

Geotechnischer Bericht

***Prüfung Bebaubarkeit
Wohnbauland
Bergstraße
in Rheine rechts der Ems***

Auftragnehmer: HINZ Ingenieure GmbH
Alte Dorfstraße 5
D-48161 Münster
Tel.: 0 2534 / 9743-0
Fax: 0 2534 / 9743-30

Projektnummer: 6332-1

Projektleiter: Dipl.-Geol. R. Fischer

Münster, den 27. Juni 2016



Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag.....	3
2	Verwendete Unterlagen.....	3
3	Allgemeine Standortangaben.....	3
4	Baugrund.....	4
4.1	Baugrundaufschlüsse.....	4
4.2	Schichtenaufbau	5
	4.2.1 Umgelagerter Oberboden.....	5
	4.2.2 Sand, schwach schluffig	5
5	Bodenklassifizierung und Kennwerte.....	6
	5.1 Klassifizierung der Schichten	6
	5.2 Bodenmechanische Kennwerte.....	6
6	Hydrogeologische Verhältnisse / Grundwasser.....	6
7	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	7
	7.1 Baugrund	7
	7.2 Erdarbeiten	7
	7.3 Baugrube / Gräben.....	8
	7.4 Verkehrsflächen.....	9
	7.5 Ver- und Entsorgungsleitungen.....	9
	7.5.1 Grabensohle / Bettung	9
	7.5.2 Verfüllmaterial.....	10
	7.6 Versickerung	11
8	Zusammenfassung	12



Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lagepläne
Anlage 1.1	Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
Anlage 1.2	Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 1.000
Anlage 2	Geotechnischer Profilschnitte, Maßstab 1 : 20
Anlage 2.1	RKS 1 – RKS 2 – RKS 4
Anlage 2.2	RKS 3 – RKS 4 – Versickerungsversuch 5
Anlage 3	Versickerungsversuche
Anlage 3.1	Schurf 1
Anlage 3.2	Schurf 2
Anlage 3.3	Schurf 3
Anlage 3.4	Schurf 4
Anlage 3.5	Schurf 5



1 Auftrag

Die HINZ Ingenieure GmbH, Münster, wurde auf der Grundlage des Angebotes, vom 19.02.2016, von Herrn Werning beauftragt, Baugrunduntersuchungen für die Überprüfung der Bebaubarkeit und der Versickerungsfähigkeit des Flurstücks 121, Flur 36, Gemarkung Rheine r. d. Ems in Rheine auszuführen. Die Beauftragung erfolgte mit dem Schreiben vom 23.03.2015.

Der geotechnische Bericht soll Planungsgrundlagen hinsichtlich der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse ermitteln und insbesondere erste allgemeine Angaben über den Untergrund und zur Versickerung von Oberflächenwasser liefern.

Die Durchführung von Rammsondierungen und chemischen Untersuchungen des anstehenden Bodens waren nicht Gegenstand des Auftrages.

Die Ergebnisse der Untersuchung werden im vorliegenden Bericht zusammengefasst und bewertet.

2 Verwendete Unterlagen

Zur Bearbeitung des vorliegenden Berichtes wurden Rubel & Partner folgende Planunterlagen zur Verfügung gestellt:

[P1] Planungsgrundlage für die Angebotsanfrage zu einem Bodengutachten, Luftbild mit den ungefähren Straßenlagen und den Versickerungspunkten im Maßstab 1 : ca. 1.000, vom 19.02.2015

Des Weiteren wurden von HINZ Ingenieure folgende Unterlagen zur Berichterstellung genutzt:

[U1] Geologische Karte, Blatt C 3910 „Rheine“, Maßstab 1 : 25.000

[U2] Topographische Karte, Blatt 3910 „Rheine“, Maßstab 1 : 25.000

[U3] Hydrogeologische Karte Rheine Blatt L 3710, Karte der Hydroisohypsen, Maßstab 1 : 50.000

[U4] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTVE-StB 09, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV)

[U5] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, ZTVA-StB 12, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV)

[U6] Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, RStO 12, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV), Ausgabe 2012

[U7] Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Arbeitsblatt DWA-A 138, April 2005

[U8] Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser, Merkblatt DWA-M 153, August 2007

3 Allgemeine Standortangaben

plant die Bebauung des Flurstückes 121, Flur 36 in der Gemarkung Rheine r. d. Ems. Das betroffene Grundstück liegt zwischen der Bergstraße im Süden, der Sandkampstraße im Osten und einer Wohnbebauung im Westen und Norden.

Die Lage des Projektareals kann dem Übersichtslageplan im Maßstab 1 : 25.000 (Anlage 1.1) entnommen werden. Die Lage des Baufeldes ist aus dem Lageplan der Anlage 1.2 im Maßstab 1 : 1.000 ersichtlich.

Das Projektareal befindet sich nordöstlich des Stadtzentrums von Rheine und umfasst eine Fläche von ca. 16.000 m².

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung wurde das Gelände landwirtschaftlich genutzt.

Die von den HINZ Ingenieuren durchgeführten Baugrundaufschlüsse und Schürfe wurden auf einen Kanaldeckel im Nordwesten des Projektareals (Hartmutweg) eingemessen. Die Lage des Höhenbezugspunktes (OK Kanaldeckel = 39,23 m NHN) ist im Lageplan der Anlage 1.2 dargestellt.

Nach den aufgenommenen Höhen an den Untersuchungspunkten ist für das Gelände ein Einfallen von ca. 39,17 mNHN im Nordwesten auf ca. 38,74 mNHN nach Südosten zu verzeichnen.

4 Baugrund

4.1 Baugrundaufschlüsse

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 29.04.2016 von den HINZ Ingenieuren folgende Baugrundaufschlüsse durchgeführt:

- 4 Kleinbohrungen in Form von Rammkernsondierungen (RKS): RKS 1 bis RKS 4
- 5 Schürfe: Sch 1 bis Sch 5

Die Rammkernsondierungen (RKS) wurden mit einem Durchmesser von $d = 80$ mm bis 50 mm niedergebracht. Sie dienten zur Probenentnahme und zur Erkundung des Baugrundes bis 4,0 m unter Gelände.

Die zeichnerische Darstellung der Bohrerergebnisse nach DIN 4023 erfolgt in den geotechnischen Profilschnitten der Anlage 2.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden.

