



M&O | BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Dipl.-Geograph Ingo-Holger Meyer

&

Dr. rer. nat. Mark Overesch

Beratende Geowissenschaftler BDG und Sachverständige

Orientierende Baugrunduntersuchung

Projekt: 2782-2018

Bebauungsplan Nr. 53, 2. Änderung „Gewerbegebiet Diepholzer Straße“, Stadt Sulingen

Auftraggeber: Stadt Sulingen
Galtener Straße 12
27232 Sulingen

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: 6. April 2018

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
Tel: 0 59 52 / 90 33 88
Fax: 0 59 52 / 90 33 91

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

Die Vervielfältigung des vorliegenden Berichtes 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)	3
3.2	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
5.2	Kennwerte für erdstatische Berechnungen	6
6	Allgemeine Baugrundbeurteilung und Gründungs-empfehlung	7
7	Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung für Verkehrsflächen	11
8	Bauwasserhaltung	13
9	Eignung des Untergrundes zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser	13
10	Schlusswort	14

1 Vorgang und Allgemeines

Das Büro für Geowissenschaften M&O GbR (Spelle und Sögel) wurde von der Gemeinde Sulingen im Rahmen des Bebauungsplanes Nr. 53, 2. Änderung „Gewerbegebiet Diepholzer Straße“ mit der Durchführung von orientierenden Baugrunduntersuchungen beauftragt. Das vorgesehene Baufeld umfasst die Gemarkung Sulingen, Flur 15, Flurstücke 62/1, 63 und 66/1. Die Lage des Bauvorhabens ist der Übersichtskarte in Anlage 1 zu entnehmen. Die Fläche des Plangebietes beträgt 17.390 m². Zum Untersuchungszeitpunkt wurde das Plangebiet landwirtschaftlich genutzt.

2 Allgemeine geologische, bodenkundliche und hydrogeologische Verhältnisse

Laut Geologischer Karte 1:25.000 ist das untersuchte Areal im Tiefenbereich von 0 bis 2 m unter Geländeoberkante (GOK) geprägt von glazialfluviatil abgelagerten, geschichteten Fein- bis Mittelsanden (lagenweise schluffig) aus dem Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit sowie von einem Geschiebelehm (Schluff, kiesig, sandig, tonig, steinig) auch aus dem Drenthe-Stadium. Diese Böden werden überlagert von ungeschichteten Geschiebedecksanden (Sand, kiesig, schluffig) aus der Weichsel-Kaltzeit.

Gemäß der Bodenübersichtskarte 1:50.000 ist auf dem Areal als Bodentyp Gley-Podsol sowie Pseudogley-Braunerde zu erwarten.

Der mittlere Grundwasserspiegel ist im Untersuchungsgebiet entsprechend der Hydrogeologischen Karte 1:50.000 bei ca. >40,0 mNN bis 42,5 mNN zu erwarten. Aus der Geländehöhe von ca. 43,0 bis 35,5 mNN folgt ein mittlerer Grundwasserflurabstand von ca. 0,5 bis 3,5 m.

3 Durchführung der Untersuchungen

Die Durchführung der Untersuchungen auf dem Baufeld erfolgte am 02. und 08.03.2018. 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 auf dem Fußgängerweg der angrenzenden Diepholzer Straße gewählt. Die räumliche Lage der Sondierungspunkte wurde auf das Gebäude eingemessen.

3.1 Rammkernsondierungen (RKS)

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden neun Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 9) nach DIN 4021 bis in eine Tiefe von 5 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Die Bodenansprache nach DIN 4022 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 Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert)

Der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) des Bodens wurde an den Standorten RKS 1 und RKS 9 jeweils über einen Versickerungsversuch (VU) im Bohrloch mittels Feldpermeameter ermittelt. Hierzu wurde neben dem Ansatzpunkt der Rammkernsondierung eine Bohrung mit dem Edelmannbohrer abgeteuft ($\varnothing = 7$ cm). Die Messungen erfolgten jeweils 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 RKS 1 bis RKS 9 wurde ein humoser Oberboden (Feinsand, humos, schwach mittelsandig, schwach schluffig, vereinzelt kiesig) aufgeschlossen, der bis in eine Tiefe von mind. ca. 0,4 bis max. ca. 0,6 m unter GOK reicht. Darunter folgen bis zu einer Tiefe von ca. 0,6 bis 1,85 m unter GOK stark schluffige bis schluffige, schwach mittelsandige, sehr schwach tonige, vereinzelt kiesige Feinsande. Unterhalb der stark schluffigen Feinsande in RKS 1 bis RKS 6 wurden bis zur Aufschlusstiefe von 5 m unter GOK Geschiebelehm (Schluff, feinsandig, schwach mittelsandig, schwach tonig, schwach feinkiesig) erbohrt. In RKS 2 folgt auf den humosen Oberboden direkt der Geschiebelehm.

In den RKS 7 bis 9 weist der Geschiebelehm eine geringere Mächtigkeit auf als an den anderen Aufschlusspunkten und reicht nur bis in Tiefen von ca. 2,0 (RKS 9) bis ca. 3,75 m unter GOK (RKS 7). Darunter folgen schluffige bis stark schluffige, schwach mittelsandige Feinsande bis zur Aufschlussendtiefe.

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.

Der humose Oberboden wird dem Homogenbereich 1 zugeordnet. Die stark schluffigen Feinsande werden als Homogenbereich 2 und der Geschiebelehm als Homogenbereich 3 bezeichnet.

4.2 Grund- und Schichtwasserverhältnisse

Der in den Bohrlöchern der Rammkernsondierungen gemessene Grundwasserspiegel (gespanntes Grundwasser unterhalb des Geschiebelehmes) ist in nachfolgender Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Lage des gemessenen Grundwasserspiegels

Messpunkt	Messdatum	Grundwasserspiegel	
		[m unter GOK]	[m rel. Höhe]
RKS 1	02.03.2018	3,00	-4,37
RKS 2		2,12	-3,98
RKS 3	08.03.2018	3,00	-4,26
RKS 4		3,90	-4,38
RKS 5		3,70	-4,92
RKS 6		3,50	-5,17
RKS 7	02.03.2018	3,75	-6,24
RKS 8	08.03.2018	3,40	-5,55
RKS 9		2,00	-3,81

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 vor Durchführung der Sondierungsbohrungen ist davon auszugehen, dass der mittlere Grundwasserhochstand etwa den zum Untersuchungszeitpunkt gemessenen Wert entspricht. Es muss damit gerechnet werden, dass der maximale Grundwasserhochstand noch ca. 0,5 m über den gemessenen Werten liegen kann.

