand ausschließlich nach Langzeitmessungen in geeigneten Messstellen möglich.

Aufgrund der vorangegangenen Witterung ist jedoch zu erwarten, dass der mittlere Grundwasserhochstand (relevant zur Bemessung von Versickerungsanlagen) den im Zuge der Untersuchungen gemessenen Werten entspricht und damit bei ca. -1,6 m rel. Höhe bezogen auf den Höhenfestpunkt, liegt. Es muss außerdem damit gerechnet werden, dass in extrem niederschlagsreichen Witterungsperioden der maximale Grundwasserhöchststand (Bemessungswasserstand) ca. 0,6 m über den gemessenen Werten, d.h. bei ca. -1 m rel. Höhe bezogen auf den Höhenfestpunkt, liegen kann.

Zudem ist in niederschlagsreichen Witterungsperioden mit dem Auftreten von Schichtwasser oberhalb der schlecht wasserdurchlässigen humus- bzw. torfhaltigen Böden (Böden des Homogenbereiches 2) zu rechnen.

4.3 Ermittelte Wasserdurchlässigkeit

Der am Standort der Aufschlussbohrung RKS 1 im sehr schwach schluffigen, schwach mittelsandigen sowie mit humosem Material durchmengtem Feinsand ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) ist als Anlage 4 dem Bericht beigelegt.

Der gemessene k_f -Wert ist nach DWA-A 138 mit dem Faktor 2 zu multiplizieren, da im Feldversuch meist keine vollständig wassergesättigten Bedingungen erreicht werden. Es kann somit näherungsweise von einem Durchlässigkeitsbeiwert von ca. 1×10^{-5} m/s der untersuchten sehr schwach schluffigen Feinsande ausgegangen werden.

5 Bautechnische Beurteilung des Untergrundes

5.1 Festigkeit und Verformungsverhalten

Generell können den einzelnen Homogenbereichen die in der Tabelle 3 aufgeführten bautechnischen Eigenschaften zugeordnet werden. Die Bewertung bzw. Einstufung beruht dabei auf Angaben der DIN 18196 sowie eigener Beurteilung.

Tabelle 3: Übersicht über die bautechnischen Eigenschaften der aufgeschlossenen Böden

Allgemeine Beurteilung			
Homogenbereich		1	2
Bodenart		humoser Oberboden: Feinsand, stark humos, (schwach) mittelsandig, teils schluffig	fluviatile Sande: Feinsand, schwach schluffig bis schluffig, teils schwach mittelsandig, oberflächennah mit Humus durchmengt
Tiefenbereich [m unter GOK]	OK	0	0,3 – 0,7 (ggf. noch tiefer)
	UK	0,3 – 0,7 (ggf. noch tiefer)	≥4
Lagerungsdichte		sehr locker bis locker	locker bis mitteldicht
Bodengruppe(n) nach DIN 18196		OH	SE, SU
Bodenklasse nach DIN 18300		1	3
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 2017		F2 – F3	F1 – F2
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE-StB 2017		k.A.	V1
abgeschätzter Durchlässigkeitsbeiwert k_r [m/s]		1×10^{-5} bis 1×10^{-4}	1×10^{-5} bis 1×10^{-4} m/s
Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen			
Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]		17,0 – 18,0	17,0 – 18,0
Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]		9,5 – 10,5	9,5 – 10,5
Reibungswinkel ϕ' [°]		30,0	32,5
Kohäsion c' [kN/m ²]		keine	keine
Steifemodul E_s [MN/m ²]		k.A.	30 – 60
Bautechnische Eignung ^{A)}			
Baugrund für Gründungen		ungeeignet	geeignet

^{A)} Einstufung nach DIN 18196 und eigener Beurteilung,

6 Allgemeine Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung für die Verkehrsflächen

Für den Verkehrsflächenaufbau werden die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO 12) zu Grunde gelegt. Es wird hierbei von einer Belastungsklasse Bk1,8 für die Verkehrsflächen ausgegangen. Gemäß der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) liegt das Baufeld in der Frosteinwirkungszone I.