Aus den Rammkernsondierungen wurden gestörte Bodenproben entnommen. Im bodenmechanischen Labor Rubel & Partner erfolgte eine bodenmechanische Ansprache der Proben zum Zweck einer einheitlichen Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14688 sowie eine bautechnische Klassifizierung nach DIN 18 196 und DIN 18 300. Außerdem wurden die Böden geologisch eingestuft.

Zur in-situ Bestimmung der Versickerungsfähigkeit im Untersuchungsgebiet wurden 5 Versickerungsversuche in 5 Handschürfen ausgeführt, die die Versickerungsfähigkeit der Böden ab einer Tiefe von 0,8 m abbildet.

Die Rahmenbedingungen der Versuche, das Versuchsprotokoll sowie deren Auswertung sind in Anlage 3 festgehalten.

4.2 Schichtenaufbau

Nach den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse, dem vorhandenen Kartenwerk und der eingehenden Geländeaufnahme vor Ort kann der allgemeine Schichtenaufbau wie folgt zusammengefasst werden:

Bis zur Endtiefe der Aufschlüsse von 4,0 m uGOK stehen im Untersuchungsgebiet schluffige Sande an, die von künstlichen Auffüllungen in Form von umgelagerten Oberboden überlagert werden.

Nachfolgend wird der in den Sondierungen erteufte Schichtenaufbau beschrieben.

4.2.1 Umgelagerter Oberboden

Das oberste Glied der Schichtenabfolge wird von einem mit organischen Anteilen geprägten dunkelbraunen Oberboden (Acker) eingenommen. Der Korngröße nach ist er als schluffiger und stark humoser und mittelsandiger Feinsand anzusprechen. An mineralischen Fremdbestandteilen waren einzelne Ziegelstücke vorhanden, die auf die Nähe der urbanen Bebauung zurückzuführen sind. Die Farbe des Oberbodens ist dunkelbraun. Die Stärke des Oberbodens variiert an den Aufschlusspunkten zwischen 0,4 m bis 0,55 m.

4.2.2 Sand, schwach schluffig

Unterlagert wird die Oberboden von einem schwach schluffigem und mittelsandigem Feinsand von gelber Farbe. Die Unterkante der angesprochenen Schicht schwankt je nach Lage des Bohransatzpunktes zwischen 1,0 m in RKS 2 und 1,7 m uGOK in RKS 1.

Mit zunehmender Tiefe findet ein Übergang von zu einem schwach schluffigen und mittelsandigen Feinsand zu einem schwach schluffigen Fein- bis Mittelsand statt. Die Farbe des Fein- bis Mittelsand ist gelb. Die Schicht wird durch einen markanten Farbwechsel gekennzeichnet. In einer Stärke von ca. 0,1 m hat sich eine rostbraune Färbung herausgebildet, die ihre Ursache in den wechselnden Grundwasserständen hat. Eisen- und Manganablagerung deuten auf erhöhte Grundwasserstände hin. Die Unterkante des Fein- bis Mittelsandes schwankt je nach Lage der Rammkernsondierung zwischen 2,0 m in RKS 2 und 3,1 m uGOK in RKS 1.

Der schwach schluffige Fein- bis Mittelsand lagert überwiegend einem schwach schluffigen bis schluffigen und feinsandigen Mittelsand auf. Die Farbe des Mittelsandes ist gelb bis grau. Bis zur Endteufe von 4,0 m uGOK tritt der Fein- bis Mittelsand wieder hervor. Der Fein- bis Mittelsand enthält schwach bis schluffige und bereichsweise auch schwach grobsandige Anteile. Diese Schicht wurde, mit einer Bohrtiefe von 4,0 m uGOK, nicht durchörtert

5 Bodenklassifizierung und Kennwerte

5.1 Klassifizierung der Schichten

In der nachfolgenden Tabelle 1 wird eine Unterteilung der Schichten und eine Klassifizierung nach den Bodengruppen der DIN 18 196 sowie der Bodenklasse nach DIN 18 300 vorgenommen. Des Weiteren erfolgt eine Zuordnung der Frostepfindlichkeit nach ZTVE-StB 09 und der Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB 12.

Tabelle 1: Erdbautechnische Klassifizierung der Schichten

Schichten	Bodengruppe DIN 18 196	Bodenklasse DIN 18 300	Frostepfindlichkeit ZTVE-StB 09 ¹⁾	Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB 12 ²⁾
Auffüllung <i>Oberboden</i>	A: [OH]	1	F 3	/
Sand, schw. schluffig	SU / S5	3, 4	F 2 – F 3	V 2 – V 3

1) F 1 = nicht frostepfindlich; F 2 = gering bis mittel frostepfindlich; F 3 = sehr frostepfindlich

2) V 1 = nicht bindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden; V 2 = bindige gemischtkörnige Böden
V 3 = bindige, feinkörnige Böden

5.2 Bodenmechanische Kennwerte

Auf Grundlage der durchgeführten bodenmechanischen Feld- und Laborversuche können die in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellten mittleren Bodenkennwerte in Abstimmung mit DIN 1055 für erdstatische Berechnungen in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 2: Bodenmechanische Kennwerte (charakteristisch)

Schichten	Wichte (feucht) γ_k [kN/m ³]	Wichte (unter Auftrieb) γ'_k [kN/m ³]	Reibungswinkel (dräniertes Boden) φ'_k [Grad]	Kohäsion (dräniertes Boden) c'_k [kN/m ²]	Steifemodul (Erstbelastung) $E_{a,k}$ [MN/m ²]
Auffüllung <i>Oberboden</i>	18	/	/	/	/
Sand, schw. schluffig	20	10	27,5	2,5 – 7,5	10 – 15

6 Hydrogeologische Verhältnisse / Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Baugrundaufschlussarbeiten im April 2016 wurde in jeder Sondierbohrung Grundwasser angetroffen. Das Grundwasser wurde in jeder Rammkernsondierung bei 1,8 m uGOK angeschnitten. Nach Beendigung der Bohrarbeiten erfolgte die neuerliche Messung der Grundwasserstände im Bohrloch. Es zeigte sich, dass bis auf die RKS 4 die Grundwasserstände unverändert vorlagen. In RKS 4 stieg der Grundwasserspiegel auf ca. 1,6 m uGOK an. Als Bemessungswasserstand ist bei einer mittleren Grundwasserspiegellage von ca. 1,73 m uGOK (37,27 m üNN) eine Höhe von 37,77 m üNN anzusetzen.

Unweit westlich des Projektareals fließt die Ems, ein Gewässer 1. Ordnung. Im Bereich des Untersuchungsgebietes weist die Ems eine nach Nordwest-gerichtete Fließrichtung auf. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass das Grundwasser nach Westen bzw. Nordwesten, in Richtung Ems strömt.

