

**GEOTECHNISCHER
UNTERSUCHUNGSBERICHT**

280223-VRE-RRB

**ERWEITERUNG IG GAXEL NORD
IN VREDEN**

BAUGRUNDUNTERSUCHUNGEN

23. AUGUST 2023

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
1 Allgemeine Informationen	4
1.1 Vorbemerkungen	4
1.2 Bearbeitungsunterlagen	4
1.3 Durchgeführte Untersuchungen.....	4
2 Darstellung und Beschreibung der geotechnischen Ergebnisse	5
2.1 Untergrundverhältnisse.....	5
2.2 Bodenschichtung	5
2.3 Grundwasserstände und Sedimentdurchlässigkeit	5
2.4 Versickerung von Niederschlagswasser	6
3 Bewertung der geotechnischen Ergebnisse.....	7
3.1 Bodeneigenschaften.....	7
3.2 Bodengruppen und -klassen	7
4 Hinweise zur Bauausführung	8
4.1 Vorbemerkungen	8
4.2 Kanalbau.....	9
4.2.1 Aushubtiefen, bauzeitliche Wasserabsenkung und -haltung und Baugrubenverbau.....	9
4.2.2 Rohraufleger	9
4.2 Neubau eines Bauwerks zur Regenklärung.....	10
4.3 Neubau Regenrückhaltebecken	11
4.3.1 Sicherung von Gerinnesohlen und Übergabepunkte	12
4.4 Verwertung der anfallenden Böden.....	12
5 Baubegleitende Prüfungen	13
6 Schlusswort.....	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiele für den zu erreichenden Verdichtungsgrad D_{Pr}	10
--	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der durchgeführten Untersuchungen.	5
Tabelle 2: Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet August 2022.....	6
Tabelle 3: Bodengruppen und -klassen gem. DIN 18 196 und DIN 18 300 (alt) sowie die Frostempfindlichkeits- bzw. Verdichtbarkeitsklassen gem. der ZTV E-StB bzw. ZTV A-StB.	7
Tabelle 4: Homogenbereich Oberboden nach DIN 18320 (2015).	8
Tabelle 5: Homogenbereich Boden nach DIN 18300 (2015).	8

1 Allgemeine Informationen

1.1 Vorbemerkungen

Die Stadt Vreden plant die Erweiterung des Industriegebietes Gaxel in nördlicher Richtung. Für die Erweiterung wird ein Gewässer umverlegt, vom jetzigen Standort in nördliche Richtung. Zur Rückhaltung und Reinigung des Regenwassers aus diesem Gebiet soll ein Regenrückhaltebecken mit vorgeschalteter Regenklärung errichtet werden. Für die Baumaßnahme wurden Flächen nördlich des vorhandenen Industriegebiets im Bereich der Otto-Hahn-Straße 2A bis Höhe Hausnummer 54, erschlossen.

Nach den vorliegenden Planunterlagen wird das Gewässer in nördlicher Richtung verlegt und soll größtenteils naturnah und nur in Straßen verrohrt wieder hergestellt werden. Die Sohle des geplanten Regenrückhaltebeckens, soll auf einer Höhe von ungefähr 35,70 m+NNH liegen. Die Regenklärung soll z.B. über einen Lamellenklärer oder Regenklärbecken erfolgen zu dem noch keine konkreten Planunterlagen vorliegen.

Im Vorfeld der geplanten Erschließung sollten Bodenuntersuchungen zur Erkundung der Untergrundverhältnisse durchgeführt werden. Die **conTerra**® Geotechnische GmbH wurde von der Stadt Vreden mit der Durchführung dieser Untersuchungen beauftragt. Anzahl und Lage der Aufschlusspunkte sowie die Aufschlusstiefe wurden von der Stadt Vreden vorgegeben und durch unser Büro vor Ort endgültig festgelegt.