Zum Untersuchungszeitpunkt wurde oberhalb des wasserstauenden Geschiebelehmes kein Schichtwasser festgestellt. Jedoch ist generell oberhalb des schlecht wasserdurchlässigen Geschiebelehmes mit dem Auftreten von Schichtwasser zu rechnen. Zudem kann der Geschiebelehm wasserführende Schichten enthalten.

4.3 Ermittelte Wasserdurchlässigkeit

Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) der anstehenden Böden im untersuchten Areal sind in nachfolgender Tabelle 2 aufgeführt. Die Messwerte können der Anlage 4 entnommen werden.

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.

Tabelle 2: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte (K_f -Werte)

Messpunkt	Bodenart	Messtiefe [m unter GOK]	aus den Messwerten abgeleiteter Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert)
VU 1 (RKS 1)	Feinsand, schluffig, schwach mittelsandig, schwach tonig, vereinzelt kiesig	0,7 bis 0,8	8×10^{-6} m/s
VU 2 (RKS 9)	Feinsand, schluffig, schwach mittelsandig, vereinzelt kiesig	0,5 bis 0,6	3×10^{-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	3
Bodenart	humoser Oberboden (Feinsand, humos, mittelsandig)	Schluffige bis stark schluffige, schwach mittelsandige, schwach tonige Feinsande	Geschiebelehm (Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach mittelsandig, schwach kiesig)
Bodengruppen nach DIN 18196	OH	SU – SU*	SU* – UL
Bodenklasse nach DIN 18300	1	3 – 4	4
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 2009	F2	F2 – F3	F3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE-StB 2009	k.A.	V1 – V2	V2 – V3
Bautechnische Eigenschaften ^{A)}			
Scherfestigkeit	mittel	sehr groß / groß	groß / mäßig
Verdichtungsfähigkeit	mäßig	gut / mittel	mittel / mäßig
Zusammendrückbarkeit	groß bis mittel	gering bis mittel	gering bis mittel
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	gering bis mittel	mittel / groß	groß / sehr groß
Frostempfindlichkeit	groß bis mittel	mittel / sehr groß	sehr gering
Bautechnische Eignung ^{A)}			
Baugrund für Gründungen	ungeeignet	geeignet ^{B)}	brauchbar ^{B)}

^{A)} Einstufung nach DIN 18196 und eigener Beurteilung, ^{B)} unter Voraussetzung einer mind. mitteldichten Lagerung bzw. einer mind. steifen Konsistenz

5.2 Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Nach den Untersuchungsergebnissen sowie den Angaben der DIN 1055 für vergleichbare Bodenarten können vorläufig die folgenden, in Tabelle 4 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 4: Bodenkennwerte nach DIN 1055-2 und Erfahrungswerte für den Steifemodul

Homogenbereich	Bodenart	Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
1	OH	17,0	9,5	30,0	keine	k.A.
2	SU – SU*	17,0 – 18,0	9,5 – 10,5	30,0	0 – 2	20 – 50
3	SU* – UL	17,0 – 18,0	9,0	27,5	2 – 5	5 – 20

6 Allgemeine Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung

Die nachfolgende Gründungsempfehlung für Bauvorhaben im Plangebiet hat lediglich orientierenden Charakter. Für jedes Bauvorhaben muss die nachfolgende Gründungsempfehlung im Einzelfall geprüft werden. Gegebenenfalls besteht hierbei die Notwendigkeit ergänzender geotechnischer Untersuchungen.

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

Im Gründungsbereich ist der humose Oberboden vollständig zu entfernen. Dieser Boden ist aufgrund zu erwartender großer Setzungen für den Abtrag von Bauwerkslasten als ungeeignet zu bewerten. Sie sind im Gründungsbereich nicht für den Wiedereinbau geeignet.

Die anstehenden Böden sind mit geeignetem Aushubgerät bis zur vorgesehenen Gründungstiefe auszuheben. Gemäß DIN 4124 darf beim Aushub von Baugruben ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit ein zulässiger Böschungswinkel von $\beta \geq 45^\circ$ bei nicht bindigen oder weichen bindigen Böden nicht überschritten werden. Bei mind. steif konsistenten, bindigen Böden ist ein Böschungswinkel von $\beta \geq 60^\circ$ einzuhalten.

Da unterhalb des im Plangebiet auftretenden Geschiebelehms gespanntes Grundwasser ansteht, sollte bei unterkellerten Gebäuden bzw. tief einbindenden Bauwerksteilen vor Durchführung der Aushubarbeiten die Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs geprüft 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.

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.

Es wird empfohlen, sowohl zur Minimierung von pot. Setzungsdifferenzen als auch zum Schutz der Bodenplatte durch aufgestautes Niederschlagswasser, kapillar aufsteigendem Wasser und Frosteinwirkung, sowie als bauzeitlichen Flächenfilter unmittelbar unterhalb der Gewerke eine Schotterschicht als kapillarbrechende Schicht und Bettungspolster in mindestens 20 cm Stärke einzubauen. Zu diesem Zweck kann z.B. ein Schotter mit 0-32 oder 0-45 Körnung verwendet werden, dessen Kornanteil unter 0,063 mm im eingebauten Zustand nicht mehr als 3 M.-% beträgt.

Auf dem fertiggestellten Schotterplanum ist eine mind. dichte Lagerung bzw. ein Verdichtungsgrad von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ oder $D_{Pr} \geq 100 \%$ nachzuweisen.

Die Erdarbeiten sollten auf dem Geschiebelehmplanum mittels zahnloser Baggerschaufel ausgeführt werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden. Baggerarbeiten sollten, wenn möglich, in Vorkopfbauweise erfolgen. Ferner sollten die Aushub- bzw. Gründungssohle nicht mit schweren, bereiften Geräten befahren werden.

Aufgrund der Wasserempfindlichkeit des Geschiebelehmes ist ein Vernässungsschutz des Planums sowie der zum Einbau bereitgestellten Böden zu gewährleisten. Vernässte und dadurch aufgeweichte Böden sind abzutragen und gegen geeignetes Material auszutauschen.

Verdichtungsarbeiten auf dem Geschiebelehm sollten mit geeignetem Gerät (z.B. Schafffußwalze) erfolgen. Es ist zu beachten, dass der Geschiebelehm im Zuge von dynamischer Verdichtung aufgeweicht werden könnte.

Die Gründung der Fundamente sollte in frostsicherer Tiefe von $\geq 0,8 \text{ m}$ unter Geländeoberkante erfolgen.

Zum Schutz der ins Erdreich einbindenden Bauwerksteile gegen Staunässe und Sickerwasser ist entlang der erdberührenden Außenwände von Bauwerken ein Dränsystem gemäß DIN 4095 vorzusehen.