Zur besseren Übersicht sind in der nachfolgenden Tabelle 3 die jeweiligen Grundwasserstände in der Bohrsonde und nach Ende der Feldarbeiten zu entnehmen.

Tabelle 3: Grundwasserstände

RKS	In der Sonde [m] uGOK	[m] NHN	im Bohrloch [m] uGOK	[m] NHN
RKS 1	1,8	37,35	1,8	37,35
RKS 2	1,8	37,37	1,8	37,37
RKS 3	1,8	37,06	1,8	37,06
RKS 4	1,8	37,10	1,6	37,30

7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

7.1 Baugrund

Die anstehenden Schichten können hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit wie folgt eingestuft werden:

Tabelle 4: Tragfähigkeit und Schichtuntergrenze der anstehenden Böden

Schichten	Schichtuntergrenze [m u. GOK]	Tragfähigkeit
Auffüllung Oberboden	0,4 – 0,55	keine
Sand, schw. schluffig	nicht erreicht (> 4,0 m)	mittel – gut

Der im Baufeld liegende umgelagerte Oberboden ist grundsätzlich zur Lastabtragung ungeeignet und daher komplett abzuschleppen. Der Oberboden ist, trotz des Vorhandenseins von Ziegelstücken, getrennt von sonstigem Bodenmaterial aufzunehmen und entsprechend seiner natürlichen Funktion zu verwerten.

Die im Baufeld anstehenden Böden sind als leicht bis mittelschwer lösbarer Boden (Bodenklasse 3 und 4) gemäß DIN 18 300 einzustufen. Erdarbeiten innerhalb der beschriebenen Bodenschichten sind in der Regel mit üblichen Hydraulikbaggern und sonstigen Baugeräten auszuführen.

7.2 Erdarbeiten

Grundsätzlich wird darauf hingewiesen, dass die im Projektareal vorhandenen schwach bindigen Böden bei Wasserzutritt verbreiten können. Auch bei dynamischer Beanspruchung durch Baufahrzeuge wird das Porenwasser mobilisiert und die Konsistenz entsprechend reduziert. Die bauausführende Firma muss die Erdarbeiten in diesen Bereichen deshalb mit entsprechender Sorgfalt ausführen, damit die Tragfähigkeit des Planums durch unsachgemäße Behandlung nicht beeinträchtigt wird.

Bei bindigen Böden ist rückschreitend auszuheben und eine dynamische Beanspruchung bei der Verdichtung auszuschließen. Um eine Auflockerung / Aufreißen der Aushubsohle zu vermeiden, ist der Aushub mit glatter Schneide vorzunehmen.

Aufgeweichte, vernässte oder verfahrene Bereiche im Tiefenbereich der Gründungssohle sind auszutauschen oder nachzuarbeiten.

7.3 Baugrube / Gräben

Detaillierte Unterlagen über die Einbindetiefen der geplanten Gebäude und Baukörper in das Gelände liegen zum jetzigen Planungsstand nicht vor. Im Nachfolgenden werden allgemeine Vorgaben zur Ausbildung von Baugruben und Gräben aufgestellt.

Für Baugrubenböschungen sind in Anlehnung an DIN 4124 folgende Böschungswinkel anzusetzen bzw. sollten nicht überschritten werden.

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| - Oberboden | $\leq 45^\circ$ |
| - Sand, schwach schluffig | $\leq 45^\circ$ |

Diese Angaben gelten grundsätzlich nur bis zur Grund-/Schichtwasseroberfläche.

Es muss beachtet werden, dass die Standsicherheit von Böschungen u.U. durch besondere Gegebenheiten, Witterungseinflüsse sowie den Baustellenbetrieb beeinträchtigt wird. Außerdem sind Verkehrs-, Stapel- und Kranlasten zu berücksichtigen. In solchen Fällen ist die Standsicherheit der Böschung nach DIN 4124 rechnerisch nachzuweisen.

Die Böschungsoberflächen sind zum Schutz gegen Witterungseinflüsse mit einer Folie dauerhaft abzudecken. Die Folie ist an der Böschungskrone und am Böschungsfuß zu befestigen.

Für Kanalarbeiten sind die Gräben in Abstimmung mit der DIN 4124 anzulegen. Bis zu einer Grabentiefe von 1,25 m unter GOK ist ein Böschungswinkel von $\leq 90^\circ$ anzusetzen. Bei Gräben mit Tiefen zwischen 1,25 - 1,75 m ist die Böschungskante ab 1,25 m bis GOK unter $\leq 45^\circ$ abzuböschten. Bei Gräben mit Tiefen $> 1,75$ m sowie bei dem Vorhandensein von Grundwasser sind Verbaumaßnahmen erforderlich.

Für die Bemessung der Verbauwände können die im Kapitel 5, Tabelle 2 angegebenen Bodenkennwerte in Abstimmung mit den Bohrprofilen zugrunde gelegt werden. Dabei ist im Allgemeinen der aktive Erddruck anzusetzen. Sofern weitgehende Unterschiedlichkeiten des Verbaus gefordert werden, ist der erhöhte aktive Erddruck wie folgt anzusetzen:

$$E = 0,5 \times (E_{oh} + E_{ah})$$

Zusätzlich sind bei der statischen Bemessung zum Endzustand auch alle Bauphasen des Ein- und Ausbaues zu berücksichtigen.

Die Aushubarbeiten sollten durch die geotechnische Fachbauleitung überwacht werden. Hierdurch können gegebenenfalls auftretende Schwachstellen in der Gründungssohle sofort erkannt und evtl. erforderliche Zusatzmaßnahmen veranlasst werden.

7.4 Verkehrsflächen

Das Projektareal liegt in der Frostempfindlichkeitszone I. Die vor Ort anstehenden Böden werden in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 eingestuft.

Gemäß RStO 12 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen) ist auf dem Erd-/Rohplanum eine Grundtragfähigkeit mit einem Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Hierauf kann dann der Aufbau der Verkehrsflächen erfolgen.

Erfahrungsgemäß kann die Grundtragfähigkeit der im Bebauungsplangebiet anstehenden schwach bindigen Böden nach einer Nachverdichtung erfahrungsgemäß erreicht werden. Dies ist mit Plattendruckversuchen zu prüfen.