1.2 Bearbeitungsunterlagen

Für die Ausarbeitung des Gutachtens lagen die folgenden Unterlagen vor:

- Entwurfsplanung mit Eintragung der Untersuchungspunkte, ohne Maßstab
- Ergebnisse der durchgeführten Bodenuntersuchungen:
Rammkernsondierungen (RKS), Versickerungsversuche (VS)
- Ergebnisse der durchgeführten Laboruntersuchungen:
Bodenansprache, visuelle und manuelle Probenbeurteilung

1.3 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im Erschließungsgebiet und im Bereich des geplanten Regenklärbeckens sowie Regenrückhaltebeckens wurden am 11.04.2023 insgesamt vier Rammkernsondierungen (RKS gem. DIN EN ISO 22475-1, Bestimmung der Bodenschichtung und Grundwasserstände) bis in eine Teufe von 3,00 m unter Geländeoberkante (m u. GOK) niedergebracht. Zur Bestimmung der Durchlässigkeit der anstehenden Böden wurden drei Versickerungsversuche nach dem Open-End-Testverfahren durchgeführt. Die Versickerungsebene des ersten Versuchs lag bei 0,80 m, die des zweiten und dritten Versuchs bei 0,60 m u. GOK.

Nach Abschluss der Feldarbeiten wurden die Sondierstellen nach Lage und Höhe vermessen. Als Bezugspunkt diente dabei ein Kanaldeckel im Bereich des Radwegs in der Otto-Hahn-Straße. Die NHN-Höhe wurde mit Hilfe des GEOportals.NRW abgegriffen, da die Höhe dieses Kanaldeckels in den vorliegenden Plänen nicht angegeben ist.

Nach einer ersten Vor-Ort-Ansprache der während der Feldarbeiten entnommenen Bodenproben erfolgte die detaillierte Probenbeurteilung und Bodenansprache hinsichtlich der bodenphysikalischen Eigenschaften, Bodengruppen und -klassen im Erdbaulabor der **conTerra®** GmbH.

Die Lage der Untersuchungspunkte geht aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor. Die Ergebnisse der durchgeführten Rammkernsondierungen sind den Bohrprofilen der Anlage 2 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in Anlage 3 dokumentiert.

Tabelle 1: Übersicht der durchgeführten Untersuchungen.

Durchgeführte Untersuchungen	Anzahl	Tiefe/Bohrmeter	Bemerkungen
An- und Abfahrt zum Untersuchungsgebiet	1	/	/
Rammkernsondierungen gem. DIN EN ISO 22475-2	4	0,00-3,00 m	/
Versickerungsversuch (Open-End-Testverfahren)	3	/	/
Probenahme und Bodenansprache gem. DIN EN ISO 14688-1	14	0,00-3,00 m	/

2 Darstellung und Beschreibung der geotechnischen Ergebnisse

2.1 Untergrundverhältnisse

Das Untersuchungsgebiet wird geologisch geprägt von Niederterrassenablagerungen aus der Weichselzeit. Aufgrund ihrer Bildungsgeschichte als Flussablagerungen stellen sich diese Sedimente als lateral ineinander verzahnte Schichten dar, die kleinräumig sowohl hinsichtlich der Mächtigkeit als auch der Kornzusammensetzung stark schwanken.

2.2 Bodenschichtung

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Rammkernsondierungen stehen oberflächennah 0,40 bis 0,50 m mächtige natürliche Mutterbodenschichten an. Unterhalb des Mutterbodens folgen bis zur Bohrendteufe fein- bis mittelkörnige Sande, welche z.T. schwach schluffige Beimengungen aufweisen.

Eine detaillierte Darstellung der Schichtenfolge ist den Profilen der Rammkernsondierungen der Anlage 2 zu entnehmen.

2.3 Grundwasserstände und Sedimentdurchlässigkeit

Zur Zeit der Bohrarbeiten im April 2023 wurde in allen Sondierungen Grundwasser angetroffen. Die nach Abschluss der Bohrarbeiten in den offenstehenden Bohrlöchern mit einem Kabellichtlot gemessenen Wasserstände sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 2: Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet April 2023.

