



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Dipl.-Geograph Ingo-Holger Meyer

&

Dr. rer. nat. Mark Overesch

Beratende Geowissenschaftler BDG und Sachverständige

Orientierende Baugrunduntersuchung

Projekt: 4296-2020

Gewerbegebiet Erweiterung Teil IV „Lattensberg“ (BBP 67) in Esterwegen

Auftraggeber: Samtgemeinde Nordhümmling
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. Geowiss. Nadja Keuters

Datum: 05. August 2020

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	Leichte Rammsondierungen (DPL)	3
3.3	Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert)	3
4	Ergebnisse der Untersuchungen	3
4.1	Bodenschichtung	3
4.2	Grund- und Schichtwasserverhältnisse	4
4.3	Ermittelte Wasserdurchlässigkeit	5
5	Bautechnische Beurteilung des Untergrundes	5
5.1	Festigkeit und Verformungsverhalten	5
6	Orientierende Baugrundbeurteilung	6
6.1	Gründungsempfehlung für die Gebäude	6
6.2	Gründungsempfehlung für die Verkehrsflächen	8
7	Eignung des Untergrundes zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser	9
8	Schlusswort	10

1 Vorgang und Allgemeines

Das Büro für Geowissenschaften M&O GbR (Spelle und Sögel) wurde durch die Samtgemeinde Nordhümmling mit der Durchführung einer orientierenden Baugrunduntersuchung für die Erweiterung des Gewerbegebietes „Lattensberg“ Teil IV (B-Plan Nr. 67) in Esterwegen beauftragt. Das Plangebiet umfasst das Flurstück 32 der Flur 53, Gemarkung Esterwegen (siehe Übersichtskarte in Anlage 1). Die Gesamtfläche des Plangebietes beträgt ca. 27.000 m². Zum Untersuchungsdatum wurde das Areal als Ackerfläche genutzt.

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 fluviatilen Fein- bis Grobsanden aus dem Weichsel-Glazial.

Gemäß der Bodenübersichtskarte 1:50.000 ist im Plangebiet Tiefumbruchboden zu erwarten.

Der mittlere Grundwasserspiegel ist im Untersuchungsgebiet entsprechend der Hydrogeologischen Karte 1:50.000 bei ca. >10,0 bis 12,5 m NHN zu erwarten. Aus der Geländehöhe im Plangebiet von ca. 12 bis 13 m NHN folgt ein mittlerer Grundwasserflurabstand von ca. 0 bis 3 m.

3 Durchführung der Untersuchungen

Die Durchführung der Untersuchungen auf dem Baufeld erfolgte am 03.07.2020. Die Lage der Untersuchungspunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 2 hervor.

Als Höhenfestpunkt (HFP) zur relativen Höheneinmessung der Sondierungspunkte wurde ein Kanalschachtdeckel auf der angrenzenden Straße „Lattensberg“ 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 5 m unter Geländeoberkante (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.

3.2 Leichte Rammsondierungen (DPL)

Es wurden zusätzlich neben den Ansatzpunkten der Rammkernsondierungen vier Rammsondierungen (DPL 1 bis DPL 4) mit der leichten Rammsonde (DPL-10) nach DIN EN ISO 22476-2 bis in eine 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 DPL-10 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 Bodens wurde am Standort der Rammkernsondierung RKS 1 über einen Versickerungsversuch (VU 1) 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 ca. 60 bis 70 cm 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 Rammkernsondierungen wurde ein (vermutlich tiefgepflügter) humoser Oberboden in einer Schichtstärke von max. 0,85 m vorgefunden. Der humose Oberboden setzt sich aus humosem, mittelsandigem Feinsand zusammen. In RKS 2 bis RKS 4 wurde innerhalb des humosen Oberbodens im Tiefenbereich von ca. 0,3 bis 0,8 m unter GOK eine humusfreie Schicht aus Fein- bis Mittelsanden vorgefunden. Es handelt sich hierbei vermutlich um einen sog. tiefgepflügten Oberboden, der ggf. noch tiefer reichen, als er in den Rammkernsondierungen aufgeschlossen wurde.

