



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

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

Beratende Geowissenschaftler BDG und Sachverständige

Orientierende Baugrunduntersuchung und Versickerungsuntersuchung

Projekt: 5709-2022

**Bebauungsplan Nr. 119, Baugebiet
„Westlich der Schule“,
49808 Lingen (Ems), OT Holthausen**

Auftraggeber: Stadt Lingen(Ems)
Elisabethstr. 14-16
49808 Lingen (Ems)

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: 05. August 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	3
2	Allgemeine geologische, bodenkundliche und hydrogeologische Verhältnisse	3
3	Durchführung der Untersuchungen	3
3.1	Rammkernsondierungen (RKS)	4
3.2	Leichte Rammsondierungen (DPL-10)	4
3.3	Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert)	4
4	Ergebnisse der Untersuchungen	5
4.1	Bodenschichtung	5
4.2	Grund- und Schichtwasserverhältnisse	6
4.3	Ermittelte Wasserdurchlässigkeit	7
5	Bautechnische Beurteilung des Untergrundes	7
5.1	Festigkeit und Verformungsverhalten	7
5.2	Kennwerte für erdstatische Berechnungen	9
5.3	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und Bettungsmodul	10
6	Allgemeine Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung	10
7	Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung für die Verkehrsflächen	12
8	Bauwasserhaltung	14
9	Eignung des Untergrundes zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser	14

10 Schlusswort.....	15
---------------------	----

1 Vorgang und Allgemeines

Das Büro für Geowissenschaften M&O GbR (Spelle und Sögel) wurde von der Stadt Lingen mit der Durchführung von orientierenden Baugrunduntersuchungen und der Durchführung von Versickerungsuntersuchungen im Bereich des Bebauungsplanes Nr. 119, Baugebiet „Westlich der Schule“ im Ortsteil Holthausen beauftragt. Das Untersuchungsgebiet befindet sich auf den Flurstücken 155/8 und 163/9 der Flur 10 der Gemarkung Biene.

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 anthropogenen Plaggenauflagen (Feinsand, humos), welche von holozänen Flugsanden (Feinsand, mittelsandig, grobsandig) unterlagert werden. Die Flugsande werden laut Geologischer Karte 1:25.000 im Nordteil des Untersuchungsgebietes von holozänen fluviatilen Fein- und Mittelsanden, im Südteil von holozänen Auelehmen (Fein- bis Mittelsand, teils schwach humos, teils grobsandig, teils eisenschüssig) unterlagert.

Gemäß der Bodenübersichtskarte 1:50.000 ist im Plangebiet der Bodentyp Mittlerer Plaggenesch, unterlagert von Podsol, zu erwarten.

Der mittlere Grundwasserspiegel ist im Untersuchungsgebiet entsprechend der Hydrogeologischen Karte 1:50.000 bei ca. >15 bis 17,5 mNHN zu erwarten. Aus der Geländehöhe im Plangebiet von ca. 18,7 bis 19,7 mNHN folgt ein mittlerer Grundwasserflurabstand von ca. 1,2 bis 4,7 m.

3 Durchführung der Untersuchungen

Die Durchführung der Untersuchungen auf dem Baufeld erfolgte am 28. und 29.06.2022. 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 Hydrantendeckel auf der angrenzenden Südeschstraße gewählt. Die räumliche Lage der Sondierungspunkte wurde auf die Grundstücksgrenzen eingemessen.

3.1 Rammkernsondierungen (RKS)

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden fünf Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 5) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine Tiefe von 5 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 Leichte Rammsondierungen (DPL-10)

Es wurden zusätzlich drei leichte Rammsondierungen (DPL 3 bis DPL 5) nach DIN EN ISO 22476-2 neben den Ansatzpunkten der Rammkernsondierungen RKS 3 bis RKS 5 bis in eine Tiefe von jeweils 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.

Zum Nachweis einer mittleren Lagerungsdichte sind bei nichtbindigen Böden Schlagzahlen der DPL 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 an den Standorten RKS 3 und RKS 5 über je einen Versickerungsversuch (VU 3 u. VU 5) im Bohrloch mittels Feldpermeameter ermittelt. Hierzu wurde neben den Ansatzpunkten der Rammkernsondierungen jeweils eine Bohrung mit dem Edelman-Bohrer abgeteuft ($\varnothing = 7$ cm). Die Messung erfolgte in einer Tiefe von 1,0 bis 1,1 m (VU 3) bzw. 0,8 bis 0,9 m unter GOK (VU 5) 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 wurden humose Oberböden (Feinsand, humos, zur Tiefe schwach humos, mittelsandig, überwiegend schwach schluffig) bis in Tiefen von 0,55 m (RKS 1) bis max. 1 m unter GOK (RKS 3) erbohrt. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass es sich bei den im Untersuchungsgebiet vorliegenden Oberböden um tiefgepflügte Böden handelt. **Humose Bodenbereiche können im Plangebiet daher ggf. noch deutlich tiefer reichen, als in den Rammkernsonden aufgeschlossen.**

Die humosen Oberböden werden an allen Aufschlusspunkten bis zur jeweiligen Aufschlussendtiefe von ca. 5 m unter GOK durch stark mittelsandige, sehr schwach grobsandige bis schwach grobsandige Feinsande unterlagert.

Entsprechend den Schlagzahlen der leichten Rammsonde liegen die durchteuften humusfreien Sande in mitteldichter Lagerung vor.