Aufschluss	Höhe (m+NHN)	GW erbohrt (m u. GOK)	entspricht Höhe (m+NHN)	GW nach Bohrende (m u. GOK)	entspricht Höhe (m+NHN)
RKS 1	37,06	1,30	35,76	1,30	35,76
RKS 2	36,84	1,10	35,74	1,10	35,74
RKS 3	36,88	1,30	35,58	1,40	35,48
RKS 4	36,89	1,30	35,59	1,30	35,59

Die Wasserstände repräsentieren einen freien Grundwasserspiegel in einem gut bis mäßig durchlässigen Porengrundwasserleiter. Die generelle Grundwasserfließrichtung verläuft etwa von NO nach SW.

Die Durchlässigkeit der anstehenden Böden ist abhängig von ihrem jeweiligen Feinkornanteil ($< 0,063$ mm). Nach DIN 18130 können für reine und schwach schluffige Sande k-Werte von $1 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s angenommen werden.

Aufgrund der durchschnittlichen Niederschläge im Zeitraum vor dem Untersuchungszeitpunkt dürfte es sich bei den gemessenen Wasserständen nicht um den maximal zu erwartenden Grundwasserspiegel handeln. In niederschlagsreichen Zeiten ist erfahrungsgemäß ein Anstieg des Grundwassers um bis zu 0,50 m zu erwarten. Als Bemessungswasserstand sollte daher eine Höhe von etwa 36,20 m+NHN angenommen werden.

Genauere Aussagen über die Lage des Grundwasserspiegels und seinen Schwankungsbereich im Untersuchungsgebiet können nur durch langfristige Beobachtung von qualifiziert ausgebauten Grundwassermessstellen gemacht werden.

2.4 Versickerung von Niederschlagswasser

Gemäß ATV-Arbeitsblatt 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ kommen für den Bau von Versickerungsanlagen Lockergesteinsböden mit Durchlässigkeiten zwischen $1 \cdot 10^{-6}$ und $1 \cdot 10^{-3}$ m/s in Betracht. Die ermittelten k-Wert liegen bei $1,19 \cdot 10^{-6}$ m/s, $9,46 \cdot 10^{-6}$ m/s und $1,12 \cdot 10^{-6}$ m/s (Anlage 3). Aus diesen ermittelten k-Werten ergibt sich ein durchschnittlicher k-Wert von $3,92 \cdot 10^{-6}$ m/s für die Sande. Diese Werte werden im vorliegenden Fall von den anstehenden Böden mit den ermittelten k-Werten nicht eingehalten.

Weitere Voraussetzung für eine rückstaufreie Versickerung ist ein ausreichender Abstand zur Grundwasseroberfläche von mindestens 1,00 m. Diese Forderung wird im vorliegenden Fall nicht eingehalten, da das geplante Regenrückhaltebecken bei etwa 35,70 m+NHN liegen soll und diese Höhe knapp oberhalb bzw. schon im Bereich des zum Untersuchungszeitpunkt gemessenen Grundwassers liegt.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser gem. ATV Arbeitsblatt 138 ist aufgrund der vorgefundenen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse nach unseren Ergebnissen nicht realisierbar.

3 Bewertung der geotechnischen Ergebnisse

3.1 Bodeneigenschaften

Zur Bestimmung der bodenphysikalischen Eigenschaften der angetroffenen Böden wurden die gestört entnommenen Bodenproben im Labor visuell und manuell beurteilt.