Unterhalb des humosen Oberbodens wurden schwach schluffige Fein- bis Mittelsande aufgeschlossen. Diese Sande wurden bis zur jeweiligen Endteufe der Sondierungsbohrungen vorgefunden.

Entsprechend den ermittelten Schlagzahlen der leichten Rammsonde liegen die Sande bis zu einer Tiefe von 0,3 bis 0,8 unter GOK in vorwiegend sehr lockerer bis lockerer Lagerungsdichte vor. Darunter liegen sie bis zur Aufschlussendtiefe von 5 m unter GOK 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 in Homogenbereiche

Homogenbereich	Tiefenbereich [m unter GOK]		Bodenart
	Schicht- oberkante	Schicht- unterkante	
1	0	bis max. 0,85	tiefgepflügter, humoser Oberboden: Feinsand, humos, mittelsandig mit Feinsand-Schichten
2	bis max. 0,85	≥5	Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig

4.2 Grund- und Schichtwasserverhältnisse

Der am 03.07.2020 in den Bohrlöchern der Rammkernsondierungen 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	03.07.2020	1,44	-2,26
RKS 2		1,58	-2,30
RKS 3		1,48	-2,18
RKS 4		1,38	-2,07

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

In extrem niederschlagsreichen Witterungsperioden kann der maximale Grundwasserhöchststand (Bemessungswasserstand) noch ca. 1 m über den gemessenen Werten, d.h. auf ca. -1,1 m rel. Höhe bezogen auf den Höhenfestpunkt, liegen.

Der mittlere Grundwasserhöchststand (relevant zur Bemessung von Versickerungsanlagen) ist etwa 0,5 m über den gemessenen Werten, d.h. bei etwa -1,6 m rel. Höhe bezogen auf den Höhenfestpunkt, zu erwarten.

4.3 Ermittelte Wasserdurchlässigkeit

Im Versickerungsversuch VU 1 wurde im schwach schluffigen, mittelsandigen Feinsand ein Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) von $2,0 \times 10^{-5}$ m/s ermittelt (Auswertung siehe Anlage 4).

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. Somit ergibt sich für den geprüften Sand ein k_f -Wert von 4×10^{-5} m/s.

5 Bautechnische Beurteilung des Untergrundes

5.1 Festigkeit und Verformungsverhalten

Generell können den einzelnen Homogenbereichen die in 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 des erkundeten Untergrunds

Allgemeine Beurteilung			
Homogenbereich		1	2
Bodenart		tiefgepflügter, humoser Oberboden: Feinsand, humos, mittelsandig mit humusfreien Feinsand-Schichten durchzogen	Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig
Tiefenbereich unter GOK [m]	OK	0	max. 0,85
	UK	bis max. 0,85 (tiefgepflügt)	≥5
Lagerungsdichte		sehr locker bis mitteldicht	vorwiegend mitteldicht
Bodengruppen nach DIN 18196 bzw. Kurzzeichen		OH, SE	SE, SU
Bodenklasse nach DIN 18300		1 – 3	3
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 2017		k.A.	F1 – F2
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE-StB 2017		k.A.	V1
Bautechnische Eigenschaften ^{A)}			
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 – 32,5
Kohäsion c' [kN/m ²]		keine	keine
Steifemodul E_s [MN/m ²]		k.A.	40 – 80
Bautechnische Eignung ^{A)}			
Baugrund für Gründungen		ungeeignet	gut geeignet

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

6 Orientierende Baugrundbeurteilung

6.1 Gründungsempfehlung für die Gebäude

Die Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung richtet sich nach dem, aus den Rammkernsondierungen und Rammsondierungen bekannten Bodenaufbau unter

geotechnischen Gesichtspunkten. Es handelt sich hierbei, um eine orientierende Gründungsempfehlung für Industriebauten.