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

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

Tabelle 1: Einteilung im Homogenbereiche

Homogen- bereich	aufgeschlossen in	Tiefenbereich [m unter GOK]		Bodenart
		Schicht- oberkante	Schicht- unterkante	
1	RKS 1 bis RKS 5	0	0,55 – 1,00 (ggf. tiefer)	(tiefgepflügter) humoser Oberboden: Feinsand, schwach humos bis humos, mittelsandig, teils schwach schluffig
2	RKS 1 bis RKS 5	0,55 – 1,00 (ggf. tiefer)	≥5	humusfreie Sande: Feinsand, stark mittelsandig, sehr schwach grobsandig bis schwach grobsandig

4.2 Grund- und Schichtwasserverhältnisse

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

Tabelle 2: Lage des Grundwasserspiegels

Messpunkt	Lage des Grundwasserspiegels (25.01.2021)		prognostizierter mittlerer Grundwasserhochstand	
	[m unter GOK]	[m rel. Höhe]	[m unter GOK]	[m rel. Höhe]
RKS 1	2,05	-1,78	1,55	-1,28
RKS 2	1,67	-1,80	1,17	-1,30
RKS 3	2,10	-1,81	1,60	-1,31
RKS 4	2,15	-1,78	1,65	-1,28
RKS 5	2,03	-1,76	1,53	-1,26

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 zu erwarten, dass der mittlere Grundwasserhochstand (relevant zur Bemessung von Versickerungsanlagen) ca. 0,5 m über den gemessenen Werten, d.h. bei ca. -1,3 m rel. Höhe bezogen auf den Höhenfestpunkt, liegt. Es muss außerdem damit gerechnet werden, dass in extrem niederschlagsreichen Witterungsperioden der maximale Grundwasserhöchststand (Bemessungswasserstand) ca. 1 m über den gemessenen Werten, d.h. bei ca. -0,8 m rel. Höhe bezogen auf den Höhenfestpunkt, liegen kann.

Aufgrund eines am Südrand des Untersuchungsgebietes verlaufenden Vorfluters (Kreuzbach) ist unter extrem niederschlagsreichen Witterungsbedingungen mit einer raschen Änderung des Grundwasserspiegels im Untersuchungsgebiet zu rechnen.

4.3 Ermittelte Wasserdurchlässigkeit

Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Wert) an den Untersuchungspunkten RKS 3 / VU 3 und RKS 5 / VU 5 sind als Anlage 4 dem Bericht beigelegt. Die gemessenen k_f -Werte sind 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 3 (RKS 3)	Feinsand, stark mittelsandig, sehr schwach grobsandig	1,0 bis 1,1	$5,0 \times 10^{-5}$ m/s
VU 5 (RKS 5)	Feinsand, stark mittelsandig, schwach grobsandig	0,8 bis 0,9	$5,4 \times 10^{-5}$ m/s

5 Bautechnische Beurteilung des Untergrundes

5.1 Festigkeit und Verformungsverhalten

Generell können den einzelnen Homogenbereichen die in Tabelle 4 aufgeführten bautechnischen Eigenschaften zugeordnet werden. Die Bewertung bzw. Einstufung beruht dabei auf Angaben der DIN 18196 sowie eigener Beurteilung.

Tabelle 4: Übersicht über die bautechnischen Eigenschaften des erkundeten Untergrunds

Allgemeine Beurteilung			
Homogenbereich		1	2
Bodenart		humoser Oberboden: Feinsand, schwach humos bis humos, mittelsandig, teils schwach schluffig	(tiefgepflügter) humusfreie Sande: Feinsand, stark mittelsandig, sehr schwach grobsandig bis schwach grobsandig
aufgeschlossen in		RKS 1 bis RKS 5	RKS 1 bis RKS 5
Tiefenbereich unter GOK [m]	OK	0	0,55 – 1,00 (ggf. tiefer)
	UK	0,55 – 1,00 (ggf. tiefer)	≥5
Lagerungsdichte		sehr locker bis mitteldicht	mitteldicht
Bodengruppen nach DIN 18196		OH	SE
Bodenklasse nach DIN 18300		1	3
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 2017		F2 – F3	F1
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE-StB 2017		k.A.	V1
abgeschätzter Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]		1×10^{-5} bis 1×10^{-4} m/s	5×10^{-5} bis 5×10^{-4} m/s
Bautechnische Eigenschaften ^{A)}			
Scherfestigkeit		mittel	groß
Verdichtungsfähigkeit		schlecht bis mäßig	gut bis mittel
Zusammendrückbarkeit		groß	gering
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit		groß	mittel
Frostempfindlichkeit		groß bis mittel	gering bis sehr gering
Bautechnische Eignung ^{A)}			
Baugrund für Gründungen		ungeeignet	geeignet

A) Einstufung nach DIN 18196 und eigener Beurteilung

5.2 Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Nach den Untersuchungsergebnissen sowie den Angaben der DIN 1055 für vergleichbare Bodenarten können vorläufig die folgenden, in Tabelle 5 angegebenen Bodenkennwerte für überschlägige Berechnungen im Rahmen der Entwurfsplanung angenommen werden.

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

Tabelle 5: Bodenkennwerte nach DIN 1055-2 und Erfahrungswerte für den Steifemodul

Homogen-bereich	Bodenart	Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
1	OH	17,0	9,5	30,0	keine	k.A.
2	SE	17,0 – 18,0	9,0 – 10,0	32,5	keine	40 – 60

5.3 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und Bettungsmodul

Der Lastabtrag der Bauwerke erfolgt bei einem Abtrag des humosen Oberbodens (Boden des Homogenbereiches 1) voraussichtlich über die Böden des Homogenbereiches 2 sowie ggf. über eine eingebrachte Schicht aus humusfreiem, 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 5.2 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. **Es handelt sich hierbei um überschlägig ermittelte Werte, die für jeden Standort bauwerksbezogen nochmals gezielt geprüft werden sollten.**

Es kann im Rahmen der Entwurfsplanung unter Voraussetzung einer mind. mitteldichten Lagerungsdichte der eingebauten Böden für **Streifenfundamente** mit einer Einbindetiefe von 0,8 m unter GOK (frostsichere Gründungtiefe) und einer Breite von 0,4 bis 0,6 m überschlägig ein **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** von $\sigma_{R,d} = 318 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Hierbei sind Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen in der Größenordnung von bis zu 1 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).