Der **Mutterboden** (Bodengruppe **OH** gem. DIN 18 196) ist aufgrund seiner hohen humosen Anteile und seines zersetzungsgefährdeten Organikgehaltes nicht zur Lastabtragung geeignet. Mutterboden ist wasserempfindlich, wasserhaltend, kaum verdichtungsfähig (Verdichtbarkeitsklasse V3 gem. ZTV A-StB = schlecht zu verdichten) sowie frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2 gem. ZTV E-StB = gering bis mittel). Er ist daher in jedem Fall vor Baubeginn abzuschieben, kann jedoch gut zur späteren Andeckung und für landschaftsgärtnerische Belange eingesetzt werden

Die natürlichen **Sande** weisen in Abhängigkeit ihres Feinkornanteils unterschiedliche bodenphysikalische Eigenschaften auf. Reine bis schwach schluffige Sande (Bodengruppen **SE** und **SU**) sind als verdichtungsfähige (V1 = gut zu verdichten), frostunempfindliche (F1-F2 = nicht bis gering frostempfindlich) und durchlässige Böden anzusprechen. Bei Anschnitt unter Wasser fließen sie gemeinsam mit dem Wasser aus Böschungen aus und lockern im Sohlbereich stark auf.

3.2 Bodengruppen und -klassen

Die generelle Zuordnung der erbohrten Bodenarten in die Bodengruppen gem. DIN 18196 und in die Bodenklassen gem. DIN 18300 (alt) ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 3: Bodengruppen und -klassen gem. DIN 18 196 und DIN 18 300 (alt) sowie die Frostempfindlichkeits- bzw. Verdichtbarkeitsklassen gem. der ZTV E-StB bzw. ZTV A-StB.

Bodenart	Bodengruppe gem. DIN 18 196	Bodenklasse gem. DIN 18 300 (alt)	Frostempfindlich- keitsklasse gem. ZTV E-StB	Verdichtbarkeits- klasse gem. ZTV A-StB
Mutterboden	OH	1	F2	V3
Sand fein- bis mittelkörnig	SE	3	F1	V1
Sand fein- bis mittelkörnig, schwach schluffig,	SU	3	F1-F2 ¹	V1
¹ Zu F1 gehörig bei einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von 5,0 M-% bei $C_u \geq 15,0$ oder 15,0 M-% bei $C_u \leq 6,0$. Im Bereich $6,0 < C_u < 15,0$ kann der für eine Zuordnung zu F1 zulässige Anteil an Korn unter 0,063 mm linear interpoliert werden (s. ZTV E-StB 09, S. 24 f).				

3.3 Homogenbereiche

Für die Ausschreibung der Erdbauarbeiten für die Kanalbaumaßnahme werden die erkundeten Bodenschichten in Homogenbereiche eingeteilt. Die Homogenbereiche wurden anhand der Feld- und Laboruntersuchungen und aufgrund von Erfahrungswerten abgegrenzt.

Tabelle 4: Homogenbereich Oberboden nach DIN 18320 (2015).

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich
	A
Ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden
Bodengruppe DIN 18196	OH
Bodengruppe DIN 18915	1-2 und 4
Steine	0-5 %
Blöcke	0-2 %
Große Blöcke	0 %

Tabelle 5: Homogenbereich Boden nach DIN 18300 (2015).

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich
	B
Korngrößenverteilung	S, f-m, z.T. u ^c
Anteil an Steinen	0-2 %
Anteil an Blöcken	0 %
Dichte	17,0-20,0 kN/m ³
Scherfestigkeit	n.u.
Wassergehalt	erdfeucht; unter GW nass
Konsistenz	n.b.
Plastizitätszahl	n.b.
Lagerungsdichte	n.u.
Organischer Anteil	< 5 %
Bodengruppe	SE, SU
Ortsübliche Bezeichnung	Niederterrassenablagerungen
n.b. nicht bestimmbar n.u.nicht untersucht	

4 Hinweise zur Bauausführung

Für die Bauausführung sind neben den speziellen technischen Normen der DIN 4124 insbesondere die zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (ZTV A-StB), für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB) und die Sicherheitsvorschriften der Tiefbau-Berufsgenossenschaft zu beachten. Zudem sind die „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben“ (EAB) sowie die DIN EN 1610 zu beachten.