Die im Gründungsbereich anstehenden Böden sind mit geeignetem Gerät bis zur Solltiefe (Einbindetiefe Fundamente bzw. Bodenplatte) auszuheben. Hierbei sollte im Gründungsbereich anstehender humoser Oberboden (Boden des Homogenbereiches 1) vollständig abgetragen und ggf. durch geeigneten Füllboden 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 Gründungsebene (Einbindetiefe Fundamente / Bodenplatte) muss der Bodenaustausch mit einem seitlichen Überstand von mind. 1 m über die Gewerke hinaus hergestellt werden.

Gemäß DIN 4124 darf beim Aushub von Baugruben mit einer Tiefe von mehr als 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 $\beta \geq 60^\circ$ einzuhalten.

Nach dem Auskoffern der oben beschriebenen Schichten sollten die im Aushubplanum anstehenden Sande mit geeignetem Gerät auf mindestens mitteldichte Lagerung nachverdichtet werden.

Sofern der Gründungsbereich aufgefüllt werden muss, sollte hierfür humusfreier, verdichtungsfähiger, frostunempfindlicher, kornabgestufter Boden (z.B. Bodengruppen SE, SW, SI gemäß DIN 18196) verwendet werden, welcher lagenweise einzubauen und in 4 - 6 Übergängen, bei Schüttstärken von max. je 0,4 m mit geeignetem Gerät auf mindestens mitteldichte Lagerung zu verdichten ist. Nach durchgeführten Verdichtungsarbeiten ist ein Verdichtungsgrad von $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ oder $D_{Pr} \geq 98 \%$ auf dem Planum nachzuweisen.

Die Fundamente sollten in frostsicherer Tiefe von mind. 0,8 m unter GOK einbinden.

Es muss damit gerechnet werden, dass der maximale Grundwasserhöchststand (Bemessungswasserstand) bis zu 1 m über dem zum Untersuchungszeitpunkt gemessenen Wert liegen kann. Für erdberührte Gewerke, welche mind. 0,3 m 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. Erdberührte Gewerke, welche unterhalb des Bemessungswasserstandes einbinden, sollten daher entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W2-E „Drückendes Wasser (Grundwasser, Hochwasser, Stauwasser)“ gemäß DIN 18533-1 Abs. 8.6.1 abgedichtet werden.

6.2 Gründungsempfehlung für die Verkehrsflächen

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

Der anstehende Boden ist bis zur vorgesehenen Planumshöhe abzutragen. Organische Böden (humoser Boden, d.h. humoser Boden mit einem Humusanteil von mehr als 3 M.-%) sind aufgrund zu erwartender hoher Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen nicht für den Lastabtrag von Verkehrsflächen geeignet und sollten im Gründungsbereich der Verkehrsflächen vollständig entfernt und durch geeigneten Füllboden (s.u.) ersetzt werden.

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

Ausgekoftertes Material ist gegebenenfalls bis zur Sollhöhe (Planum) durch geeignetes Material (humusfreies, verdichtungsfähiges, frostunempfindliches, kornabgestuftes Material, z.B. Bodengruppen SE, SW, SI gemäß DIN 18196) zu ersetzen, welches lagenweise einzubauen und in 4 - 6 Übergängen, bei Schüttstärken von max. je 0,4 m mit geeignetem Gerät auf mindestens mitteldichte Lagerung zu verdichten ist.

Nach durchgeführten Verdichtungsarbeiten ist ein Verdichtungsgrad von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ oder $D_{Pr} \geq 95 \%$ auf dem Sandplanum nachzuweisen.