Bei nicht ausreichender Grundtragfähigkeit sind Zusatzmaßnahmen z.B. in Form eines Bodenaustausches mit einer Stärke von mindestens 0,25 m vorzusehen oder den Einsatz eines Geotextiles zu empfehlen. Als Bodenaustauschmaterial kann Schottermaterial der Körnung 0/45 mm bis 0/56 mm verwendet werden. Die Ausbildung des Oberbaues erfolgt nach der RStO 12 in Abhängigkeit der vom Planer festzulegenden Belastungsklasse. Die Mindeststärke des frostsicheren Straßenaufbaus richtet sich nach Tabelle 6 der RStO 12. Das alternativ vorgesehene Geotextil sollte ein Mindestflächengewicht von $\geq 200 \text{ g/m}^2$ aufweisen.

Für den Aufbau der Frostschutz-/Tragschichten wird ausschließlich gebrochenes Material gemäß TL SoB-StB 04 empfohlen.

Die gemäß RStO 12 geforderten Verformungsmoduln für die einzelnen Schichten sind mittels statischer Lastplattendruckversuche nachzuweisen.

7.5 Ver- und Entsorgungsleitungen

7.5.1 Grabensohle / Bettung

Nach den Erkenntnissen der Baugrunduntersuchung ist davon auszugehen, dass die Kanal-/Leitungssohlen innerhalb der schluffigen Sande zu liegen kommen. Bereichsweise ist auch mit höheren Grundwasserständen zu rechnen, die eine temporäre offene/geschlossene Wasserhaltung nach sich ziehen kann.

Um eine Auflockerung / Aufreißen der Aushubsohle zu vermeiden, ist der Aushub in Tiefenbereichen der Aushubsohle mit glatter Schneide vorzunehmen.

Mit den schluffigen Sanden stehen in der Grabensohle witterungsempfindliche Böden an, so dass zur Vermeidung von Aufweichungen die Grabensohle mit geeigneten Maßnahmen vor Witterungseinflüssen zu schützen ist. Aufgeweichte Böden sind gegen geeignetes Austauschmaterial gemäß DIN EN 1610 zu ersetzen. Empfohlen wird Schottermaterial (Naturstein) der Körnung 0/32 mm.

Bei anstehenden weichkonsistenten Böden ist zur Erhöhung der Tragfähigkeit, als Arbeitsplanum und Witterungsschutz ein Bodenaustausch vorzusehen. Der Bodenaustausch ist in einer Mindeststärke von 0,2 m auszuführen. Als Bodenaustauschmaterial ist ein Natursteinmaterial der Körnung 0/32 mm verdichtet

einzubauen. Unter dem Bodenaustausch ist ein filterstabiles Geotextil mit einem Flächengewicht $\geq 200 \text{ g/m}^2$ zu verlegen.

Bei anstehenden schwach schluffigen Sanden ist nach Nachverdichtung eine ausreichende Grundtragfähigkeit anzusetzen.

Die DIN EN 1610 „Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“ ist zu beachten.

7.5.2 Verfüllmaterial

Die Leitungszone reicht von der Grabensohle bis zur Oberkante der Rohrabdeckung. Die Stärke der Abdeckung über der Rohrleitung sollte im Regelfall 300 mm, mindestens aber 150 mm über dem Rohrschaft betragen. Die Anforderungen an die Baustoffe der Leitungszone sind in DIN EN 1610 aufgeführt (Abschnitt 5.3). Demnach sind insbesondere im Bereich der Leitungszone für Rohre mit einem Durchmesser von $\text{DN} > 200$ bis $\text{DN} \leq 600$ nur Baustoffe zulässig, die keine Bestandteile enthalten, die größer sind als 40 mm.

Für die Hauptverfüllung sind nach DIN EN 1610 grundsätzlich alle Baustoffe geeignet, die auch in der Leitungszone verwendet werden dürfen.

Generell sollte zum Erreichen einer einheitlichen Tragfähigkeit nur Material der Verdichtbarkeitsklasse V 1 und V 2 gemäß ZTVA-StB 12 verwendet werden.

Anfallendes schwach schluffiges Aushubmaterial kann bei witterungsgeschützter Zwischenlagerung zur Rückverfüllung verwendet werden. Weichkonsistente Böden sind abzufahren.

Als Verdichtungskriterium des Verfüllmaterials gelten die Anforderungen der ZTVE-StB 09, Abschnitt 9.5. Demnach ist das Verfüllmaterial auf $D_{Pr} \geq 97 \%$ zu verdichten. Hierzu muss der Wassergehalt des Einbaumaterials etwa dem optimalen Wassergehalt entsprechen.

Bei ordnungsgemäßer Verdichtung der genannten Verfüllmaterialien ist eine ausreichende Grundtragfähigkeit zu einem ggf. überlagernden Verkehrsflächenaufbau gegeben.

Die Bereiche der Leitungszone, in denen sich der Baustoff nicht einwandfrei verfüllen und verdichten lässt, sind mit Beton oder mit einem Boden-Bindemittel-Gemisch (Flüssigboden) zu verfüllen, sofern sich dies nicht nachteilig auf die Rohrbettung, auf die Leitungen und auf den Straßenoberbau auswirkt.

Die Verdichtung von Leitungs- und Kanalgrabenverfüllungen ist mit Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2 zu kontrollieren.

7.6 Versickerung

In Anlage 3 sind die Ergebnisse der Versickerungsversuche VS 1 bis VS 5 dokumentiert. Nachfolgend angegebener Durchlässigkeitsbeiwert wurde dabei berechnet (gerundet):

Tabelle 5: Ergebnis Versickerungsversuch VS 1

Position	Untersuchungstiefe	Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Wert)	Abstand Grundw.
Schurf VS 1 (bei RKS 1)	0,8 m	$1,2 \times 10^{-4}$ m/s	$\approx 1,0$ m
Schurf VS 2 (bei RKS 2)	0,8 m	$2,2 \times 10^{-4}$ m/s	$\approx 1,0$ m
Schurf VS 3 (bei RKS 3)	0,8 m	$3,2 \times 10^{-4}$ m/s	$\approx 1,0$ m
Schurf VS 4 (bei RKS 4)	0,8 m	$1,0 \times 10^{-4}$ m/s	$\approx 0,8$ m
Schurf VS 5	0,8 m	$1,1 \times 10^{-4}$ m/s	$\approx 1,0$ m

Hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit sind die natürlich anstehenden Böden gemäß DIN 18 130 als „durchlässig bis gut durchlässig“ klassifizieren

Die Versickerung des Niederschlagswassers über geeignete Sickersysteme ist dem Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005) in Verbindung mit DWA-M 153 (Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, August 2007) zu entnehmen.

