
**INGENIEUR
GRUPPE
GEOTECHNIK**

Dipl.-Ing. Robert Breder
Dr.-Ing. Josef Hintner
Dr.-Ing. Thomas Scherzinger
Dr.-Ing. Rüdiger Wunsch

Sachverständige für Erd- und Grund-
bau nach Bauordnungsrecht

Prüfstelle nach RAP Stra 15,
Fachgebiete A1 und A3

Ingenieurgruppe Geotechnik
Breder · Hintner · Scherzinger · Wunsch
Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure

Lindenbergstraße 12 · D - 79199 Kirchzarten
Tel. 0 76 61 / 93 91 - 0 · Fax 0 76 61 / 93 91 75
www.ingenieurgruppe-geotechnik.de

Geotechnischer Bericht
für die Erschließung des Neubaugebietes
„Ellenweg IV und V“, Rust

Auftraggeber:

LBBW Immobilien Kommunalentwicklung
GmbH
Fritz-Elsas-Straße 31
70174 Stuttgart

Unsere Auftragsnummer:

16188/Hi-Ma

Bearbeiter:

Herr Hintner / Herr Madl

Ort, Datum:

Kirchzarten, 10. Oktober 2017/Ma-lö

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	3
2	Unterlagen	3
3	Baugrund	4
3.1	Baugrunderkundung	4
3.2	Geländeverlauf und Untergrundaufbau	5
3.3	Geotechnische Einstufung und Bodenkennwerte	6
3.4	Wasserverhältnisse	7
4	Geotechnische Randbedingungen für die Erschließung	9
4.1	Allgemeines	9
4.2	Kanalbau	9
4.3	Straßenbau	11
4.4	Verwendung des Aushubmaterials	12
4.5	Allgemeine Angaben zum Hochbau	13
4.6	Versickerung von Niederschlagswasser	13
4.6.1	Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit	13
4.6.2	Allgemeine Angaben zu Versickerungsanlagen	15
5	Geotechnische Begleitung der Erschließung	17
6	Schlussbemerkungen	17

Anlagenverzeichnis

1	Lageplan
2	Ergebnisse der Baugrunderkundung
3	Laborversuche
3.1	Tabellarische Zusammenstellung
3.2	Korngrößenverteilungen
3.3	Konsistenzversuche
3.4	organische Anteile
3.5	Wassergehalte
4	Maßgebende Angaben zu Homogenbereichen und Bodenkenngrößen
4.1	Maßgebende Angaben zu Bodenschichten/Homogenbereichen
4.2	Maßgebende Angaben zu Bodenkenngrößen (charakteristische Werte)
5	Auswertung der Versickerungsversuche
6	Prinzipskizze Mulden-Rigolen-Element

1 Veranlassung

Die LBBW Immobilien GmbH, Stuttgart, beabsichtigt die Erschließung des Neubaugebietes „Ellenweg IV“ und „Ellenweg V“ in Rust. Planer ist das Ingenieurbüro Zink, Lauf. Die Ingenieurgruppe Geotechnik GbR, Kirchzarten, wurde durch die Bauherrschaft auf Grundlage des Angebotes vom 31.07.2016 beauftragt, für die vorgesehene Erschließung eine Baugrundbeurteilung und geotechnische Beratung auszuarbeiten, die alle maßgebenden geotechnischen Angaben zum Kanal- und Straßenbau, zum Hochbau (nur allgemeine Angaben) sowie zur Versickerung von Niederschlagswasser beinhaltet.

Untersuchungen auf Verunreinigungen des Erdreichs im Baubereich waren nicht Bestandteil der Beauftragung. Bei der geotechnischen Auswertung der Untergrundaufschlüsse wurden aufgefüllte Materialien festgestellt.

2 Unterlagen

- **Zink Ingenieure, Lauf:**
 - [U1] Lageplan mit Bohrpunkten, M 1:1000, vom 23.09.2016
- **Ingenieurgruppe Geotechnik GbR, Kirchzarten:**
 - [U2] Protokolle von Ortsbesichtigungen und Besprechungen
 - [U3] Geotechnische Berichte zu Bauvorhaben in der näheren Umgebung, z. B. Geotechnische Stellungnahme zur Versickerung von Niederschlagswasser, unser Bericht 14150/Hi-H vom 14.11.2014
 - [U4] Honorarangebot zum Bauvorhaben, vom 01.07.2016
 - [U5] allgemeine geotechnische Unterlagen aus unserem Archiv (z. B. geologische und hydrogeol. Karten)

3 Baugrund

3.1 Baugrunderkundung

Vor Erkundung des Baugrundes wurden die Unterlagen aus dem Archiv der Ingenieurgruppe Geotechnik GbR ausgewertet.

Der Schichtenaufbau wurde am 26. und 27.09.2016 stichprobenartig durch 21 2,4 m bis 4,0 m tiefe **Kleinrammkernbohrungen (d = 40 - 80 mm)** erkundet. Ergänzend wurden sechs **Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15** bis in 6,0 m Tiefe zur Ermittlung der Lagerungsdichte der überwiegend körnigen Erdstoffe und in Hinblick auf tiefer reichenden Baugrundaufschluss durchgeführt. Zusätzlich wurde die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes am 22.09.2016 durch fünf 1,3 m bis 2,6 m tiefe **Baggerschürfe**, in denen Versickerungsversuche durchgeführt wurden, erkundet. Die Bohrungen und Schürfe wurden nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien in Anlehnung an EN ISO 14688 bzw. 14689 (Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden bzw. Fels) aufgenommen. Die Ansatzpunkte der Bohrungen, Schürfe und Sondierungen wurden durch das Ingenieurbüro Zink nach Lage und Höhe im Gelände eingemessen [U1].

Im Lageplan der Anlage 1 sind die Ansatzpunkte der Untergrundaufschlüsse angegeben. Die Erkundungsergebnisse sind in der Anlage 2.1 ff. dargestellt.

An kennzeichnenden Erdstoffproben aus den Bohrungen und Schürfen wurden **Laborversuche** zur geotechnischen Klassifizierung und zur Festlegung von Bodenkennwerten ausgeführt (tabellarische Zusammenstellung, s. Anlage 3.1, Korngrößenverteilungen, s. Anlage 3.2, Konsistenzgrenzen, s. Anlage 3.3, Organische Anteile, s. Anlage 3.4, Wassergehalte, s. Anlage 3.5).

Die Erdstoffproben werden bis 4 Wochen nach Abgabe des Geotechnischen Berichts bei uns gelagert und anschließend entsorgt.

Die Sondierungen RS3, RS4, RS17 und RS19 wurden zu bauzeitlichen Grundwassermessstellen ausgebaut. Hier und in der amtlichen Messstelle 0120/067-3 erfolgten **Stichtagmessungen**.

3.2 Geländeverlauf und Untergrundaufbau

Das Projektareal für die geplante Erschließung liegt am östlichen Ortsrand von Rust und umfasst die Fläche zwischen der Erich-Spöth-Straße im Süden und der Ritterstraße im Norden. Östlich angrenzend liegt das geplante Bauvorhaben „Wasserpark Rust“. Die Flächen des Projektareals werden hpts. als Acker- und Weideland sowie als Obstwiesen genutzt. Vereinzelt ist Bebauung (i. W. Schuppen und Scheunen) sowie Baumbewuchs vorhanden. Gemäß der Geologischen Karte, 7712 Ettenheim, sind im Projektareal oberflächennah bindige Hochflutlehme mit Mächtigkeiten von überwiegend 0,8 – 1,5 m vorhanden, die den im Untergrund anstehenden Niederterrassenschottern des Rheins auflagern.

Das aus den Baugrundaufschlüssen abgeleitete Baugrundmodell ist in der Anlage 2.1 ff. dargestellt. In den Aufschlüssen wurde folgender Aufbau von Bodenschichten/Homogenbereichen festgestellt:

▶ **Mutterboden/Oberboden**

Schichtunterkante: ca. 0,2 bis 0,6 m u. GOF

▶ **Auffüllung**

Schichtunterkante: ca. 0,6 bis 0,9 m u. GOF

Verbreitung: in SCH1, SCH3, SCH5 sowie BS1 und BS14

Zusammensetzung: Kies, Schluff, Sand und Ton in wechselnden Anteilen, enthält Ziegelbruchstücke

Lagerungsdichte/Konsistenz: locker/stEIF bis halbfest

Farbe: braun, grau

Geotechnische Beurteilung: Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet; es ist wasser- und frostempfindlich (hauptsächlich Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB09) sowie unterschiedlich stark zusammendrückbar.

▶ **Decklage**

Schichtunterkante: ca. 0,7 bis 3,3 m u. GOF

Zusammensetzung: hpts. Schluff und Ton in wechselnden Anteilen, schwach sandig bis sandig, mit einzelnen Kiesen bis schwach kiesig, lokal organische Beimengung. Bereichsweise Sand, schwach schluffig bis stark schluffig

Konsistenz:	fig, schwach tonig bis tonig überwiegend steif bis halbfest, lokal weich bis breiig (BS18)
Farbe:	graubraun, braun, grau, schwarzgrau
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten nur bedingt geeignet (lokal nicht); es ist stark wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB09) und weist eine vergleichsweise geringe Scherfestigkeit sowie relativ große Zusammendrückbarkeit auf.

▸ **Rheinkiese**

Schichtunterkante:	nicht festgestellt, tiefer als 6,0 m u. GOF
Zusammensetzung:	Kies, schwach sandig bis stark sandig, nicht bzw. schwach schluffig bis schluffig, lokal schwach steinig bis steinig, schwach tonig (s. Anlage 3.2), vereinzelt Sand, schwach schluffig bis stark schluffig, schwach kiesig, schwach tonig
Lagerungsdichte:	mitteldicht bis dicht, z. T. locker
Farbe:	graubraun, braun, grau, bunt
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten gut geeignet; es ist überwiegend schwach wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklassen F1/F2/F3 nach ZTVE-StB09 je nach Feinkornanteil) und weist eine mittlere bis hohe Scherfestigkeit sowie eine geringe bis mittlere Zusammendrückbarkeit auf.

3.3 Geotechnische Einstufung und Bodenkennwerte

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten kann von der Beschreibung in Kapitel 3.2 und der Einstufung in Anlage 4.1 ausgegangen werden.

Bei erdstatischen Berechnungen kann von den in der Anlage 4.2 angegebenen mittleren charakteristischen Bodenkennwerten ausgegangen werden.

3.4 Wasserverhältnisse

Allgemeine Angaben zu den Grundwasserverhältnissen: Im Untersuchungsbereich ist ein zusammenhängender Grundwasserspiegel (GWS) ausgebildet, dessen Grundwasserleiter die durchlässigen Rheinkiese sind. Aufgrund der Überlagerung durch die gering durchlässige Decklage herrschen bei mittleren und erhöhten Wasserständen bereichsweise gespannte Grundwasserverhältnisse. In der künstlichen Auffüllung / bindigen Decklage können zudem Schichtwässer vorhanden sein. Nach dem Grundwassergleichenplan für den Raum Selestat - Lahr (Hrsg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1999) strömt das Grundwasser etwa in nordnordwestlicher Richtung mit einem Gefälle von rund 1,2 ‰. Das geplante Neubaugebiet liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Stand: 13.10.2016) außerhalb von Wasserschutzgebieten. Eine aktuelle, flurstücksgenaue Überprüfung dieses Sachverhaltes ist durch die untere Wasserbehörde des jeweiligen Stadt- oder Landkreises erforderlich.