Es kann im Rahmen der Entwurfsplanung für die Bemessung von **Plattengründungen** 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 Gebäudes, den tatsächlichen Bauwerkslasten und dem am Gründungsstandort vorhandenen Baugrundaufbau abhängt. **Der Bettungsmodul sollte nach Ermittlung der tatsächlichen Bauwerkslasten nochmals geprüft werden.**

6 Allgemeine Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung

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

Aufgrund der großen Distanz zwischen den Bohrpunkten kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Baugrundverhältnisse außerhalb der Untersuchungspunkte z.T. stark von der aufgeschlossenen Bodenschichtung abweichen können. Die vorliegende Gründungsempfehlung hat daher nur **orientierenden Charakter**. Insbesondere kann nicht ausgeschlossen werden, dass es sich bei den aufgeschlossenen Böden des Homogenbereiches 1 ggf. um tiefgepflügte Böden handelt. In diesem Fall können humose Bodenbereiche teilweise noch deutlich tiefer reichen, als mit den Rammkernsondierungen nachgewiesen werden konnte. Zudem können die Lagerungsdichten der anstehenden sandigen Böden kleinräumig variieren. **Es sollten daher nach Vorliegen konkreter Bebauungspläne nochmals objektbezogene Baugrunduntersuchungen ergänzt werden.**

Die aufgeschlossenen Böden lassen eine konventionelle Flachgründung von Hochbaumaßnahmen grundsätzlich zu. Zur Herstellung eines tragfähigen Planums sind die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen durchzuführen.

Der humushaltige Boden des Homogenbereiches 1 ist für den Abtrag von Bauwerkslasten als ungeeignet zu bewerten und sollte daher im Gründungsbereich vollständig ausgekoffert und ggf. durch geeigneten Füllsand (s.u.) ersetzt werden. Zudem sollten potentiell im Aushubplanum anstehende weichkonsistente lehmige Böden (vgl. Kap. 2, Angaben aus Geologischer Karte 1:25.000) ebenfalls abgetragen und durch geeigneten Füllboden ersetzt werden.

In Abhängigkeit von der Aushubtiefe und der vorgesehenen Einbindetiefe der Gewerke (Bodenplatte bzw. Fundamente) muss im Zuge der Aushubarbeiten ein seitlicher Überstand entsprechend der ausgekofferten Tiefe beachtet werden (Lastausbreitungswinkel 45°), d.h. erfolgt der Erdaushub (Bodenaustausch) z.B. bis zu 1 m unterhalb der Gründungsebene (Einbindetiefe Fundamente), sollte der Aushub (Bodenaustausch) auch mit einem seitlichen Überstand von 1 m über die Außenkante der Gewerke hergestellt werden. Bei den Aushubarbeiten sind die Vorgaben der DIN 4123 zu beachten.

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 $\beta \geq 45^\circ$ bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden nicht überschritten werden. Bei mind. steif konsistenten, bindigen Böden ist ein Böschungswinkel von $\beta \leq 60^\circ$ einzuhalten.

Ausgekoffertes Material ist ggf. bis zur Sollhöhe des Planums durch geeignetes Material (humusfreies, verdichtungsfähiges, frostunempfindliches, kornabgestuftes Material, z.B. Bodengruppen SE, SI, SW nach DIN 18196) zu ersetzen, welches lagenweise einzubauen und in 6 - 10 Übergängen, bei einer Schüttstärke von max. je 0,4 m mit geeignetem Gerät auf mindestens mitteldichte Lagerung zu verdichten ist. Nach durchgeführten

Verdichtungsarbeiten ist auf dem Sandplanum ein Verdichtungsgrad von $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ oder $D_{Pr} \geq 98\%$ nachzuweisen.

Für die erforderlichen Erdarbeiten ist ein Abstand zum Grund- bzw. Schichtwasserspiegel von mind. 0,5 m einzuhalten (siehe Kap. 8 Bauwasserhaltung).

Die Gründung der Fundamente sollte in frostsicherer Tiefe von mind. 0,8 m unter GOK erfolgen.

Es muss damit gerechnet werden, dass in extrem niederschlagsreichen Witterungsperioden der maximale Grundwasserhöchststand (Bemessungswasserstand) ca. 1 m über den gemessenen Werten, d.h. bei ca. -0,8 m rel. Höhe bezogen auf den Höhenfestpunkt, liegen kann (vgl. Kap. 4.2 Grund- und Schichtwasserverhältnisse).

Für erdberührte Gewerke, welche oberhalb des Bemessungswasserstandes einbinden, kann eine Abdichtung entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W1-E „Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden“ gemäß DIN 18533-1 Abs. 8.5 (ggf. in Kombination mit einer funktionsfähigen Dränung nach DIN 4095) erfolgen.

Für erdberührte Gewerke, welche unterhalb des Bemessungswasserstandes einbinden, sollte die Bauwerksabdichtung entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E „Drückendes Wasser (Grundwasser, Hochwasser, Stauwasser)“ gemäß DIN 18533-1 Abs. 8.6.1 erfolgen.

7 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 Bk1,0 für die Verkehrsflächen ausgegangen. Gemäß der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) liegt das Baufeld in der Frosteinwirkungszone I.

Im Hinblick auf die große Distanz zwischen den Bohrpunkten und dem möglichen Vorliegen tiefgepflügter Oberböden hat die vorliegende Baugrundbeurteilung lediglich **orientierenden Charakter. Nach dem Vorliegen konkreter Bebauungspläne sollten daher verkehrsflächenbezogene Aufschlüsse ergänzt werden**

Im Gründungsbereich der Verkehrsflächen sollten oberflächennah anstehende humushaltige Oberböden sowie ggf. anstehende weichkonsistente lehmige Böden abgetragen 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 Bk1,0 erfolgen (siehe Tabelle 6):

Tabelle 6: Empfohlener Aufbau entsprechend RStO 12 (Tafel 1, Zeile 5, Bk1,0) bei Bauweise mit Asphaltdecke

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

Alternativ kann der Aufbau für die Verkehrsflächen entsprechend RStO 12 bei einer Bauweise mit einer Pflasterdecke nach Tafel 3, Zeile 3, für die Belastungsklassen Bk1,0 erfolgen (siehe Tabelle 7):

Tabelle 7: Empfohlener Aufbau entsprechend RStO 12 (Tafel 3, Zeile 3, Bk1,0) bei Bauweise mit Pflasterdecke

Einbauschicht	Geforderter Verformungsmodul E_{v2} [MN/m ²]	Einbaustärke [cm]
Pflasterdecke	-	8
Bettung	-	4
Schottertragschicht	150	30
Schicht aus frostunempfindlichem Material	80	13
Planum	45	-
Gesamtstärke frostsicherer Oberbau	-	55

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.

