



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Dipl.-Geograph Ingo-Holger Meyer

&

Dr. rer. nat. Mark Overesch

Beratende Geowissenschaftler BDG und Sachverständige

Baugrundgutachten

Projekt: 5754-2022

**Neubau eines Geschäftshauses sowie
eines ALDI-Marktes, Meppener Straße 131,
49808 Lingen**

Auftraggeber: Bauunternehmung W. Schomaker GmbH
Gewerbegebiet Süd 5
26892 Dörpen

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

Bearbeiter: Dipl.-Geogr. Ingo-Holger Meyer
Beratender Geowissenschaftler BDG
Dipl.-Geol. Sven Ellermann

Datum: 28. Juli 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

Büro Sögel:
Zum Galgenberg 7, 49751 Sögel

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

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	Bauvorhaben und Planung.....	2
3	Allgemeine geologische und hydrogeologische Verhältnisse	2
4	Durchführung der Untersuchungen	2
4.1	Rammkernsondierungen (RKS)	3
4.2	Mittelschwere Rammsondierungen (DPM).....	3
4.3	Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert)	3
5	Ergebnisse der Untersuchungen.....	4
5.1	Bodenschichtung	4
5.2	Grundwasserverhältnisse.....	6
5.3	Ermittelte Wasserdurchlässigkeit	7
6	Bautechnische Beurteilung des Untergrundes	7
6.1	Bodenmechanische und bautechnische Eigenschaften und Kennwerte.....	7
6.2	Bemessungswert des Sohlwiderstandes und Bettungsmodul.....	9
7	Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung.....	10
8	Bauwasserhaltung	12
9	Eignung des Untergrundes zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser	12
10	Schlusswort.....	13

1 Vorgang und Allgemeines

Das Büro für Geowissenschaften M&O GbR (Spelle und Sögel) wurde im Rahmen der Baumaßnahme „Neubau eines Geschäftshauses sowie eines ALDI-Marktes“ in der Meppener Straße 131 in 49808 Lingen (Flurstücke 75/5, 75/10, 75/11, 76//4, 76/10, 76/16, 77/6, 77/7, 77/8, 77/13, 77/18, 77/17, 78/3, 78/7, 78/8, 79/2 und 79/3, Flur 26, Gemarkung Altenlingen) mit der Durchführung von Baugrunduntersuchungen auf dem Grundstück und der Erstellung eines Baugrundgutachtens beauftragt. Die Lage des Bauvorhabens ist der Übersichtskarte in Anlage 1 zu entnehmen.

2 Bauvorhaben und Planung

Das Bauvorhaben umfasst den Neubau von zwei Gebäuden mit einer Grundfläche von etwa 1.580 m² und etwa 1.500 m² sowie von Verkehrs- und Parkplatzflächen. Die vorgesehene Lage des Bauvorhabens kann dem Lageplan in Anlage 2 entnommen werden.

Zum Untersuchungsdatum befand sich auf dem vorgesehenen Baugrundstück noch Gebäudealtbestand, welcher im Zuge der Baumaßnahme zurückgebaut werden soll.

3 Allgemeine geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Laut Geologischer Karte 1:25.000 (NIBIS-Kartenserver) ist das untersuchte Areal im Tiefenbereich von 0 bis 2 m unter Geländeoberkante (GOK) geprägt von fluviatilen Fein- bis Mittelsanden aus dem Holozän, welche von Flugsanden (Fein- bis Mittelsande) aus dem Holozän überdeckt werden.

Der mittlere Grundwasserspiegel ist im Untersuchungsgebiet entsprechend der Hydrogeologischen Karte 1:50.000 (NIBIS-Kartenserver) bei ca. >20 bis 22,5 m NHN zu erwarten. Aus der Geländehöhe am Gründungsstandort von etwa 24 bis 25 m NHN folgt ein mittlerer Grundwasserflurabstand von ca. 1,5 bis 5 m.

4 Durchführung der Untersuchungen

Die Durchführung der Aufschlussbohrungen auf dem Grundstück erfolgte am 21.07. und 22.07.2022. Hierbei wurde die räumliche Lage der Sondierungspunkte entsprechend dem Bauvorhaben und den örtlichen Gegebenheiten (vorhandener Altbestand) festgelegt. Die Lage der Sondierungspunkte ist im Lageplan in Anlage 2 dargestellt.

Als Höhenfestpunkt (HFP) zur relativen Höheneinmessung der Sondierungspunkte wurde ein Gullideckel im Bereich der angrenzenden Meppener Straße gewählt. Die räumliche Lage der Sondierungspunkte wurde auf die Grundstücksgrenzen eingemessen.

4.1 Rammkernsondierungen (RKS)

Zur Erschließung der Bodenschichtung wurden nach DIN EN ISO 22475-1 im vorgesehenen Gründungsbereich der Gebäude insgesamt sieben Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 7) bis auf eine Tiefe von 5 m unter GOK sowie im Bereich der gepl. Verkehrsflächen drei Rammkernsondierungen (RKS 8 bis RKS 10) bis auf eine Tiefe von 3 m unter GOK abgeteuft. Die Bodenansprache nach 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.

4.2 Mittelschwere Rammsondierungen (DPM)

Es wurden neben den Ansatzpunkten der Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 7 zusätzlich sieben Rammsondierungen (DPM 1 bis DPM 7) mit der mittelschweren Rammsonde (DPM) nach DIN EN ISO 22476-2 bis zu einer Tiefe von 5 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.

4.3 Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert)

Der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) des anstehenden Bodens wurde an den Aufschlusspunkten RKS 1 und RKS 10 jeweils über einen Versickerungsversuch (VU 1 und VU 2) 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 0,5 bis 0,6 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.

5 Ergebnisse der Untersuchungen

5.1 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 sich zwischen den Untersuchungspunkten ändern.

Die Bereiche der Aufschlusspunkte RKS 1 bis RKS 10 waren zum Untersuchungsdatum mit einer Pflasterung aus Betonpflastersteinen in etwa 8 cm Stärke versiegelt. Darunter wurden an den Aufschlusspunkten RKS 5 und RKS 6 eine Schottertragschicht erbohrt. Diese setzt sich am Aufschlusspunkt RKS 5 aus Kiesen (vorw. Quarzite) und Sand zusammen und weist eine Stärke von etwa 20 cm auf. Am Aufschlusspunkt RKS 6 setzt sich die Schottertragschicht aus Recyclingmaterial zusammen und weist eine Stärke von etwa 10 cm auf.

An den Aufschlusspunkten RKS 1, RKS 2, RKS 4 und RKS 8 bis RKS 9 folgen unterhalb der Pflasterung bzw. unterhalb der Schottertragschicht aufgefüllte Fein- bis Mittelsande, z.T. mit geringen Beimengungen an Humus. Die Schichtunterkante der Auffüllungen wurde bei 0,25 m unter GOK (RKS 4 und RKS 8) bis zu 0,60 m (RKS 10) unter GOK vorgefunden.

An den Aufschlusspunkten RKS 1 bis RKS 3 und RKS 6 bis RKS 10 wurden unterhalb des beschriebenen Verkehrsflächenaufbaus bzw. den Auffüllungen humushaltige Fein- bis Mittelsande erbohrt, deren Schichtunterkante bei 0,3 m unter GOK (RKS 3 und RKS 7) bis zu 1,1 m unter GOK (RKS 6) erbohrt wurde.

Die beschriebenen Böden werden bis zur Aufschlussendtiefe von 5 m unter GOK bzw. 3 m unter GOK von Fein- bis Mittelsanden unterlagert, welche in bestimmten Tiefenbereichen auch Beimengungen von Grobsand bzw. von Schluff enthalten.

Am Aufschlusspunkt RKS 7 werden die Sande im Tiefenbereich von 2,3 bis 2,5 m unter GOK von einer Schicht aus Torf durchzogen.

Entsprechend den ermittelten Schlagzahlen der Rammsonde weisen die humusfreien Sande bis zu einer Tiefe von etwa 2 m unter GOK eine lockere bis mitteldichte Lagerung, darunter eine vorwiegend mitteldichte Lagerung auf.

Nachfolgend werden die aufgeschlossenen Bodenschichten gemäß DIN 18300:2015-8 in Homogenbereiche unterteilt. Homogenbereiche repräsentieren die natürliche Vielfalt der geologischen Schichten jeweils in Einheiten mit vergleichbaren geotechnischen Eigenschaften und Baugrundeignung.

Die aufgeschlossenen Bodenschichten werden nachfolgend in vier Homogenbereiche unterteilt. In nachfolgender Tabelle 1 sind die einzelnen Homogenbereiche aufgeführt.

Tabelle 1: Einteilung in Homogenbereiche

Homogenbereich	aufgeschlossen in	Tiefenbereich [m unter GOK]		Bodenart
		Schicht- oberkante	Schicht- unterkante	
1	RKS 1, RKS 2, RKS 4 und RKS 8 bis RKS 9	0,08	0,25 bis 0,60	aufgefüllte Sande Feinsand, mittelsandig, z.T. sehr schwach humos
2	RKS 1 bis RKS 3 und RKS 6 bis RKS 10	0,08 bis 0,40	0,3 bis 1,10	humushaltige Sande Feinsand, humos bis schwach humos, schwach mittelsandig
3	RKS 1 bis RKS 10	0,3 bis 1,10	≥5 / ≥3 (ET)	(glazi-)fluviatile Sande Fein- bis Mittelsand, z.T. schwach grobsandig, z.T. schwach schluffig
4	RKS 7	2,3	2,5	Torf

5.2 Grundwasserverhältnisse

Der in den Bohrlöchern der Rammkernsondierungen am 21.07. und 22.07.2022 gemessene Grundwasserspiegel (Ruhewasserstand) ist in nachfolgender Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Lage des Grundwasserspiegels

Messpunkt	Messdatum	Lage des Grundwasserspiegels	
		[m unter GOK]	[m rel. Höhe]
RKS 1	21.07.2022	2,90	-1,8
RKS 2	21.07.2022	2,90	-1,8
RKS 3	21.07.2022	2,95	-1,8
RKS 4	21.07.2022	2,90	-1,8
RKS 5	22.07.2022	2,90	-1,6
RKS 6	22.07.2022	2,90	-1,6
RKS 7	22.07.2022	2,90	-1,5
RKS 8	22.07.2022	2,20	-1,7
RKS 9	22.07.2022	2,30	-1,5
RKS 10	22.07.2022	2,40	-1,4

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 niederschlagsarmen Witterung ist zu erwarten, dass in extrem niederschlagsreichen Witterungsperioden der maximale Grundwasserhöchststand

(Bemessungswasserstand) noch etwa 1 m über den gemessenen Werten, d.h. bei etwa -0,4 bis -0,8 m rel. Höhe bezogen auf den gewählten Höhenfestpunkt, reichen kann.

Der mittlere Grundwasserhochstand (relevant zur Bemessung von Versickerungsanlagen) ist etwa 0,5 m über den gemessenen Werten, d.h. bei etwa -0,9 bis -1,3 m rel. Höhe bezogen auf den gewählten Höhenfestpunkt, anzusetzen.

5.3 Ermittelte Wasserdurchlässigkeit

Die an den Untersuchungspunkten VU 1 und VU 2 ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Wert) sind 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. In nachfolgender Tabelle 3 sind die aus den Messwerten abgeleiteten Durchlässigkeitsbeiwerte der geprüften Böden aufgeführt.

Tabelle 3: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte (K_f -Werte)

Messpunkt	Bodenbeschreibung	Messtiefe [m unter GOK]	aus den Messwerten abgeleiteter Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert)
VU 1 (RKS 1)	Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig	0,5 bis 0,6	$5,0 \times 10^{-5}$ m/s
VU 2 (RKS 2)	Feinsand, mittelsandig, sehr schwach humos	0,5 bis 0,6	$3,4 \times 10^{-5}$ m/s

6 Bautechnische Beurteilung des Untergrundes

6.1 Bodenmechanische und bautechnische Eigenschaften und Kennwerte

Die Baugrundsichten weisen generell die in den Tabellen 4.1 und 4.2 aufgeführten bautechnischen Eigenschaften auf. Die Bewertung bzw. Einstufung beruht dabei auf Angaben der DIN 18196 und der DIN 1055 sowie auf eigener Beurteilung.