Festgestellter Grundwasserstand: In den bauzeitlichen Grundwassermessstellen sowie in der amtlichen Grundwassermessstelle 0120/067-3, die etwa 300 m nördlich des geplanten Baufeldes an der Ritterstraße gelegen ist, wurden folgende Wasserstände von ausgewählten Stichtagmessungen gemessen:

Messstelle	Datum	Wasserspiegel [mNN]	Flurabstand [m]
RS3	27.09.2016	161,65	2,76
	10.10.2016	161,62	2,79
RS4	27.09.2016	161,63	3,06
	10.10.2016	161,59	3,10
RS17	27.09.2016	161,53	3,06
	10.10.2016	161,51	3,08
RS19	27.09.2016	161,63	3,47
	10.10.2016	161,68	3,42
0120/067-3	27.09.2016	161,45	4,60
	10.10.2016	161,41	4,64

Grundwasserschwankung und Grundwasserhöchststand (Bemessungswasserstand):

Die Abschätzung der Grundwasserschwankung und des Grundwasserhöchststandes (Bemessungswasserstand) erfolgt mit Hilfe langjähriger Grundwasserstandsmessungen der amtlichen Grundwassermessstelle 0120/067-3 sowie aus Ergebnissen geohydrologischer Untersuchungen von Bauvorhaben in der näheren Umgebung.

Zum Zeitpunkt der Stichtagsmessungen lag der gemessene Grundwasserstand bei der Grundwassermessstelle 0120/067-3 ca. 0,26 m unter dem langjährigen mittleren Grundwasserstand in Höhe von MW = 161,69 mNN und ca. 0,74 m unter dem langjährigen mittleren Hochwasserstand von MHW = 162,17 mNN. Der höchste gemessene Wasserspiegel lag am 30.05.1983 bei HHW = 163,29 mNN.

Überträgt man diese Werte der Grundwasserspiegelschwankung auf das Baufeld, ist für die Erschließung von folgenden maßgebenden Grundwasserstandswerten auszugehen:

Mittlerer Wasserstand MW	Südlicher Bereich: 161,9 mNN
	Nördlicher Bereich: 161,8 mNN
Mittlerer Hochwasserstand MHW	Südlicher Bereich: 162,4 mNN
	Nördlicher Bereich: 162,3 mNN

Als Bemessungswasserstand (BW) wird im Hinblick auf die Trockenhaltung und Auftriebssicherheit von Bauwerken üblicherweise von einem sog. 100-jährigen Grundwasserhochstand (HW_{100}) ausgegangen. Dieser lässt sich durch einen Zuschlag (Beobachtungszeitraum < 100 Jahre, lückenhafte Messintervalle, größerer Abstand zum Baugelände usw.) von 0,5 m auf den bisher höchsten gemessenen Grundwasserstand (HHW) abschätzen. Daraus ergibt sich für das Baufeld ein Bemessungswasserstand von:

BW nördl. Bereich: 163,8 mNN
BW südl. Bereich: 163,5 mNN

4 Geotechnische Randbedingungen für die Erschließung

4.1 Allgemeines

Das geplante Neubaugebiet „Ellenweg IV und V“ befindet sich in nahezu ebenem Gelände, dessen Untergrund bis in ca. 0,7 bis 3,3 m Tiefe von einer bindigen Decklage aufgebaut wird, welche bereichsweise von aufgefüllten Materialien überlagert wird. Diese feinkörnigen Erdstoffe sind als bedingt tragfähig bzw. örtlich nicht ausreichend tragfähig, einzustufen und weisen eine vergleichsweise geringe Scherfestigkeit sowie verhältnismäßig starke Zusammendrückbarkeit auf. Ferner sind sie stark wasser- und frostempfindlich. Darunter folgen die i. d. R. die gut tragfähigen Rheinkiese des Tieferen Untergrundes.

Durch die vergleichsweise geringe Wasserdurchlässigkeit der feinkörnigen Böden der Deckschicht kann Schicht- und Sickerwasser in unterschiedlichen Tiefenlagen auftreten. Wegen der Überlagerung durch wenig durchlässige Deckschichten ist das Grundwasser zeitweise gespannt.

Planunterlagen mit Lage der Erschließungsstraßen liegen nicht vor. Die Kanalsohlen sollen nach Angabe des Planers bis in ca. 2,5 m Tiefe (ab derzeitiger GOF) zu liegen kommen.

4.2 Kanalbau

Ausgehend von o. g. Kanaltiefen werden die geplanten Kanalsohlen wechselnd in der bindigen, stark wasser- und frostempfindlichen Decklage und in den körnigen Erdstoffen der Rheinkiese (überwiegend GW, GU, GI), die erfahrungsgemäß einen wechselhaften Feinkornanteil aufweisen, zu liegen kommen (vgl. Anlage 2.1 ff).

Rohraufleger: Kommt die Grabensohle in den Erdstoffen der Decklage zu liegen, empfehlen wir im Hinblick auf ein sauberes Arbeitsplanum, zur Vergleichmäßigung des Rohrauflegers und zur Ableitung ggf. auftretenden Tagwassers den Einbau einer ca. 0,2 m dicken Trag-/Dränschicht. Werden beim Aushub im Bereich der Sohle aufgeweichte Erdstoffe angetroffen, sind diese ebenfalls auszubauen und durch einen Bodenaustausch von min. 0,4 m Dicke aus geeigneten Mineralstoffen zu ersetzen. Der Bodenaustausch ist dabei nur statisch zu verdichten. Im Hinblick auf die mechanische Filterfestigkeit muss unter dem Bodenaustausch ein geeignetes geotextiles Trennvlies eingebaut werden. Der Einbau der o. g. Drän-/Tragschicht muss nach dem Andeckverfahren erfolgen. Kommen die Grabensohlen in den

Rheinkiesen zu liegen, kann auf den Einbau eines Bodenaustauschs verzichtet werden. Dies ist im Zuge der Ausführung zu überprüfen.

Die Anforderungen an das Rohraufleger sind mit dem Rohrersteller abzustimmen. Die Bemessung der Rohrleitung kann unter Ansatz der Bodenkennwerte gem. Anlage 4.2 nach den Richtlinien des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 127 erfolgen. Der Leitungseinbau und die Grabenverfüllung müssen nach den Vorgaben der EN 1610 (Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen) erfolgen.

Sicherungen: Für den Bau von Leitungen ist der Aushub von Gräben erforderlich. Grundsätzlich sind bei der Planung und Ausführung von Gräben die Angaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau) zu beachten. Der Leitungseinbau und die Grabenverfüllung müssen nach den Vorgaben der DIN 4033 (Entwässerungskanäle und Leitungen) bzw. der EN1610 (Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen) erfolgen.

Freie Baugrubenabböschungen sind je nach den bodenmechanischen Eigenschaften des örtlichen Untergrundes nur bis zu einem bestimmten Grenzneigungswinkel ohne Verbau ausreichend standsicher. Bis zu der erforderlichen Tiefe von ca. 2,5 m kann in den Erdstoffen der Decklage unter einem Winkel von 60° frei abgeböschert werden. Dabei ist an der Böschungsoberkante ein lastfreier Streifen mit einer Breite von mindestens 2 m vorzusehen. Die Baugrubenböschungen sind durch geeignete Maßnahmen vor Witterungseinflüssen zu schützen. Sollte Schichtwasser auftreten, müssen die Böschungen im Bereich von Wasseraustrittsstellen und am Böschungsfuß durch geeignete Dränagemaßnahmen, z. B. durch Sickerbetonplomben, gesichert werden, um die Standsicherheit der Baugrubenböschungen auch in diesem Fall zu gewährleisten.

Alternativ kann eine Sicherung der Kanalgräben mit Verbautafeln bei kraftschlüssiger Hinterfüllung erfolgen.

Wasserhaltung: Zur Fassung und Ableitung von örtlichem Schicht- und Stauwasser und von in die Baugrube eintretendem Niederschlagswasser ist eine offene Wasserhaltung (Pumpensumpf ggf. in Verbindung mit einer Dränschicht (s. o.)) vorzusehen.

Grabenverfüllung: Der Leitungsgraben und die Grabenverfüllungen müssen kraftschlüssig und mit ausreichender Verdichtung nach der Vorgabe der ZTVE-StB09 (Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten und Straßenbau) erfolgen. Es empfiehlt sich der Einbau von wenig witterungsempfindlichen, gut verdichtbaren, körnigen Erdstoffen (z. B. filterfeste, sandreiche Kiessande (Sandanteil ≥ 30 Gew.-%)). Falls Aushub-

boden der Rheinkiese wiedereingebaut werden soll, kann dieser nur nach Aussortieren von Steinen oberhalb der Rohrleitungszone eingebaut werden (s. u.). Die Materialien der Deckschicht sind nur bei steifer Konsistenz und einem geeigneten Wassergehalt zur Grabenverfüllung geeignet.

Zur Vermeidung einer dauerhaften Dränagewirkung entlang des Leitungsgrabens sind im Abstand von ca. 25 m abdichtende Querschotte anzuordnen (z. B. bindiger Boden oder Beton). Bei eingebauten Dränschichten sind abdichtende Querschotte nach jeder Teilbaugrube anzuordnen.

4.3 Straßenbau

Allgemeines: Verkehrsflächen sind grundsätzlich gem. den Vorgaben der RStO 12 und der ZTV E-StB 09 herzustellen. Nach Angaben des Planers sind die geplanten Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk 1,0 zuzuordnen.

Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus: Nach Abschieben des Mutterbodens sind im Erdplanum bindige Erdstoffe der Decklage vorhanden. Entsprechend RStO 12 beträgt die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus (ab OK Verkehrsfläche) unter Berücksichtigung u. a. einer Frostempfindlichkeitsklasse F3 (nach ZTV E-StB 09), einer Frosteinwirkungszone I und günstigen Wasserverhältnissen für die Belastungsklasse Bk 1,0: $d_{\text{Frost}} = 0,6$ m. Die Dicke der Frostschuttschicht ergibt sich dann zunächst in Abhängigkeit der gewählten Bauweise nach den Tafeln 1 bis 3 der RStO.

Unterbau (Bodenaustausch): Es ist davon auszugehen, dass die nach RStO 12 auf dem Planum (bindige Erdstoffe der Decklage) geforderte Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45$ MN/m² (Verformungsmodul bei Wiederbelastung beim Plattendruckversuch) auch durch Nachverdichtung nicht erreicht wird, weshalb unterhalb der Frostschutz-/Tragschicht ein Bodenaustausch aus geeigneten körnigen, weit gestuften und gut verdichtbaren Materialien erforderlich ist (z. B. Kiessande, Schottergemische oder vergleichbar güteüberwachte Recyclingmaterialien, nicht zwingend frostsicher). Bei Annahme eines Wertes $E_{V2} \geq 15$ MN/m² auf dem Planum kann zunächst für eine Vordimensionierung/Kostenschätzung von einer Dicke des Bodenaustauschs von ca. 0,30 m ausgegangen werden, was im Zuge der Baumaßnahme auf der Grundlage von auf dem Planum durchzuführender statischer Plattendruckversuche (nach DIN 18134) zu überprüfen ist. Bei anstehenden Rheinkiesen im Bereich des Planums kann

die o. g. Tragfähigkeit i. d. R. erreicht werden, weshalb dort dann auf einen Bodenaustausch verzichtet werden kann.

Unterbau (Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe): Anstelle eines Bodenaustausches (s. o.) kann die erforderliche Tragfähigkeit im Planum auch durch eine Bindemittelzugabe erreicht werden. Für eine Kostenschätzung kann bei den vorliegenden Verhältnissen zunächst angenommen werden, dass hierzu ca. 2 M.-% Bindemittel (Mischbinder: ca. 70 % Weißfeinkalk/ca. 30 % Feinzement) bis mindestens 0,3 m unter das Planum gleichmäßig einzufräsen ist, was im Zuge der Baumaßnahme in Testfeldern zu überprüfen ist.

Planum: Die Böden der Decklage sind witterungs- und frostempfindlich, weshalb das Erdplanum nur in kleinen, der Witterung angepassten Abschnitten freizulegen und umgehend mit der Frostschutz-/Tragschicht abzudecken ist. Die mechanische Filterfestigkeit zwischen den Böden der Decklage im Erdplanum und der darüber liegenden Frostschutz-/Tragschicht muss gewährleistet sein. Hierzu müssen mindestens die unteren 15 cm des Bodenersatzes bzw. der Tragschicht aus sandreichem Material (Sandanteil $d \leq 2 \text{ mm}$: $\geq 25 \text{ M.-%}$) bestehen. Bei geringeren Sandanteilen ist ein geotextiles Trennvlies einzubauen.