Für die erforderlichen Erdarbeiten ist ein Abstand zum Grundwasserspiegel von mind. 0,5 m einzuhalten (siehe Kap. 7 Bauwasserhaltung).

Zum Schutz der ins Erdreich einbindenden Bauwerksteile gegen Staunässe und Sickerwasser ist entlang der erdberührenden Außenwände von Bauwerken ein Dränsystem gemäß DIN 4095 vorzusehen. Für ein nichtunterkellertes Bauwerk ist bei einer entsprechenden Dränung eine Abdichtung gemäß DIN 18195 Teil 4 ausreichend. Sofern keine Dränung vorgesehen ist, sollte aufgrund des anstehenden schlecht wasserdurchlässigen und damit wasserstauenden Geschiebelehmes eine Bauwerksabdichtung gemäß dem Lastfall 2 „aufstauendes Sickerwasser“ nach DIN 18195 Teil 6 (Abs. 9) erfolgen.

Die Arbeitsschritte zur Herstellung eines tragfähigen Planums sowie erforderliche Verdichtungsgrade sind in nachfolgender Tabelle 5 nochmals verkürzt zusammengefasst.

Tabelle 5: Zusammenfassende Darstellung der Arbeitsschritte zur Herstellung eines tragfähigen Planums

Bodenmaterial / Homogenbereich (Bodengruppe)	Tiefenbereich	Vorgehensweise ^{A)}	Erforderlicher Verdichtungsgrad OK Planum
Humoser Oberboden, Homogenbereich 1 (OH)	bis max. ca. 0,6 m unter GOK	<ul style="list-style-type: none"> im Gründungsbereich vollständig abtragen Bei den Aushubarbeiten sind die Vorgaben der DIN 4123 zu beachten. im Gründungsbereich nicht für den Wiedereinbau geeignet 	-
Aushubplanum in den Sanden des Homogenbereiches 2 (SU - SU*) bzw. im Geschiebelehm des Homogenbereiches 3 (SU* - UL)	Aushubtiefe	<ul style="list-style-type: none"> in Abhängigkeit von der Aushubtiefe und der vorgesehenen Einbindetiefe der Fundamente ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu beachten, ggf. ist ein entsprechender seitlicher Überstand beim Bodenaustausch herzustellen die Böden im Aushubplanum sollte eine mind. steife Konsistenz, bzw. mind. mitteldichte Lagerung aufweisen, weiche Bereiche und lockere Böden sollten abgetragen und durch Füllboden (s.u.) ersetzt werden 	$E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ oder $D_{Pr} \geq 98 \%$
Verdichtungsfähiges, frostunempfindliches, kornabgestuftes Material (z.B. SE, SW, SI gemäß DIN 18196)	Sollhöhe Planum	<ul style="list-style-type: none"> ggf. lagenweise einbauen bis Sollhöhe und in 4-6 Übergängen, bei einer Schüttstärke von max. je 0,4 m mit geeignetem Gerät auf mind. mitteldichte Lagerung verdichten 	$E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ oder $D_{Pr} \geq 98 \%$
Schotterschicht als kapillarbrechende Schicht, Bettungspolster und bauzeitlichen Flächenfilter (z.B. 0-32 od. 0-45 Körnung, mit Kornanteil unter 0,063 mm nicht mehr als 3 M.-%)	Schichtstärke ca. 20 cm	<ul style="list-style-type: none"> Einbau zur Minimierung von pot. Setzungsdifferenzen sowie zum Schutz der Gewerke vor kapillar aufsteigendem Wasser und Frosteinwirkung sowie als bauzeitlichen Flächenfilter Verdichtung mit geeignetem Gerät 	$E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ oder $D_{Pr} \geq 100\%$

^{A)} Detailangaben siehe Gründungsempfehlung

7 Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung für Verkehrsflächen

Für den Verkehrsflächenaufbau werden die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO 12) zu Grunde gelegt. Es wird von einer Belastungsklasse Bk 3,2 für Verkehrsflächen innerhalb von Gewerbegebieten ausgegangen. Gemäß der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) liegt das Areal innerhalb der Frosteinwirkungszone I.

Im Gründungsbereich der Verkehrsfläche sollte der humose Oberboden vollständig entfernt werden. Dieser Boden ist aufgrund zu erwartender großer Setzungen für den Lastabtrag von Verkehrsflächen ungeeignet und im Gründungsbereich nicht für den Wiedereinbau geeignet.

Sofern innerhalb des Aushubplanums Geschiebelehm ansteht, sollte dieser eine mind. steife Konsistenz aufweisen. Weichkonsistente Böden sollten abgetragen 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. Bei Bedarf kann eine Bodenverbesserung des im Planum anstehenden Geschiebelehmes durch das Einfräsen von Bindemitteln (z.B. Zement oder Kalk) erzielt werden.

Ausgekoffertes 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.

Die Erdarbeiten sollten auf dem Geschiebelehmplanum mittels zahnloser Baggerschaufel ausgeführt werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden. Baggerarbeiten sollten, wenn möglich, in Vorkopfbauweise erfolgen. Ferner sollten die Aushub- bzw. Gründungssohle nicht mit schweren, bereiften Geräten befahren werden.

Aufgrund der Wasserempfindlichkeit des Geschiebelehmes ist ein Vernässungsschutz des Planums sowie der zum Einbau bereitgestellten Böden zu gewährleisten. Vernässte und dadurch aufgeweichte Böden sind abzutragen und gegen geeignetes Material auszutauschen.

Verdichtungsarbeiten auf dem Geschiebelehm sollten mittels geeignetem Gerät (z.B. Schafffußwalze) erfolgen. Es ist zu beachten, dass der Geschiebelehm im Zuge von dynamischer Verdichtung aufgeweicht werden könnte.

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 Bk3,2 erfolgen (siehe Tabelle 6):

Tabelle 6: 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	-	10
Asphalttragschicht	-	10
Schottertragschicht	150	35
Planum	45	-
Gesamtstärke frostsicherer Oberbau	-	55

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 Bk3,2 erfolgen (siehe Tabelle 7):

Tabelle 7: 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 09) und die „Zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau“ (ZTV-SoB-StB 04) zu berücksichtigen.

8 Bauwasserhaltung

Aufgrund des oberflächennahen Anstehens von wasserstauendem Geschiebelehm wird im Zuge der Erdarbeiten voraussichtlich eine Wasserhaltung erforderlich werden. Zu diesem Zweck wird empfohlen eine offene Wasserhaltung mit Pumpensumpf vorzuhalten und anfallendes Schicht- 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 erfolgen.