4.1 Vorbemerkungen

Nach derzeitigem Kenntnisstand liegen für die Erweiterung des Industriegebietes Gaxel nur für das geplante Regenrückhaltebecken Sohliefen vor. Für den geplanten Kanalbau und die geplante Regenklärung können zunächst nur Annahmen getroffen werden. Sollten konkretere Planungen vorliegen, so ist der Gutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern. Für die Verlegung des Gewässers liegen ebenfalls noch keine konkreten Planungen vor, so dass hierzu keine Angaben gemacht werden können.

4.2 Kanalbau

4.2.1 Aushubtiefen, bauzeitliche Wasserabsenkung und -haltung und Baugrubenverbau

Es liegen derzeit noch keine konkreten Planungen für den Kanalbau vor. Je nach endgültiger Höhe der Straßenoberkante werden die potentiellen Rohrsohlen entweder oberhalb des zum Untersuchungszeitpunkt gemessenen Grundwasserspiegels, im Grundwasserschwankungsbereich oder unterhalb des Grundwassers liegen.

Sollten die Rohrsohlen im Grundwasserschwankungsbereich oder unterhalb des Grundwassers liegen, sind wegen der Fließgefahr (reine und schwach schluffige Sande) der anstehenden Böden dann **Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung und Wasserhaltung zwingend erforderlich**. Das Grundwasser ist dabei bis **mindestens 0,50 m unter die maximale Aushubtiefe abzusenken**. Bei einem geringen Einschnitt in das Grundwasser ist eine Grundwasserabsenkung über eine offene Wasserhaltung realisierbar. Bei einem größeren Absenkmaß empfehlen wir eine Grundwasserabsenkung über eingespülte Vakuumfilterlanzen. Anfallendes Tag- und Schichtenwasser sollte in offener Wasserhaltung mit Pumpensumpf abgeführt werden. Zur Vermeidung von Sohlaufweichungen sollte hierbei neben oder unter der Rohrleitung ein kokosummanteltes Drainagerohr in einer Bettung aus einem Kies-Sand- Gemisch oder Schotter verlegt werden. Sämtliche Erdarbeiten bzw. ein Baugrubenaushub sollte nur in niederschlagsarmen Jahreszeiten durchgeführt werden.