Die Werte gelten für die beschriebene Hauptbodenschicht im ungestörten Lagerungsverband, d.h. ohne z.B. baubedingte Auflockerungen oder Vernässungen.

Tabelle 4.1: Übersicht über die bautechnischen Eigenschaften der aufgeschlossenen Böden

Allgemeine Beurteilung			
Homogenbereich		1	2
Bodenart		aufgefüllte Sande Feinsand, mittelsandig, z.T. sehr schwach humos	humushaltige Sande Feinsand, humos bis schwach humos, schwach mittelsandig
aufgeschlossen in		RKS 1, RKS 2, RKS 4 und RKS 8 bis RKS 9	RKS 1 bis RKS 3 und RKS 6 bis RKS 10
Tiefenbereich [m unter GOK]	Schichtoberkante	0,08	0,08 bis 0,40
	Schichtunterkante	0,25 bis 0,60	0,3 bis 1,10
Lagerungsdichte		locker bis mitteldicht	locker bis mitteldicht
Bodengruppe(n) nach DIN 18196		[SE]	OH, [OH]
Bodenklasse nach DIN 18300		3	1
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 2017		F1	F2 – F3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE-StB 2017		V1	k.A.
abgeschätzter Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]		5×10^{-5} bis 1×10^{-4}	5×10^{-6} bis 5×10^{-5}
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	30,0
Kohäsion c' [kN/m ²]		keine	keine
Steifemodul E_s [MN/m ²]		k.A.	k.A.
Bautechnische Eignung ^{A)}			
Baugrund für Gründungen		mäßig geeignet ^{B)}	ungeeignet

^{A)} Einstufung nach DIN 18196 und eigener Beurteilung, ^{B)} Abwertung aufgrund der teilweisen Unterlagerung durch eine als Baugrund ungeeignete Schicht

Tabelle 4.2: Übersicht über die bautechnischen Eigenschaften der aufgeschlossenen Böden

Allgemeine Beurteilung			
Homogenbereich		3	4
Bodenart		(glazi-)fluvatile Sande Fein- bis Mittelsand, z.T. schwach grobsandig, z.T. schwach schluffig	Torf
aufgeschlossen in		RKS 1 bis RKS 10	RKS 7
Tiefenbereich [m unter GOK]	Schichtoberkante	0,3 bis 1,10	2,3
	Schichtunterkante	≥5 / ≥3 (ET)	2,5
Lagerungsdichte / Zersetzungsgrad		locker bis mitteldicht	mäßig bis stark zersetzt
Bodengruppe(n) nach DIN 18196		SE, SU	HZ
Bodenklasse nach DIN 18300		3	2 – 3
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 2017		F1 – F2	k.A.
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE-StB 2017		V1	k.A.
abgeschätzter Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]		1×10^{-5} bis 5×10^{-4}	$\leq 1 \times 10^{-6}$ m/s
Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen			
Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]		17,0 – 18,0	11,0 – 13,0
Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]		9,5 – 10,5	1,0 – 3,0
Reibungswinkel φ' [°]		32,5	15,0
Kohäsion c' [kN/m ²]		keine	2 – 5
Steifemodul E_s [MN/m ²]		30 – 60	0,5 – 2
Bautechnische Eignung ^{A)}			
Baugrund für Gründungen		gut geeignet	ungeeignet

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

6.2 Bemessungswert des Sohlwiderstandes und Bettungsmodul

Der Lastabtrag der Gebäude erfolgt voraussichtlich über die Böden der Homogenbereiche 3 und 4 sowie ggf. über eine eingebrachte Schicht aus gut verdichtungsfähigem, frostunempfindlichem, kornabgestuftem Material (z.B. Bodengruppen SE, SI, SW nach DIN 18196).

Mit dem Programm GGU-Footing wurden exemplarisch unter Verwendung der im Kapitel 6.1 angegebenen Bodenkennwerte für die aufgeschlossenen Bodenverhältnisse Setzungsberechnungen nach DIN 1054:2010 (Eurocode 7) für Gründungen über Streifenfundamente und Sohlplatten durchgeführt. Die Berechnungen wurden unter Verwendung von den Grenzzuständen GEO-2 (Nachweis der äußeren Abmessungen) und der Bemessungssituation BS-P (permanent) ausgeführt. Die Berechnungen sind der Anlage 5 zu entnehmen.

Es kann im Rahmen der Entwurfsplanung unter Voraussetzung einer mind. mitteldichten Lagerungsdichte der eingebauten Böden für **Streifenfundamente** mit einer **Einbindetiefe** von mind. **0,8 m unter GOK** (frostsichere Gründungstiefe) und einer **Breite von 0,5 m** ein **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** von rd. $\sigma_{R,d} = 250 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Hierbei sind Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen in der Größenordnung von bis zu 2 cm zu erwarten. (Hinweis: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes sind keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11).

Höhere Bemessungswerte können bei größeren Einbindetiefen sowie größeren Fundamentbreiten angesetzt werden.

Es kann im Rahmen der Entwurfsplanung für die Bemessung der **Sohlplatte** nach dem Bettungsmodulverfahren überschlägig ein **Bettungsmodul** von $k_s = 10 \dots 15 \text{ MN/m}^3$ in Ansatz gebracht werden.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von der Geometrie des Bauwerkes, den tatsächlichen Bauwerkslasten und dem am Gründungsstandort vorhandenen Baugrundaufbau abhängt. **Der Bettungsmodul sollte nach Ermittlung der tatsächlichen Bauwerkslasten nochmals geprüft werden.**

7 Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung

Die Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung richtet sich nach dem aus den Rammkernsondierungen bekannten Bodenaufbau unter geotechnischen Gesichtspunkten für nichtunterkellerte Gebäude.

Die aufgeschlossenen Bodenverhältnisse lassen unter Beachtung der in Kapitel 6.2 angegebenen Bemessungswerte eine konventionelle Flachgründung der Gebäude grundsätzlich zu.

Die Böden sind mit geeignetem Gerät bis zur geplanten Einbindetiefe der Gewerke (Fundamente, Bodenplatte) auszuheben.

Humushaltige Böden (Böden des Homogenbereiches 2) sind für den Abtrag von Bauwerkslasten als ungeeignet zu bewerten und sollten im Gründungsbereich abgetragen und ggf. durch geeigneten Füllboden (s.u.) ersetzt werden.

In Abhängigkeit von der Aushubtiefe und der vorgesehenen Einbindetiefe der Gewerke ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu beachten, d.h. erfolgt beispielsweise der Erdaushub bis 1 m unterhalb der vorgesehenen Einbindetiefe der Fundamente bzw. der Bodenplatte muss der Bodenaustausch mit einem seitlichen Überstand von mind. 1 m über diese Gewerke hinaus hergestellt 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. Zudem ist bei Aushubtiefen von über 3 m eine Berme vorzusehen.

Sofern eine geböschte Baugrube aufgrund des Abstandes zum vorhandenen angrenzenden Bauwerksbestand nicht realisiert werden kann bzw. soll, kann im Zuge des Erdaushubes z.B. ein Verbau nach DIN 4124 mit Trägerbohlwänden oder mit Spundwänden ausgeführt werden. Hierbei ist die Ausfachung stets mit dem Aushub fortschreitend einzubringen.

Bei den Aushubarbeiten ist die Standsicherheit von angrenzendem Bauwerksbestand sicherzustellen. Die Vorgaben der DIN 4123 sind zu beachten.

Nach dem Auskoffern der oben beschriebenen Schichten sollte das freigelegte Planum zur Egalisierung des Untergrundes mit geeignetem Gerät auf mindestens mitteldichte Lagerung nachverdichtet werden.

Das ausgekofferte Material ist bei Bedarf bis zur Sollhöhe durch gut verdichtungsfähiges, frostunempfindliches, kornabgestuftes Material (z.B. Bodengruppen SE, SI, SW, GE, GI, GW nach DIN 18196) zu ersetzen, welches lagenweise einzubauen und in 4 - 6 Übergängen, bei einer Schüttstärke von max. je 0,4 m auf mindestens mitteldichte Lagerung zu verdichten ist. Als Verdichtungsziel sollte ein Verformungsmodul E_{v2} von $\geq 70 \text{ MN/m}^2$ bzw. eine Proctordichte D_{Pr} von $\geq 98\%$ auf dem Planum nachgewiesen werden.

Die Verdichtungsarbeiten können statisch oder dynamisch erfolgen. Hierbei ist obligatorisch ein Abstand zum Grundwasserspiegel von mind. 0,5 m einzuhalten. Eine Gefährdung von angrenzender Bebauung im Zuge der Verdichtungsarbeiten ist zu vermeiden.

Erdberührte Gewerke, welche oberhalb des Bemessungswasserstandes (etwa -0,4 bis -0,8 m rel. Höhe bezogen auf den gewählten Höhenfestpunkt) einbinden, können entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W1-E „Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden“ gemäß DIN 18533-1 Abs. 8.5 in Kombination mit einer funktionsfähigen Dränung nach DIN 4095 oder entsprechend

Wassereinwirkungsklasse W2-E- „drückendes Wasser“ gemäß DIN 18533-1 Abs. 8.6 abgedichtet werden.

8 Bauwasserhaltung

Im Zuge der Erdarbeiten ist ein Abstand zum Grund- bzw. Schichtwasserspiegel von mind. 0,5 m einzuhalten. Im Zuge der Erdarbeiten für nichtunterkellerte Gebäude werden im Hinblick auf die gemessenen und zu erwartenden Grundwasserstände voraussichtlich keine Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden.

Anfallendes Tag- oder Schichtwasser kann z.B. über eine offene Wasserhaltung mit Pumpensumpf oder eine Ringdrainage gefasst und nach Einholung einer entsprechenden wasserrechtlichen Genehmigung in einen nahegelegenen Vorfluter bzw. die Kanalisation eingeleitet werden.

Um den Umfang von pot. Wasserhaltungsmaßnahmen möglichst gering zu halten, wird empfohlen, die Erdarbeiten vorzugsweise zu Zeiträumen mit geringen Niederschlagsmengen und niedrigen Grundwasserständen, z.B. in den Sommermonaten, durchzuführen.

9 Eignung des Untergrundes zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser

Die im Plangebiet aufgeschlossenen Boden- und Grundwasserverhältnisse sind für eine Versickerung von Niederschlagswasser grundsätzlich als geeignet zu bewerten.

In Anlehnung an die DWA (2005) ist zwischen der Sohle einer Versickerungsanlage und dem mittleren Grundwasserhochstand, welcher im Plangebiet bei etwa -0,9 bis -1,3 m rel. Höhe bezogen auf den gewählten Höhenfestpunkt anzusetzen ist, eine Sickerstrecke von mindestens 1,0 m einzuhalten. Diese Bedingung ist bei der Planung einer Versickerungsanlage zu berücksichtigen.

Zur Bemessung von Versickerungsanlagen kann für die untersuchten Sande auf der sicheren Seite liegend ein k_f -Wert von rd. 3×10^{-5} m/s angesetzt werden.

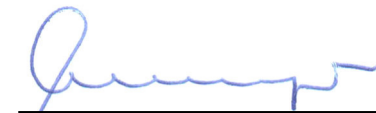
Es wird empfohlen die Bodenverhältnisse am geplanten Standort für eine Versickerungsanlage nochmals gezielt zu prüfen.