Eine Voraussetzung für die Versickerung ist die Durchlässigkeit des anstehenden Bodens. Generell liegt die entwässerungstechnisch relevante Durchlässigkeit nach DWA-A 138 in einem k_f -Bereich von 1×10^{-3} m/s bis 1×10^{-6} m/s.

Bei den erkundeten schwach schluffigen Sanden ist die Anforderung an den Durchlässigkeitsbeiwert mit einem mittleren k_f -Wert von $1,74 \times 10^{-4}$ m/s gegeben.

Demzufolge ist eine Versickerung am Projektstandort möglich. Nach den Richtlinien der DWA-A 138 muss zwischen der Sohle der Versickerung und dem Grundwasserspiegel ein Mindestabstand von $\geq 1,0$ m betragen. Dies ist, unter der Berücksichtigung des anzusetzenden Bemessungswasserstandes, nicht der Fall.

Zusätzlich ist zu bedenken, dass bei der Anlage des Wohngebietes Abgrabungen möglich sind, die den v.g. Mindestabstand nicht einhalten werden. Im Zuge der weiteren Planungen sind die o.g. Fakten mit der zuständigen Fachbehörde der Stadt Rheine bzw. des Landkreises Steinfurt abzustimmen.

8 Zusammenfassung

Die HINZ Ingenieure GmbH, Münster, wurde auf der Grundlage des Angebotes vom 19.02.2016 von der
beauftragt, Baugrunduntersuchungen für die Überprüfung der Bebaubarkeit und der Versickerungsfähigkeit des Flurstücks 121, Flur 36, Gemarkung Rheine r. d. Ems in Rheine auszuführen. Die Beauftragung erfolgte mit dem Schreiben vom 23.03.2015.

Das auf Bebaubarkeit und Versickerungsfähigkeit zu prüfende Grundstück überstreicht eine Fläche von ca. 16.000 m².

Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse wurden am Projektstandort Rammkernkernsondierungen ausgeführt und Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit vorgenommen.

Anhand der erteuften Bohrprofile werden die geologischen Verhältnisse dargestellt. Für die erteuften Schichten werden bodenmechanische Kennwerte angegeben, allgemeine Empfehlungen zur Tragfähigkeit abgegeben, sowie der Untergrund im Hinblick seiner Versickerungsfähigkeit bewertet.

Durch die Baugrunduntersuchungen wurde nachgewiesen, dass am Projektstandort unter einem umgelagerten Oberboden schwach schluffige Sande folgen.

Im Bereich von Baugruben oder Kanalgräben anfallendes Aushubmaterial mit schwach schluffigen Nebenanteilen kann zum Wiedereinbau / Grabenrückverfüllung verwendet werden. .

Aufgrund der im Erdplanum der Verkehrsflächen anstehenden Böden ist die Mindeststärke des frostsicheren Aufbaues für die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 auszubilden. Das Erdplanum wird das geforderte Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erfahrungsgemäß in Teilbereichen nicht erreichen. Hier sind Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit (Bodenaustausch) vorzusehen.

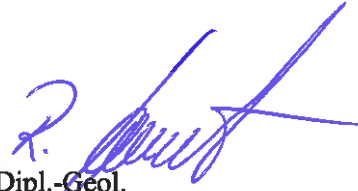
Bei Vorlage der Detailplanungen sind ergänzende Empfehlungen anzufordern.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

Münster, den 27. Juni 2016

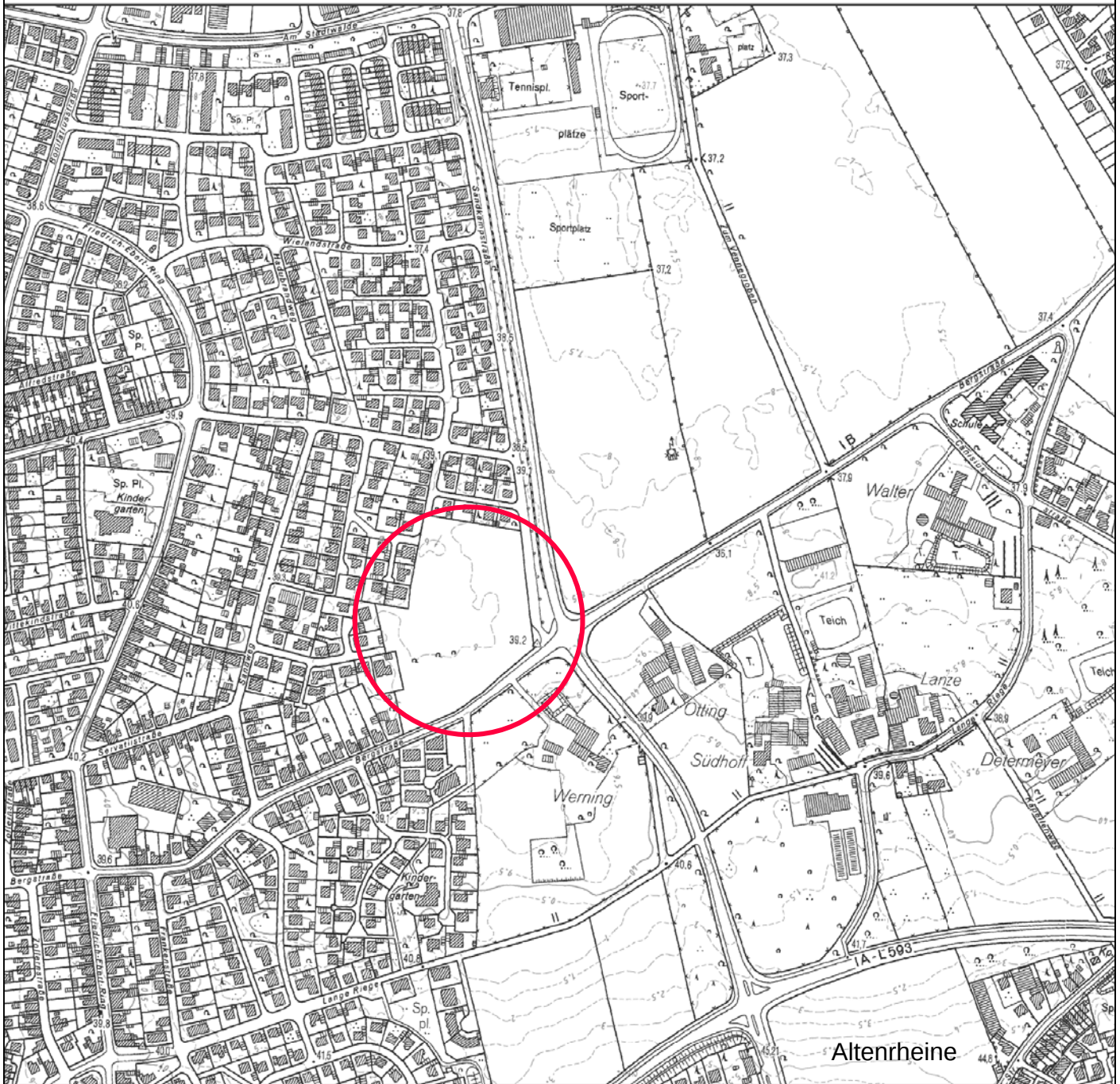
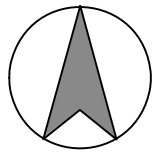