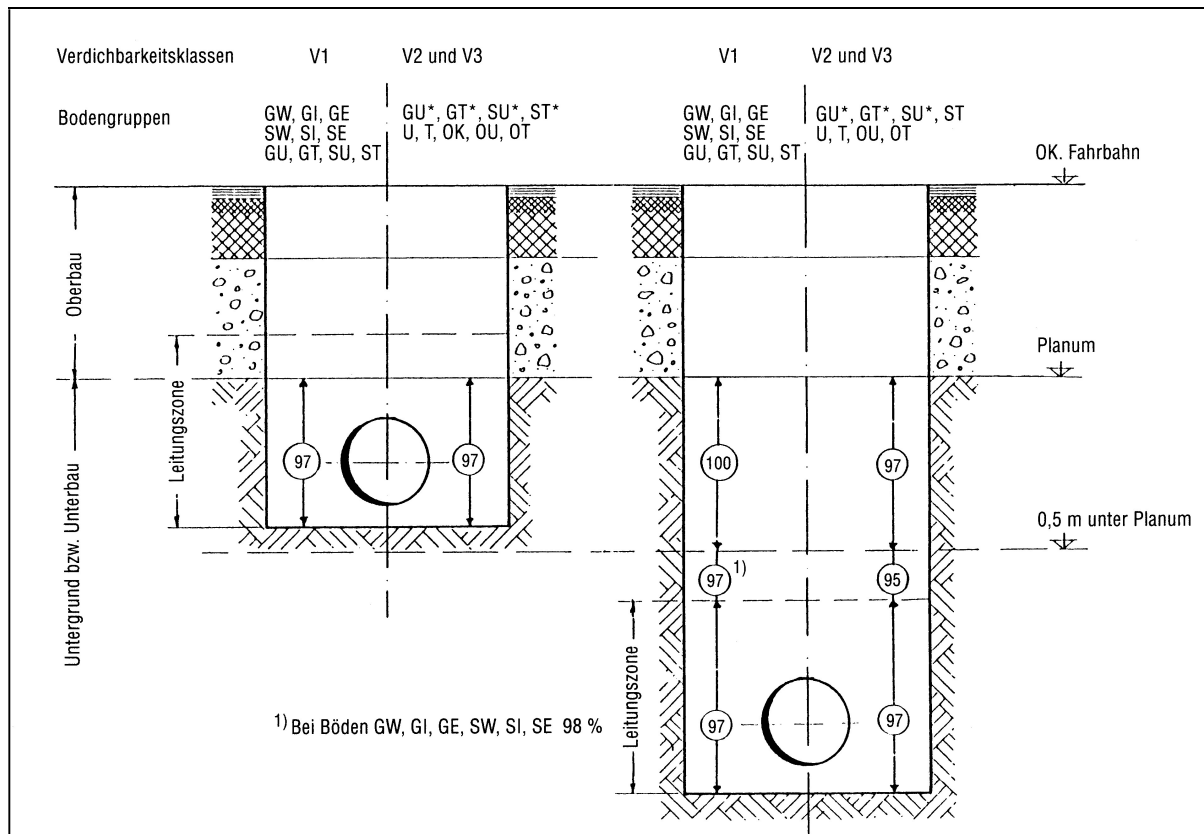
Die Sicherung der Kanalbaugruben ist in Abhängigkeit der Verlegetiefe und der anstehenden Bodenschichten auszuführen. Die Leitungsgräben können bis in eine Tiefe von 1,25 m ohne besondere Sicherung senkrecht ausgehoben werden. Bei tieferen Gräben können die Kanalgrabenflanken bei ausreichenden Platzverhältnissen innerhalb von Sanden unter einem Winkel von 45° abgeöschert werden. Steilere oder höhere Böschungen sind dagegen durch einen vertikalen Verbau (z.B. Kanaldielenverbau, Großtafelverbau) zu sichern. Die Grabenflanken sollten bei einer verbaufreien Abböschung zur Vermeidung von Erosionen mittels einer Baufolie abgedeckt werden.

4.2.2 Rohraufleger

Die Tiefenlage der geplanten Kanalisation liegt zurzeit noch nicht fest, auf Sohlenhöhe werden voraussichtlich (bis zur Bohrendteufe von 3,00 m) jedoch reine bis schwach schluffige Sande anstehen. Die Sande sind als Rohraufleger gut geeignet.

Die Sande sollten wegen der durch die im Zuge der Aushubarbeiten zwangsläufig eintretenden Störungen der Lagerungsdichte generell nachverdichtet werden. Eine Nachverdichtung mit einem mindestens mittelschweren Verdichtungsgerät (Verdichtungsziel mind. 97 % der einfachen Proctordichte) ist hier zweckmäßig. Ist eine ausreichende Tragfähigkeit durch eine Nachverdichtung nicht zu erreichen ist ein Bodenaustausch in einer Stärke von mindestens 0,40 m mit verdichtungsfähigem Bodenmaterial (z.B. Kies-Sand-Gemisch der Bodengruppe GW gem. DIN 18196 oder Schotter 0/45 gem. TL SoB-StB) vorzunehmen.

Art und Umfang eines entsprechenden Bodenaustausches sollten vom Bodengutachter im Rahmen eines Ortstermins festgelegt werden. Die nach ZTVE-StB erforderlichen Verdichtungsgrade sind der folgenden Abbildung 1 zu entnehmen.



4.2 Neubau eines Bauwerks zur Regenklärung

Zurzeit gibt es noch keine konkrete Planung wie die Regenklärung (z.B. Lamellenklärer oder Regenklärbecken) erfolgen soll. Die Tiefe des geplanten Bauwerks liegt laut Angabe der Stadt Vreden jedoch voraussichtlich zwischen 2,00-2,50 m u. GOK. Damit läge die Sohle des geplanten Bauwerks innerhalb von reinen bis schwach schluffigen Sanden unterhalb des zum Untersuchungszeitpunkt festgestellten Grundwasserspiegels.