Das Planum darf nicht mit schweren Baufahrzeugen oder Radfahrzeugen befahren werden; ggf. sind entsprechende Baustraßen anzulegen.

Entwässerung der Tragschicht: In die Frostschutz-/Tragschicht einsickerndes Niederschlagswasser kann sich im Planum auf den nur wenig durchlässigen Erdstoffen aufstauen. Der Oberbau ist deshalb durch eine geeignete Dränage zu entwässern.

4.4 Verwendung des Aushubmaterials

Die als Aushub anfallenden Erdstoffe der Decklage können - sofern Anforderungen an die Trag- und Verdichtungsfähigkeit bestehen - nur nach entsprechender Aufarbeitung (z. B. Bodenverbesserung, Abtrocknen) wiederverwendet werden. Dazu ist der Wassergehalt der Erdstoffe so anzupassen, dass eine ausreichende Verdichtungsfähigkeit der Erdstoffe gewährleistet werden kann. Ohne Aufbereitung können die Erdstoffe der Decklage nur für untergeordnete Anschüttungen (z. B. Geländemodellierungen) wiederverwendet werden, an die keine Anforderungen in Hinblick auf Tragfähigkeit und Verformungsverhalten gestellt werden. Die im Tieferen Untergrund vorhandenen Rheinkiese sind mehrheitlich nicht frostsicher. Nach Aussortieren von Steinen und Blöcken können diese jedoch für statisch beanspruchte Schüttungen z. B. Unterbau verwendet werden.

4.5 Allgemeine Angaben zum Hochbau

Untergrund: Bei nicht unterkellerten Gebäuden sind im Einflussbereich der Gründung überwiegend die bindigen Erdstoffe der Decklage vorhanden, die eine vergleichsweise geringere Tragfähigkeit und größere Zusammendrückbarkeit aufweisen. Bei unterkellerten Gebäuden können den durchgeführten Baugrundaufschlüssen zufolge im unmittelbaren Einflussbereich der Gründung sowohl die bindigen Erdstoffe der Decklage als auch die gut tragfähigen Rheinkiese vorhanden sein (abhängig von der Lage des Gebäudes im Bebauungsgebiet und der geplanten Tiefenlage der Gründung).

Wasserverhältnisse: Im Einflussbereich von üblichen einfach unterkellerten Gebäuden ist ein zusammenhängender Grundwasserspiegel vorhanden. Zusätzlich ist mit dem Auftreten von Schicht- und Sickerwasser auf bereichsweise gering durchlässigem Untergrund zu rechnen. Aus diesem Grunde ist es nach DIN 18195-1 (Bauwerksabdichtungen Teil 1) erforderlich, die ins Erdreich einbindenden Bauteile **auftriebssicher** und **dicht gegen drückendes Wasser** auszubilden.

Gründung: Den vorliegenden Ergebnissen nach sind je nach Lage im Baugebiet und in Abhängigkeit von der Gründungstiefe im Einflussbereich der Gründung die Erdstoffe der Decklage oder der Rheinkiese vorhanden. Prinzipiell können die Gebäude flach auf Einzel- und Streifenfundamenten sowie Bodenplatten gegründet werden. Dazu sind die Gebäudelasten in Abhängigkeit der Gründungstiefe ggf. durch Fundamenttieferführungen mit Magerbeton bzw. einen Bodenaustausch unter der Bodenplatte bis auf den Rheinkies zu führen. Im Bereich lokal vorhandener torfiger Böden können ggf. Tiefgründungsmaßnahmen (z. B. Brunnengründung) erforderlich werden.

Die hier gemachten Angaben sind allgemeiner und orientierender Art und ersetzen nicht eine gezielte geotechnische Erkundung und Beratung für einzelne Bauvorhaben.

4.6 Versickerung von Niederschlagswasser

4.6.1 Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005) sind Schichten des Untergrundes für eine technische Versickerung geeignet, wenn der Durchlässigkeitsbeiwert der Schicht bei Wassersättigung im Bereich zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegt.

Erfahrungsgemäß besitzen die feinkörnigen Erdstoffe der Decklage einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \ll 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und sind daher nicht ausreichend wasserdurchlässig, weshalb in diesen Erdstoffen keine technische Versickerung möglich ist.

Bei den Versickerungsversuchen in den überwiegend schwach schluffigen Kiessanden (Rheinkies) wurden für ungesättigte Verhältnisse Durchlässigkeitsbeiwerte in den Grenzen von ca. $k_{f,u} = 2 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $9 \cdot 10^{-7}$ m/s ermittelt (vgl. Anlage 5.1 ff). Zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung lag das Grundwasser etwa 0,2 bis 0,3 m unter den mittleren Grundwasserverhältnissen.

- **Versickerungsanlagen V1/V2:** Im Zuge von Versickerungsversuchen wurde in den schwach schluffigen Rheinkiesen ein mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert von ca. $1 \cdot 10^{-5}$ m/s bei SCH5 bzw. Versickerungsanlage V1 (s. Anlage 5.5) und ca. $4,5 \cdot 10^{-5}$ m/s bei Versickerungsanlage V2 (s. [U3]) ermittelt. Danach sind die anstehenden Rheinkiese grundsätzlich für eine technische Versickerung geeignet. Das Versickerungsbecken V1 ist beim vorhandenen Aufbau jedoch nicht für eine technische Versickerung geeignet (SCH5). Für die Dimensionierung der Versickerungsanlagen kann ein **Bemessungswert $k_f = 2 \cdot 10^{-5}$ m/s** für die gesättigte Zone angesetzt werden. Dieser Wert wird bei der Dimensionierung nach DWA-A 138 um den Faktor 2 abgemindert, um die i.d.R. bei einer Versickerung vorherrschenden „ungesättigten“ Verhältnisse zu berücksichtigen.

Im geplanten Versickerungsbereich sind im sickerfähigen Untergrund hohe Grundwasserverhältnisse vorhanden (s. o. bzw. Anlage 2.1). Nach DWA-A 138 wird eine Mindestmächtigkeit des Sickertraums bezogen auf den mittleren Höchstgrundwasserstand MHW von mindestens 1,0 m empfohlen. Außerdem ist davon auszugehen, dass bei erhöhten Grundwasserständen (über Mittelwasser) das ansteigende Grundwasser die u. g. Sickerschlitze einstaut, so dass die Versickerungsleistung zeitweise eingeschränkt ist. Die Grundwasserverhältnisse sind für beide Versickerungsanlagen im Hinblick auf eine Versickerung deshalb als **ungünstig** einzustufen.

- **Geplante Versickerungsanlagen „B“ und „C“:** Bei den Versickerungsversuchen wurde in den Schürfen SCH1 und SCH4 für die schwach schluffigen Rheinkiese (Feinkornanteil ≈ 9 Gew %) ein Durchlässigkeitsbeiwert von $2,6 \cdot 10^{-5}$ m/s (SCH1) bzw. ca. $2,2 \cdot 10^{-5}$ m/s (SCH4) für die ungesättigte Zone festgestellt. Demnach sind die schwach verschlufften Rheinkiese grundsätzlich für eine technische Versickerung geeignet. Für die Dimensionierung der Versickerungsanlagen kann ein **Bemessungswert $k_f = 2 \cdot 10^{-5}$ m/s** für die gesättigte Zone angesetzt werden. Die Wasserverhältnisse im Bereich der Versickerungsan-

lage „B“ sind aufgrund der geringmächtigen Decklage als **günstig** einzustufen. Im Bereich der Anlage „C“ sind die Wasserverhältnisse aufgrund der mächtigeren Decklage als **ungünstig** einzustufen, da bei erhöhten Grundwasserständen bzw. im extremen Hochwasserfall (BW) das ansteigende Grundwasser die u. g. Sickerschlitze einstaut, so dass die Versickerungsleistung zeitweise eingeschränkt ist.

- **Versickerungsversuche im Baugebiet:** Die Versickerungsversuche im Baugebiet (SCH2, SCH3) lieferten mit Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ bis $9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ wechselnde Ergebnisse, sodass die Versickerungsmöglichkeiten je nach Lage im Baufeld als **günstig** bzw. **ungünstig** (nicht möglich) zu beurteilen sind. Die Vorgabe eines einheitlichen Bemessungswertes für den Durchlässigkeitsbeiwert ist deshalb nicht möglich. Bei Vorliegen der konkreten Standorte für die Versickerungsanlage muss dieser durch Versickerungsversuche überprüft werden.

4.6.2 Allgemeine Angaben zu Versickerungsanlagen

Für die Bemessung, Bau und Betrieb von Versickerungsanlagen sind grundsätzlich die Angaben des Arbeitsblattes DWA-A 138 zu beachten.

Bei der Planung ist zu berücksichtigen, dass die Versickerungsanlage einen ausreichenden Abstand zu baulichen Einrichtungen haben muss, die nicht gegen drückendes Wasser abgedichtet sind (vgl. DWA-A 138, Abschnitt 3.2.2).

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass jede Versickerungsanlage aus geotechnischer Sicht über einen Notüberlauf mit Anschluss an eine hochwassersichere Vorflut verfügen muss, da die Funktionstüchtigkeit der Versickerungsanlagen auf Dauer und zu jedem Zeitpunkt nicht gewährleistet ist (z. B. Regenspende größer als der Bemessungsregen, Auftreten eines zweiten starken Niederschlagsereignisses bei noch teilgefülltem Speicher; bei gefrorenem und damit nahezu wasserundurchlässigem Untergrund).

Es ist ersichtlich, dass die Rheinkiese überwiegend für eine technische Versickerung geeignet sind. Zur Gewährleistung einer ausreichend sicheren Versickerungsleistung ist es erforderlich, die Versickerungsanlage hydraulisch wirksam und mechanisch filterfest über Sickerpackungen o. ä. an die ausreichend durchlässigen Kiessande anzuschließen. Bei den gegebenen Verhältnissen ist die Ausführung eines Mulden-Rigolen-Systems denkbar (vgl. Abschnitt 3.3.3, DWA-A 138). Für die Mulden-Rigolen-Elemente wird folgender Aufbau vorgeschlagen (s. Anlage 6):

- ▶ Tiefe und Größe der Versickerungsmulde entsprechend den hydraulischen Berechnungen, Einstauhöhe $\leq 0,3$ m (gem. DWA-A 138)
- ▶ Flächiger Einbau einer „**belebten Bodenschicht**“, mindestens ca. 0,2 m dick, die einerseits eine ausreichende Reinigungswirkung, andererseits aber auch eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aufweist ($k_f \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s).
Der vorhandene Mutterboden in der Geländemulde ist wegen seines vergleichsweise hohen Feinkornanteils ($d < 0,063$) und organischen Bestandteilen als „belebte Oberbodenschicht“ in einer Versickerungsanlage nicht geeignet. Nach DWA-A 138 (vgl. Abschnitt 3.1.3, S. 17) wird ein Feinkornanteil (Ton und Schluff) von < 10 M.-% und ein organischer Anteil von < 3 M.-% empfohlen.
- ▶ Unterhalb der „belebten Bodenschicht“ ist auf der gesamten Länge und Breite der Mulde eine mindestens 0,2 m dicke **Filterschicht** aus sauberem Sand (Schluffanteil < 5 Gew.-%, SE nach DIN 18196, Durchlässigkeitsbeiwert $k_f \geq 5 \cdot 10^{-5}$ m/s) einzubauen, über die das Sickerwasser der Rigole/dem Sickerschlitze zugeführt wird.
- ▶ Die **Rigole/der Sickerschlitze** muss mindestens 0,3 m in die „sauberen“ Rheinkiese einbinden. Als Rigolenmaterial ist ein Rollkies (Körnung: 4/8 mm) geeignet. Zwischen der o. g. Sandlage (Filterschicht) und dem Rollkies ist ein 0,2 m dicker Grobsand-/Feinkiesfilter, z. B. 1/3 mm, anzuordnen (s. Anlage 5). Die Sohle der Rigole/Sickerschlitz darf nicht verdichtet werden.
- ▶ Um die Filterfestigkeit der vorgeschlagene Materialien der Filterschicht und der Rigole/Sickerschlitz gegenüber den Erdstoffen der Auffüllungen/Decklage sowie den verschlufften Rheinkiesen zu gewährleisten, ist an den Wandungen ein geeignetes **geotextiles Vlies** anzuordnen (GRK 3, ausschließlich mechanisch verfestigt, wirksame Öffnungsweite $D_w \leq 0,09$ mm). Im hydraulischen Sickerweg dürfen keine Vliese angeordnet werden (z. B. an der Sohle).