Im Gründungsbereich der Verkehrsflächen sollten oberflächennah anstehende humushaltige Oberböden vollständig abgetragen werden.

Gemäß DIN 4124 darf beim Aushub von Baugruben ab einer Tiefe von 1,25 m unter GOK ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit ein zulässiger Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden nicht überschritten werden. Bei mind. steif konsistenten, bindigen Böden ist ein Böschungswinkel von $\beta \leq 60^\circ$ einzuhalten.

Nach erfolgtem Bodenaushub sollte das Planum zur Egalisierung des Untergrundes auf mind. mitteldichte Lagerungsdichte nachverdichtet werden.

In Abhängigkeit von der Planungshöhe der Verkehrsflächen kann das Planum bei Bedarf mit gut verdichtungsfähigem, frostunempfindlichem, kornabgestuftem Bodenmaterial (z.B. Bodengruppen SE, SI, SW nach DIN 18196) aufgehöhht werden.

Auf dem Planum kann der Aufbau der neuen Verkehrsflächen entsprechend RStO 12 bei einer Bauweise mit einer Asphaltdecke beispielsweise nach Tafel 1, Zeile 5 für die Belastungsklasse Bk1,8 erfolgen (siehe Tabelle 4):

Tabelle 4: Empfohlener Aufbau entsprechend RStO 12 (Tafel 1, Zeile 5, Bk1,8) bei Bauweise mit Asphaltdecke, samt Mehrdicke nach RStO 12 (Tafel 7)

Einbauschicht	Geforderter Verformungsmodul E_{v2} [MN/m ²]	Einbaustärke [cm]
Asphaltdeckschicht	-	4
Asphalttragschicht	-	12
Schottertragschicht	150	30
Schicht aus frostunempfindlichem Material	80	12
Planum	45	-
Gesamtstärke frostsicherer Oberbau	-	58

Alternativ kann der Aufbau für die Verkehrsflächen entsprechend RStO 12 bei einer Bauweise mit einer Pflasterdecke nach Tafel 3, Zeile 3, für die Belastungsklassen Bk1,8 erfolgen (siehe Tabelle 5):

Tabelle 5: Empfohlener Aufbau entsprechend RStO 12 (Tafel 3, Zeile 3, Bk1,5) bei Bauweise mit Pflasterdecke, samt Mehrdicke nach RStO 12 (Tafel 7)

Einbauschicht	Geforderter Verformungsmodul E_{v2} [MN/m ²]	Einbaustärke [cm]
Pflasterdecke	-	10
Bettung	-	4
Schottertragschicht	150	30
Schicht aus frostunempfindlichem Material	80	12
Planum	45	-
Gesamtstärke frostsicherer Oberbau	-	56

Die für die Verkehrsflächen anzusetzende Belastungsklasse nach RStO 12 und der daraus resultierende Aufbau der Verkehrsflächen sind letztlich von planerischer Seite entsprechend dem zu erwartenden Verkehr (Lasten, Beanspruchung) festzulegen. Gegebenenfalls ist der Aufbau der Verkehrsflächen entsprechend anzupassen.

Zur Überprüfung einer ausreichenden Verdichtung des eingebauten Materials, insbesondere der Schottertragschicht, sollten auf dem Planum statische Plattendruckversuche gemäß DIN 18134 durchgeführt werden.

Bei der Herstellung des Planums, der Frostschutzschicht und der Tragschichten sind zudem die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ (ZTVE-StB 17) und die „Zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau“ (ZTV-SoB-StB 04) zu berücksichtigen.

7 Bauwasserhaltung

Bei den Erdarbeiten ist obligatorisch ein Abstand zum Grund- bzw. Schichtwasserspiegel von mind. 0,5 m einzuhalten.

Die Erdarbeiten im Zuge eines Bodenaustausches müssen im Hinblick auf die erkundeten boden- bzw. Grundwasserverhältnisse voraussichtlich allenfalls in Zeiten sehr hoher Grundwasserstände unter dem Schutz einer Wasserhaltung erfolgen müssen.