8 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 bei hohen Grundwasserständen voraussichtlich unter dem Schutz einer Wasserhaltung erfolgen. Hierzu kann beispielsweise eine offene Wasserhaltung mit Pumpensumpf oder eine Horizontaldrainage vorgehalten werden.

Das anfallende Grund- bzw. Tagwasser nach Einholen einer entsprechenden wasserrechtlichen Erlaubnis z.B. in einen nahegelegenen Vorfluter bzw. die Kanalisation abzuleiten.

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

9 Eignung des Untergrundes zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser

Im untersuchten Areal wurde in den Aufschlussbohrungen RKS 3 und RKS 5 oberflächennah wasserdurchlässige Feinsande aufgeschlossen. Auf Grundlage der vorliegenden Aufschlussdaten sowie im Hinblick auf den zu erwartenden mittleren Grundwasserhöchststand (Bemessungswasserstand) ist das untersuchte Areal im aktuellen Zustand der Fläche für die dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser grundsätzlich 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 die untersuchten (humusfreien) Sande ein k_f -Wert von rd. 5×10^{-5} m/s angesetzt werden.

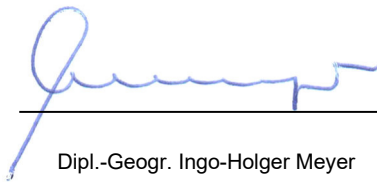
Aufgrund der variierenden Grundwasserflurabstände sowie der großen Distanz zwischen den Untersuchungspunkten wird empfohlen, die Bodenverhältnisse am geplanten Standort für eine Versickerungsanlage nochmals gezielt zu prüfen.

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, 05. August 2022



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



M.Sc. Biogeowiss. Heiner Helmer

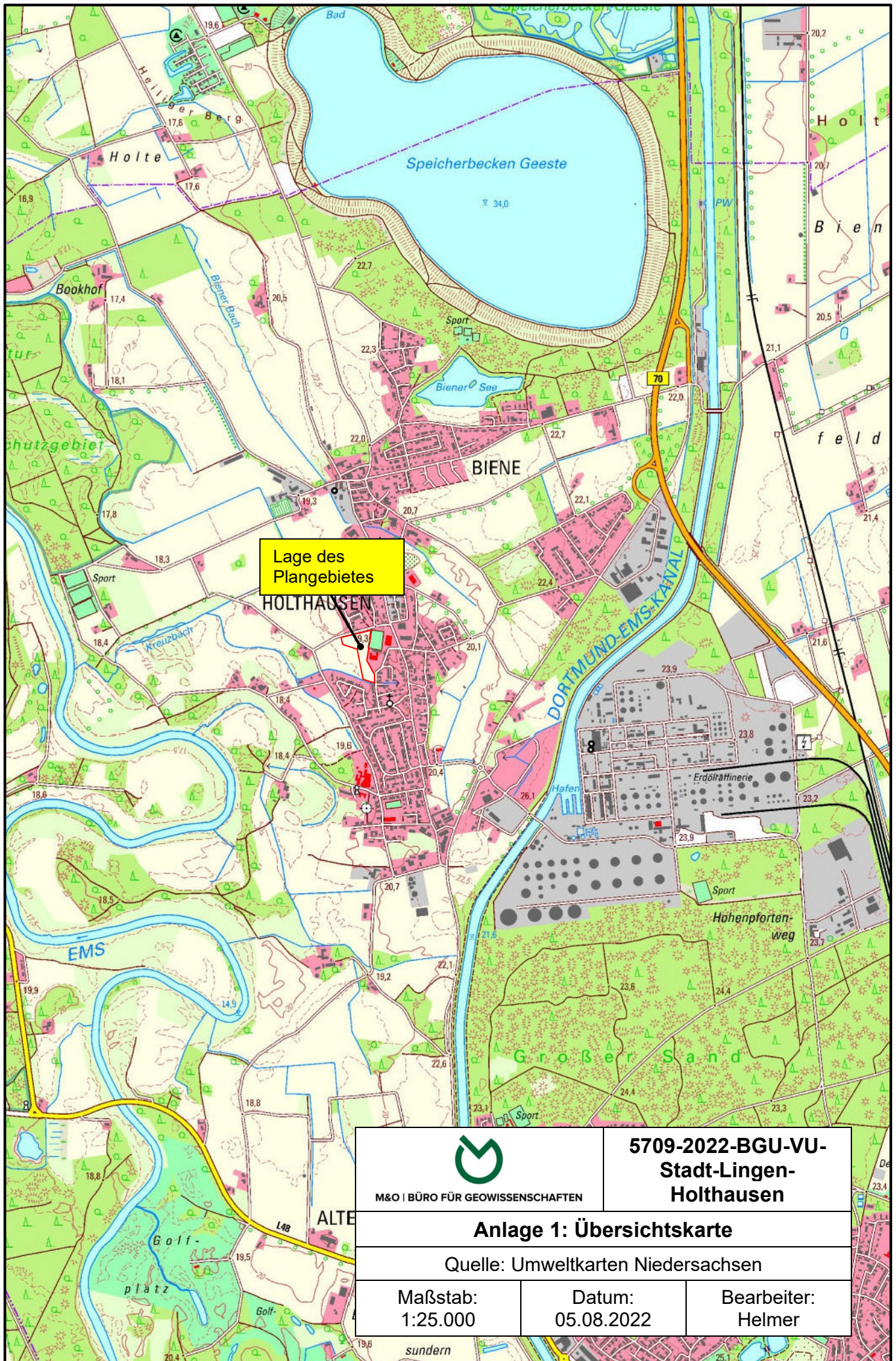
Literatur

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.