10 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, 28. Juli 2022



Dipl.-Geogr. Ingo-Holger Meyer
Beratender Geowissenschaftler BDG

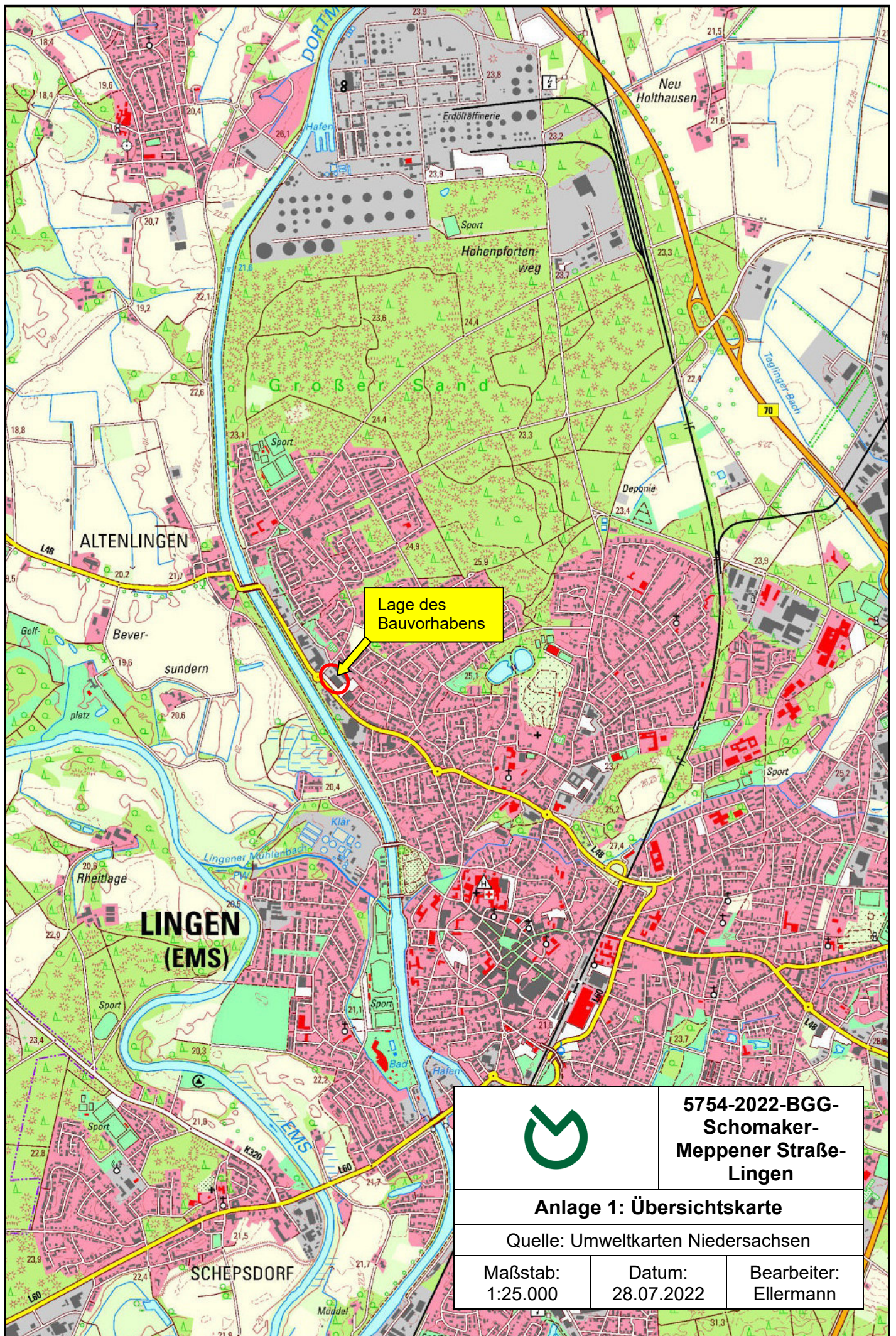


Dipl.-Geol. Sven Ellermann


Anlagen

- Anlage 1: Übersichtskarte
- Anlage 2: Lageplan der Untersuchungspunkte
- Anlage 3: Bohrprofile der Rammkernsondierungen und Rammsondierdiagramme
- Anlage 4: Ergebnis der Versickerungsversuche
- Anlage 5: Setzungsberechnungen

Anlage 1: Übersichtskarte



Lage des Bauvorhabens

		5754-2022-BGG- Schomaker- Meppener Straße- Lingen	
Anlage 1: Übersichtskarte			
Quelle: Umweltkarten Niedersachsen			
Maßstab: 1:25.000	Datum: 28.07.2022	Bearbeiter: Ellermann	