Hierzu kann bei Bedarf eine offene Wasserhaltung mit Pumpensumpf vorgehalten und anfallendes Grund- bzw. Tagwasser nach Einholen einer entsprechenden wasserrechtlichen Erlaubnis z.B. in einen nahegelegenen Vorfluter bzw. die Kanalisation abgeleitet werden.

Um den Umfang einer Wasserhaltung möglichst gering zu halten, sollten die Erdarbeiten vorzugsweise zu trockenen Witterungsperioden (z.B. in den Sommermonaten) erfolgen.

8 Eignung des Untergrundes zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser

Der im untersuchten Areal am Untersuchungspunkt RKS 1 aufgeschlossene sehr schwach schluffige, schwach mittelsandige und mit Humus durchmengte Feinsand ist hinsichtlich seiner Wasserdurchlässigkeit (vgl. Anlage 4) grundsätzlich für den Betrieb von Versickerungsanlagen geeignet.

In Anlehnung an die DWA (2005) ist zwischen der Sohle einer Versickerungsanlage und dem mittleren Grundwasserhochstand bzw. einer wasserstauenden Bodenschicht eine Sickerstrecke von mindestens 1,0 m einzuhalten. Diese Bedingung ist bei der Planung einer Versickerungsanlage zu berücksichtigen. Die Möglichkeit für eine Versickerung besteht an Standorten, an welchen diese Vorgaben nicht erfüllt werden, z.B. in der Ausführung von flachen Versickerungsmulden mit einer geringen Flächenbelastung (A_u/A_s), ggf. in Kombination mit einer Anfüllung am geplanten Versickerungsstandort mit einem für eine Versickerung geeigneten Boden, sodass zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und der Schichtoberkante des lehmigen Bodens eine Sickerstrecke von ≥ 1 m gegeben ist.

Zur Bemessung von Versickerungsanlagen kann für den untersuchten Sand ein k_f -Wert von rd. 1×10^{-5} m/s angesetzt werden.

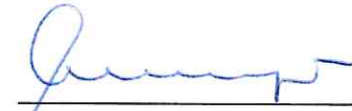
Aufgrund der varrierenden Feinkornanteile und Tiefenbereiche, bis zu denen humushaltige und damit hinsichtlich ihrer Wasserdurchlässigkeit eingeschränkte Böden aufgeschlossen wurden, wird empfohlen, die Bodenverhältnisse am geplanten Standort für eine Versickerungsanlage nochmals gezielt zu prüfen.

9 Schlusswort

Sollten sich hinsichtlich der vorliegenden Bearbeitungsunterlagen und der zur Betrachtung zugrunde gelegten Angaben Änderungen ergeben oder bei der Bauausführung abweichende Boden- und Grundwasserverhältnisse angetroffen werden, ist der Gutachter sofort zu informieren.

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

Spelle, 24. März 2022


Dipl.-Geogr. Ingo-Holger Meyer
Beratender Geowissenschaftler BDG
M.Sc. Biogeowiss. Heiner Helmer