Auf dem so hergestellten Planum kann der Aufbau für die 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, Bk3,2) bei Bauweise mit Asphaltdecke

Einbauschicht	Geforderter Verformungsmodul E_{v2} [MN/m ²]	Einbaustärke [cm]
Asphaltdeckschicht	-	4
Asphalttragschicht	-	12
Schottertragschicht	150	40
Planum	45	-
Gesamtstärke frostsicherer Oberbau	-	56

Soll für die Verkehrsflächen entsprechend RStO 12 eine Bauweise mit einer Pflasterdecke und Schottertragschicht auf einer Schicht aus frostunempfindlichem Material gewählt

werden, kann der Aufbau nach Tafel 3, Zeile 3, Belastungsklasse Bk1,8 erfolgen (siehe Tabelle 5):

Tabelle 5: Empfohlener Aufbau entsprechend RStO 12 (Tafel 3, Zeile 3, Bk3,2) bei Bauweise mit Pflasterdecke

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

Die für die Verkehrsflächen anzusetzende Belastungsklasse nach RStO 12 und der daraus resultierende Aufbau der Verkehrsflächen ist 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 Eignung des Untergrundes zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass das untersuchte Areal für den Betrieb von Versickerungsanlagen im aktuellen Zustand der Fläche aufgrund des geringen Grundwasserflurabstandes nur eingeschränkt geeignet ist.

Gemäß DWA (2005) ist zwischen der Sohle einer Versickerungsanlage und dem mittleren Grundwasserhöchststand i.d.R. eine Sickerstrecke von mindestens 1,0 m einzuhalten. Diese Bedingung ist bei der Planung einer Versickerungsanlage zu berücksichtigen und wird im aktuellen Zustand der Fläche an den untersuchten Standorten nur im Bereich der RKS 2 erfüllt.

Die Möglichkeit für eine Versickerung besteht z.B. in einer Aufhöhung des Geländes am geplanten Versickerungsstandort mit einem für eine Versickerung gut geeigneten Boden sowie in der Ausführung von flachen Versickerungsmulden mit einer geringen Flächenbelastung (Au/As), bei der der Abstand von der Sohle der Versickerungsanlage zum mittleren Grundwasserhöchststand mind. 1,0 m beträgt.

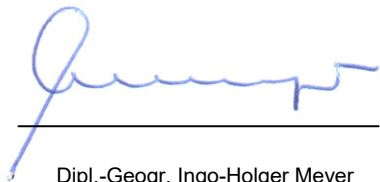
Zur Bemessung von Versickerungsanlagen an den untersuchten Standorten kann für die anstehenden humusfreien Sande ein k_f -Wert von 4×10^{-5} m/s angesetzt werden.