Wegen der großen Fließgefahr der anstehenden Sande ist vor **Baugrubenaushub eine Absenkung des Grundwassers zwingend erforderlich**. Hierbei sind alle durch die Baumaßnahme unmittelbar berührten Schichten bis **mindestens 0,50 m unter die maximale Aushubtiefe** zu entwässern. Sämtliche Erdarbeiten bzw. ein Baugrubenaushub sollte nur in niederschlagsarmen Jahreszeiten durchgeführt werden. Im Bereich von Sonderbauwerken wie diesem sollte die Grundwasserabsenkung zweckmäßigerweise mit Hilfe von eingespülten Vakuumfilterlanzen vorgenommen werden.

Nach erfolgreicher Absenkung des Grundwassers kann die Baugrube ausgehoben werden, wobei zunächst der Mutterboden abgeschoben werden muss. Die Baugrubenflanken können bei ausreichenden Platzverhältnissen innerhalb der Sande unter einem Winkel von 45° stand-sicher abgebösch werden. Steilere oder höhere Böschungen sind dagegen durch einen vertikalen Verbau (z.B. Kanaldielenverbau, Großtafelverbau) zu sichern.

Wegen der durch die im Zuge der Aushubarbeiten zwangsläufig eintretenden Störungen der Lagerungsdichte sollten die Sande an der Baugrubensohle generell nachverdichtet werden. Die Nachverdichtung ist mit einem mindestens mittelschweren Verdichtungsgerät (Verdichtungsziel mind. 97 % der einfachen Proctordichte) durchzuführen. Durch bauzeitige Niederschläge aufgeweichte bzw. eingeflossene Böden sind auszuheben und durch verdichtungsfähiges Bodenmaterial zu ersetzen. Austauschböden sind lagenweise ($D \leq 0,30$ m) einzubauen und zu verdichten, wobei ein Verdichtungsgrad von mindestens 97 % der einfachen Proctordichte zu erreichen ist.

Die Tragfähigkeit der im Bereich des Bauwerks anstehenden Böden wurde nicht durch Rammsondierungen erkundet. Während locker gelagerte Sande noch stark zusammendrückbar und nicht tragfähig sind, sind mindestens mitteldicht gelagerte Sande nur noch mäßig zusammendrückbar und dementsprechend als gut tragfähiger Baugrund zu bezeichnen. Bei einer Lastabtragung über eine ausreichend bewehrte Sohlplatte kann der Bettungsmodul auf mitteldicht gelagerten Sanden mit $k_s = 15 \text{ MN/m}^3$ angenommen werden. Als Bodenpressung kann dann ein Wert von 250 kN/m^2 zugelassen werden.

Für den Nachweis der Auftriebssicherheit ist ein Bemessungswasserstand von 36,20 m+NHN anzusetzen. Ist die Auftriebssicherheit durch das Schergewicht allein nicht zu erreichen, sind zusätzliche Sicherungsmaßnahmen z.B. durch Auskragungen, Erdanker, etc. vorzunehmen. Die Wasserhaltung ist grundsätzlich solange zu betreiben, bis die Auftriebssicherheit gewährleistet ist.

4.3 Neubau Regenrückhaltebecken

Nach derzeitigem Planungsstand befindet sich die Sohle des geplanten Regenrückhaltebeckens auf einer Höhe von etwa 35,70 m+NHN und liegt damit innerhalb von reinen bis schwach schluffigen Sanden im Schwankungsbereich des festgestellten freien Grundwasserspiegels.