Für die erforderlichen Erdarbeiten ist ein Abstand zum Grundwasserspiegel von mind. 0,5 m einzuhalten.

9 Eignung des Untergrundes zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser

Im untersuchten Areal stehen oberflächennah wasserdurchlässige Sande an, die jedoch in geringer Tiefe von schlecht wasserdurchlässigem Geschiebelehm unterlagert werden. Aufgrund des teilweise geringen Flurabstandes zum Geschiebelehm (<1 m) ist das untersuchte Areal für den Betrieb von Versickerungsanlagen im aktuellen Zustand der Fläche nur eingeschränkt geeignet.

In Anlehnung an die DWA (2005) ist zwischen der Sohle einer Versickerungsanlage und 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 z.B. in der Ausführung von flachen Versickerungsmulden mit einer geringen Flächenbelastung (Au/As), ggf. in Kombination mit einer Anhöhung des Geländes am geplanten Versickerungsstandort mit einem für eine Versickerung geeigneten Boden, sodass zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und der Schichtoberkante des Geschiebelehmes eine Sickerstrecke von ≥ 1 m gegeben ist.

Es ist zu beachten, dass es bei einem Betrieb einer Versickerungsanlage oberhalb des wasserstauenden Geschiebelehmes an der Schichtoberkante des Lehmes zu einer Bildung von Schichtwasser und zu einem lateralen Abfluss kommen wird. Es ist daher zu prüfen, ob es hierdurch zu Schäden an angrenzenden Bauwerken kommen kann.

Zur Bemessung von Versickerungsanlagen kann für die untersuchten Sande in RKS 1 oberhalb des Geschiebelehmes ein kf-Wert von rd. 8×10^{-6} m/s und für die Sande oberhalb des Geschiebelehmes in RKS 9 ein kf-Wert von rd. 3×10^{-5} angesetzt werden. Der Geschiebelehm weist erfahrungsgemäß einen kf-Wert von $\leq 1 \times 10^{-7}$ m/s auf.


Da in den Aufschlussbohrungen unterschiedliche Flurabstände zur Schichtoberkante des wasserstauenden Geschiebelehmes festgestellt wurden, wird empfohlen, den geplanten Standort für eine Versickerungsanlage nochmals gezielt zu untersuchen.

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, 6. April 2018


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




Dipl.-Geol. Sven Ellermann

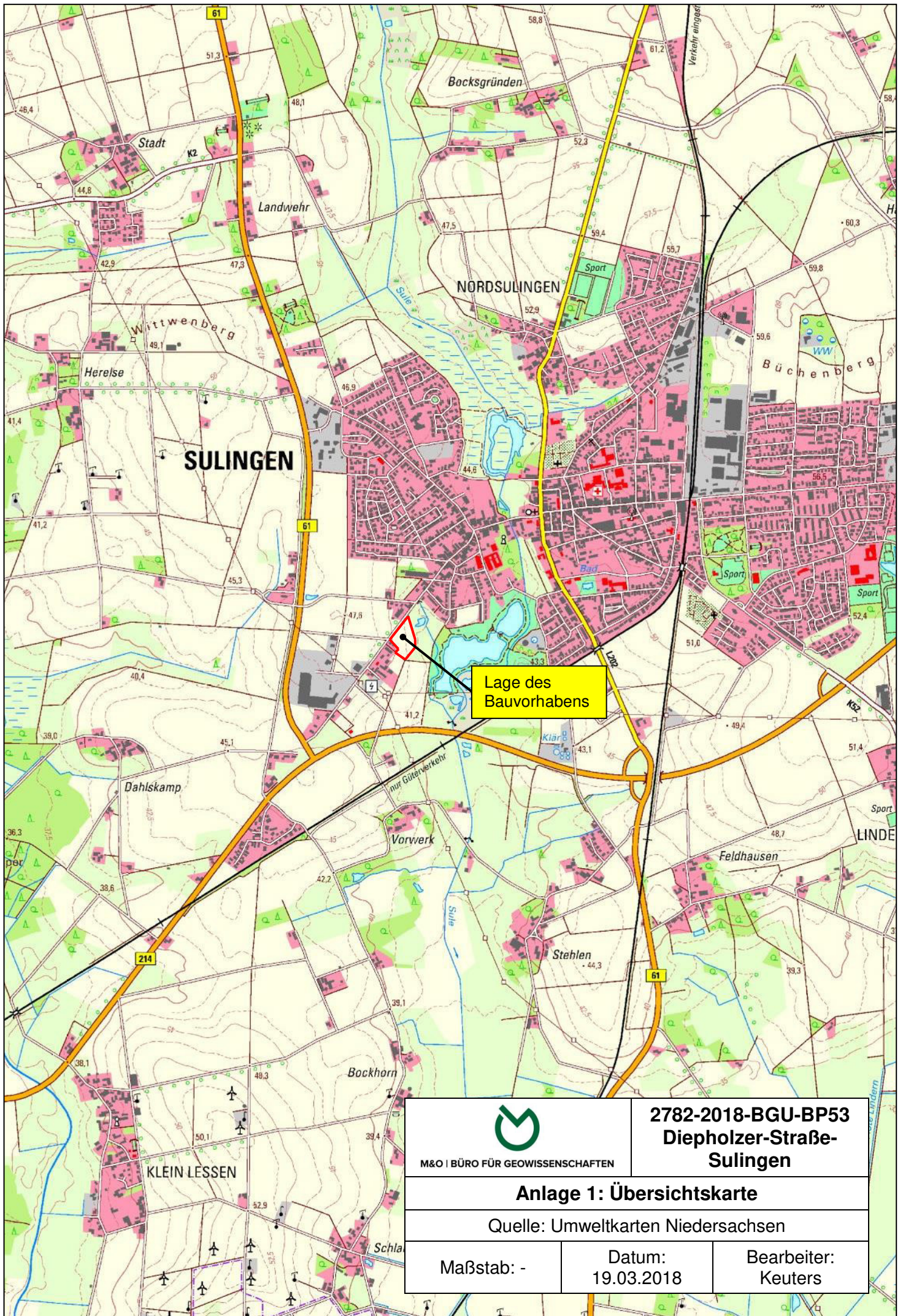
Literatur

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 RKS 1 bis RKS 9
- Anlage 4: Ergebnisse der Versickerungsversuche VU 1 und VU 2

Anlage 1: Übersichtskarte



Lage des Bauvorhabens

 <p>M&O BÜRO FÜR GEOWISSENSCHAFTEN</p>	<p>2782-2018-BGU-BP53 Diepholzer-Straße- Sulingen</p>	
<p>Anlage 1: Übersichtskarte</p>		
<p>Quelle: Umweltkarten Niedersachsen</p>		
<p>Maßstab: -</p>	<p>Datum: 19.03.2018</p>	<p>Bearbeiter: Keuters</p>