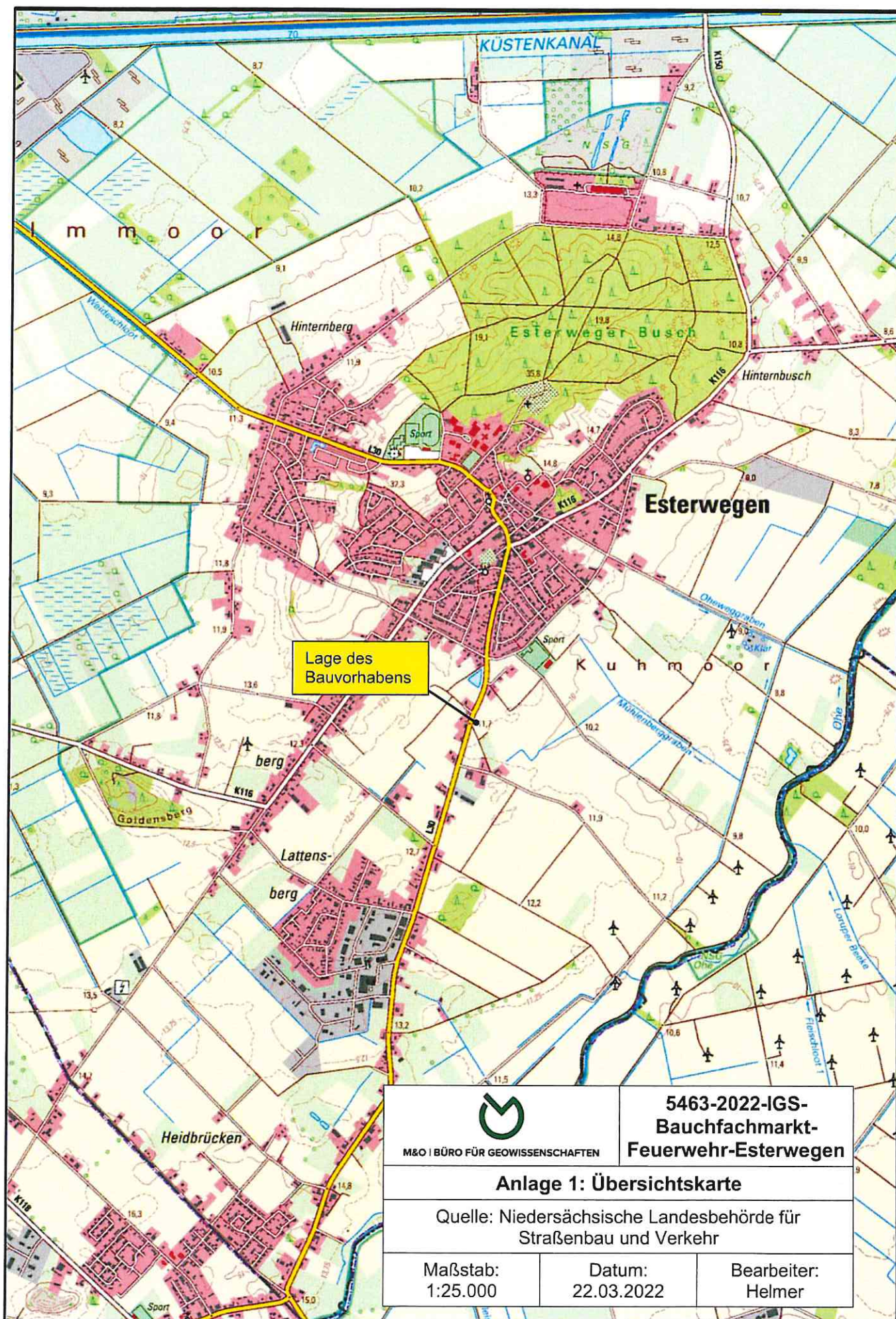
Literatur

DWA (2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Arbeitsblatt DWA-A 138. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef.