Anlage 2: Lageplan der Untersuchungspunkte



5754-2022-BGG-
Schomaker-
Meppener Straße-
Lingen

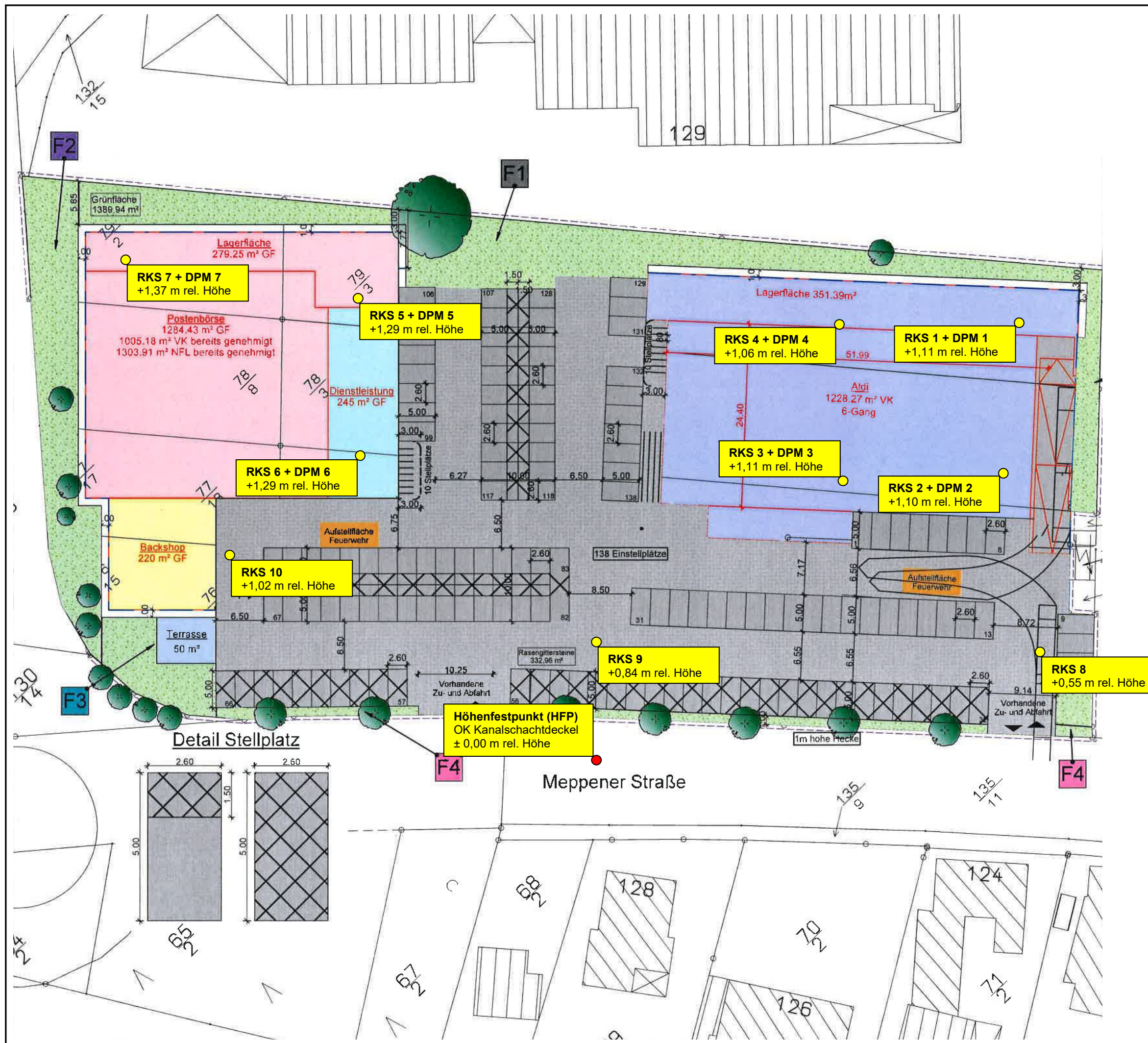
Anlage 2: Lageplan

Entwurfsverfasser:
Dipl.-Wirt.-Ing. Volker Schomaker

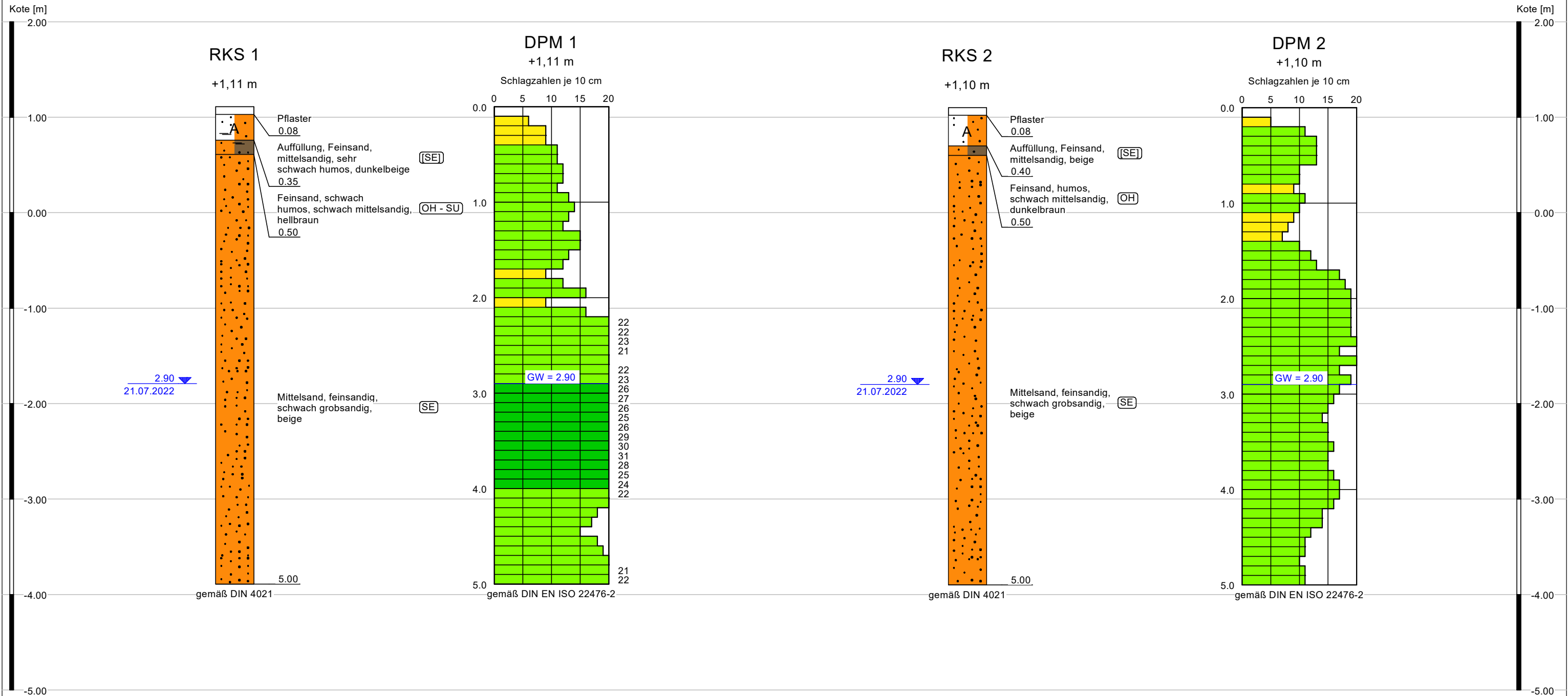
Maßstab:
unmaßstäblich

Datum:
26.07.2022

Bearbeiter:
Ellermann



Anlage 3: Bohrprofile der Rammkernsondierungen und Rammsondierdiagramme



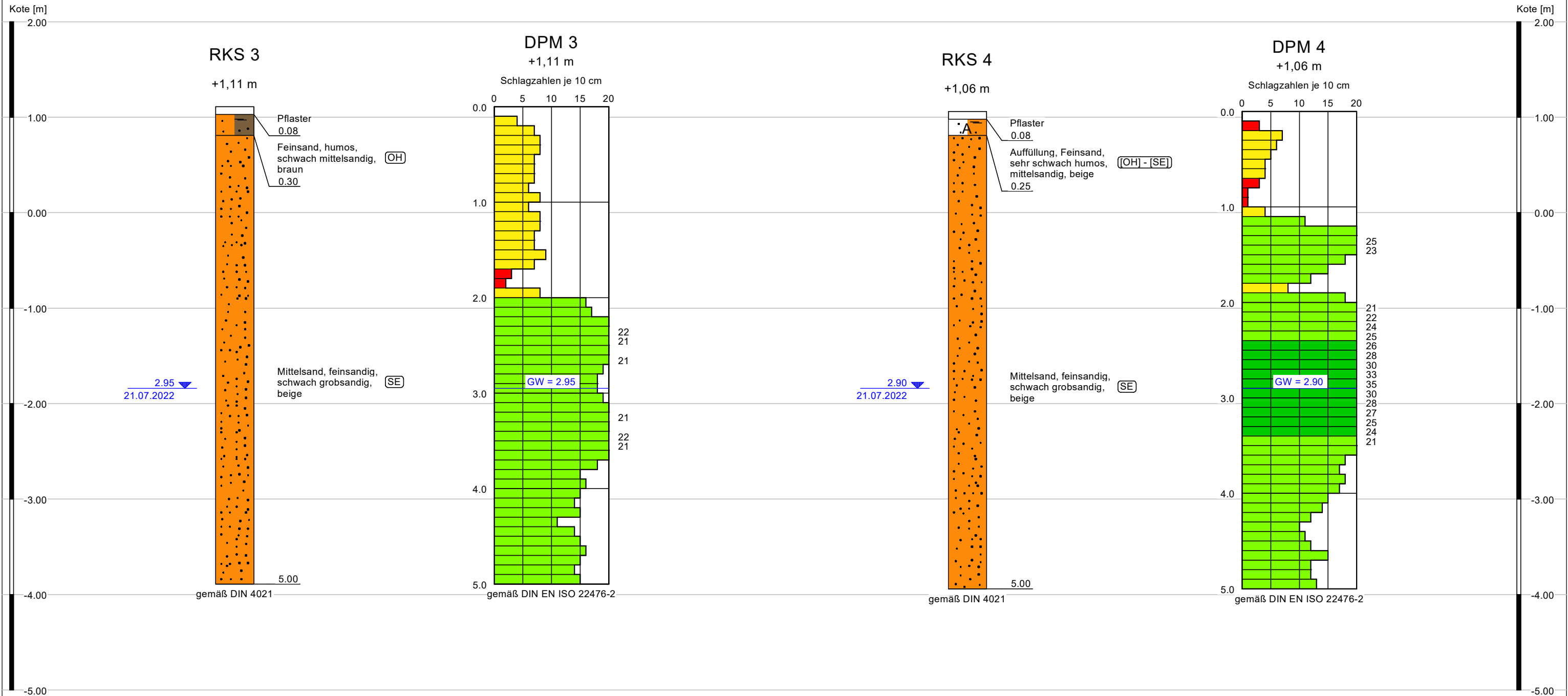
Lagerungsdichte DPM

Red	sehr locker (< 4/2)
Yellow	locker (< 10/8)
Light Green	mitteldicht (< 26/24)
Green	dicht (< 44/42)
Dark Green	sehr dicht (>= 44/42)

3.20
21.07.2022 Grundwasserspiegel und Messdatum

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

Projekt: 5754-2022-BGG
Meppener Straße 131, 49808 Lingen
Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme
Maßstab: Höhe: 1:40
Datum: 26.07.2022 Bearbeiter: Ellermann



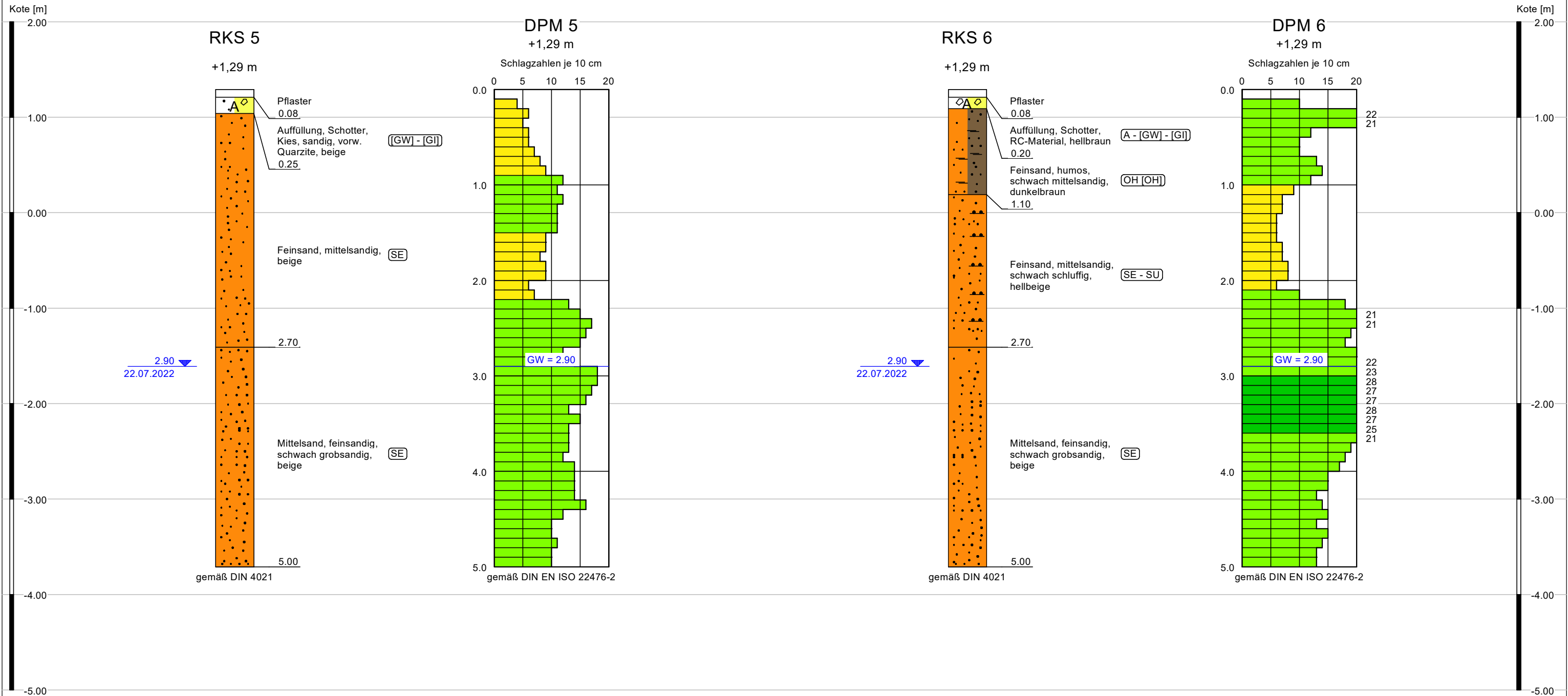
Lagerungsdichte DPM

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

▼ 3.20
21.07.2022 Grundwasserspiegel und Messdatum

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

Projekt: 5754-2022-BGG
 Meppener Straße 131, 49808 Lingen
 Anlage 3
 Bohrprofile und Rammsondierdiagramme
 Maßstab: Höhe: 1:40
 Datum: 26.07.2022 Bearbeiter: Ellermann



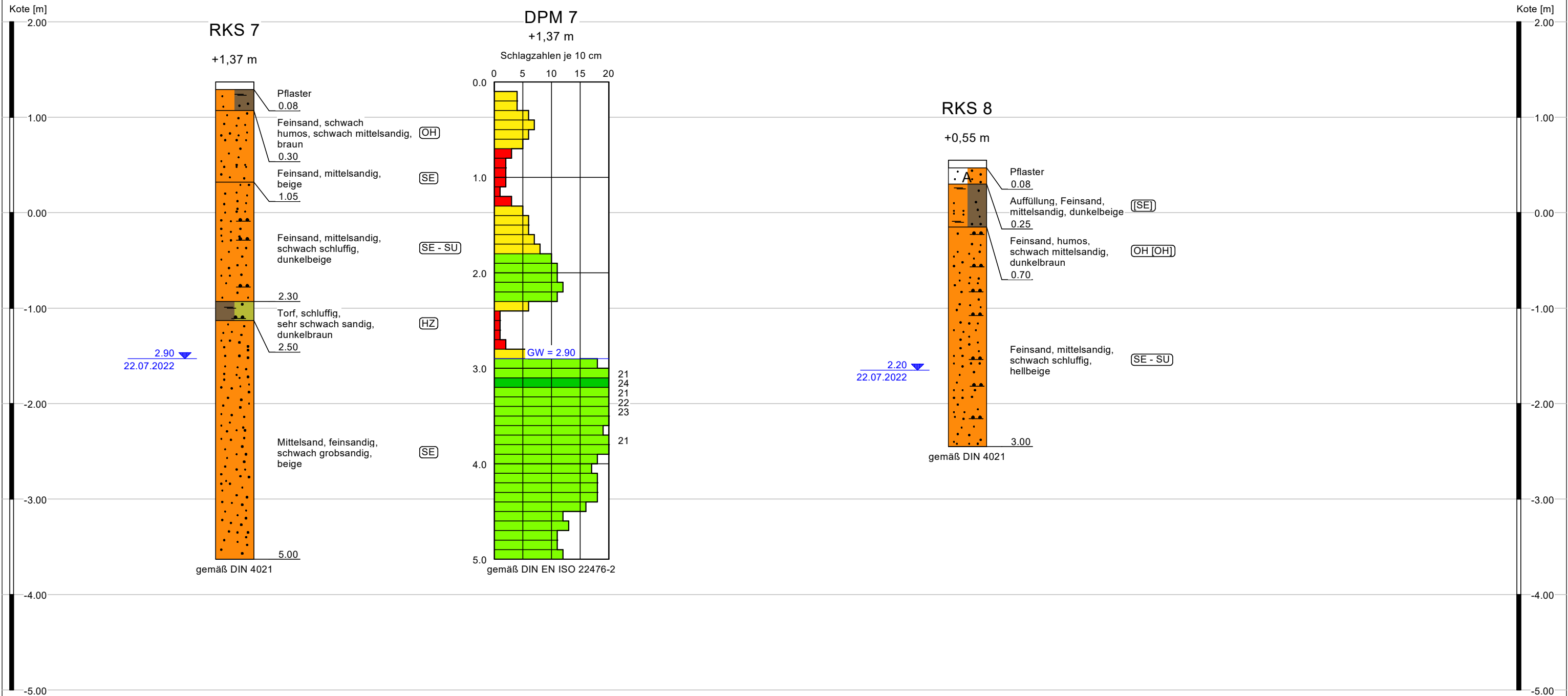
Lagerungsdichte DPM

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

3.20
21.07.2022 Grundwasserspiegel und Messdatum

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

Projekt: 5754-2022-BGG
Meppener Straße 131, 49808 Lingen
Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme
Maßstab: Höhe: 1:40
Datum: 26.07.2022 Bearbeiter: Ellermann