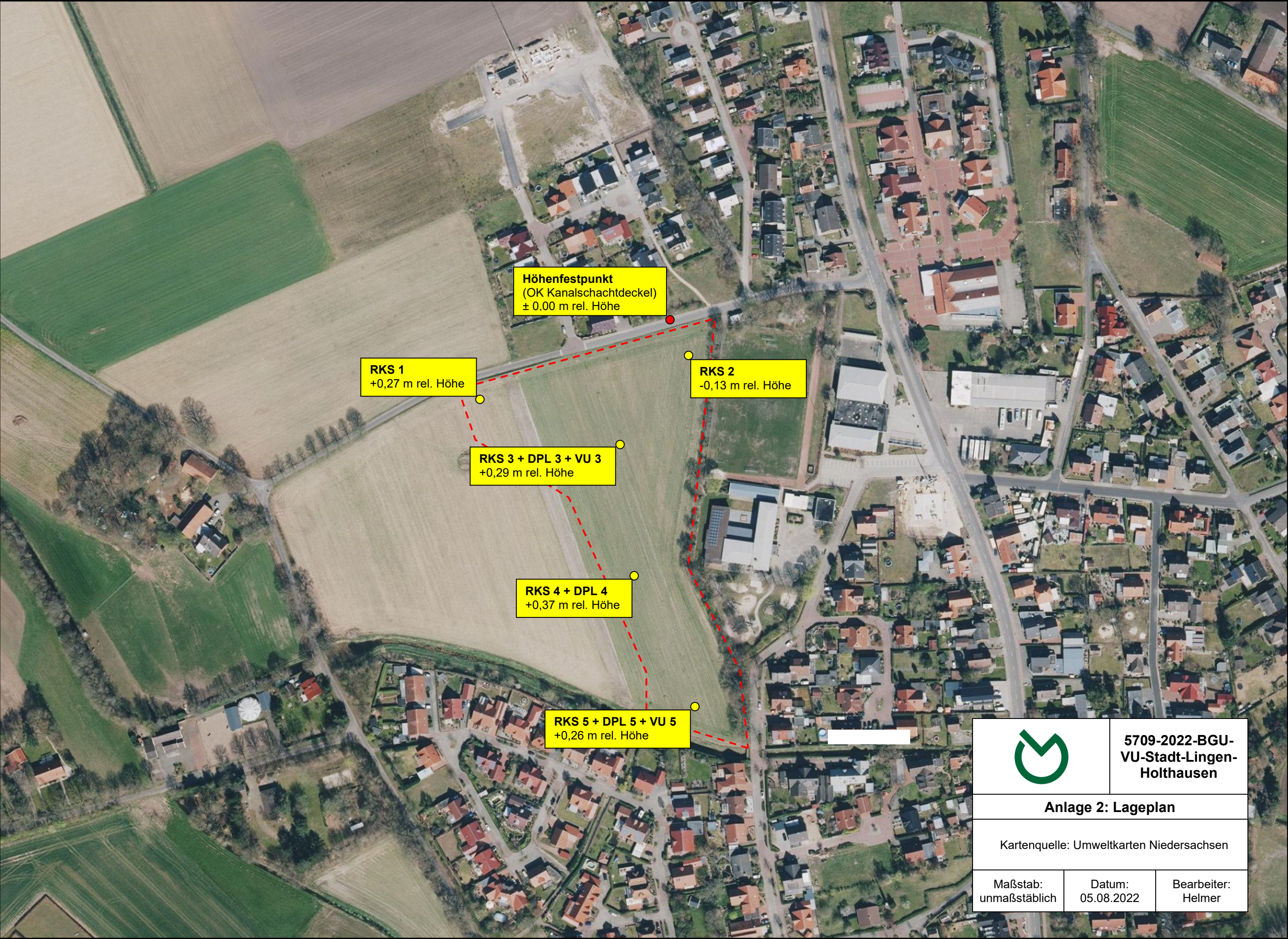
Anlagen

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

Anlage 1: Übersichtskarte

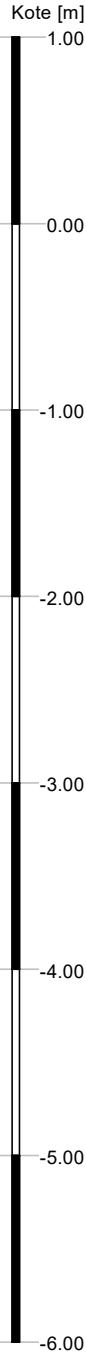


Anlage 2: Lageplan der Untersuchungspunkte



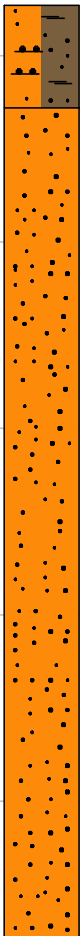
	5709-2022-BGU- VU-Stadt-Lingen- Holthausen	
Anlage 2: Lageplan		
Kartenquelle: Umweltkarten Niedersachsen		
Maßstab: unmaßstäblich	Datum: 05.08.2022	Bearbeiter: Helmer

Anlage 3: Bohrprofile der Rammkernsondierungen und Rammsondierdiagramme



RKS 1

+0,27 m



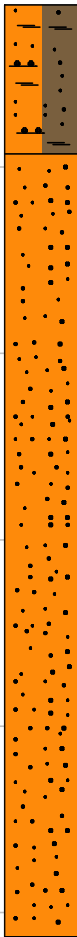
Feinsand, humos,
mittelsandig, schwach
schluffig, graubraun (OH)
0.55

Feinsand, stark
mittelsandig, sehr
schwach grobsandig,
beige - hellgrau (SE)

gemäß DIN EN ISO 22475-1

RKS 2

-0,13 m



Feinsand, humos,
mittelsandig, schwach
schluffig, graubraun (OH)
0.80

Feinsand, stark
mittelsandig, sehr
schwach grobsandig,
beige - hellgrau (SE)