Die Anzahl und die Abmessungen der Mulden-Rigolen-Elemente in der vorhandenen Geländemulde sind in der weiteren Planung durch hydraulische Berechnungen festzulegen.

Wir weisen darauf hin, dass der nach DWA-A138 empfohlene Mindestabstand der Sohle der geplanten Versickerungsanlagen von 1 m zum mittleren jährlichen Hochwasser (MHW) überwiegend nicht eingehalten werden kann. Es sind daher Abstimmungen mit der genehmigenden Fachbehörde erforderlich.

5 Geotechnische Begleitung der Erschließung

Die geotechnischen und bautechnischen Angaben des Berichtes beruhen auf stichprobenartigen Untergrundaufschlüssen, weshalb sie im Zuge der Aushubarbeiten stichprobenhaft zu überprüfen sind.

6 Schlussbemerkungen

Den Aussagen dieses Berichtes liegen die in Abschnitt 2 genannten Unterlagen zugrunde. Nach Vorlage einer konkreten Planung für die Erschließung müssen die Angaben hinsichtlich des endgültigen Planungsstandes ausgewertet werden. Ggf. sind danach ergänzende Erkundungen erforderlich.

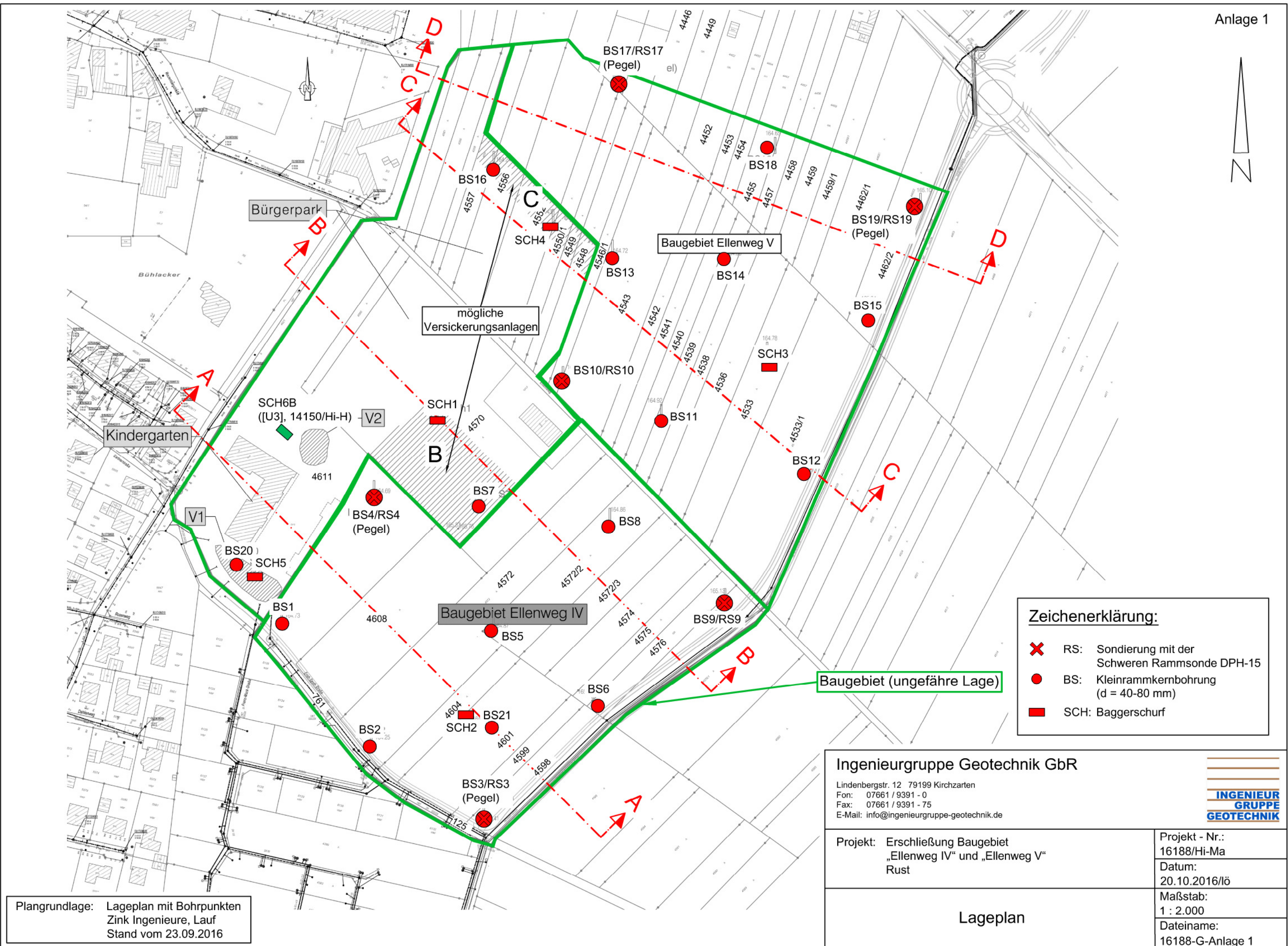
Das vorliegende Erschließungsgutachten ersetzt nicht die Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung für einzelne Bauvorhaben.



Madl
(Projektbearbeiter)



Hintner
(Projektleiter)



Zeichenerklärung:

- ✗ RS: Sondierung mit der Schweren Rammsonde DPH-15
- BS: Kleinrammkernbohrung (d = 40-80 mm)
- SCH: Baggerschurf

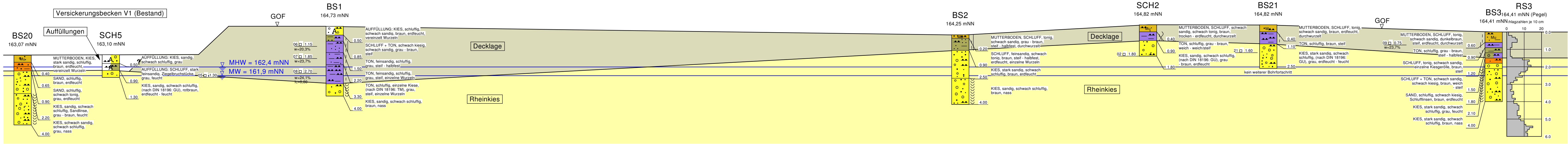
Ingenieurgruppe Geotechnik GbR

Lindenbergstr. 12 79199 Kirchzarten
 Fon: 07661 / 9391 - 0
 Fax: 07661 / 9391 - 75
 E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de

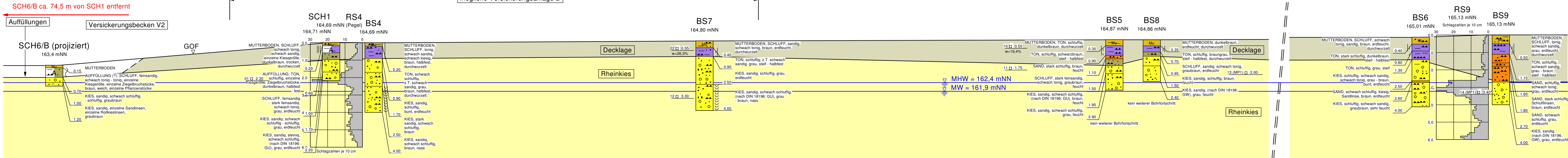
Lageplan	Projekt: Erschließung Baugebiet „Ellenweg IV“ und „Ellenweg V“ Rust	Projekt - Nr.: 16188/Hi-Ma
		Datum: 20.10.2016/lö
		Maßstab: 1 : 2.000
		Dateiname: 16188-G-Anlage 1

Plangrundlage: Lageplan mit Bohrpunkten
 Zink Ingenieure, Lauf
 Stand vom 23.09.2016

Schnitt A-A



Schnitt B-B

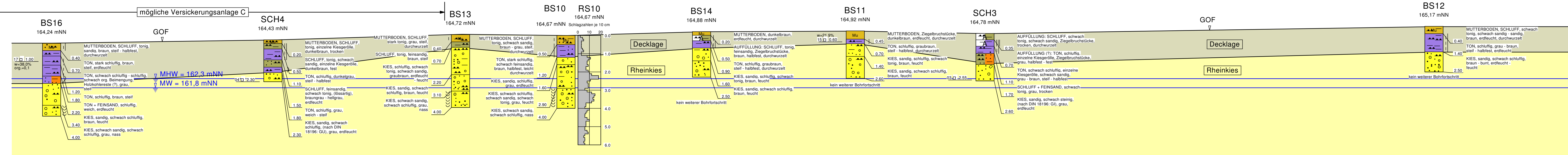


- Zeichenerklärung:**
- BK Rammkernbohrung
 - BS Kleinrammkernbohrung
 - SCH Baggerschurf
 - RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15
 - w natürlicher Wassergehalt
 - I_c Zustandszahl
 - c_u Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)
 - GOF Geländeoberfläche
 - GOK Geländeoberkante
- SW Sickerwasser**
- ▽ e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
 - ▽ a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
 - ⊠ 1.0 m gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
 - 1,0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe

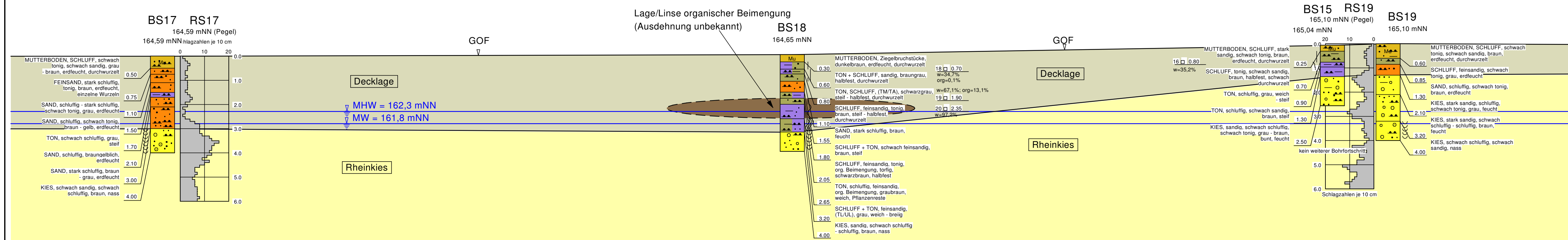
Ingenieurgruppe Geotechnik GbR
 Lindenbergrstr. 12, 79199 Kirchzarten
 Telefon: 07661 / 9391-0
 Fax: 07661 / 9391-75
 E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de

Projekt: Erschließung Baugebiet „Ellenweg IV“ und „Ellenweg V“ Rust	Projekt-Nr.: 16188/Hi-Ma Maßstab: 1:250 / 1:100
Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitte A-A + B-B)	Datum: 24.10.2016/lö

Schnitt C-C



Schnitt D-D



- Zeichenerklärung:**
- BK Rammkernbohrung
 - BS Kleinrammkernbohrung
 - SCH Baggerschurf
 - RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15
 - w natürlicher Wassergehalt
 - I_c Zustandszahl
 - C_u Kohäsion des undrännierten Bodens (Handflügelsonde)
 - GOF Geländeoberfläche
 - GOK Geländeoberkante
- SW Sickerwasser
 - ▽ e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
 - ▽ a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
 - 1.0 m gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
 - 1,0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR
 Lindenbergrstr. 12, 79199 Kirchzarten
 Telefon: 07661 / 9391-0
 Fax: 07661 / 9391-75
 E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de