Dipl.-Ing.
D. Bulk




Dipl.-Geol.
R. Fischer

LEGENDE

○ ungefähre Lage des Untersuchungsortes



P:\Projekte\ab 2015\63xx\6332\6332-1_Anlage_1

Projekt-Nr: 6332-1

Datum: 28.06.2016

Anlage: 1.1

Gez: Cv Cv

Lageplan, Maßstab = 1:1000

HINZ Ingenieure

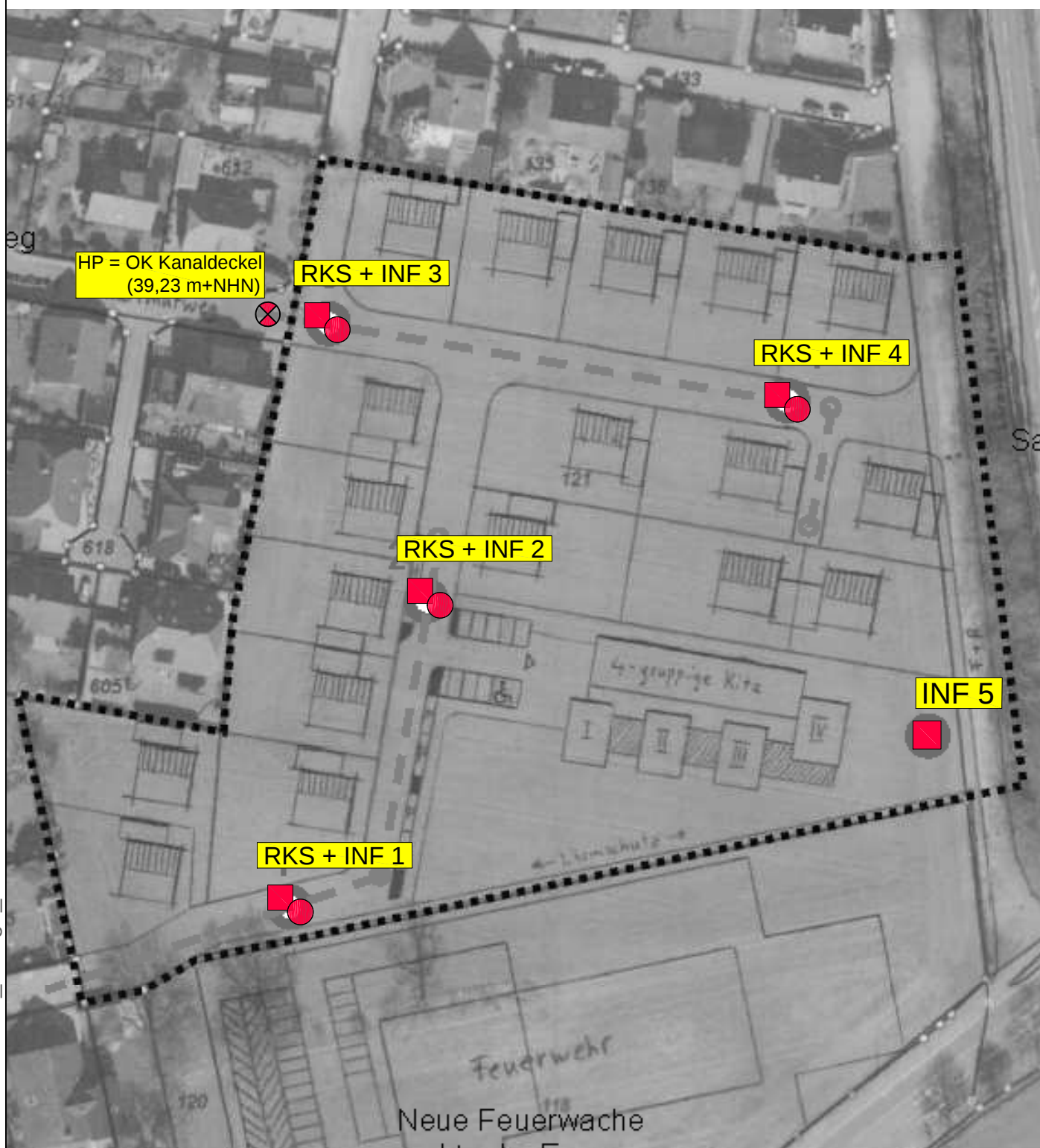
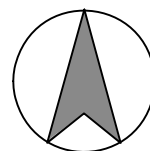
Hinz Ingenieure GmbH
Alte Dorfstraße 5
48161 Münster

Tel.: 02534 / 9743-0
Fax: 02534 / 9743-30
e-mail: info@hinz-ingenieure.de

LEGENDE

■ INF Infiltrationsversuch

● RKS Rammkernsondierung



P:\Projekte\lab 2015\63xx\6332\6332-1_Anlage_1

Projekt-Nr: 6332-1

Datum: 28.06.2016

Anlage: 1.2

Gez: Cv

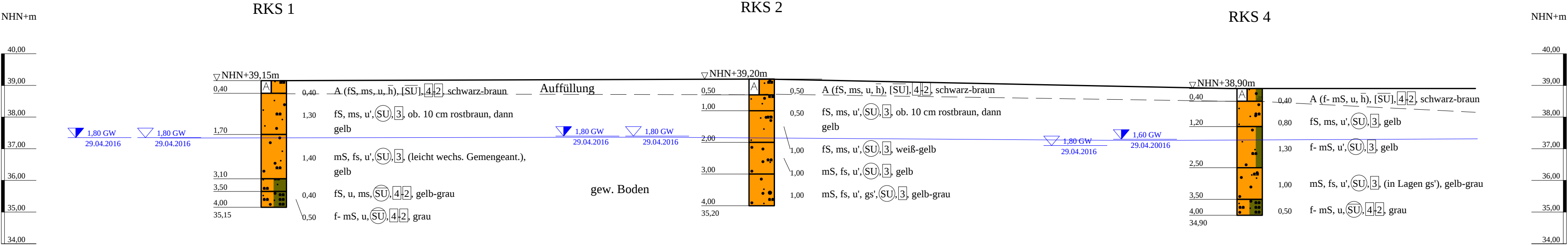
Lageplan, Maßstab = 1 : 1000

HINZ Ingenieure

Hinz Ingenieure GmbH
Alte Dorfstraße 5
48161 Münster

Tel.: 02534 / 9743-0
Fax: 02534 / 9743-30
e-mail: info@hinz-ingenieure.de

Schnitt A - A'



ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab.1

Grundwasser angebohrt

Grundwasser nach Bohrende

BODENARTEN

Auffüllung

Sand

Schluff

Torf

schluffig

KORNGRÖßENBEREICH

f m g

fein mittel grob

NEBENANTEILE

' schwach (< 15 %)

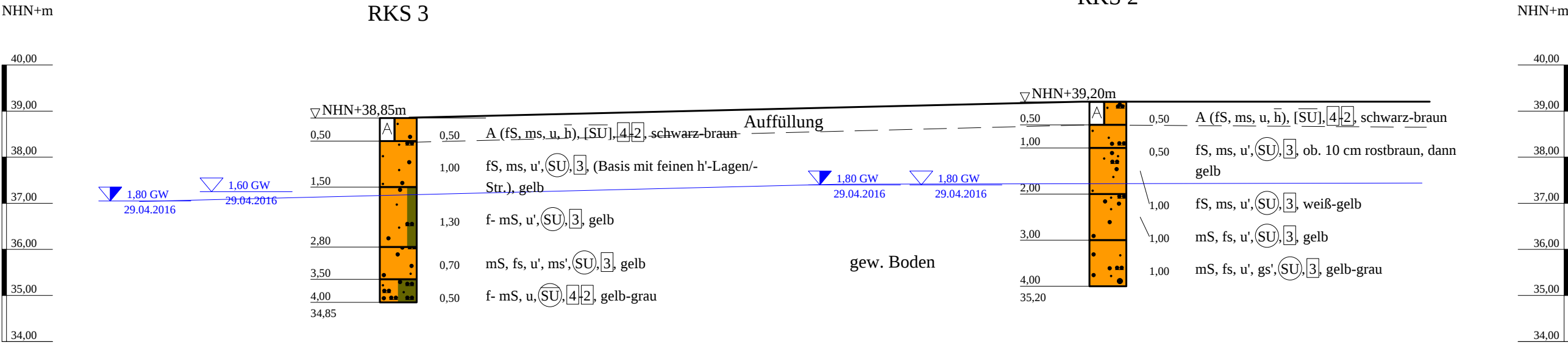
— stark (ca. 30-40 %)

" sehr schwach; " sehr stark

BODENGRUPPE nach DIN 18 196: z.B. (UL) = leicht plastische Schluffe

BODENKLASSE

Schnitt B - B'



Bauvorhaben: Erschließung Wohnbauland

Planbezeichnung: Bohrprofile

Anlage: 2	Maßstab: 1 :-/ 100	
 HINZ Ingenieure HINZ Ingenieure GmbH Alte Dorfstraße 5 48161 Münster Tel: 02534/9743-0 Fax: -30	Bearbeiter: Fi	Datum:
	Gezeichnet: Cv	27.06.2016
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: 6332-1	

Untersuchung der Versickerungsfähigkeit von Böden

Versickerungsversuch im Handschurf (Zunker)

Anlage 3.1

Proj.: Wohnbauland

Proj.-Nr. 6332-1

Infiltrationsversuch bei : **Inf 1 / RKS 1** am 29.04.2016

Schurfsohle: 0,80 m u. GOK

Bodenart bis Sohle: fS-mS, u'

darunter: fS-mS, u'

Wasserstand: 1,80 m

Versuch	Beginn [min]	Ende [min]	Zeitdauer [min]	H ₁ [mm]	H ₂ [mm]	ΔH [mm]	i.M.
1	0	0,5	0,5	200	193	7	
	0,5	1	0,5	193	186	7	
	1	1,5	0,5	186	178	8	
	1,5	2	0,5	178	170	8	
	2	3	1	170	157	13	
	3	4	1	157	142	15	
	4	6	2	142	120	22	
							11
2	0	1	1	200	190	10	
	1	2	1	190	178	12	
	2	3	1	178	164	14	
	3	4	1	164	151	13	
	4	6	2	151	138	13	
	6	8	2	138	121	17	für k
							13

Schurf	Länge	L [m] =	0,20
	Breite	d [m] =	0,20
	Grundfläche	A [m²] =	0,04
Wasser	Wasserstand im Schurf	h [m] =	0,138
	Absenkung	Δh [m] =	0,017
	Mindestversickerungsmenge	q [m³] =	6,80E-04
	Dauer	Δt [min] =	2,0
	Mindestversickerungsrate Q = q/t	Q [m³/s] =	5,67E-06
hydraul.	Abstand Schurfsohle / GW-Spiegel	S [m] =	1,00
Gradient	hydraul. Gradient I = (S+h)/S	I [-] =	1,14
	Durchlässigkeit	k [m/s] =	1,2E-04

Untersuchung der Versickerungsfähigkeit von Böden

Versickerungsversuch im Handschurf (Zunker)

Anlage 3.2

Proj.: Wohnbauland

Proj.-Nr. 6332-1

Infiltrationsversuch bei : Inf 2 / RKS 2 am 29.04.2016

Schurfsohle: 0,80 m u. GOK
 Bodenart bis Sohle: fS-mS, u'
 darunter: fS-mS, u'
 Wasserstand: 1,80 m

Versuch	Beginn [min]	Ende [min]	Zeitdauer [min]	H ₁ [mm]	H ₂ [mm]	ΔH [mm]	i.M.
1	0	0,5	0,5	200	185	15	
	0,5	1	0,5	185	171	14	
	1	1,5	0,5	171	158	13	
	1,5	2	0,5	158	144	14	
	2	2,5	0,5	144	131	13	
	2,5	3	0,5	131	117	14	
	3	4	1	117	90	27	
							16
2	0	0,5	0,5	200	187	13	
	0,5	1	0,5	187	173	14	
	1	1,5	0,5	173	160	13	
	1,5	2	0,5	160	148	12	
	2	3	1	148	124	24	
	3	4	1	124	109	15	für k
							15