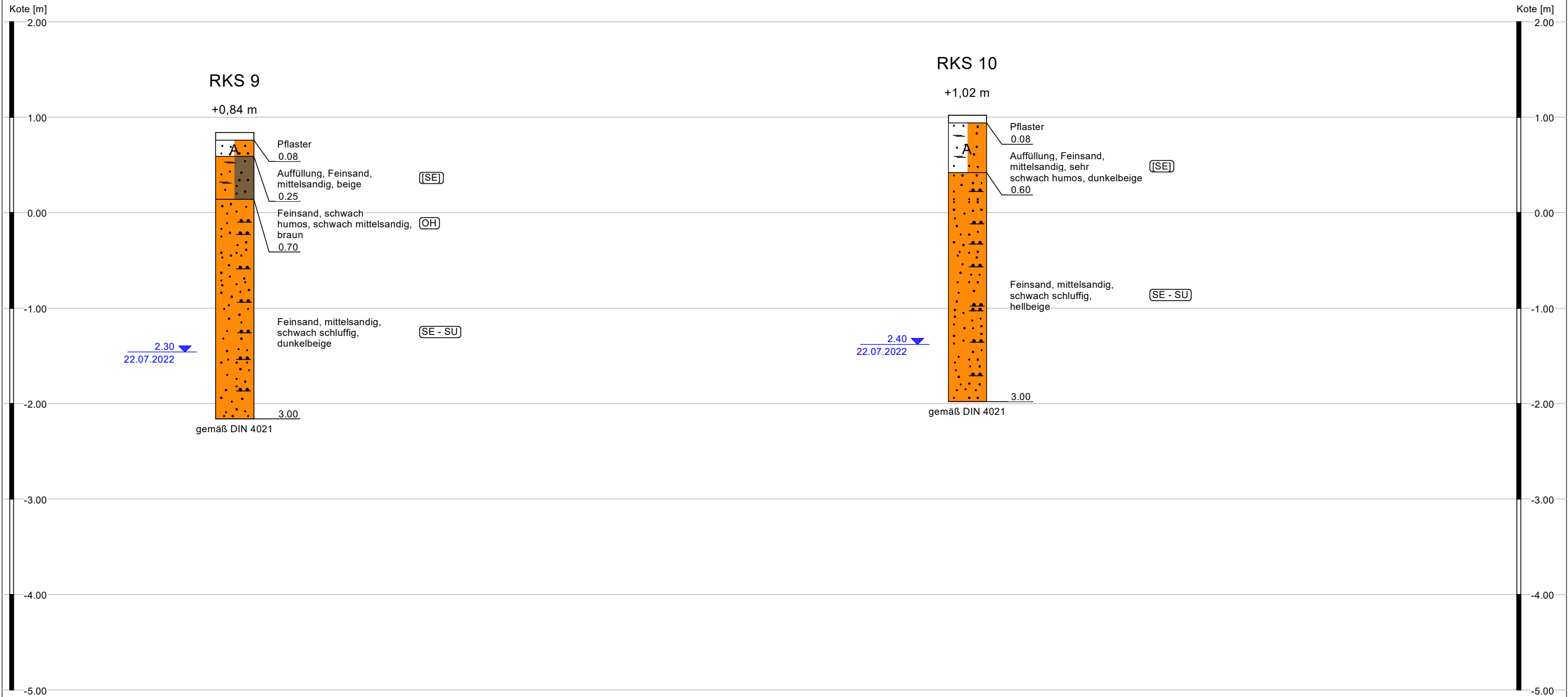
Lagerungsdichte DPM

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

3.20 m Grundwasserspiegel und Messdatum
21.07.2022

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

Projekt: 5754-2022-BGG
Meppener Straße 131, 49808 Lingen
Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme
Maßstab: Höhe: 1:40
Datum: 26.07.2022 Bearbeiter: Ellermann



Lagerungsdichte DPM

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

3.20
21.07.2022 Grundwasserspiegel und Messdatum

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

Projekt: 5754-2022-BGG
Meppener Straße 131, 49808 Lingen
Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme
Maßstab: Höhe: 1:40
Datum: 26.07.2022 Bearbeiter: Ellermann

Anlage 4: Ergebnis der Versickerungsversuche

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

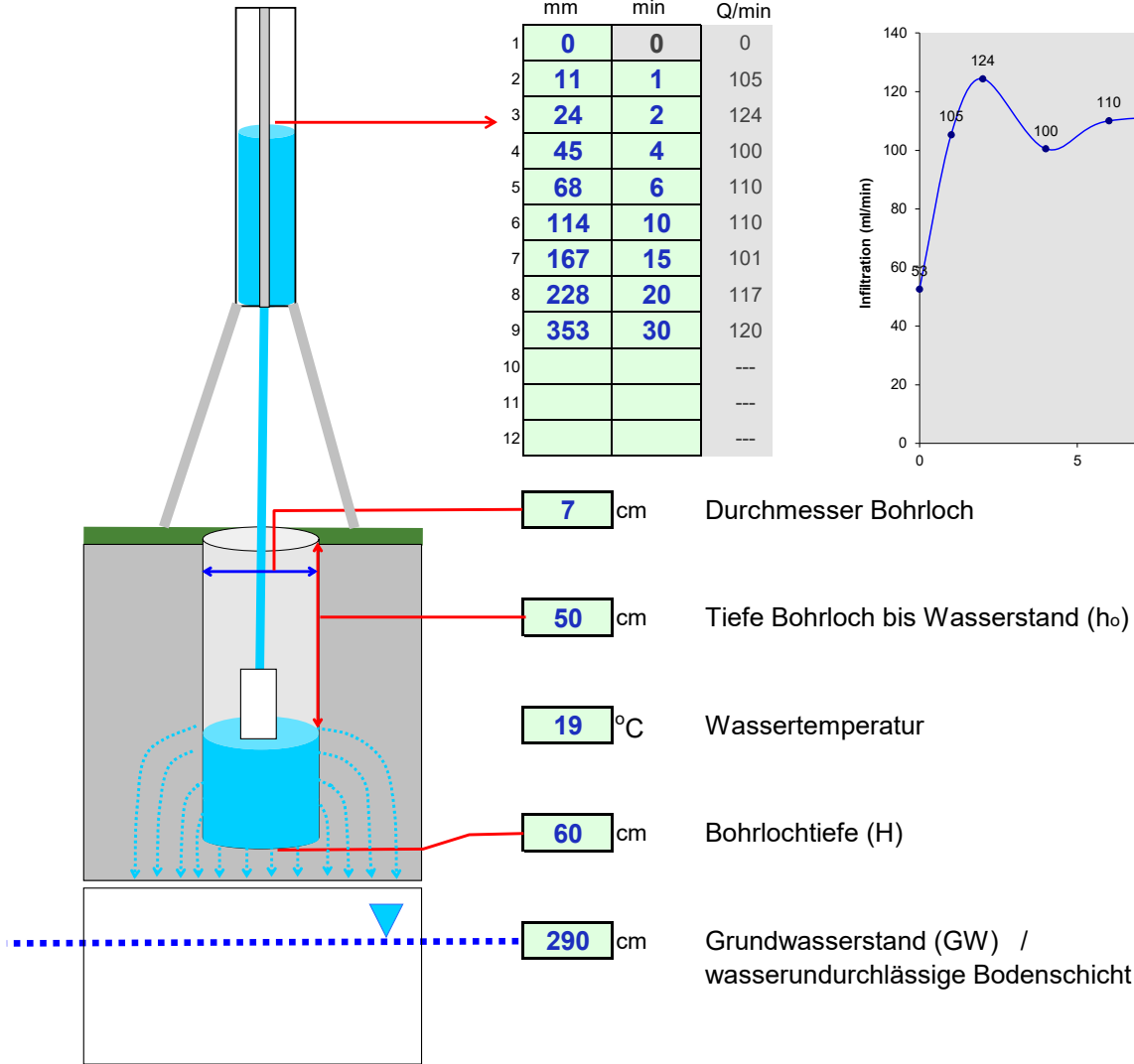
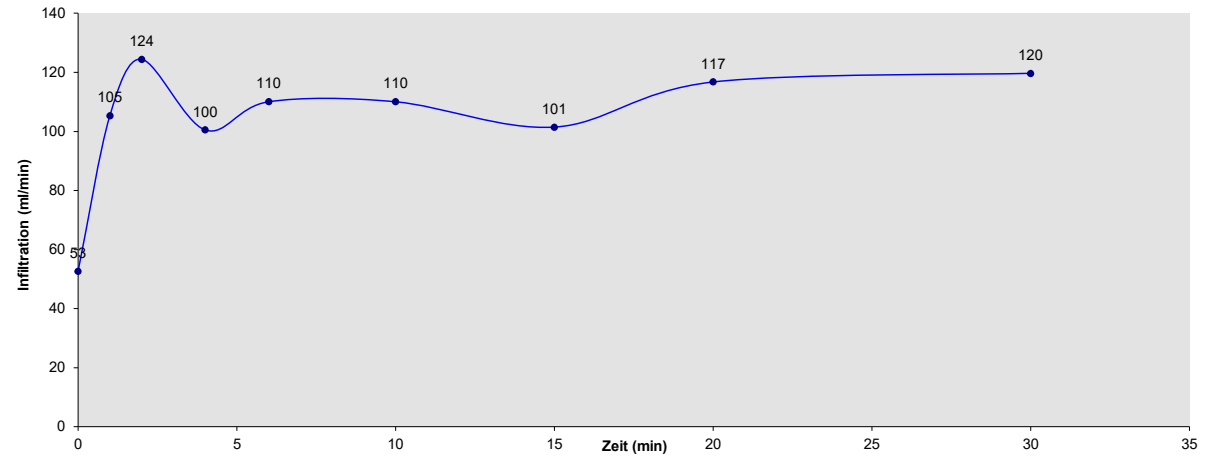
Projekt: 5754-2022 (Anlage 4.1)

Test: VU1 (RKS 1)

Datum: 22.07.2022

Bearbeiter: Musekamp

	mm	min	Q/min
1	0	0	0
2	11	1	105
3	24	2	124
4	45	4	100
5	68	6	110
6	114	10	110
7	167	15	101
8	228	20	117
9	353	30	120
10			---
11			---
12			---



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q"	1,99 ml/sec	Durchm.(mm): 110
	119,6 ml/min	
Radius-Bohrloch "r"	4 cm	
Wert "h ₀ "	50 cm	
Wert "h" = H-h ₀	10 cm	
Wert "S" = GW-H	230 cm	
Viskosität	1,0 Wasserviskosität im Bohrloch	

WASSR Für $S \geq 2h$:
$$k = Q * \frac{\ln \left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi * h}$$

FALSCH Für $S < 2h$:
$$k = Q * \frac{3 * \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi * h * (3h + 2S)}$$