Anlage 2: Lageplan der Untersuchungspunkte

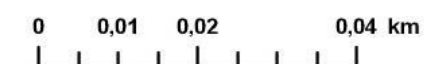


2782-2018-VU-
BBP 53
Diepholzer Straße
Sulingen

Anlage 2: Lageplan

Kartenquelle: Umweltkarten Niedersachsen

Maßstab: -	Datum: 06.04.2018	Bearbeiter: Ellermann
---------------	----------------------	--------------------------

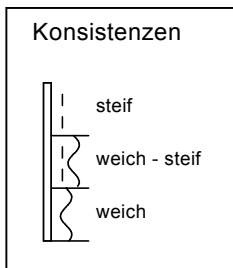
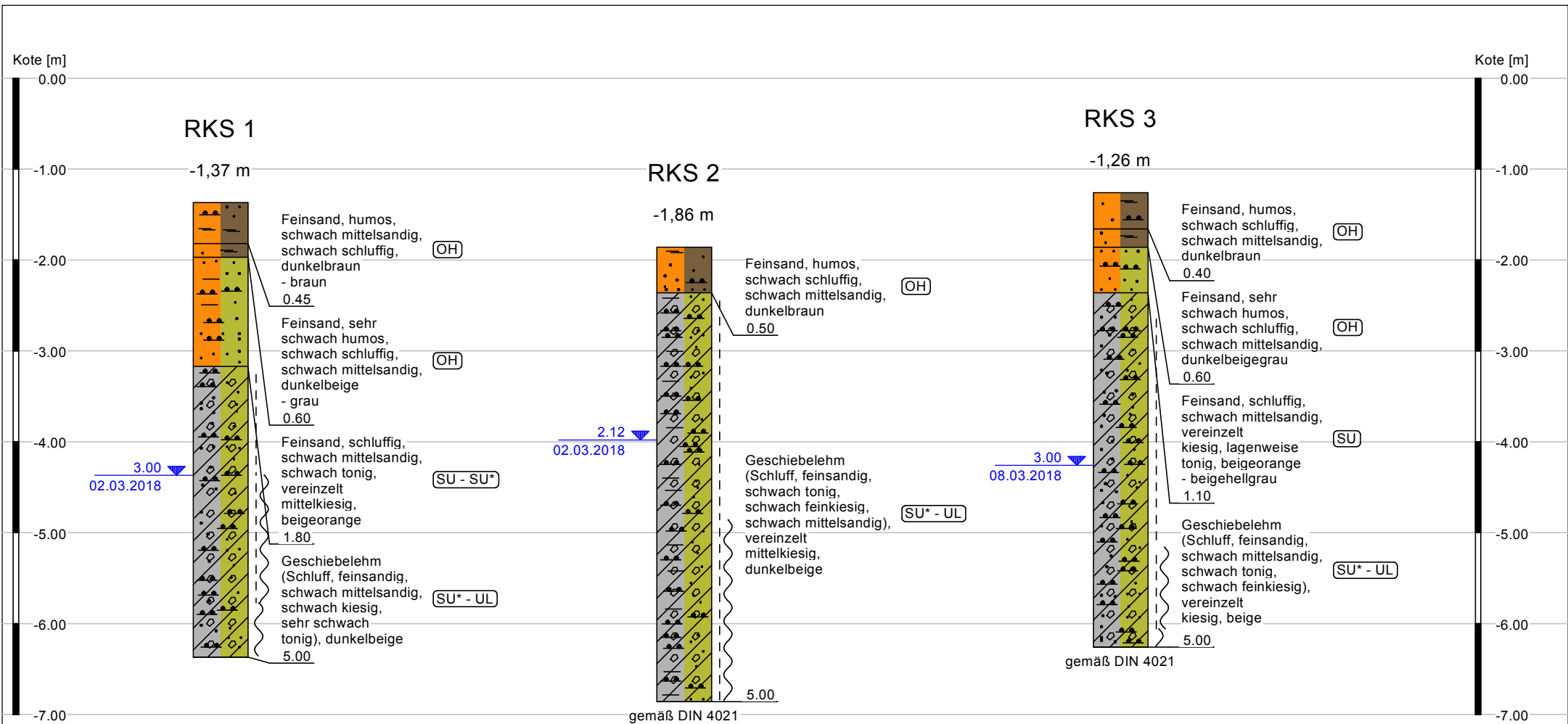


Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen.