8 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 2020



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



M. Sc. Geowiss. Nadja Keuters

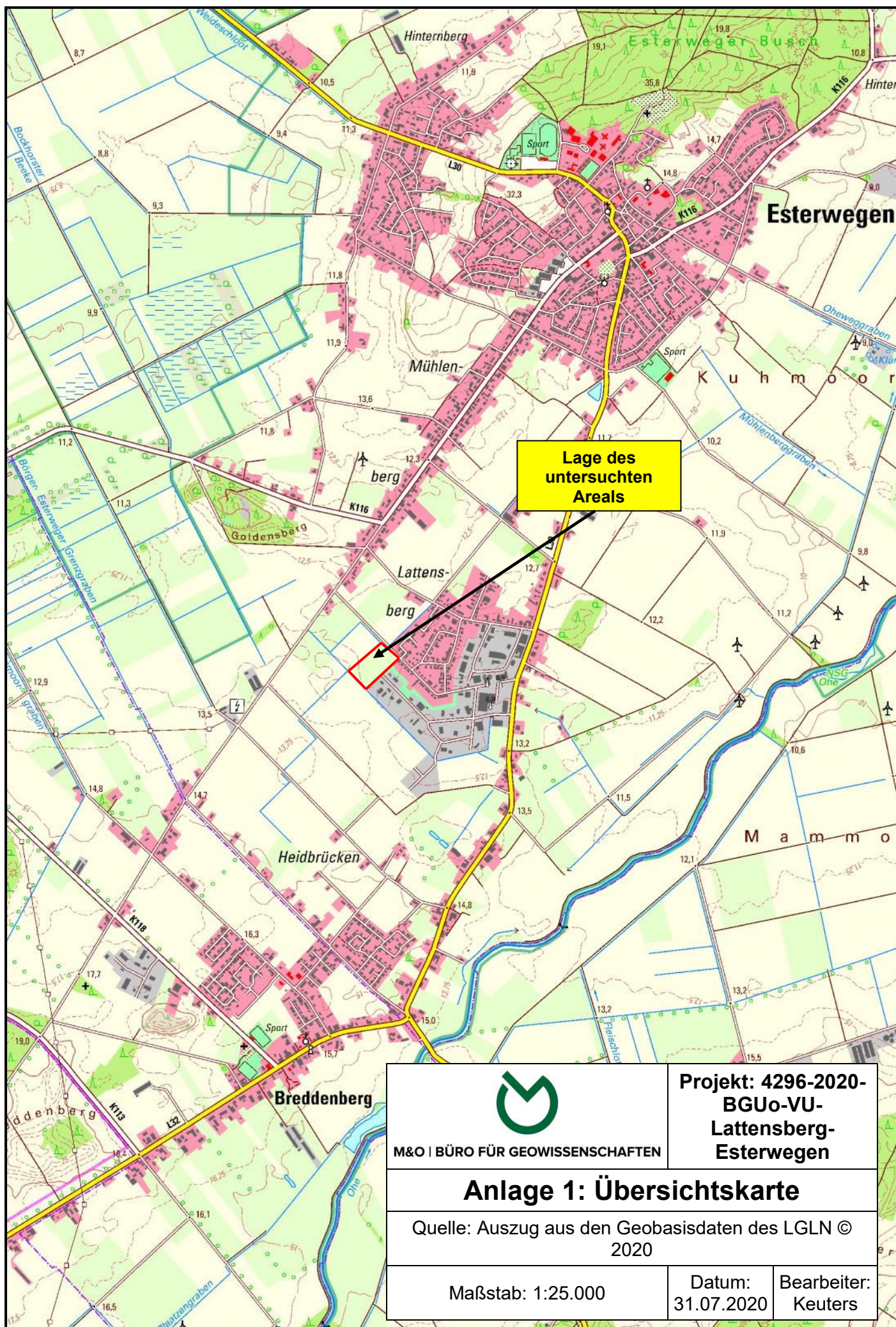
Literatur

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