Schurf	Länge	L [m] =	0,20
	Breite	d [m] =	0,20
	Grundfläche	A [m ²] =	0,04
Wasser	Wasserstand im Schurf	h [m] =	0,124
	Absenkung	Δh [m] =	0,015
	Mindestversickerungsmenge	q [m ³] =	6,00E-04
	Dauer	Δt [min] =	1,0
	Mindestversickerungsrate $Q = q/t$	Q [m ³ /s] =	1,00E-05
hydraul.	Abstand Schurfsohle / GW-Spiegel	S [m] =	1,00
Gradient	hydraul. Gradient $I = (S+h)/S$	I [-] =	1,12
	Durchlässigkeit	k [m/s] =	2,2E-04

Untersuchung der Versickerungsfähigkeit von Böden

Versickerungsversuch im Handschurf (Zunker)

Anlage 3.3

Proj.: Wohnbauland

Proj.-Nr. 6332-1

Infiltrationsversuch bei : **Inf 3 / RKS 3** am 29.04.2016

Schurfsohle: 0,90 m u. GOK

Bodenart bis Sohle: fS-mS, u'

darunter: fS-mS, u'

Wasserstand: 1,60 m

Versuch	Beginn [min]	Ende [min]	Zeitdauer [min]	H ₁ [mm]	H ₂ [mm]	ΔH [mm]	i.M.
1	0	0,5	0,5	200	183	17	
	0,5	1	0,5	183	170	13	
	1	1,5	0,5	170	154	16	
	1,5	2	0,5	154	138	16	
	2	2,5	0,5	138	120	18	
	2,5	3	0,5	120	105	15	
							16
2	0	0,5	0,5	200	185	15	
	0,5	1	0,5	185	170	15	
	1	1,5	0,5	170	155	15	
	1,5	2	0,5	155	140	15	
	2	2,5	0,5	140	126	14	
	2,5	3	0,5	126	112	14	
	3	4	1	112	90	22	
	4	5	1	90	67	23	für k
							17

Schurf	Länge	L [m] =	0,20
	Breite	d [m] =	0,20
	Grundfläche	A [m ²] =	0,04
Wasser	Wasserstand im Schurf	h [m] =	0,112
	Absenkung	Δh [m] =	0,045
	Mindestversickerungsmenge	q [m ³] =	1,80E-03
	Dauer	Δt [min] =	2,0
	Mindestversickerungsrate $Q = q/t$	Q [m ³ /s] =	1,50E-05
hydraul.	Abstand Schurfsohle / GW-Spiegel	S [m] =	0,70
Gradient	hydraul. Gradient $I = (S+h)/S$	I [-] =	1,16
	Durchlässigkeit	k [m/s] =	3,2E-04

Untersuchung der Versickerungsfähigkeit von Böden

Versickerungsversuch im Handschurf (Zunker)

Anlage 3.4

Proj.: Wohnbauland

Proj.-Nr. 6332-1

Infiltrationsversuch bei : **Inf 4 / RKS 4** am 29.04.2016

Schurfsohle: 0,80 m u. GOK
 Bodenart bis Sohle: fS-mS, u'
 darunter: fS-mS, u'
 Wasserstand: ca. 1,60 m

Versuch	Beginn [min]	Ende [min]	Zeitdauer [min]	H ₁ [mm]	H ₂ [mm]	ΔH [mm]	i.M.
1	0	0,5	0,5	200	190	10	
	0,5	1	0,5	190	181	9	
	1	1,5	0,5	181	174	7	
	1,5	2	0,5	174	167	7	
	2	3	1	167	155	12	
	3	4	1	155	142	13	
	4	5	1	142	130	12	
	5	7	2	130	114	16	
	7	9	2	114	101	13	
	9	11	2	101	88	13	
	11	15	4	88	60	28	für k
							13

Schurf	Länge	L [m] =	0,20
	Breite	d [m] =	0,20
	Grundfläche	A [m²] =	0,04
Wasser	Wasserstand im Schurf	h [m] =	0,101
	Absenkung	Δh [m] =	0,041
	Mindestversickerungsmenge	q [m³] =	1,64E-03
	Dauer	Δt [min] =	6,0
	Mindestversickerungsrate Q = q/t	Q [m³/s] =	4,56E-06
hydraul.	Abstand Schurfsohle / GW-Spiegel	S [m] =	0,80
Gradient	hydraul. Gradient I = (S+h)/S	I [-] =	1,13
	Durchlässigkeit	k [m/s] =	1,0E-04

Untersuchung der Versickerungsfähigkeit von Böden

Versickerungsversuch im Handschurf (Zunker)

Anlage 3.5

Proj.: Wohnbauland

Proj.-Nr. 6332-1

Infiltrationsversuch bei : **Inf 5** am 29.04.2016

Schurfsohle: 0,80 m u. GOK

Bodenart bis Sohle: fS-mS, u'

darunter: fS-mS, u'

Wasserstand: ca. 1,80 m

Versuch	Beginn [min]	Ende [min]	Zeitdauer [min]	H ₁ [mm]	H ₂ [mm]	ΔH [mm]	i.M.
1	0	0,5	0,5	200	190	10	
	0,5	1	0,5	190	181	9	
	1	1,5	0,5	181	174	7	
	1,5	2	0,5	174	167	7	
	2	3	1	167	155	12	
	3	4	1	155	142	13	
	4	5	1	142	130	12	
	5	7	2	130	114	16	
	7	9	2	114	101	13	
	9	11	2	101	88	13	
	11	15	4	88	60	28	für k
							13

Schurf	Länge	L [m] =	0,20
	Breite	d [m] =	0,20
	Grundfläche	A [m²] =	0,04
Wasser	Wasserstand im Schurf	h [m] =	0,088
	Absenkung	Δh [m] =	0,028
	Mindestversickerungsmenge	q [m³] =	1,12E-03
	Dauer	Δt [min] =	4,0
	Mindestversickerungsrate Q = q/t	Q [m³/s] =	4,67E-06
hydraul.	Abstand Schurfsohle / GW-Spiegel	S [m] =	1,00
Gradient	hydraul. Gradient I = (S+h)/S	I [-] =	1,09
	Durchlässigkeit	k [m/s] =	1,1E-04