Kr-Wert: $2,5 * 10^{-5} \text{ m/s}$
216,8 cm/Tag

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

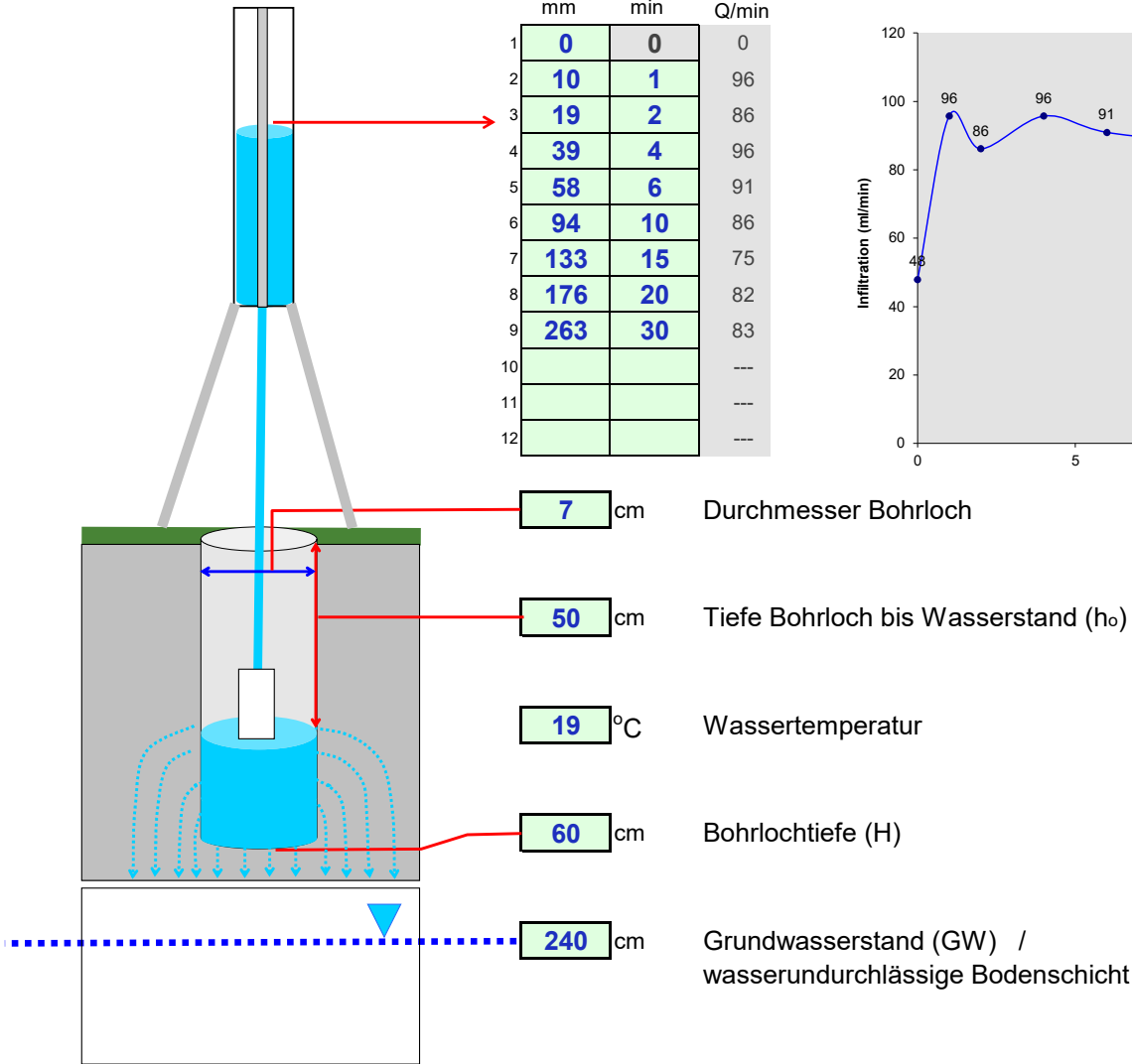
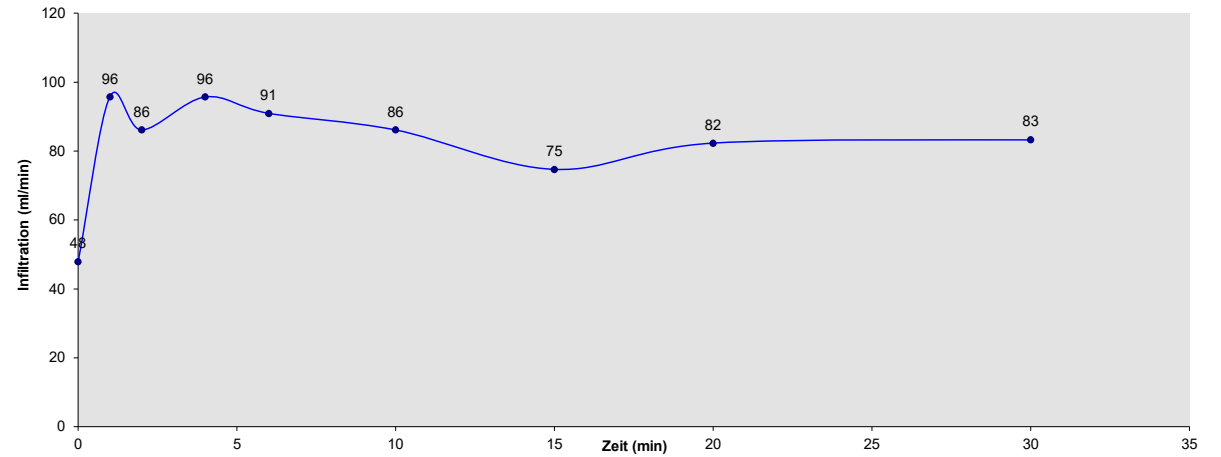
Projekt: 5754-2022 (Anlage 4.2)

Test: VU2 (RKS 10)

Datum: 22.07.2022

Bearbeiter: Musekamp

	mm	min	Q/min
1	0	0	0
2	10	1	96
3	19	2	86
4	39	4	96
5	58	6	91
6	94	10	86
7	133	15	75
8	176	20	82
9	263	30	83
10			---
11			---
12			---



- 7 cm Durchmesser Bohrloch
- 50 cm Tiefe Bohrloch bis Wasserstand (h_0)
- 19 °C Wassertemperatur
- 60 cm Bohrlochtiefe (H)
- 240 cm Grundwasserstand (GW) / wasserundurchlässige Bodenschicht

Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q"	1,39 ml/sec	Durchm.(mm): 110
	83,2 ml/min	
Radius-Bohrloch "r"	4 cm	
Wert "h ₀ "	50 cm	
Wert "h" = H-h ₀	10 cm	
Wert "S" = GW-H	180 cm	
Viskosität	1,0 Wasserviskosität im Bohrloch	

Wasserviskosität bei 20°C

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

WAHR Für $S \geq 2h$:




$$k = Q * \frac{3 * \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi * h * (3h + 2S)}$$

FALSCH Für $S < 2h$:

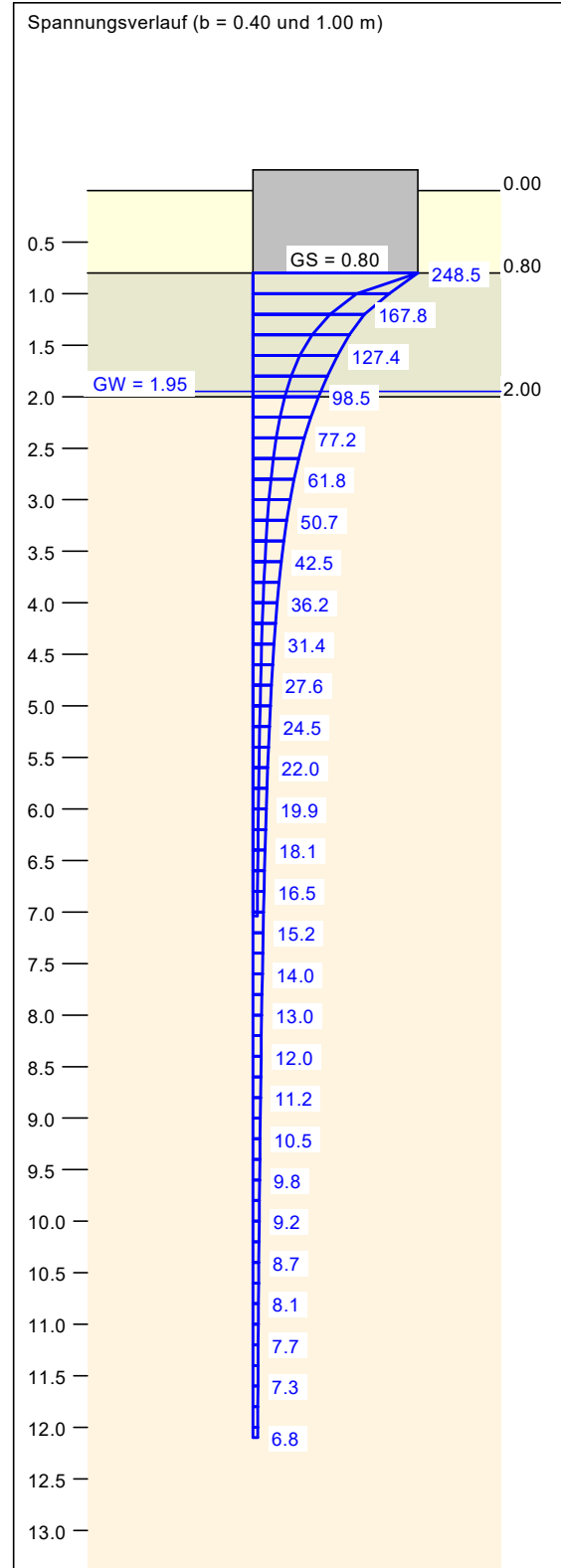
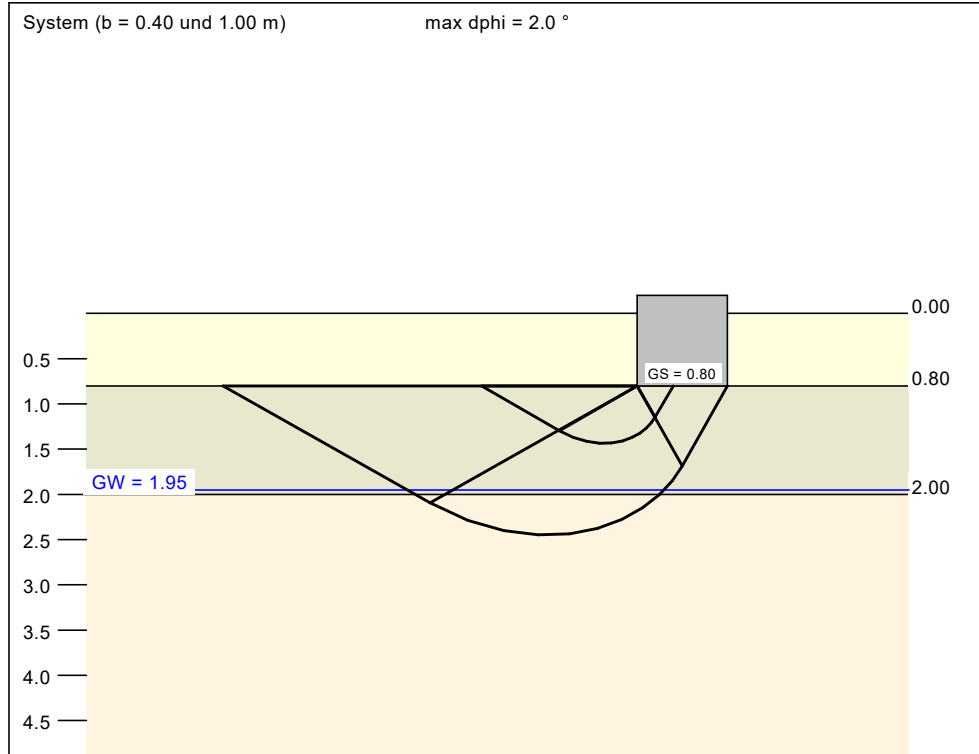
Kr-Wert: $1,7 * 10^{-5} \text{ m/s}$
150,9 cm/Tag

Anlage 5: Setzungsberechnungen

5754-2022-BGG Meppener Straße 131, 49808 Lingen
 Streifenfundamente (Einbindetiefe 0,8 m)

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	E [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	0.80	17.5	10.0	32.5	0.0	40.0	27.0	0.33	Füllsand
	2.00	17.5	10.0	30.0	0.0	25.0	16.9	0.33	Sand, lo
	>2.00	17.5	10.0	32.5	0.0	50.0	33.7	0.33	Sand, md