gemäß DIN EN ISO 22475-1



2.05
28.06.2022 Grundwasserspiegel und Messdatum



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

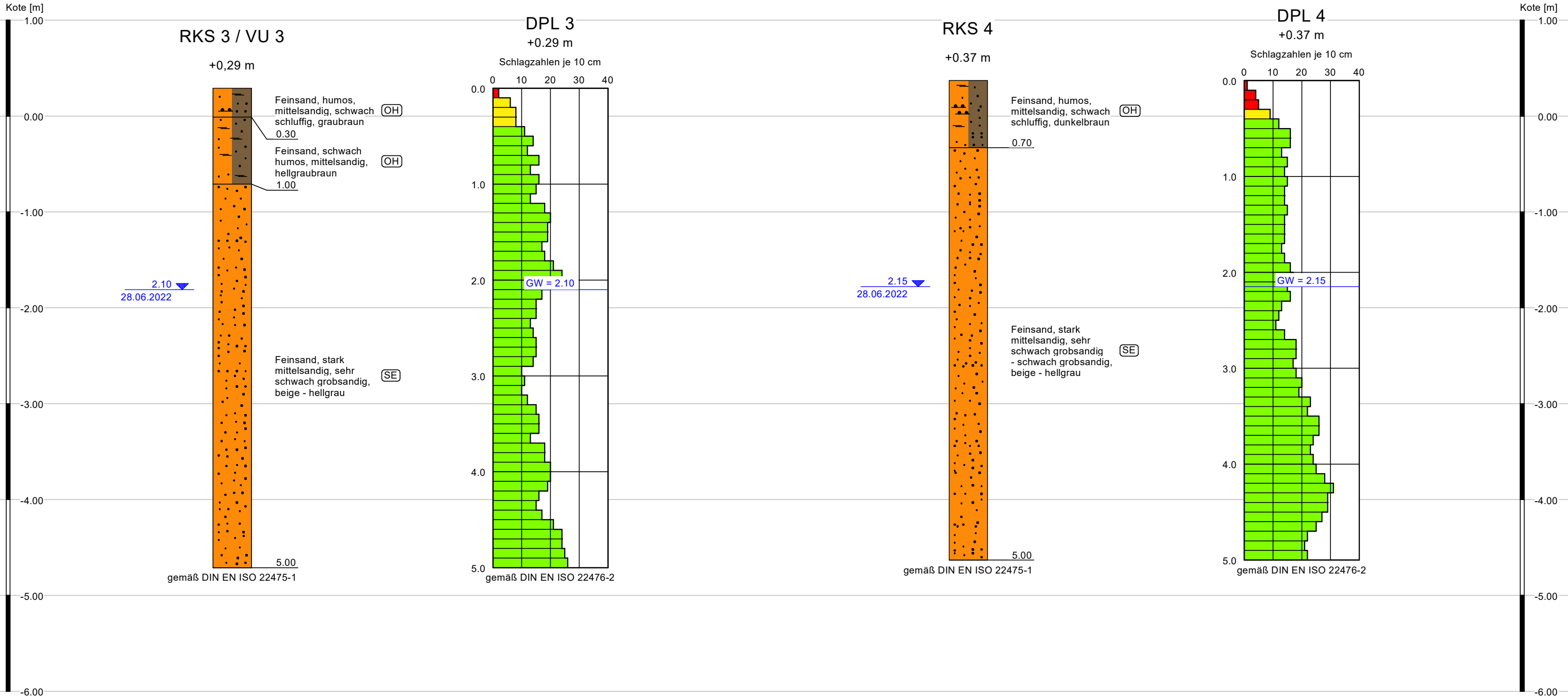
Projekt: 5709-2022-BGU-VU-
Stadt-Lingen-Holthausen

Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme

Maßstab: Höhe: 1:40

Datum: 05.08.202

Bearbeiter: Helmer



2.05 28.06.2022 Grundwasserspiegel und Messdatum



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

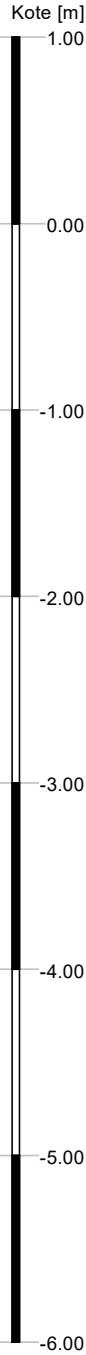
Projekt: 5709-2022-BGU-VU-
Stadt-Lingen-Holthausen

Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme

Maßstab: Höhe: 1:40

Datum: 05.08.2022

Bearbeiter: Helmer



RKS 5 / VU 5

+0.26 m

2.03
28.06.2022

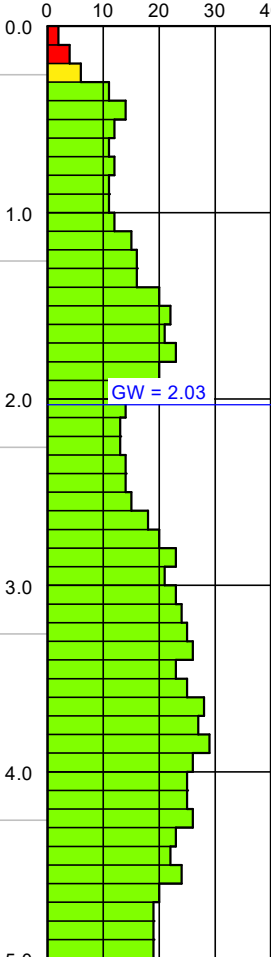


gemäß DIN EN ISO 22475-1

DPL 5

+0.26 m

Schlagzahlen je 10 cm



gemäß DIN EN ISO 22476-2

GW = 2.03



2.05
28.06.2022 Grundwasserspiegel und Messdatum



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

Projekt: 5709-2022-BGU-VU-
Stadt-Lingen-Holthausen

Anlage 3
Bohrprofile und Rammsondierdiagramme

Maßstab: Höhe: 1:40
Datum: 05.08.2022 Bearbeiter: Helmer

Anlage 4: Ergebnisse der Versickerungsversuche

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

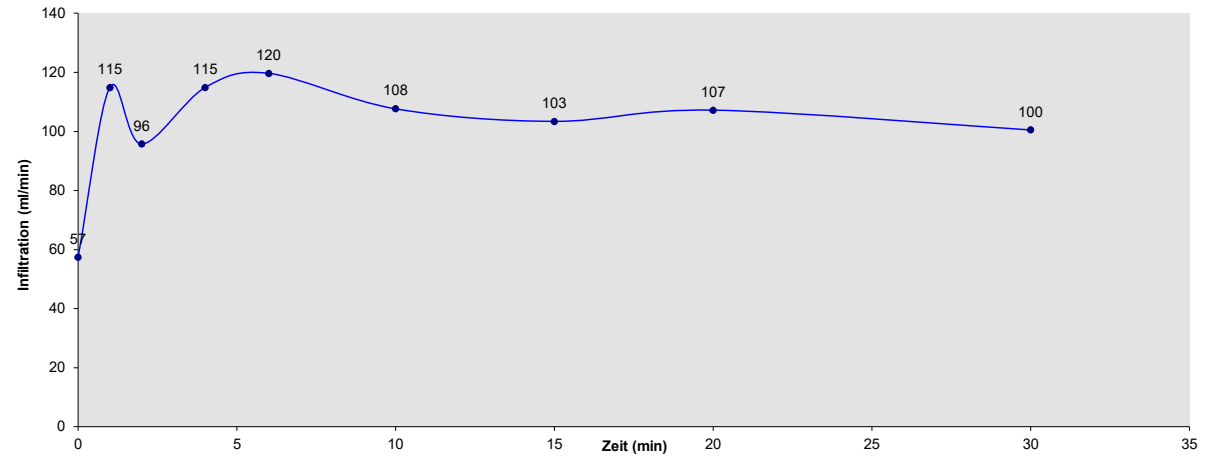
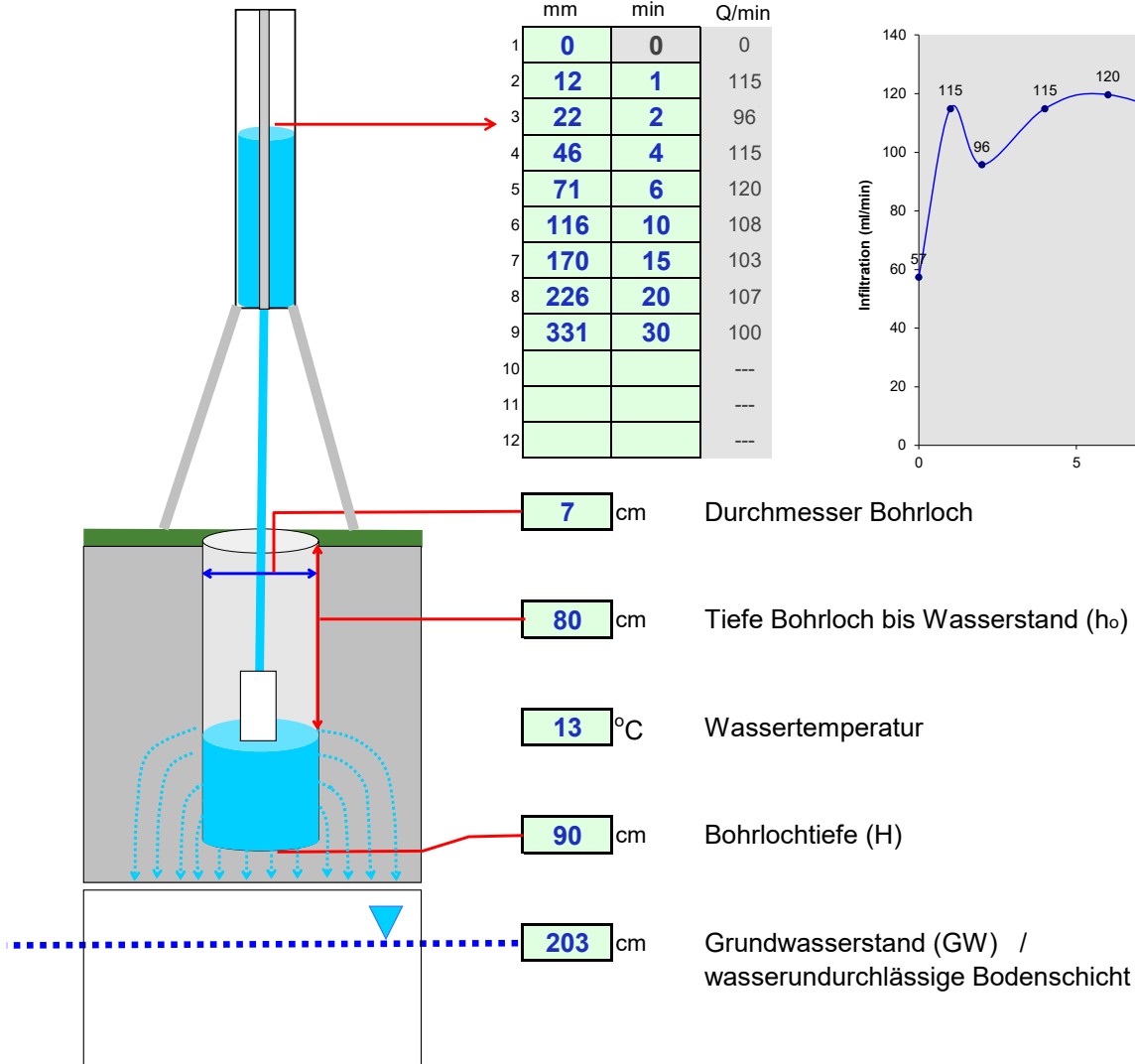
Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

Projekt: 5709-2022 (Anlage 4)

Test: VU 3 (RKS 3)

Datum: 05.08.2022

Bearbeiter: Helmer



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q" 1,67 ml/sec Durchm.(mm): 110
100,5 ml/min

Radius-Bohrloch "r" 4 cm

Wert "h₀" 80 cm

Wert "h" = H-h₀ 10 cm

Wert "S" = GW-H 113 cm

Viskosität 1,2 Wasserviskosität im Bohrloch

Wasserviskosität bei 20°C

WAHR 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 $S < 2h$:

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

K_r-Wert: 2,5 * 10⁻⁵ m/s
214,6 cm/Tag

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

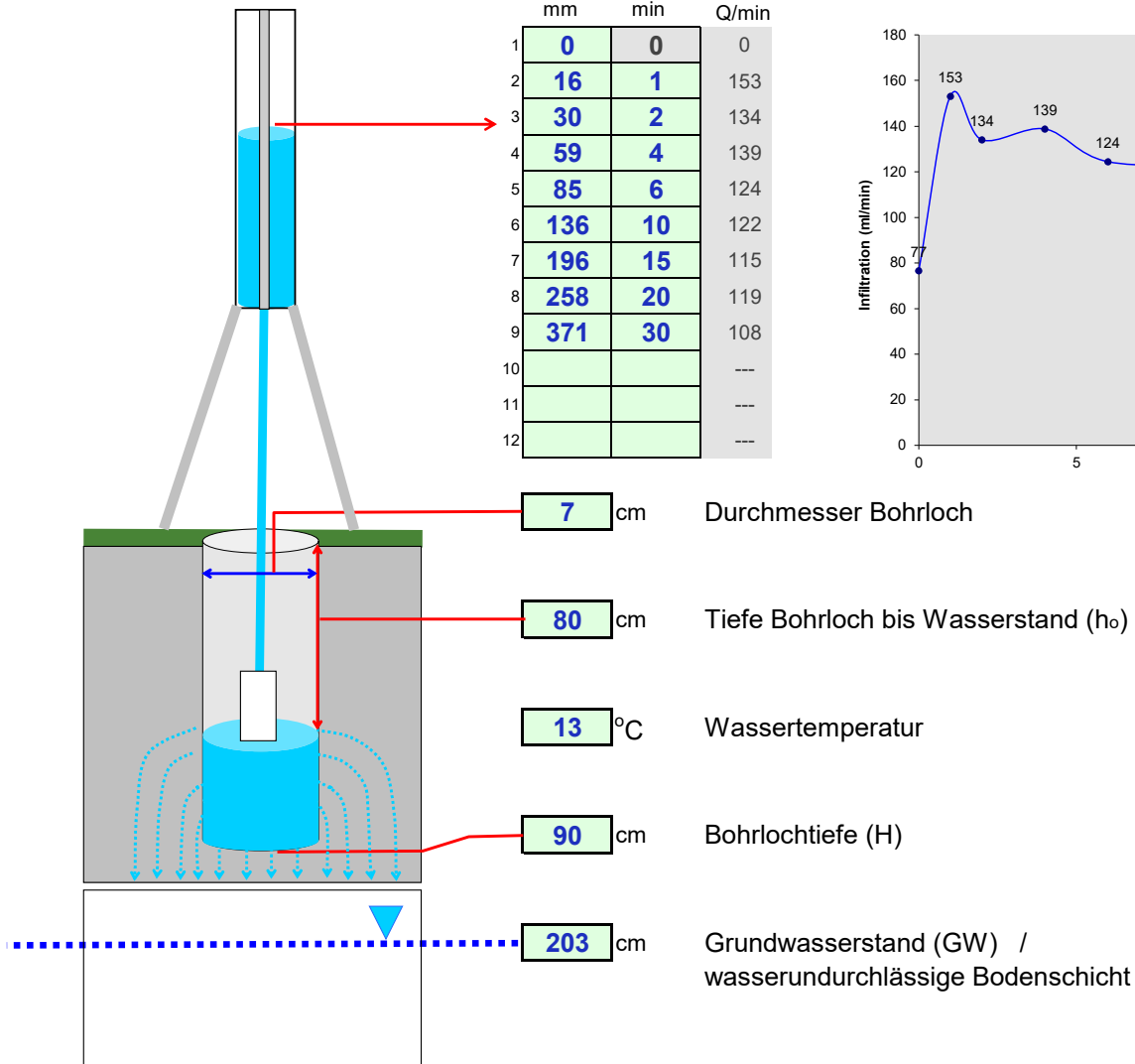
Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

Projekt: 5709-2022 (Anlage 4)

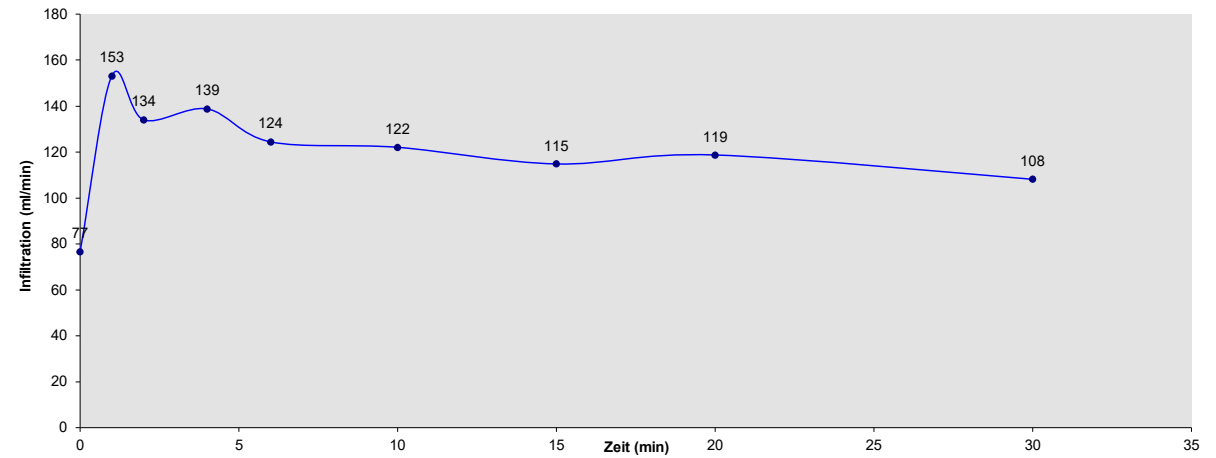
Test: VU 5 (RKS 5)

Datum: 05.08.2022

Bearbeiter: Helmer



	mm	min	Q/min
1	0	0	0
2	16	1	153
3	30	2	134
4	59	4	139
5	85	6	124
6	136	10	122
7	196	15	115
8	258	20	119
9	371	30	108
10			---
11			---
12			---



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q" 1,80 ml/sec Durchm.(mm): 110
108,1 ml/min

Radius-Bohrloch "r" 4 cm

Wert "h₀" 80 cm

Wert "h" = H-h₀ 10 cm

Wert "S" = GW-H 113 cm

Viskosität 1,2 Wasserviskosität im Bohrloch

Wasserviskosität bei 20°C

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

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: $2,7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
231,0 cm/Tag