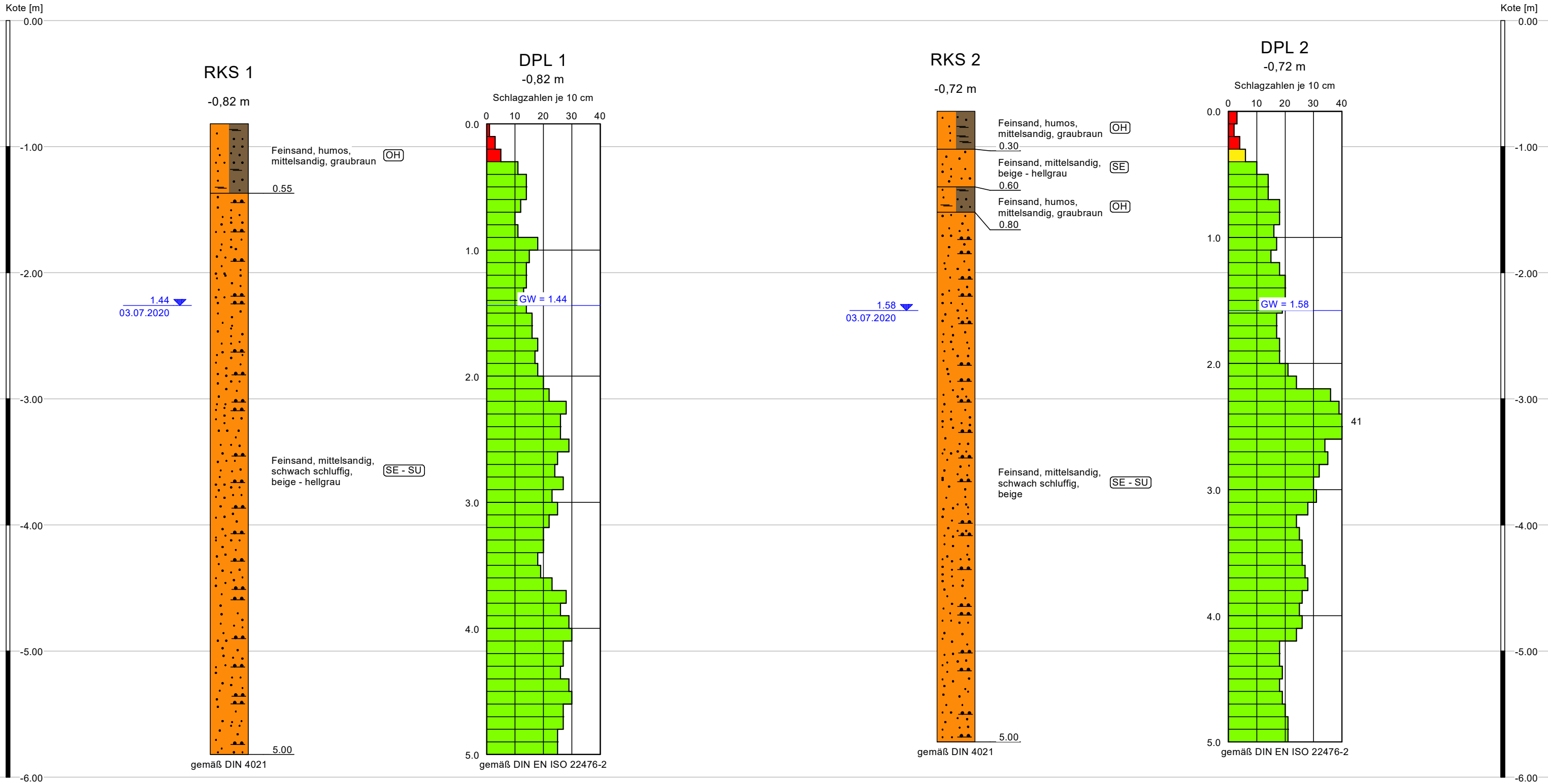
- Anlage 1: Übersichtskarte
- Anlage 2: Lageplan der Untersuchungspunkte
- Anlage 3: Bohrprofile der Rammkernsondierungen und Rammsondierdiagramme
- Anlage 4: Ergebnis des Versickerungsversuches