Berechnung erfolgt mit E und ν $[E = (1 - \nu - 2 \cdot \nu^2) / (1 - \nu) \cdot E_s]$

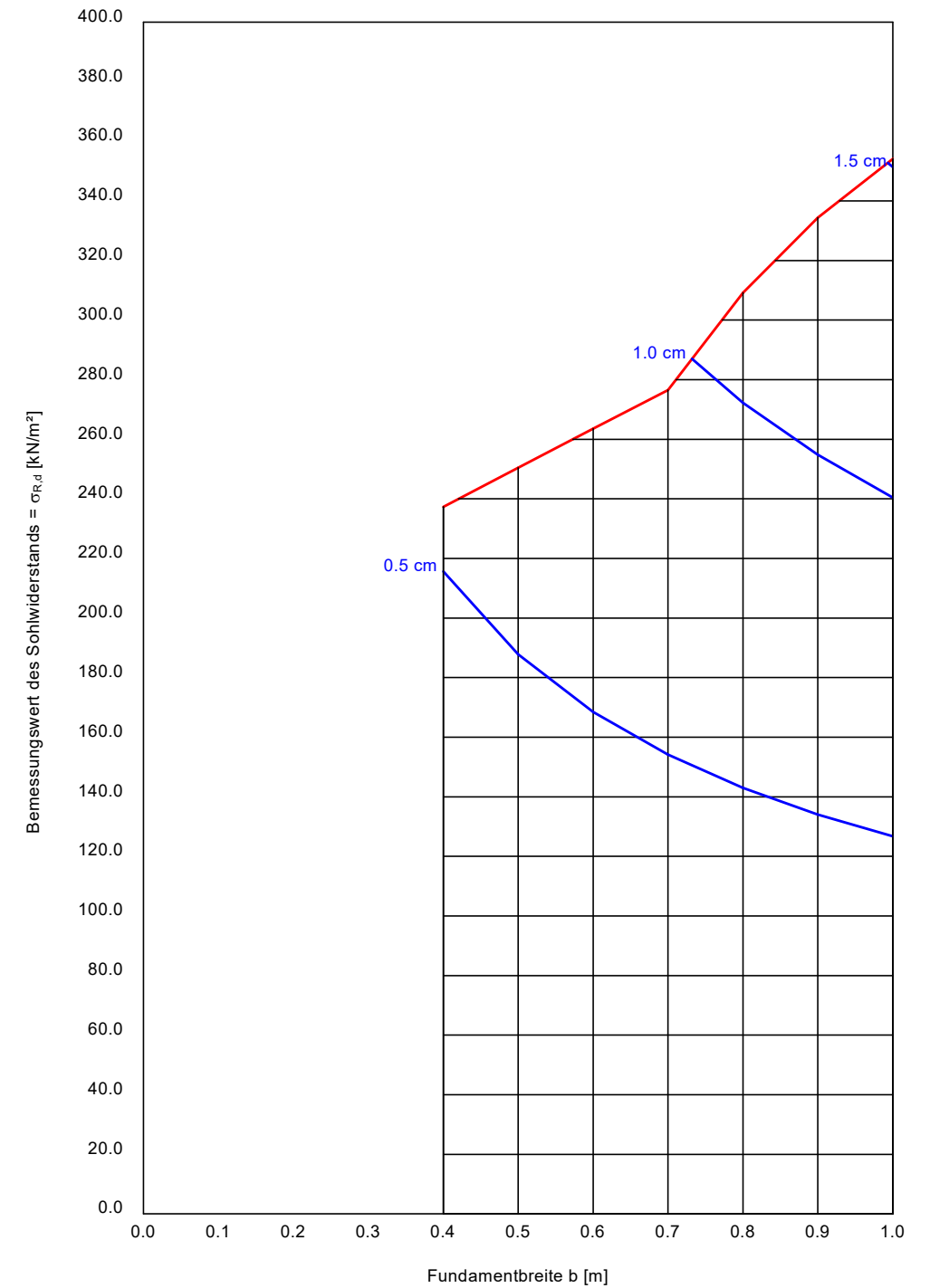


Berechnungsgrundlagen:
 5754-2022 RKS 3
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 1.95 m
 Grenztiefe mit p = 5.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohl Druck
 — Setzungen

a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{R,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
10.00	0.40	237.3	94.9	166.5	0.55	30.0	0.00	17.50	14.00	7.04	1.43	30.1
10.00	0.50	250.5	125.2	175.8	0.68	30.0	0.00	17.50	14.00	7.92	1.59	25.8
10.00	0.60	263.5	158.1	184.9	0.81	30.0	0.00	17.50	14.00	8.73	1.75	22.9
10.00	0.70	276.5	193.6	194.0	0.94	30.0	0.00	17.50	14.00	9.49	1.91	20.7
10.00	0.80	309.1	247.3	216.9	1.15	30.5	0.00	17.22	14.00	10.49	2.09	18.9
10.00	0.90	334.3	300.9	234.6	1.34	30.9	0.00	16.74	14.00	11.35	2.27	17.6
10.00	1.00	354.0	354.0	248.5	1.51	31.1	0.00	16.27	14.00	12.10	2.45	16.4

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{d,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{d,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{d,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



5754-2022-BGG Meppener Straße 131, 49808 Lingen
 Streifenfundamente (Einbindetiefe 0,8 m)

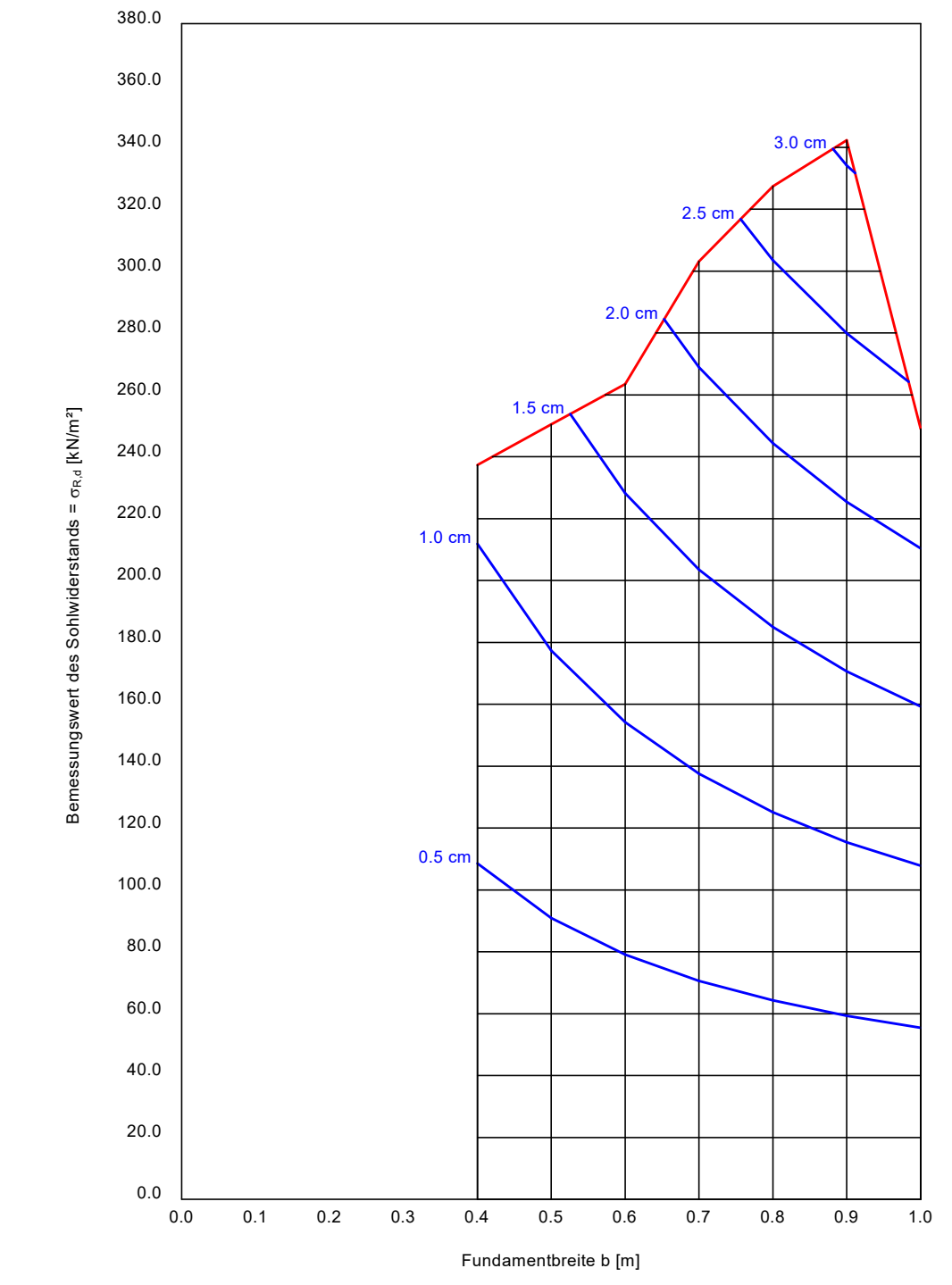
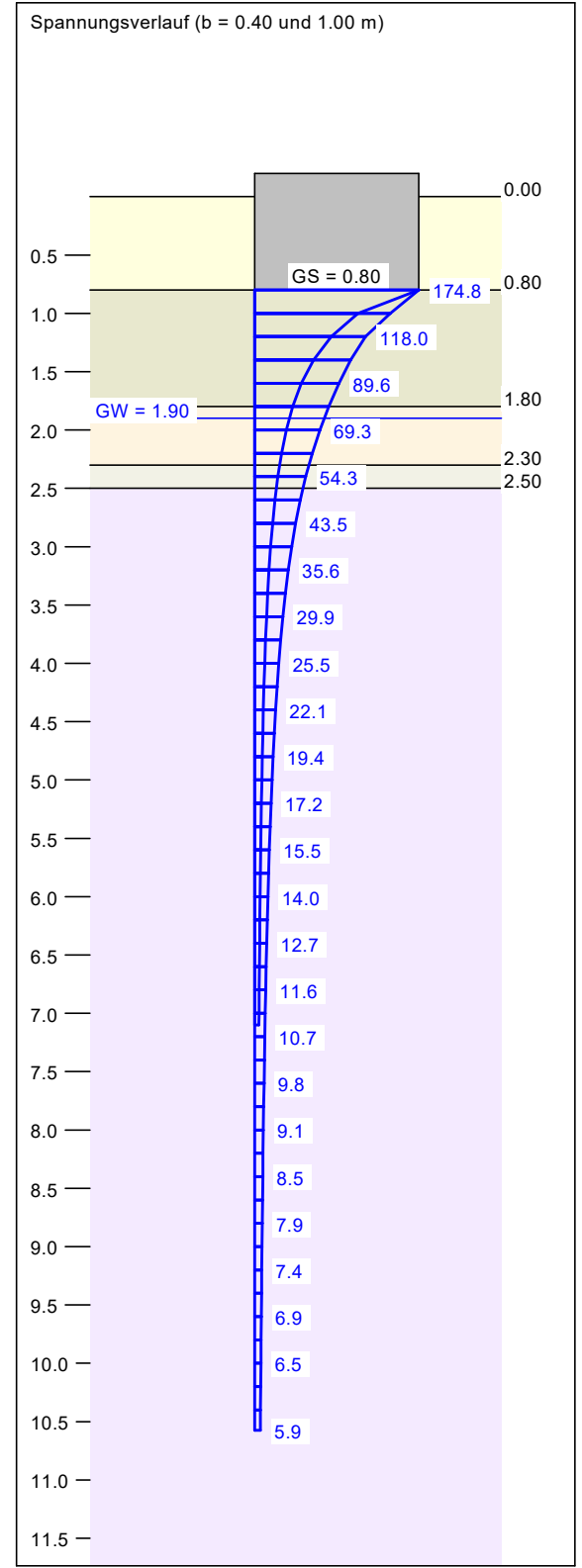
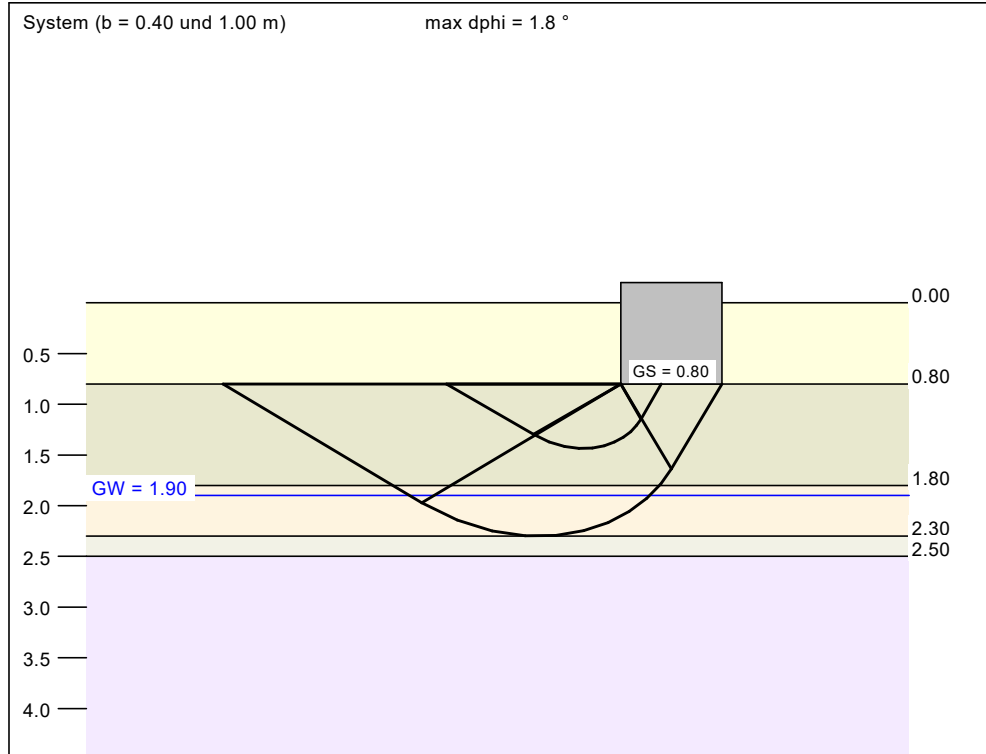
Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	E [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	0.80	17.5	10.0	32.5	0.0	40.0	27.0	0.33	Füllsand
	1.80	17.5	10.0	30.0	0.0	30.0	20.2	0.33	Sand, lo
	2.30	17.5	10.0	32.5	0.0	40.0	27.0	0.33	Sand, md
	2.50	13.0	3.0	15.0	0.0	1.00	0.67	0.33	Torf
	>2.50	17.5	10.0	32.5	0.0	50.0	33.7	0.33	Sand, md