© 2018



Anlage 3: Bohrprofile der Rammkernsondierungen RKS 1
bis RKS 9



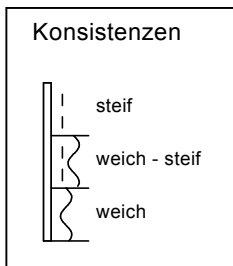
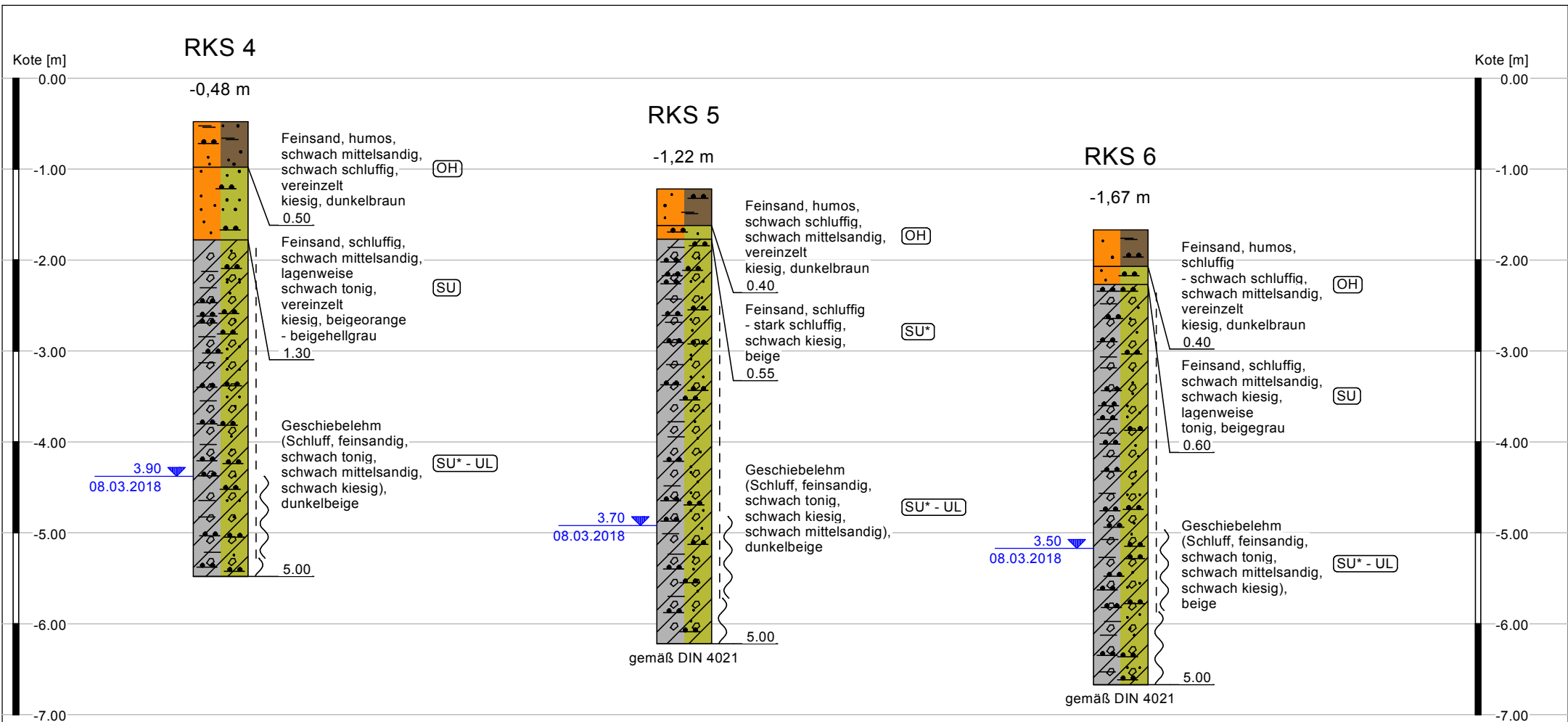
2.45 01.01.2017 Grundwasserspiegel und Messdatum

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

Projekt: 2782-2018
BGU-BP-53-Diepholzerstraße-Sulingen

Anlage 3
Bohrprofile

Maßstab: Höhe: 1:60
Datum: 16.03.2018 Bearbeiter: Keuters



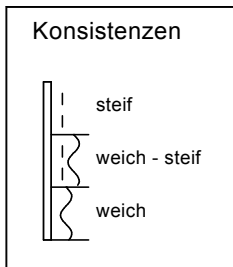
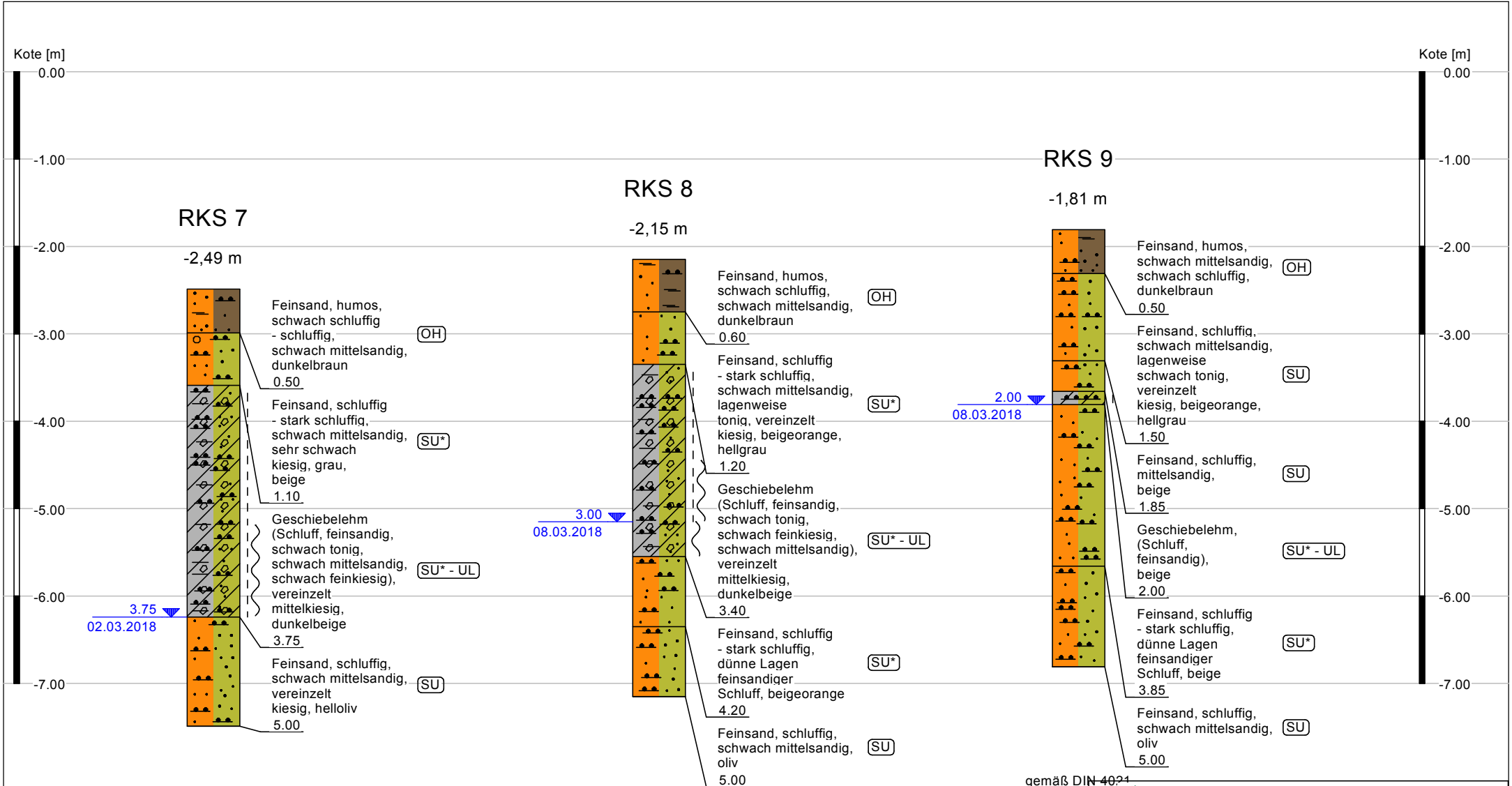
2.45 m Grundwasserspiegel und Messdatum
 01.01.2017