Anlage 1: Übersichtskarte



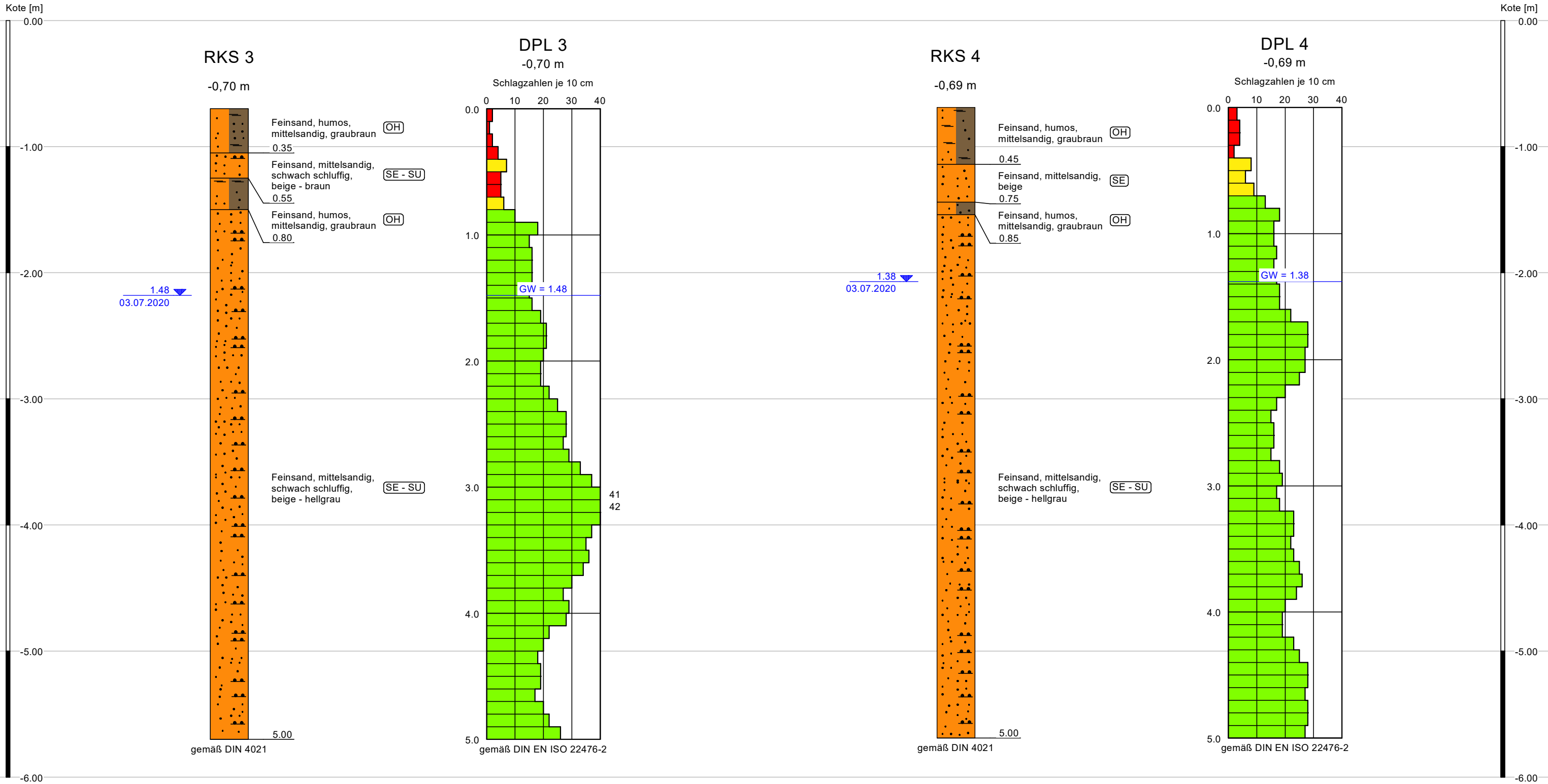
Anlage 2: Lageplan der Untersuchungspunkte

Anlage 3: Bohrprofile der Rammkernsondierungen und Rammsondierdiagramme



Lagerungsdichte DPL	
	sehr locker (< 6/4)
	locker (< 10/8)
	mitteldicht (< 51/49)
	dicht (< 65/63)
	sehr dicht (>= 65/63)