Projekt: Erschließung Baugebiet „Ellenweg IV“ und „Ellenweg V“ Rust	Projekt-Nr.: 16188/Hi-Ma Maßstab: 1:400 / 1:100
Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitte C-C + D-D)	Datum: 24.10.2016/lb

Laboruntersuchungen

Projekt: Erschließung Baugebiet "Ellenweg IV und V"

Ort: Rust

Auftrag: 16188/Hi-Ma

Aufschluss	Entnahme-		Labor- Nr.	Bodenbe- zeichnung nach DIN 4022	Boden- gruppe nach DIN 18196	Kornver- teilung Anlage	natürlicher Wasser- gehalt w_n [%]	Fließ- grenze (Anlage) w_L [%]	Ausroll- grenze w_p [%]	Plasti- zitäts- zahl I_p [%]	Zustands- zahl I_c	org. Bestand- teile [%]
	tiefe [m]	art ¹⁾										
SCH1	2,2	GP	01	G,s,x,u'	GU	3.2.1						
SCH2	1,8	GP	02	G,s,u'	GU	3.2.1						
SCH3	2,5-2,6	GP	03	G,s,x'	GI	3.2.1						
SCH4	2,3	GP	04	G,s,u'	GU	3.2.1						
SCH5	1,3	GP	05	G,s,u'	GU	3.2.1						
BS1	0,9-1,4	GP	06		TM		20,3	37,5 (3.3)	20,7	16,8	0,80	
	1,6-2,1	GP	07				23,7					
	2,3-3,1	GP	08				24,1					
BS3	0,6-0,9	GP	09				23,7					
BS5	0,4-0,6	GP	10	G,s,u'	GU	3.2.2	19,4					
	1,6-1,9	GP	11									
BS7	0,4-0,7	GP	22	G,s,u'	GU	3.2.2	26,3					
BS7	2,6-4,0	GP	12									
BS8 (MP1)	1,8-2,3	GP	13	G,s	GW	3.2.2						
BS9 (MP1)	2,8-4,0	GP	14									
BS11	0,5-0,7	GP	15				21,9					
BS15	0,7-0,9	GP	16				35,2					
BS16	0,8-1,3	GP	17				38,0					0,1
BS18	0,6-0,8	GP	18				34,7					0,1
	1,8-2,05	GP	19				67,1					
	2,1-2,6	GP	20				97,2					
BS21	1,2-2,0	GP	21	G,s*,u'	GU	3.2.2						13,1

¹⁾ SP: Sonderprobe, GP: gestörte Probe

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben
**Bestimmung der Korngrößenverteilung
 durch Siebung und Sedimentation**
 Versuche nach DIN 18123 - 7

Projekt: Erschließung BG "Ellenweg IV" und "Ellenweg V"
 Ellenweg
 Rust

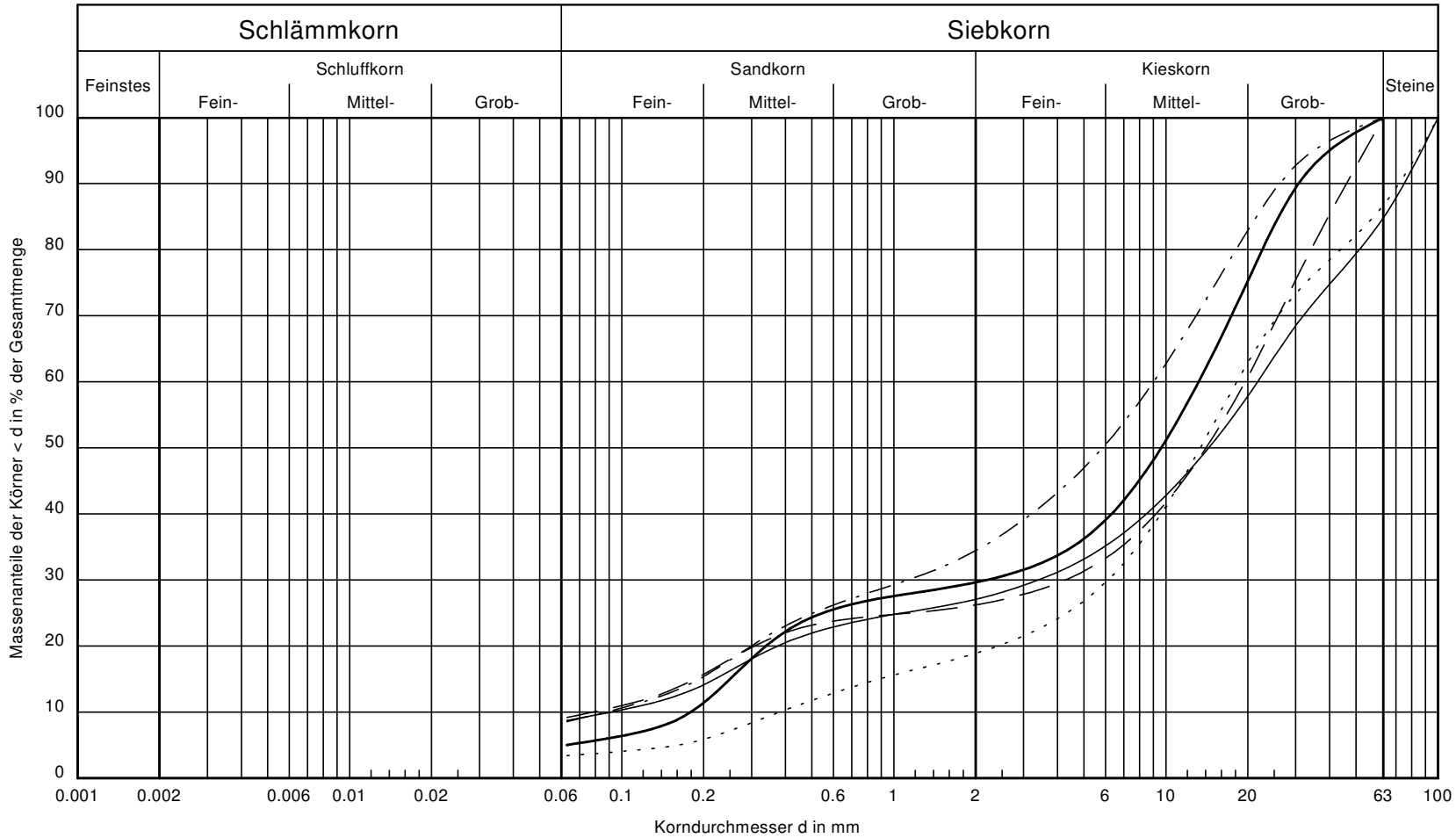
Anlage 3.2.1
DIN
18 123

Projekt-Nr.:
 16188/Hi

Datei
 16188-01-05

Bearbeiter: Schweizer

Datum: 10.10.2016



Labor-Nr.:	01	02	03	04	05
Signatur:	—	---	----	=====
Entnahmestelle:	SCH1	SCH2	SCH3	SCH4	SCH5
Tiefe [m]:	2,2	1,8	2,5	2,3	1,3
U/Cc:	237.7/5.8	103.0/1.6	47.9/5.4	248.3/11.8	73.4/2.0
Anteile (T/U/S/G) [%]:	- /8.7/18.4/57.8	- /8.6/25.9/65.5	- /3.4/15.5/67.8	- /9.2/17.0/73.8	- /5.0/24.6/70.4
Bodenart (DIN 4022):	G, s, x, u'	G, s, u'	G, s, x'	G, s, u'	G, s, u'
Bodengruppe (DIN 18196):	GU	GU	GI	GU	GW/GU

Bemerkungen:

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben
**Bestimmung der Korngrößenverteilung
 durch Siebung und Sedimentation**
 Versuche nach DIN 18123 - 7

Projekt: Erschließung BG "Ellenweg IV" und "Ellenweg V"
 Ellenweg
 Rust

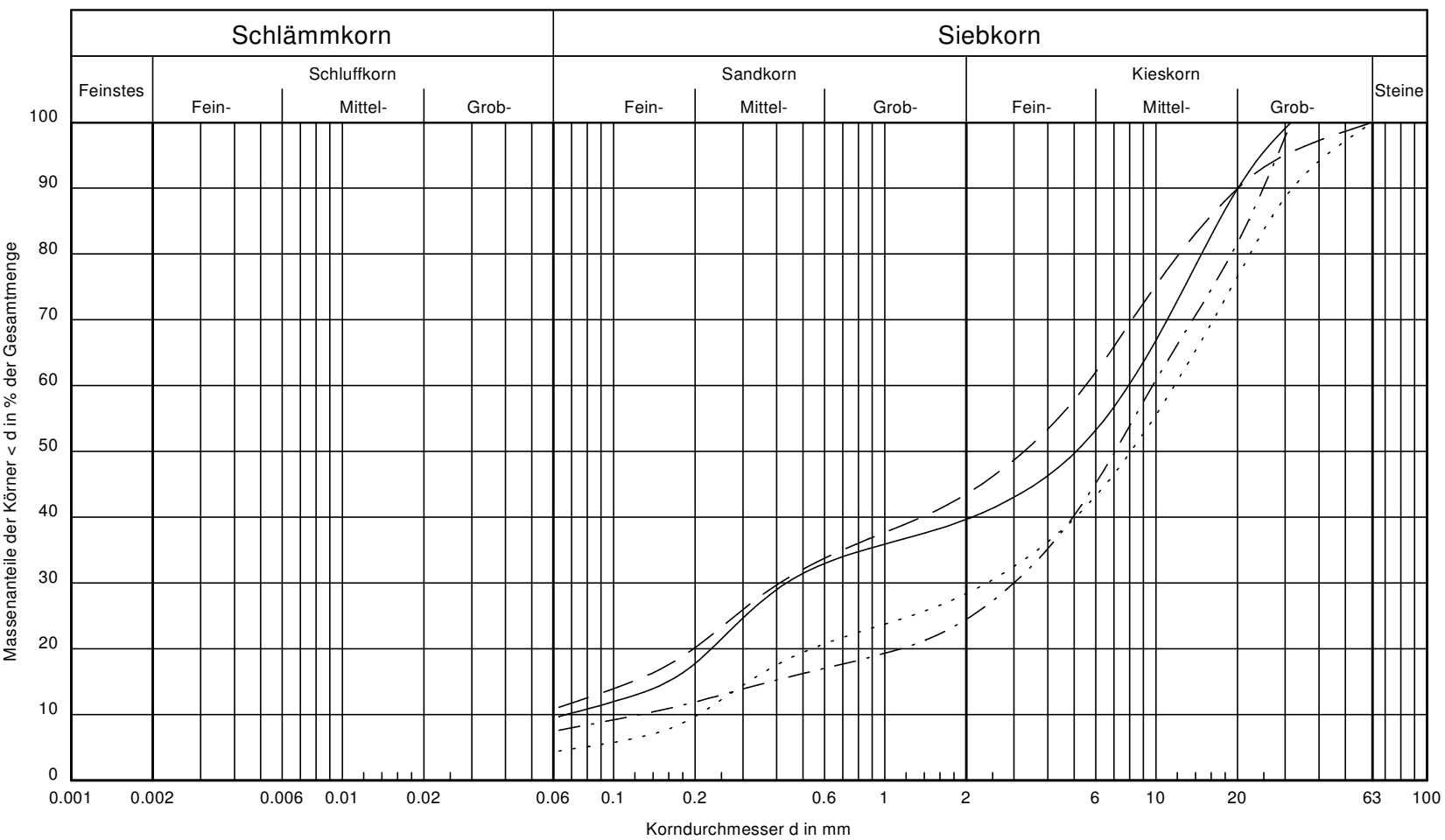
Anlage 3.2.2
DIN
18 123

Projekt-Nr.:
 16188/Hi

Datei
 16188-11-21

Bemerkungen:

Bearbeiter: Schweizer Datum: 10.10.2016

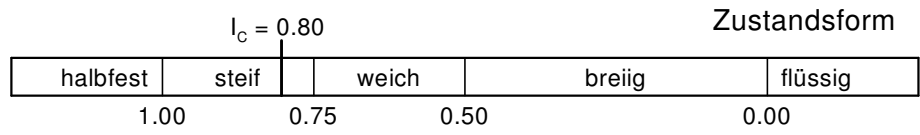
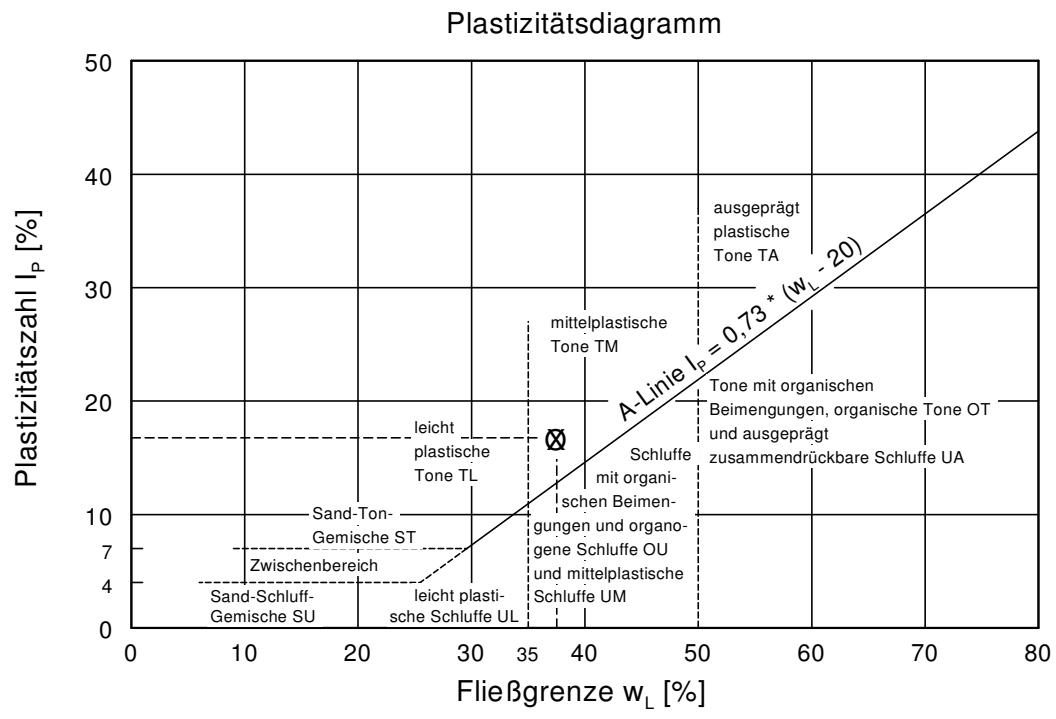
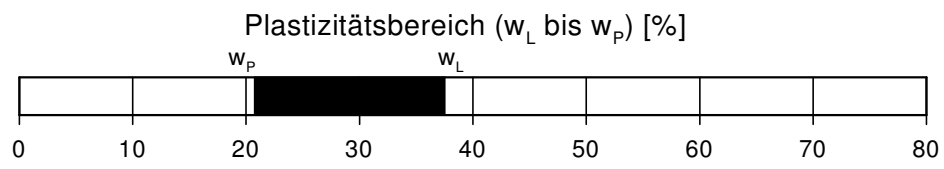


Labor-Nr.:	11	12	13+14 (MP1)	21
Signatur:	— — — —	- - - - -	— — — —
Entnahmestelle:	BS5	BS7	BS8+BS9	BS21
Tiefe [m]:	1,6-1,9	2,6-4,0	1,8-2,3/2,8-4,0	1,8-2,0
U/Cc:	118.3/0.4	77.4/7.3	56.9/2.3	-/-
Anteile (T/U/S/G) [%]:	- /9.7/30.0/60.3	- /7.6/16.9/75.5	- /4.5/23.9/71.6	- /11.1/32.4/56.5
Bodenart (DIN 4022):	G, s, u'	G, s, u'	G, s	G, s, u'
Bodengruppe (DIN 18196):	GU	GU	GW	GU

Labor-Nr.: 08
 Entnahmestelle: BS1
 Tiefe [m]: 2,3-3,1
 Bearbeiter: Schweizer
 Datum: 10.10.2016

Versuchergebnisse:

Wassergehalt $w = 24.1 \%$
 Fließgrenze $w_L = 37.5 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 20.7 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 16.8 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.80$



Bestimmung des Organischen Anteils

Projekt: Erschließung BG "Ellenweg IV" und "Ellenweg V"
Ellenweg
Rust

Projekt-Nr.:
16188/Hi-Ma

Datei:
16188-17-19

Bearbeiter: Schweizer

Datum: 10.10.2016

Entnahmestelle:	BS16	BS16
Tiefe [m]	0,8-1,3	0,8-1,3
Labor-Nr.:	17	17
A: trockene Probe + Behälter [g]	114.92	132.08
B: oxidierte Probe + Behälter [g]	114.92	132.07
C: Behälter [g]	104.80	121.88
A - B [g]:	0.00	0.01
A - C [g]:	10.12	10.20
org. Bestandteil [%]:	0.00	0.10
Mittelwert [%]:	0.05	

Entnahmestelle:	BS18	BS18
Tiefe [m]	0,6-0,8	0,6-0,8
Labor-Nr.:	18	18
A: trockene Probe + Behälter [g]	129.89	139.14
B: oxidierte Probe + Behälter [g]	129.89	139.13
C: Behälter [g]	119.68	128.70
A - B [g]:	0.00	0.01
A - C [g]:	10.21	10.44
org. Bestandteil [%]:	0.00	0.10
Mittelwert [%]:	0.05	

Entnahmestelle:	BS18	BS18
Tiefe [m]	1,8-2,05	1,8-2,05
Labor-Nr.:	19	19
A: trockene Probe + Behälter [g]	134.71	132.06
B: oxidierte Probe + Behälter [g]	133.24	130.83
C: Behälter [g]	124.41	121.82
A - B [g]:	1.47	1.23
A - C [g]:	10.30	10.24
org. Bestandteil [%]:	14.27	12.01
Mittelwert [%]:	13.14	

Entnahmestelle:		
Tiefe [m]		
Labor-Nr.:		
A: trockene Probe + Behälter [g]		
B: oxidierte Probe + Behälter [g]		
C: Behälter [g]		
A - B [g]:		
A - C [g]:		
org. Bestandteil [%]:		
Mittelwert [%]:		



**INGENIEURGRUPPE
GEOTECHNIK**
Ingenieurgruppe
Geotechnik GbR
Lindenbergstr. 12
79199 Kirchzarten
Tel.: (0 76 61) 93 91 - 0
Fax: (0 76 61) 93 91 - 75

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben

Wassergehalt

Teil 1: Bestimmung durch Ofentrocknung
Versuch DIN 18121 - LO

Projekt: Erschließung BG "Ellenweg IV" und "Ellenweg V"
Ellenweg
Rust

Anlage 3.5

**DIN
18121-1**

Projekt-Nr.:
16188/Hi-Ma

Datei:
16188-06-22

Bearbeiter: Rees / Schweizer

Entnahmestelle:	BS1	BS1	BS1	BS3	BS3	BS5
Labor-Nr.:	06	07	08	09	09	10
Feuchte Probe + Behälter [g]:	439.06	502.10	581.01	482.34	482.34	467.27
Trockene Probe + Behälter [g]:	394.84	439.94	501.35	422.10	422.10	417.90
Behälter [g]:	176.65	177.88	170.09	168.08	168.08	163.66
Porenwasser [g]:	44.22	62.16	79.66	60.24	60.24	49.37
Trockene Probe [g]:	218.19	262.06	331.26	254.02	254.02	254.24
Wassergehalt [%]:	20.27	23.72	24.05	23.71	23.71	19.42

Entnahmestelle:	BS11	BS15	BS16	BS18	BS18	BS18
Labor-Nr.:	15	16	17	18	19	20
Feuchte Probe + Behälter [g]:	449.73	456.57	459.26	390.98	344.11	402.18
Trockene Probe + Behälter [g]:	399.50	381.12	377.09	331.90	274.24	286.67
Behälter [g]:	170.24	166.62	160.68	161.73	170.04	167.77
Porenwasser [g]:	50.23	75.45	82.17	59.08	69.87	115.51
Trockene Probe [g]:	229.26	214.50	216.41	170.17	104.20	118.90
Wassergehalt [%]:	21.91	35.17	37.97	34.72	67.05	97.15

Entnahmestelle:	BS7					
Labor-Nr.:	22					
Feuchte Probe + Behälter [g]:	378.90					
Trockene Probe + Behälter [g]:	332.91					
Behälter [g]:	158.28					
Porenwasser [g]:	45.99					
Trockene Probe [g]:	174.63					
Wassergehalt [%]:	26.34					

Entnahmestelle:						
Labor-Nr.:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]:						

Projekt: Erschließung Baugebiet "Ellenweg IV und V"
Rust
Auftrag: 16188/Hi-Ma

Maßgebende Angaben zu Bodenschichten/Homogenbereichen nach VOB 2012/2015 (z. T. Erfahrungs- bzw. Schätz-/Literaturwerte)

Homogenbereich/Schicht	Auffüllung	Decklage	Rheinkies
Zusammensetzung	s. Abschn. 3.2	s. Abschn. 3.2	s. Abschn. 3.2
Bodengruppen nach DIN 18196 ¹⁾	A [GW, GU, UL, TL]	TM, UL, UM TL, SU, SU*	Gi, GW, GU, GU*
Schichtunterkante [m u GOK]	s. Anlage 2	s. Anlage 2	s. Anlage 2
Dichte [t/m^3]	1,6 - 2,2	1,8 - 2,1	1,9 - 2,2
Wassergehalt w [%]	n.b., i.d.R. 10 - 25	s. Anl. 3.5	n.b., i.d.R. 10 - 20
Lagerungsdichte I_D [-]	---	---	0,3 - 1,0
Konsistenz [-]	---	überwiegend steif - halbfest, lokal breiig - weich	---
Konsistenzzahl I_c [-]	---	s. Anlage 3.3	---
Plastizitätszahl I_p [%]	---	s. Anlage 3.3	---
organischer Anteil [%]	n.b., i.d.R. < 3	s. Anlage 3.4	n.b., i.d.R. < 3
Bodenklassen DIN 18300 ²⁾	3, 4	4	3

1), 2), 3), 4), 5), 6), 7): s. Erläuterungen

n. b. = nicht bestimmt

Erläuterungen zu Anlage 4.1

1) Bodengruppen nach DIN 18196:

GE: enggestufte Kiese
 GW: weitgestufte Kies-Sand-Gemische
 GI: intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische
 SE: enggestufte Sande
 SW: weitgestufte Sand-Kies-Gemische
 SI: intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische
 GU, GU*: Kies-Schluff-Gemische
 GT, GT*: Kies-Ton-Gemische
 SU, SU*: Sand-Schluff-Gemische
 ST, ST*: Sand-Ton-Gemische
 UL: leicht plastische Schluffe
 UM: mittelplastische Schluffe
 UA: ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff
 TL: leicht plastische Tone
 TM: mittelplastische Tone
 TA: ausgeprägt plastische Tone
 OH: grob-, gemischtkörnige Böden m. humosen Beimengungen
 OU: Schluffe mit organischen Beimengungen
 OT: Tone mit organischen Beimengungen
 HN: nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)
 HZ: zersetzte Torfe

2) Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 (nur nachrichtlich, nach VOB 2012/2015 nicht mehr gültig):

1: Oberboden
 2: Fließende Bodenarten
 3: Leicht lösbare Bodenarten
 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten
 5: Schwer lösbare Bodenarten
 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten
 7: Schwer lösbarer Fels