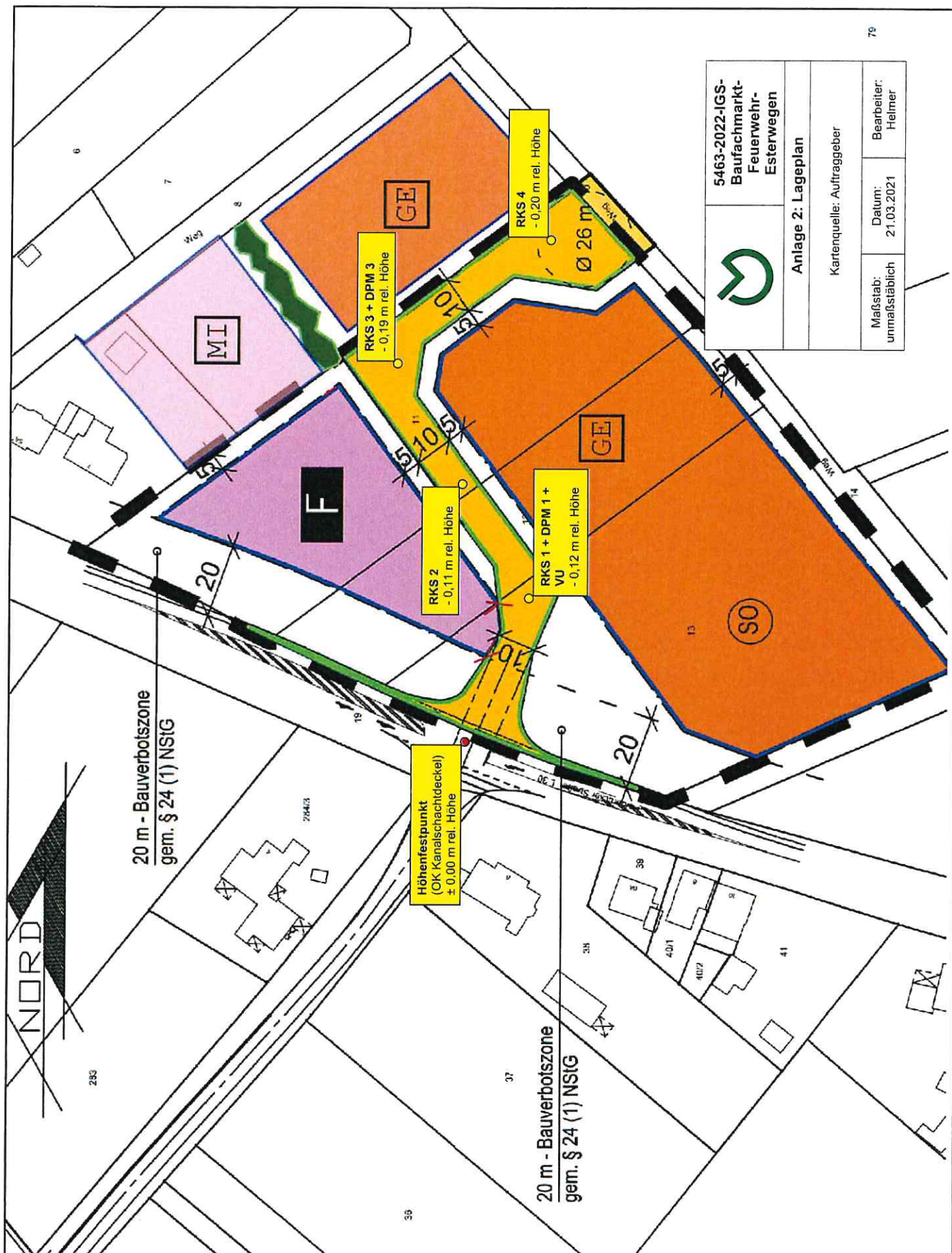
Anlagen

- Anlage 1: Übersichtskarte
- Anlage 2: Lageplan der Untersuchungspunkte
- Anlage 3: Bohrprofile der Rammkernsondierungen und Rammsondierdiagramme
- Anlage 4: Ergebnisse des Versickerungsversuches