2.40
07.07.2020 Grundwasserspiegel und Messdatum



Anlage 4: Ergebnis des Versickerungsversuches

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

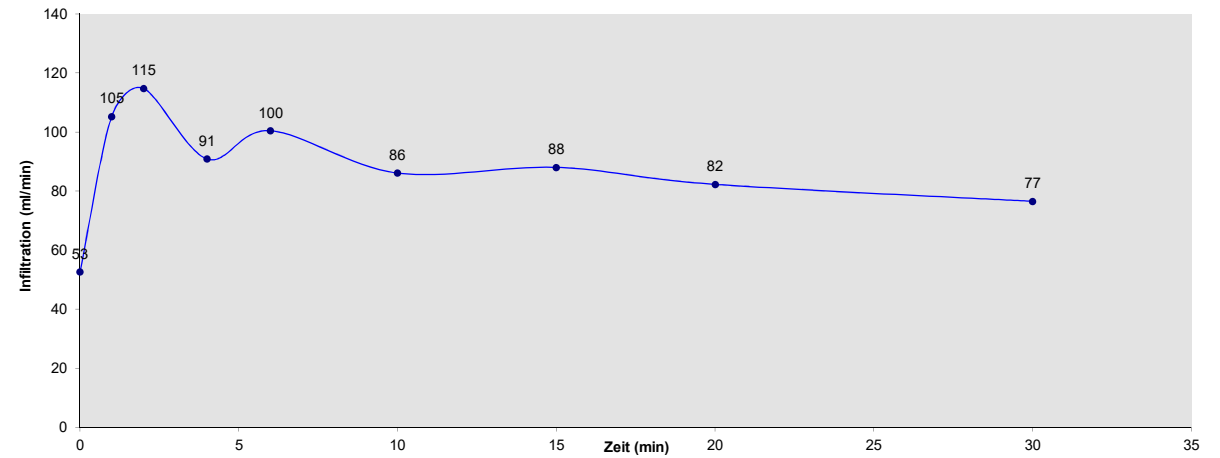
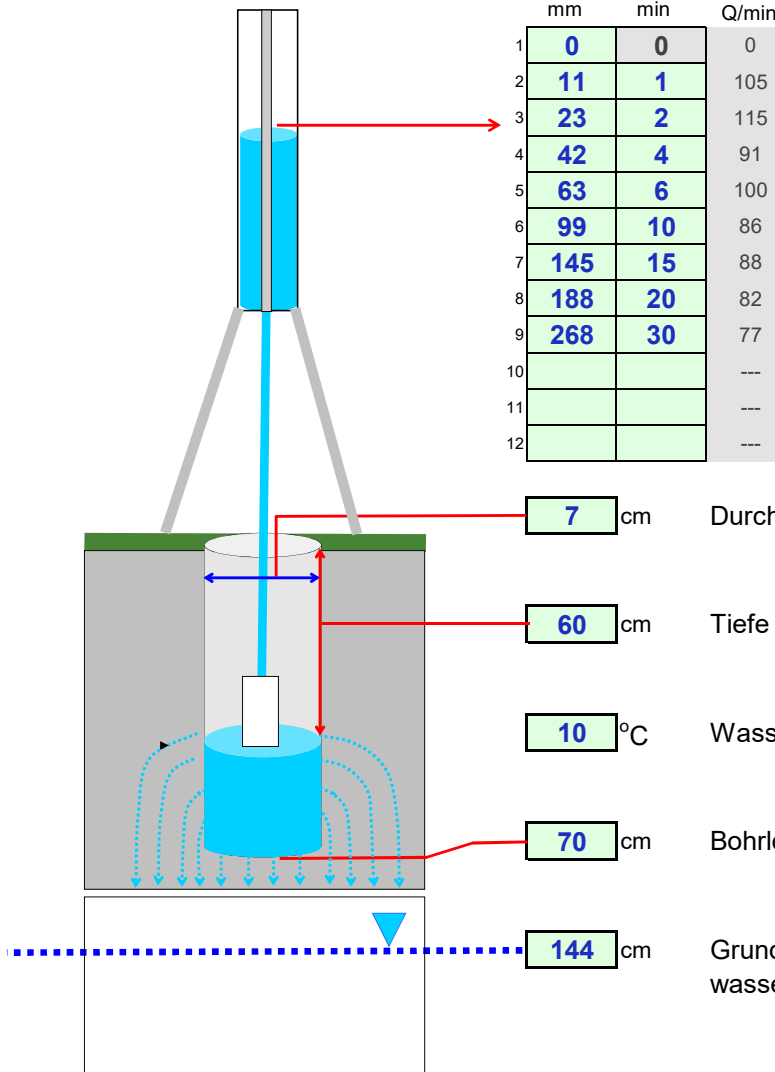
Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

Projekt: 4296-2020 (Anlage 4)

Test: VU 1 (RKS 1)

Datum: 06.07.2020

Bearbeiter: Albers



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q" 1,28 ml/sec Durchm.(mm): 110
 76,5 ml/min

Radius-Bohrloch "r" 4 cm

Wert "h₀" 60 cm

Wert "h" = H-h₀ 10 cm

Wert "S" = GW-H 74 cm

Viskosität 1,3 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: **2,0 * 10⁻⁵ m/s**
173,7 cm/Tag