3) Boden- und Felsklassen nach DIN 18301 (nur nachrichtlich, nach VOB 2012/2015 nicht mehr gültig):

BN1: nichtbindig Sand-Kies, Feinkorn bis 15%
 BN2: nichtbindig Sand-Kies, Feinkorn über 15%
 BB1: bindig, flüssig bis breiig
 BB2: bindig, weich bis steif
 BB3: bindig, halbfest
 BB4: bindig, fest bis sehr fest
 BO1: Mudde, Humus und zersetzte Torfe
 BO2: unzersetzte Torfe
 FV1: Fels entfestigt
 FV2: Fels angewittert, Trennflächenabstand bis 30cm
 FV3: Fels angewittert, Trennflächenabstand über 30cm
 FV4: Fels unverwittert, Trennflächenabstand bis 10cm
 FV5: Fels unverwittert, Trennflächenabstand 10-30cm
 FV6: Fels unverwittert, Trennflächenabstand über 30cm
Für Lockergestein Zusatzklasse BS bei Steinen und Blöcken:
 BS1: Steine (63-200mm) bis 30 Vol. %
 BS2: Steine (63-200mm) über 30 Vol. %
 BS3: Blöcke (200-600mm) bis 30 Vol. %
 BS4: Blöcke (200-600mm) über 30 Vol. %
Für Felsklasse FV2-6 Zusatzklasse FD:
 FD1: einaxiale Festigkeit bis 20 N/mm²
 FD2: einaxiale Festigkeit 20-80 N/mm²
 FD3: einaxiale Festigkeit 80-200 N/mm²
 FD4: einaxiale Festigkeit 200-300 N/mm²
 FD5: einaxiale Festigkeit über 300 N/mm²

4) Boden- und Felsklassen nach DIN 18319 (nur nachrichtlich, nach VOB 2012/2015 nicht mehr gültig):

Für Lockergestein Zusatzklasse S bei Steinen und Blöcken:
 S1: Steine (63-200mm) bis 30 Vol. %
 S2: Steine (63-200mm) über 30 Vol. %
 S3: Blöcke (200-600mm) bis 30 Vol. %
 S4: Blöcke (200-600mm) über 30 Vol. %
Für Klasse F: Fels
 FZ1: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20 N/mm²
 FZ2: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20-50 N/mm²
 FZ3: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 50-100 N/mm²
 FZ4: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 100-200 N/mm²
 FD1: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20 N/mm²
 FD2: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20-50 N/mm²
 FD3: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 50-100 N/mm²
 FD4: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 100-200 N/mm²
Für Lockergesteine, Klasse L:
 LN: nicht bindige Böden
 LNE1: enggestuft, locker, Feinkorn bis 15 %
 LNE2: enggestuft, mitteldicht, Feinkorn bis 15 %
 LNE3: enggestuft, dicht, Feinkorn bis 15 %
 LNW1: weit- oder intermittierend gestuft, locker, Feinkorn bis 15 %
 LNW2: weit- oder intermittierend gestuft, mitteldicht, Feinkorn bis 15 %
 LNW3: weit- oder intermittierend gestuft, dicht, Feinkorn bis 15 %
 LN1: locker, Feinkorn über 15 %
 LN2: mitteldicht, Feinkorn über 15 %
 LN3: dicht, Feinkorn über 15 %
 LBO1: organogen, breiig bis weich
 LBO2: organogen, steif bis halbfest
 LBO3: organogen, fest
Klasse LB: bindige Böden
 LBM1: mineralisch, breiig bis weich
 LBM2: mineralisch, steif bis halbfest
 LBM3: mineralisch, fest
Für bindige Böden Zusatzklassen Plastizität:
 P1: leicht bis mittelplastisch
 P2: ausgeprägt plastisch

5) Rechenwerte für erdstatische Berechnungen s. Anlage 4.2

6) Einbaukonfigurationen/ Materialqualitäten nach VwV Boden (2007)

Z0: uneingeschränkte Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen
 Z0*: wie Z0, mit Einschränkungen
 Z1.1: Verwertung in technischen Bauwerken
 Z1.2: wie Z1.1, unter günstigen hydrogeologischen Verhältnissen
 Z2: Verwertung in technischen Bauwerken bei definierten Sicherungsmaßnahmen
 >Z2: i.A. Entsorgung auf Deponie

7) Einbaukonfigurationen/ Materialqualitäten nach RC Erlass (MU 2004)

Z1.1: Verwertung in technischen Bauwerken
 Z1.2: wie Z1.1, unter günstigen hydrogeologischen Verhältnissen
 Z2: Verwertung in technischen Bauwerken bei definierten Sicherungsmaßnahmen

Projekt: Erschließung Baugebiet "Ellenweg IV und V"
Rust
Auftrag: 16188/Hi-Ma

Maßgebende Angaben zu Bodenkenngößen (charakteristische Werte)

Bodenschicht / Homogenbereich	Schicht- unterkante unter GOK [m]	Feucht-/Auf- triebswichte γ_k/γ'_k [kN/m ³]	Scherfestigkeit des dränierten Bodens		maßgebender Steifemodul bei Erstbelastung E_s [MN/m ²]
			Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	
Auffüllung	s. Anlage 2.1 ff	19/9	25 - 30	0	---
Decklage (ohne organische Beimengungen)		19/9	25 - 30	0 - 5	3 - 10
Rheinkies		22/12	35 - 37	0	40 - 80

Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes k durch Versickerungsversuch im Schurf

mit fallender Druckhöhe, nicht im Grundwasser

Anlage 5.1

Projekt: Erschließung Baugebiet "Ellenweg IV" und
"Ellenweg V", Rust

Projekt-Nr.:
16188/Hi-Ma

Datum:
23.09.2016

Schurf-Nr.: 1

Beobachter: Madl

Meßpunkthöhe: (ab Schurfsohle)
2,2 m

Schurf:

Volumen: 3,366 m³

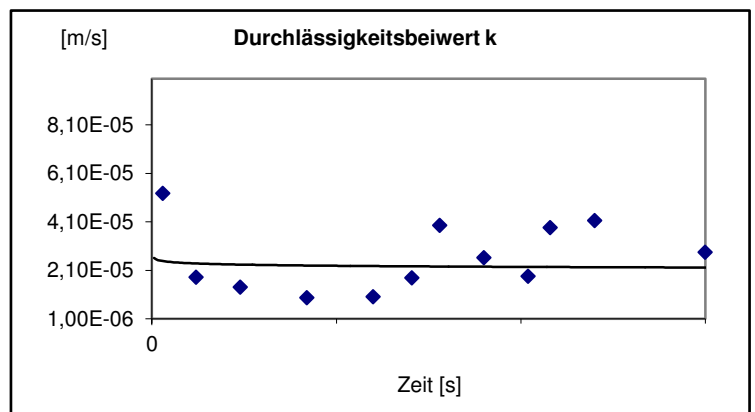
Tiefe: 2,20 m

Ersatzradius:

Ersatzradius (r_E): 0,70 m


Durchmesser (d): 1,40 m

Berechnung nach VAWE: $k = \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot \frac{d}{28 \cdot h_m}$



	Zeit	Tiefe ab GOK	Zeitdifferenz Δt	Absenkung Δh	$\Delta h/\Delta t$	mittlerer Aufstau h_m	Durchlässigkeitsbeiwert k
Nr.	[hh:mm:ss]	[m]	[s]	[m]		[m]	[m/s]
1	0:00:00	1,880					
2	0:00:30	1,890	30	0,01	0,0003	0,32	5,27E-05
3	0:02:00	1,900	90	0,01	0,0001	0,31	1,82E-05
4	0:04:00	1,910	120	0,01	0,0001	0,30	1,41E-05
5	0:07:00	1,920	180	0,01	0,0001	0,29	9,72E-06
6	0:10:00	1,930	180	0,01	0,0001	0,28	1,01E-05
7	0:11:45	1,940	105	0,01	0,0001	0,27	1,79E-05
8	0:13:00	1,955	75	0,02	0,0002	0,25	3,95E-05
9	0:15:00	1,970	120	0,01	0,0001	0,24	2,62E-05
10	0:17:00	1,980	120	0,01	0,0001	0,23	1,85E-05
11	0:18:00	1,990	60	0,01	0,0002	0,22	3,86E-05
12	0:20:00	2,010	120	0,02	0,0002	0,20	4,15E-05
13	0:25:00	2,040	300	0,03	0,0001	0,18	2,85E-05

Mittelwert: 2,63E-05

 Ingenieurgruppe Geotechnik GbR Lindenbergstr. 12 79199 Kirchzarten Tel.: (0 76 61) 93 91 - 0 Fax: (0 76 61) 93 91 - 75	Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes k durch Versickerungsversuch im Schurf mit fallender Druckhöhe, nicht im Grundwasser	Anlage 5.2
	Projekt: Erschließung Baugebiet "Ellenweg IV" und "Ellenweg V", Rust	Projekt-Nr.: 16188/Hi-Ma
		Datum: 23.09.2016

Schurf-Nr.: 2

Beobachter: Madl

Meßpunkthöhe: (ab Schurfsohle)
1,8 m

Schurf:

Volumen: 2,592 m³

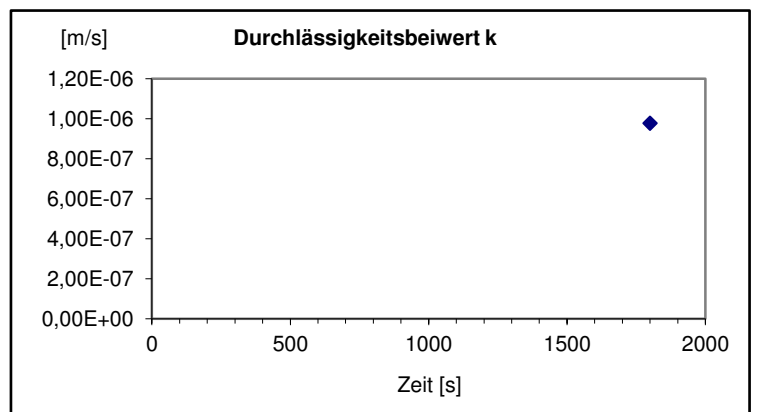
Tiefe: 1,80 m

Ersatzradius:

Ersatzradius (r_E): 0,68 m

Durchmesser (d): 1,35 m

Berechnung nach VAWE: $k = \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot \frac{d}{28 \cdot h_m}$



	Zeit	Tiefe ab GOK	Zeitdifferenz Δt	Absenkung Δh	Δh/Δt	mittlerer Aufstau h _m	Durchlässigkeitsbeiwert k
Nr.	[hh:mm:ss]	[m]	[s]	[m]		[m]	[m/s]
1	0:00:00	1,52					
2	0:30:00	1,53	1800	0,01	0,0000	0,28	9,77E-07

Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes k durch Versickerungsversuch im Schurf

mit fallender Druckhöhe, nicht im Grundwasser

Anlage 5.3

Projekt: Erschließung Baugebiet "Ellenweg IV" und
"Ellenweg V", Rust

Projekt-Nr.:
16188/Hi-Ma

Datum:
23.09.2016

Schurf-Nr.: 3

Beobachter: Madl

Meßpunkthöhe: (ab Schurfsohle)
2,6 m

Schurf:

Volumen: 4,212 m³

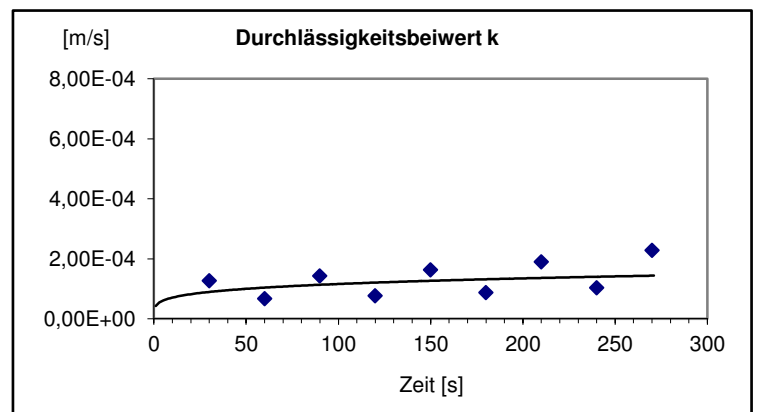
Tiefe: 2,60 m

Ersatzradius:

Ersatzradius (r_E): 0,72 m

Durchmesser (d): 1,44 m

Berechnung nach VAWE: $k = \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot \frac{d}{28 \cdot h_m}$



	Zeit	Tiefe ab GOK	Zeitdifferenz Δt	Absenkung Δh	Δh/Δt	mittlerer Aufstau h _m	Durchlässigkeitsbeiwert k
Nr.	[hh:mm:ss]	[m]	[s]	[m]		[m]	[m/s]
1	0:00:00	2,32					
2	0:00:30	2,34	30	0,02	0,0007	0,27	1,27E-04
3	0:01:00	2,35	30	0,01	0,0003	0,26	6,70E-05
4	0:01:30	2,37	30	0,02	0,0007	0,24	1,42E-04
5	0:02:00	2,38	30	0,01	0,0003	0,23	7,60E-05
6	0:02:30	2,40	30	0,02	0,0007	0,21	1,63E-04
7	0:03:00	2,41	30	0,01	0,0003	0,20	8,77E-05
8	0:03:30	2,43	30	0,02	0,0007	0,18	1,90E-04
9	0:04:00	2,44	30	0,01	0,0003	0,17	1,04E-04
10	0:04:30	2,46	30	0,02	0,0007	0,15	2,28E-04

Mittelwert: 1,32E-04

Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes k durch Versickerungsversuch im Schurf

mit fallender Druckhöhe, nicht im Grundwasser

Anlage 5.4

Projekt: Erschließung Baugebiet "Ellenweg IV" und
"Ellenweg V", Rust

Projekt-Nr.:
16188/Hi-Ma

Datum:
23.09.2016

Schurf-Nr.: 4

Beobachter: Madl

Meßpunkthöhe: (ab Schurfsohle)
2,3 m

Schurf:

Volumen: 3,726 m³

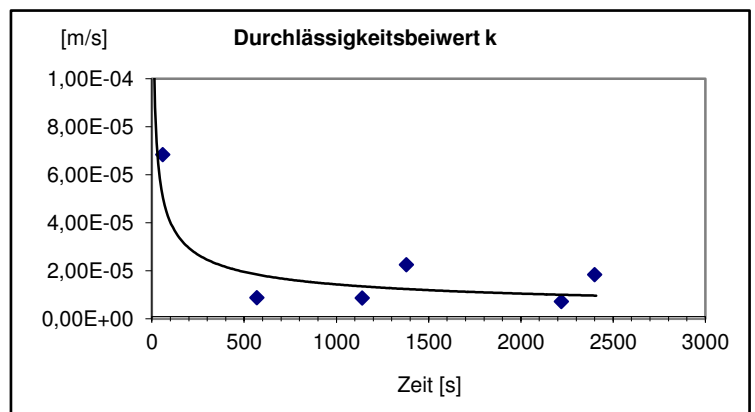
Tiefe: 2,30 m

Ersatzradius:

Ersatzradius (r_E): 0,72 m

Durchmesser (d): 1,44 m

Berechnung nach VAWE: $k = \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot \frac{d}{28 \cdot h_m}$



	Zeit	Tiefe ab GOK	Zeitdifferenz Δt	Absenkung Δh	Δh/Δt	mittlerer Aufstau h _m	Durchlässigkeitsbeiwert k
Nr.	[hh:mm:ss]	[m]	[s]	[m]		[m]	[m/s]
1	0:00:00	2,170					
2	0:01:00	2,180	60	0,01	0,0002	0,13	6,84E-05
3	0:09:30	2,190	510	0,01	0,0000	0,12	8,75E-06
4	0:19:00	2,200	570	0,01	0,0000	0,11	8,57E-06
5	0:23:00	2,210	240	0,01	0,0000	0,09	2,25E-05
6	0:37:00	2,220	840	0,01	0,0000	0,08	7,18E-06
7	0:40:00	2,225	180	0,00	0,0000	0,08	1,84E-05

Mittelwert: 2,23E-05

Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes k durch Versickerungsversuch im Schurf

mit fallender Druckhöhe, nicht im Grundwasser

Anlage 5.5

Projekt: Erschließung Baugebiet "Ellenweg IV" und
"Ellenweg V", Rust

Projekt-Nr.:
16188/Hi-Ma

Datum:
23.09.2016

Schurf-Nr.: 5

Beobachter: Madl

Meßpunkthöhe: (ab Schurfsohle)
1,3 m

Schurf:

Volumen: 1,404 m³

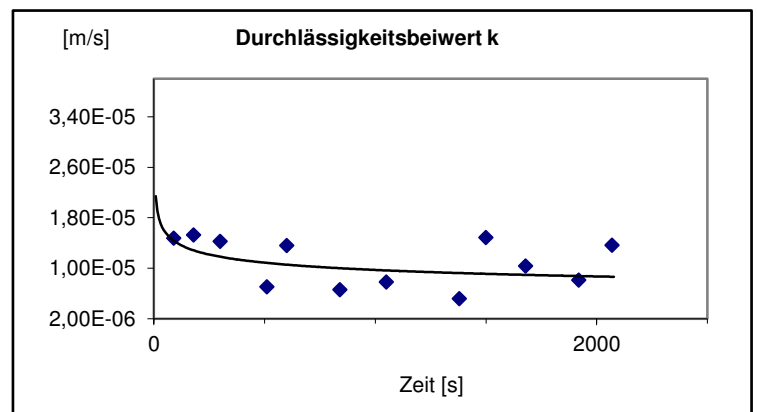
Tiefe: 1,30 m

Ersatzradius:

Ersatzradius (r_E): 0,59 m

Durchmesser (d): 1,17 m

Berechnung nach VAWE: $k = \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot \frac{d}{28 \cdot h_m}$



	Zeit	Tiefe ab GOK	Zeitdifferenz Δt	Absenkung Δh	Δh/Δt	mittlerer Aufstau h _m	Durchlässigkeitsbeiwert k
Nr.	[hh:mm:ss]	[m]	[s]	[m]		[m]	[m/s]
1	0:00:00	0,980					
2	0:01:30	0,990	90	0,01	0,0001	0,32	1,48E-05
3	0:03:00	1,000	90	0,01	0,0001	0,31	1,53E-05
4	0:05:00	1,012	120	0,01	0,0001	0,29	1,42E-05
5	0:08:30	1,022	210	0,01	0,0000	0,28	7,05E-06
6	0:10:00	1,030	90	0,01	0,0001	0,27	1,36E-05
7	0:14:00	1,040	240	0,01	0,0000	0,27	6,58E-06
8	0:17:30	1,050	210	0,01	0,0000	0,26	7,82E-06
9	0:23:00	1,060	330	0,01	0,0000	0,25	5,18E-06
10	0:25:00	1,070	120	0,01	0,0001	0,24	1,49E-05
11	0:28:00	1,080	180	0,01	0,0001	0,23	1,03E-05
12	0:32:00	1,090	240	0,01	0,0000	0,22	8,12E-06
13	0:34:30	1,100	150	0,01	0,0001	0,21	1,36E-05

Mittelwert: 1,10E-05

Prinzip - Skizze Mulden - Rigolen - Element

**INGENIEUR
GRUPPE
GEOTECHNIK**

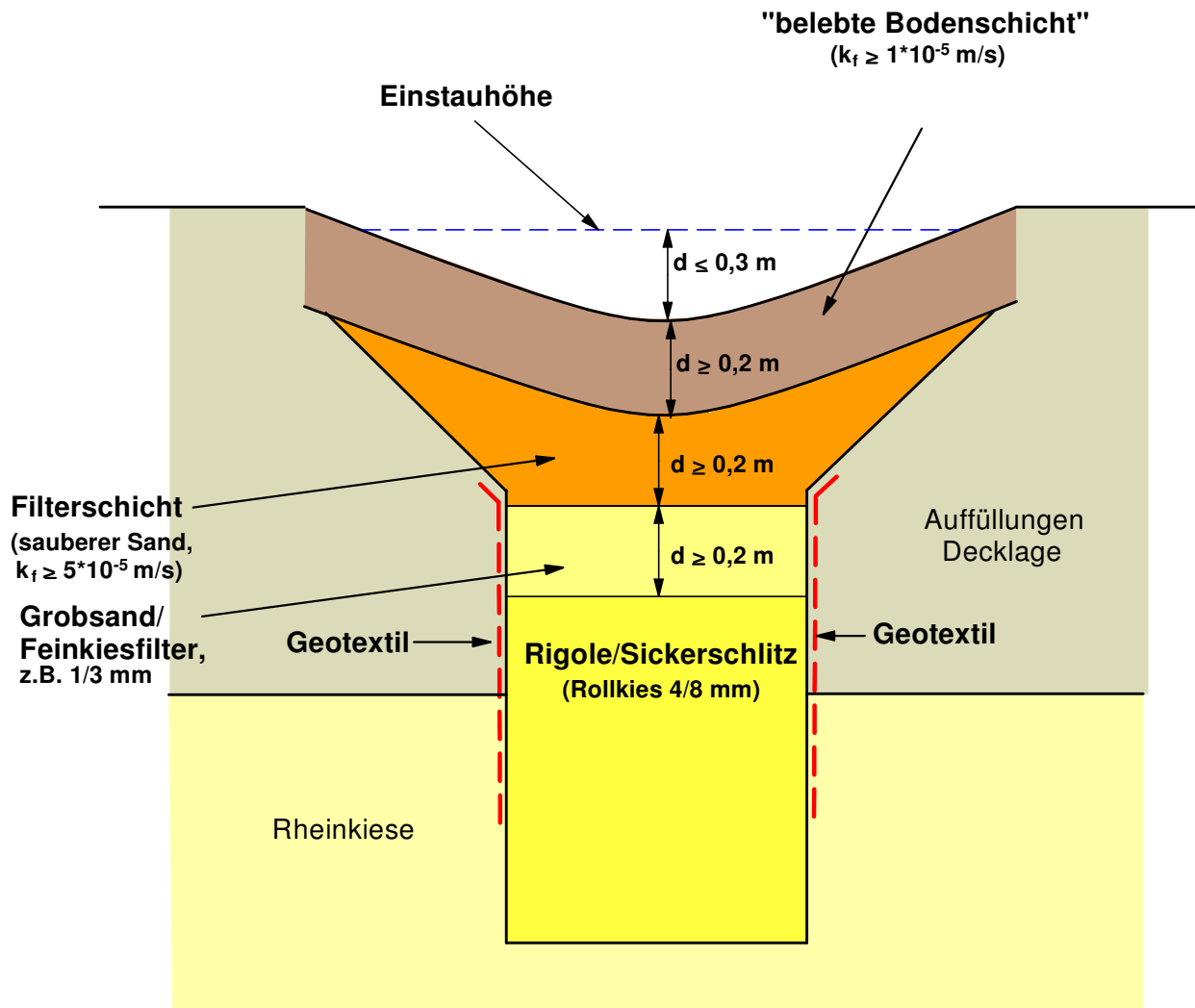
Ingenieurgruppe
Geotechnik GbR
Lindenbergstr. 12
79199 Kirchzarten
Tel.: 07661 / 9391-0
Fax: 07661 / 9391-75

Projekt: Erschließung Baugebiet
„Ellenweg IV“ und „Ellenweg V“
Rust

Projekt-Nr.:
16188/Hi-Ma

Maßstab:

Datum:
24.10.2016/lö



Hinweis:

Bei der Planung, Dimensionierung, Bau und Unterhalt von Versickerungsanlagen sind die Angaben des Arbeitsblattes DWA-A 138 zu beachten.