Anlage 1: Übersichtskarte

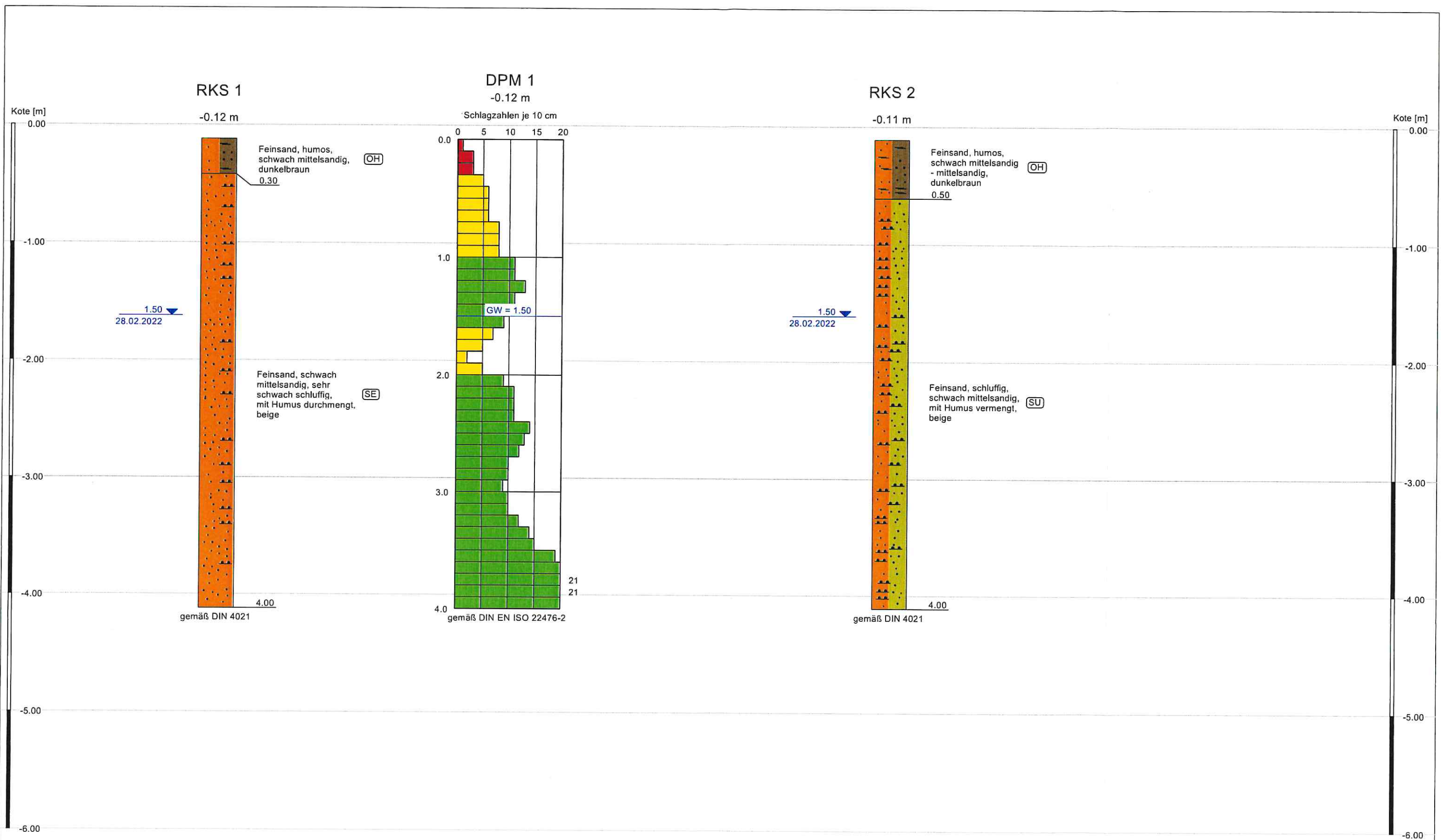


Anlage 2: Lageplan der Untersuchungspunkte



	5463-2022-IGS- Baufachmarkt- Feuerwehr- Esterwegen
Anlage 2: Lageplan	
Kartenquelle: Auftraggeber	
Maßstab: unmaßstäblich	Datum: 21.03.2021
Bearbeiter: Helmer	