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

Projekt: 2782-2018
 BGU-BP-53-Diepholzerstraße-Sulingen

Anlage 3
 Bohrprofile

Maßstab: Höhe: 1:60
 Datum: 16.03.2018 Bearbeiter: Keuters



2.45
01.01.2017 Grundwasserspiegel und Messdatum

gemäß DIN 4021

gemäß DIN 4021



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

Projekt: 2782-2018
BGU-BP-53-Diepholzerstraße-Sulingen
Anlage 3
Bohrprofile
Maßstab: Höhe: 1:60
Datum: 16.03.2018 Bearbeiter: Keuters

Anlage 4: Versickerungsversuche (VU1 und VU2)

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

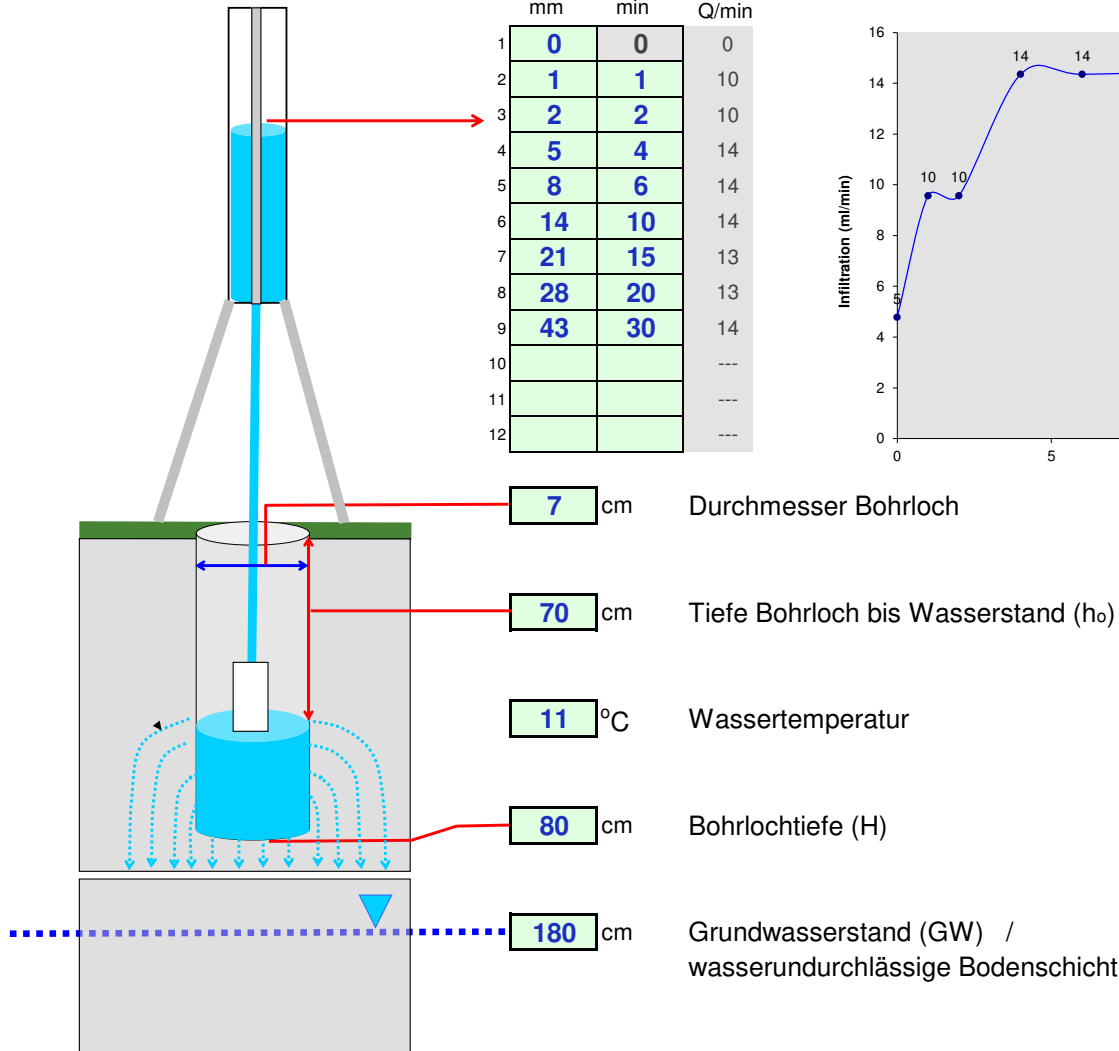
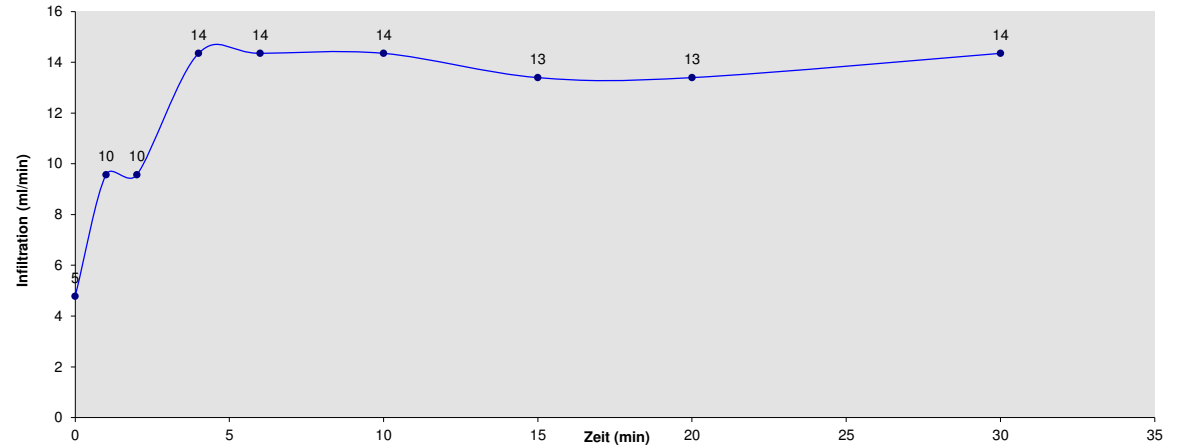
Projekt: 2782-2017 (Anlage 4.1)

Test: VU 1 (RKS 1)

Datum: 08.03.2018

Bearbeiter: Keuters

	mm	min	Q/min
1	0	0	0
2	1	1	10
3	2	2	10
4	5	4	14
5	8	6	14
6	14	10	14
7	21	15	13
8	28	20	13
9	43	30	14
10			---
11			---
12			---



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q"	0,24 ml/sec	Durchm.(mm): 110
	14,4 ml/min	
Radius-Bohrloch "r"	4 cm	
Wert "h ₀ "	70 cm	
Wert "h" = H-h ₀	10 cm	
Wert "S" = GW-H	100 cm	
Viskosität	1,3 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 $S < 2h$:

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

Kf-Wert:
3,7 * 10⁻⁶ m/s
32,0 cm/Tag

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert

Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

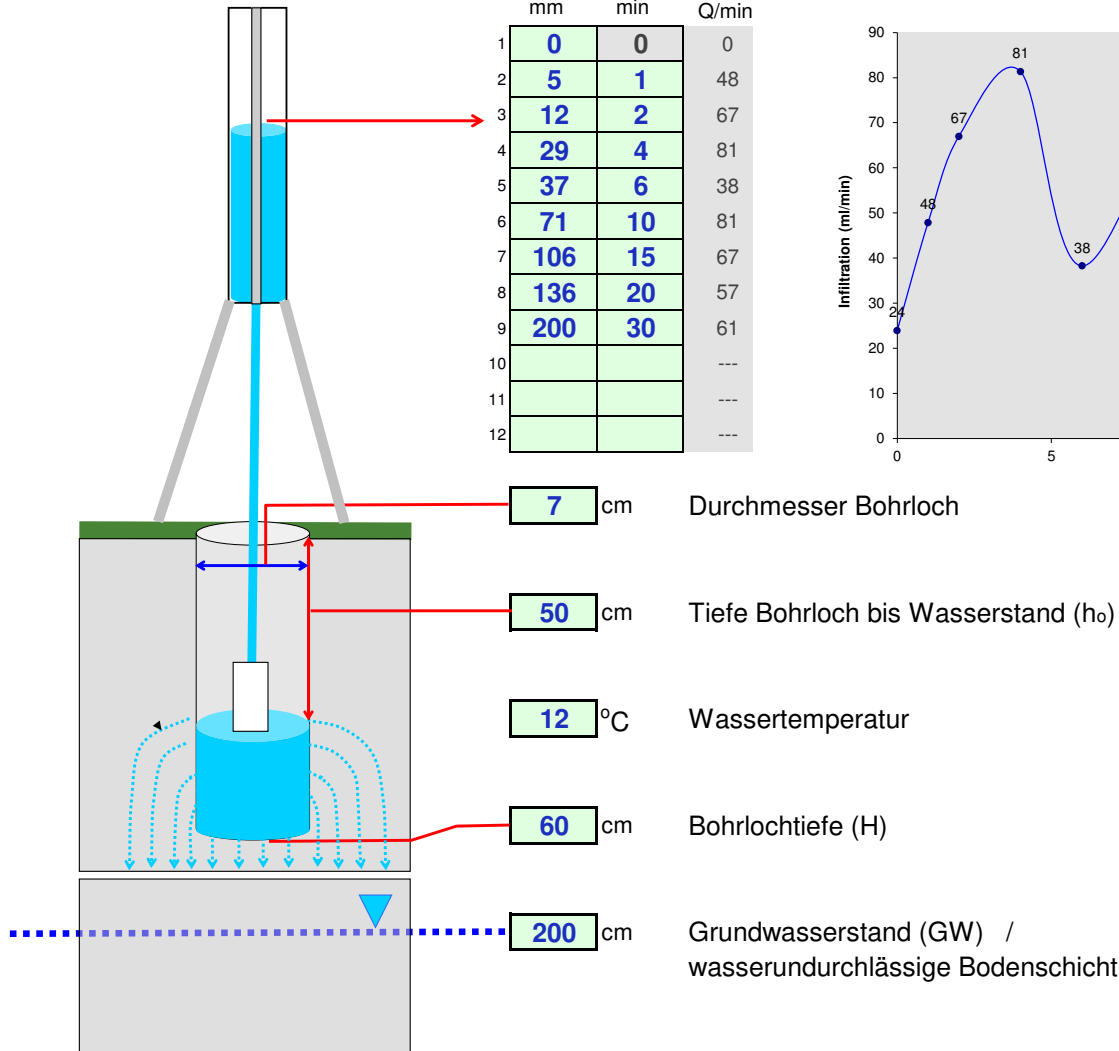
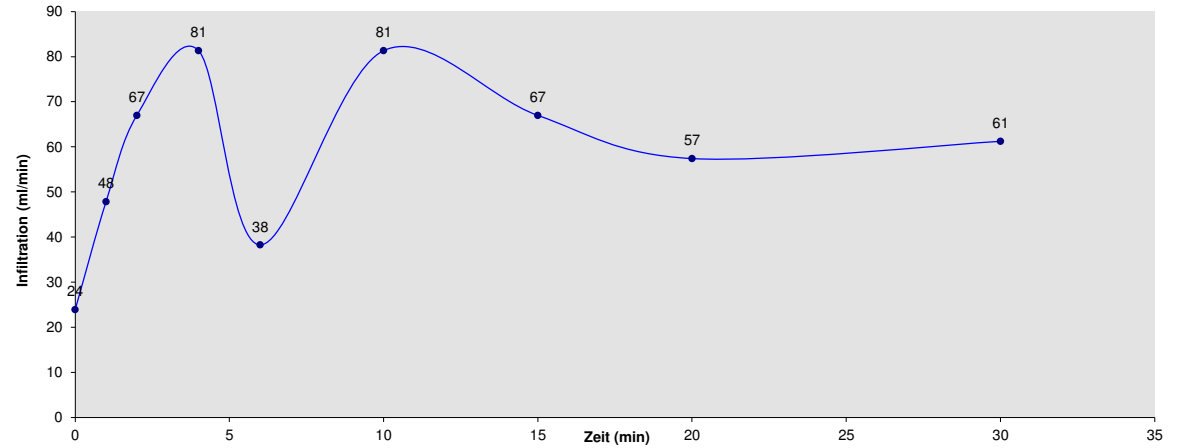
Projekt: 2782-2017 (Anlage 4.2)

Test: VU 2 (RKS 9)

Datum: 08.03.2018

Bearbeiter: Keuters

	mm	min	Q/min
1	0	0	0
2	5	1	48
3	12	2	67
4	29	4	81
5	37	6	38
6	71	10	81
7	106	15	67
8	136	20	57
9	200	30	61
10			---
11			---
12			---



Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q"	1,02 ml/sec	Durchm.(mm): 110
	61,2 ml/min	
Radius-Bohrloch "r"	4 cm	
Wert "h ₀ "	50 cm	
Wert "h" = H-h ₀	10 cm	
Wert "S" = GW-H	140 cm	
Viskosität	1,2 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 $S < 2h$:

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

Kf-Wert: $1,5 * 10^{-5} \text{ m/s}$
131,5 cm/Tag