Berechnung erfolgt mit E und ν $[E = (1 - \nu - 2 \cdot \nu^2) / (1 - \nu) \cdot E_s]$

Berechnungsgrundlagen:
 5754-2022 RKS 7
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,V} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 1.90 m
 Grenztiefe mit p = 5.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck
 — Setzungen



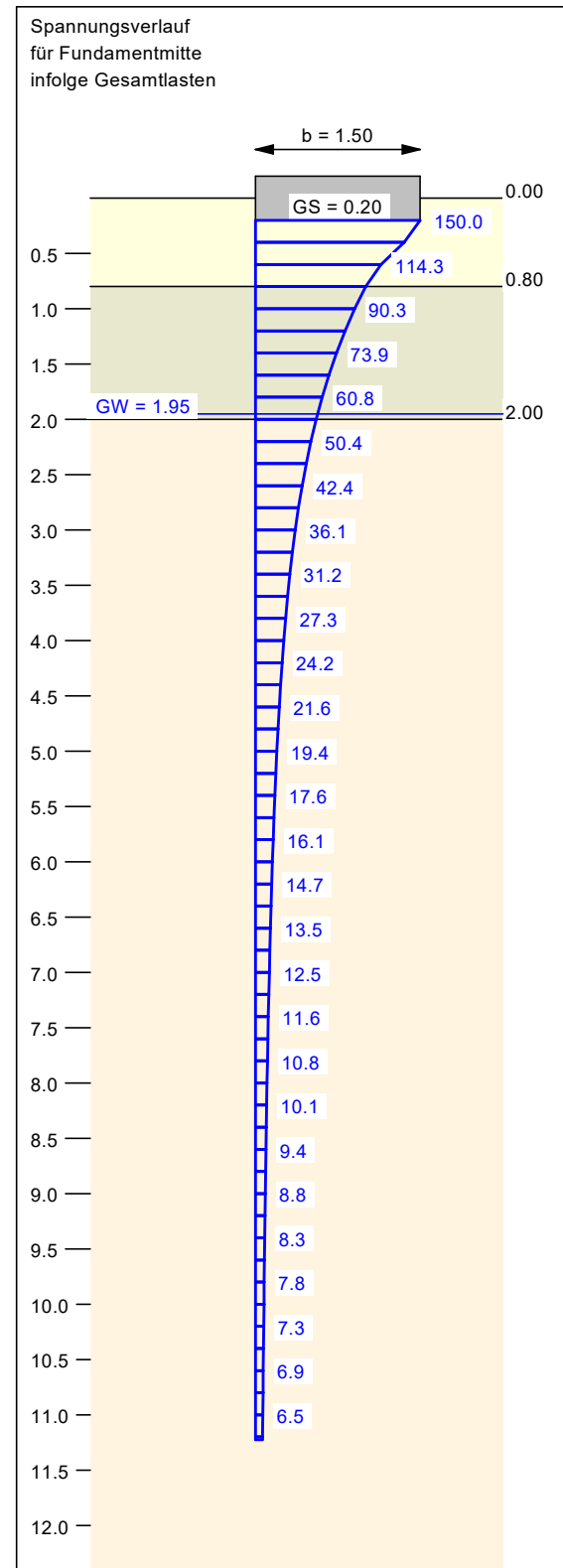
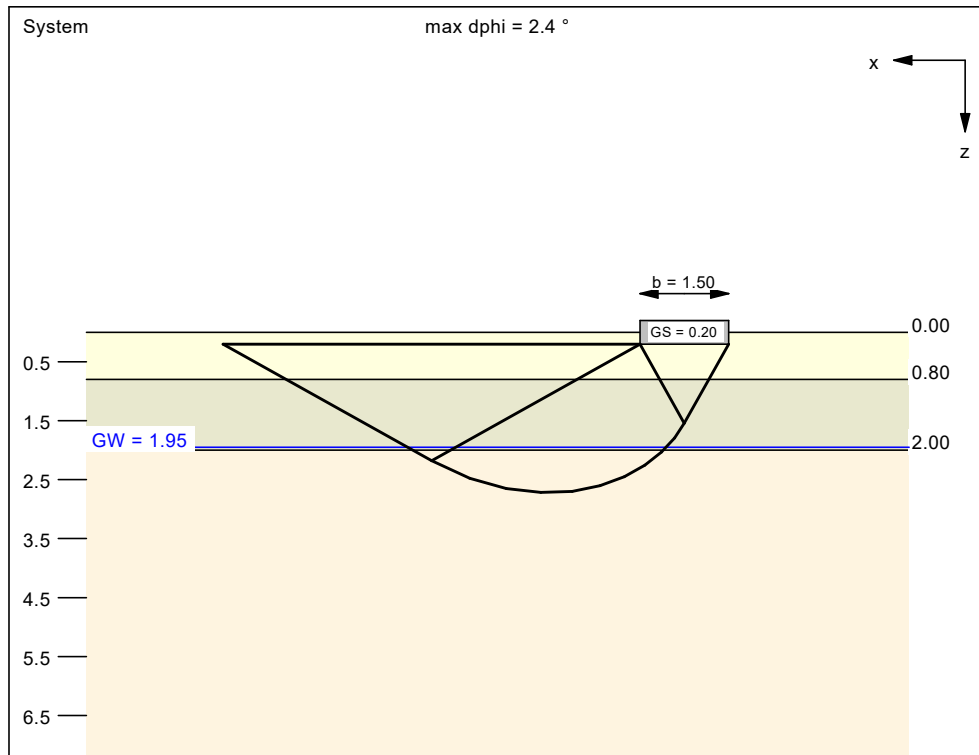
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{R,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_u [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
10.00	0.40	237.3	94.9	166.5	1.12	30.0	0.00	17.50	14.00	7.10	1.43	14.8
10.00	0.50	250.5	125.2	175.8	1.43	30.0	0.00	17.50	14.00	7.98	1.59	12.3
10.00	0.60	263.5	158.1	184.9	1.74	30.0	0.00	17.50	14.00	8.79	1.75	10.6
10.00	0.70	303.1	212.2	212.7	2.26	30.7	0.00	17.46	14.00	9.92	1.94	9.4
10.00	0.80	327.4	261.9	229.7	2.70	31.0	0.00	17.01	14.00	10.80	2.11	8.5
10.00	0.90	342.3	308.1	240.2	3.08	31.1 *	0.00	16.53	14.00	11.52	2.28	7.8
10.00	1.00	249.0	249.0	174.8	2.38	28.4 *	0.00	16.48	14.00	10.57	2.30	7.3

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{G,k} / (\gamma_{R,V} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{G,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{G,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	E [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	0.80	17.5	10.0	32.5	0.0	40.0	27.0	0.33	Füllsand
	2.00	17.5	10.0	30.0	0.0	25.0	16.9	0.33	Sand, lo
	>2.00	17.5	10.0	32.5	0.0	50.0	33.7	0.33	Sand, md

Berechnung erfolgt mit E und ν $[E = (1 - \nu - 2 \cdot \nu^2) / (1 - \nu) \cdot E_s]$

5754-2022-BGG Meppener Straße 131, 49808 Lingen
Sohlplatte (Ersatzstreifen b = 1,5 m)



Berechnungsgrundlagen:
5754-2022 RKS 3
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
Gründungssohle = 0.20 m
Grundwasser = 1.95 m
Grenztiefe mit p = 5.0 %
- - - - - 1. Kernweite
- - - - - 2. Kernweite

Ergebnisse Einzelfundament:
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k} = 2250.00 / 0.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Länge a = 10.000 m
Breite b = 1.500 m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge a' = 10.000 m
Breite b' = 1.500 m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge a' = 10.000 m
Breite b' = 1.500 m

cal $\sigma_0 = 3.50$ kN/m²
UK log. Spirale = 2.72 m u. GOK
Länge log. Spirale = 10.38 m
Fläche log. Spirale = 13.67 m²
Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{c0} = 34.26$; $N_{d0} = 22.06$; $N_{b0} = 12.94$
Formbeiwerte (x):
 $\nu_c = 1.082$; $\nu_d = 1.079$; $\nu_b = 0.955$

Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe $t_g = 11.22$ m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 1.10 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 1.10 cm
rechts oben = 1.10 cm
links unten = 1.10 cm
rechts unten = 1.10 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 0.0
Nachweis EQU:
Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stab} = 2250.0 \cdot 1.50 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 1518.8$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 1518.8 = 0.000$

Grundbruch:
Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 384.7 / 274.78$ kN/m²
 $R_{n,k} = 5770.41$ kN
 $R_{n,d} = 4121.72$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 2250.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 3037.50$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.737
cal $\varphi = 31.6^\circ$
cal c = 0.00 kN/m²
cal $\gamma_2 = 16.26$ kN/m³