Anlage 3: Bohrprofile der Rammkernsondierungen und Rammsondierdiagramme



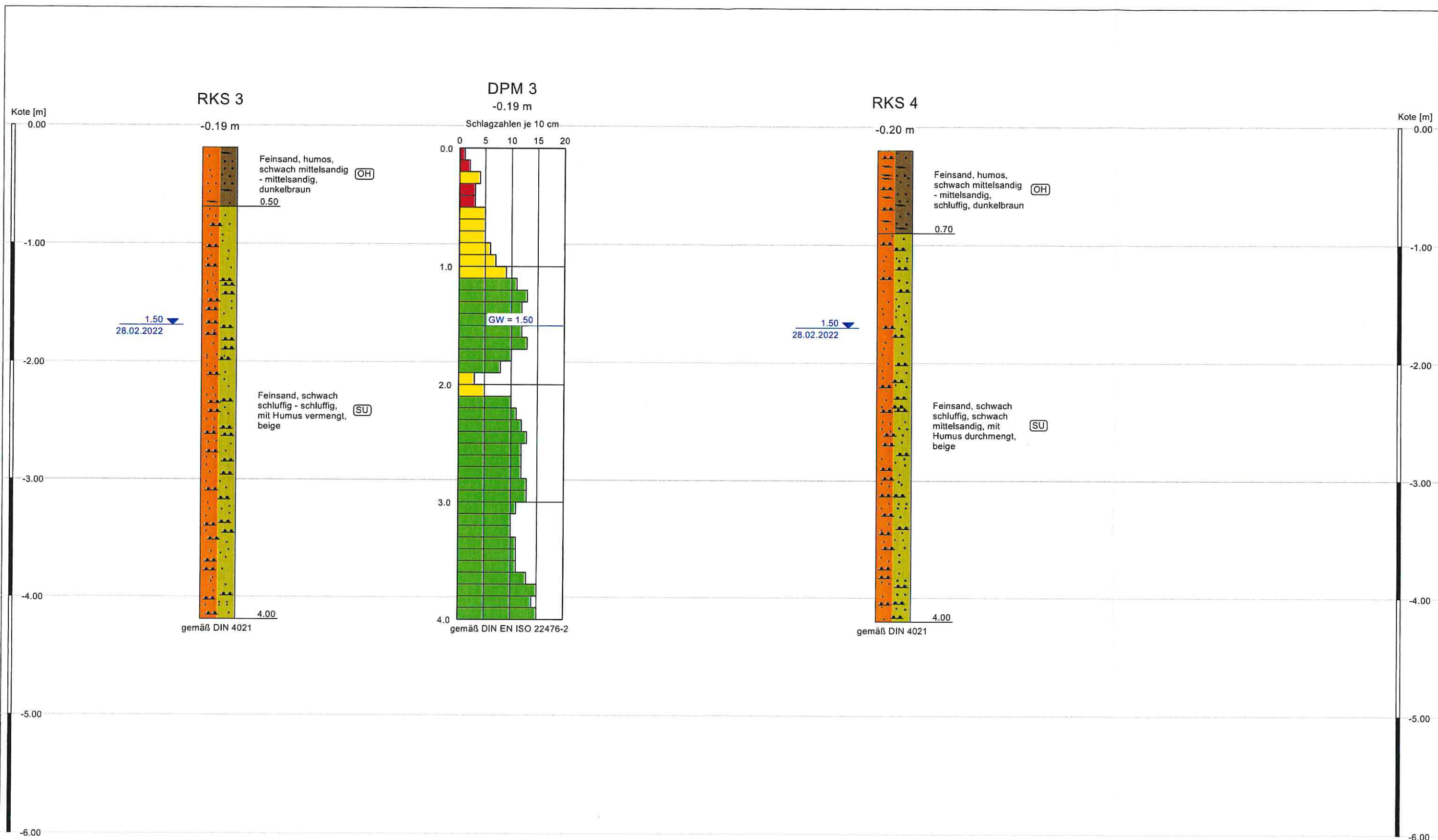
Lagerungsdichte DPM

sehr locker (< 4/2)
locker (< 10/8)
mitteldicht (< 26/24)
dicht (< 44/42)
sehr dicht (>= 44/42)

1.50
28.02.2022 Grundwasserspiegel und Messdatum

Bernard-Krone-Straße 19, 48480 Spelle, www.mo-bfg.de

Projekt: 5463-2022-IGS-
Baufachmarkt-Feuerwehr-Esterwegen
Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme
Maßstab: Höhe: 1:30
Datum: 21.03.2022 Bearbeiter: Helmer



Lagerungsdichte DPM

sehr locker (< 4/2)
locker (< 10/8)
mitteldicht (< 26/24)
dicht (< 44/42)
sehr dicht (>= 44/42)

1.50
28.02.2022 Grundwasserspiegel und Messdatum

M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN
Bernard-Krone-Straße 19, 48480 Spelle, www.mo-bfg.de

Projekt: 5463-2022-IGS-
Baufachmarkt-Feuerwehr-Esterwegen

Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme

Maßstab: Höhe: 1:30
Datum: 21.03.2022 Bearbeiter: Helmer

Anlage 4: Ergebnisse des Versickerungsversuches

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

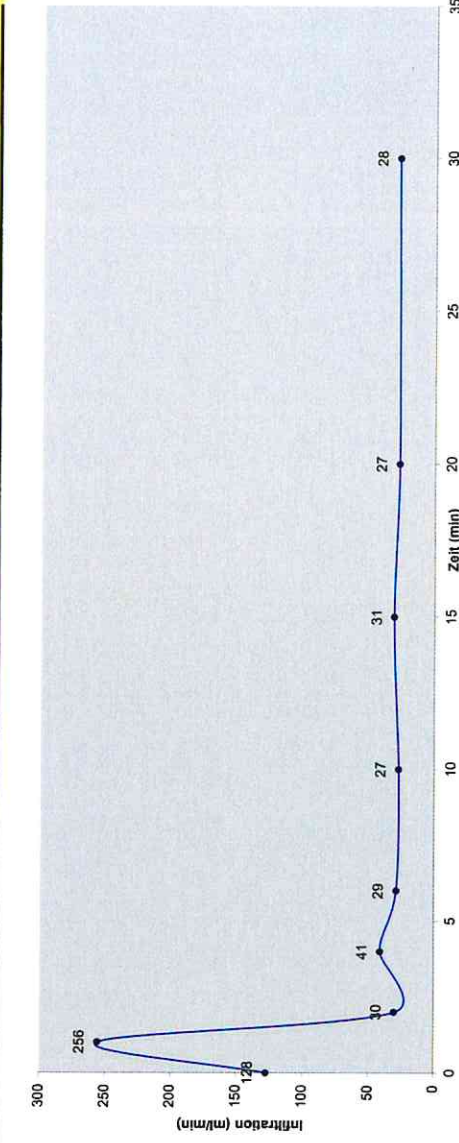
Projekt: 5463-2022 (Anlage 4)

Test: VU (RKS 1)

Datum: 28.02.2022

Bearbeiter: Isbrecht

	mm	min	Q/min
1	0	0	0
2	27	1	256
3	30	2	30
4	39	4	41
5	45	6	29
6	56	10	27
7	72	15	31
8	87	20	27
9	116	30	28
10			---
11			---
12			---



Durchmesser Bohrloch

7 cm

Tiefe Bohrloch bis Wasserstand (h₀)

65 cm

Wassertemperatur

13 °C

Bohrlochtiefe (H)

75 cm

Grundwasserstand (GW) /
wasserundurchlässige Bodenschicht

150 cm

Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q"

0,47 ml/sec

28,0 ml/min

Durchm. (mm), 110

Radius-Bohrloch "r"

4 cm

Wert "h₀"

65 cm

Wert "h" = H-h₀

10 cm

Wert "S" = GW-H

75 cm

Viskosität

1,2 Wasserviskosität im Bohrloch

Wasserviskosität bei 20°C

$$\ln \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1$$

WAHR

Für S ≥ 2h :

$$k = Q \cdot$$

$$2\pi \cdot h$$

FALSCH

Für S < 2h :

$$k = Q \cdot$$

$$\frac{3 \cdot \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi \cdot h \cdot (3h + 2S)}$$

K_r-Wert:

6,9 * 10⁻⁶ m/s

59,2 cm/Tag