Da bei einem Regenrückhaltebecken je nach geltendem Regelwerk, im oberen Bereich etwa ein 30 bis 50 cm Abstand von der oberen Beckenkante bis zum Wasserspiegel (Freibord) bleiben muss und der Bemessungswasserstand bei ca. 36,20 m N+HN liegt, wäre das mögliche Einstauvolumen im Becken nur gering. Wir schlagen hier den Bau eines Trockenbeckens vor, welches mit einer Folie oder einer mineralischen Dichtung abgedichtet wird.

Wegen der großen Fließgefahr der anstehenden Sande ist vor **Baugrubenaushub eine Absenkung des Grundwassers zwingend erforderlich**. Hierbei sind alle durch die Baumaßnahme unmittelbar berührten Schichten bis **mindestens 0,50 m unter die maximale Aushubtiefe** zu entwässern. Die Grundwasserabsenkung sollte zweckmäßigerweise mit Hilfe eingrästeter Tiefendrainagen mit kokosumwickelten PVC-Rohren DIN 100 o.ä. durchgeführt werden. Sämtliche Erdarbeiten bzw. ein Baugrubenaushub sollte nur in niederschlagsarmen Jahreszeiten durchgeführt werden.

Nach erfolgreicher Absenkung des Grundwassers kann das Becken ausgehoben werden. Zunächst sind die Flanken und die Beckensohle vom Mutterboden zu befreien. Böschungen sollten möglichst nicht steiler als 1:1,5 geneigt sein. Wegen der durch die im Zuge der Aushubarbeiten zwangsläufig eintretenden Störungen der Lagerungsdichte sollten die Sande generell nachverdichtet werden. Eine Nachverdichtung mit einem mindestens mittelschweren Verdichtungsgerät (Verdichtungsziel mind. 100 % der einfachen Proctordichte) ist hier zweckmäßig.

Für den Nachweis der Auftriebssicherheit ist ein Bemessungswasserstand von 36,20 m+NHN anzusetzen. Ist die Auftriebssicherheit durch das Schergewicht allein nicht zu erreichen, sind zusätzliche Sicherungsmaßnahmen z.B. durch Auskragungen, Erdanker, etc. vorzunehmen. Die Wasserhaltung ist grundsätzlich solange zu betreiben, bis die Auftriebssicherheit gewährleistet ist.

4.3.1 Sicherung von Gerinnesohlen und Übergabepunkte

Die am geplanten Standort vorhandenen Böden sind erosionsgefährdet und daher mittels Wasserbausteinen (z.B. CP 90/250 gem. DIN EN 13383) unterlagert von einem Schotter (0/45) gegen Erosion zu schützen. Dies gilt insbesondere für Einleitungs- und Übergabepunkte. Die „Über-Wasser-Böschungen“ können z.B. durch Mutterbodenandeckung mit Raseneinsaat gegen Erosion gesichert werden.

4.4 Verwertung der anfallenden Böden

Bei dem im Zuge der geplanten Baumaßnahme anfallenden Aushubmaterialien handelt es sich voraussichtlich um Böden der Bodengruppen SE und SU.

Die feinkornarmen Sande der Bodengruppe SE und SU sind frostunempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F1-F2) und gut zu verdichten (Verdichtbarkeitsklasse V1). Entsprechende Böden können daher direkt Wiederverwertet werden.

5 Baubegleitende Prüfungen

In Anlehnung an die ZTV SoB-StB, ZTV Asphalt-StB bzw. ZTV E-StB werden folgende baubegleitende Prüfungen empfohlen:

- Da die Einbindetiefe des geplanten Bauwerks zur Regenklärung sicherlich im Bereich des Grundwassers liegt sollte zusätzlich an einer Grundwasserprobe die Beton- und Stahlaggressivität bestimmt werden. Für die Entnahme der Grundwasserprobe ist die Herstellung eines temporären Grundwasserentnahmepegels notwendig
- Überprüfung der Verdichtung der Kanalgrabenverfüllung

Die Abtrags- bzw. Gründungssohle sollten vom Bodengutachter abgenommen werden. Für die Durchführung entsprechender Ortstermine bitten wir um rechtzeitige Benachrichtigung.

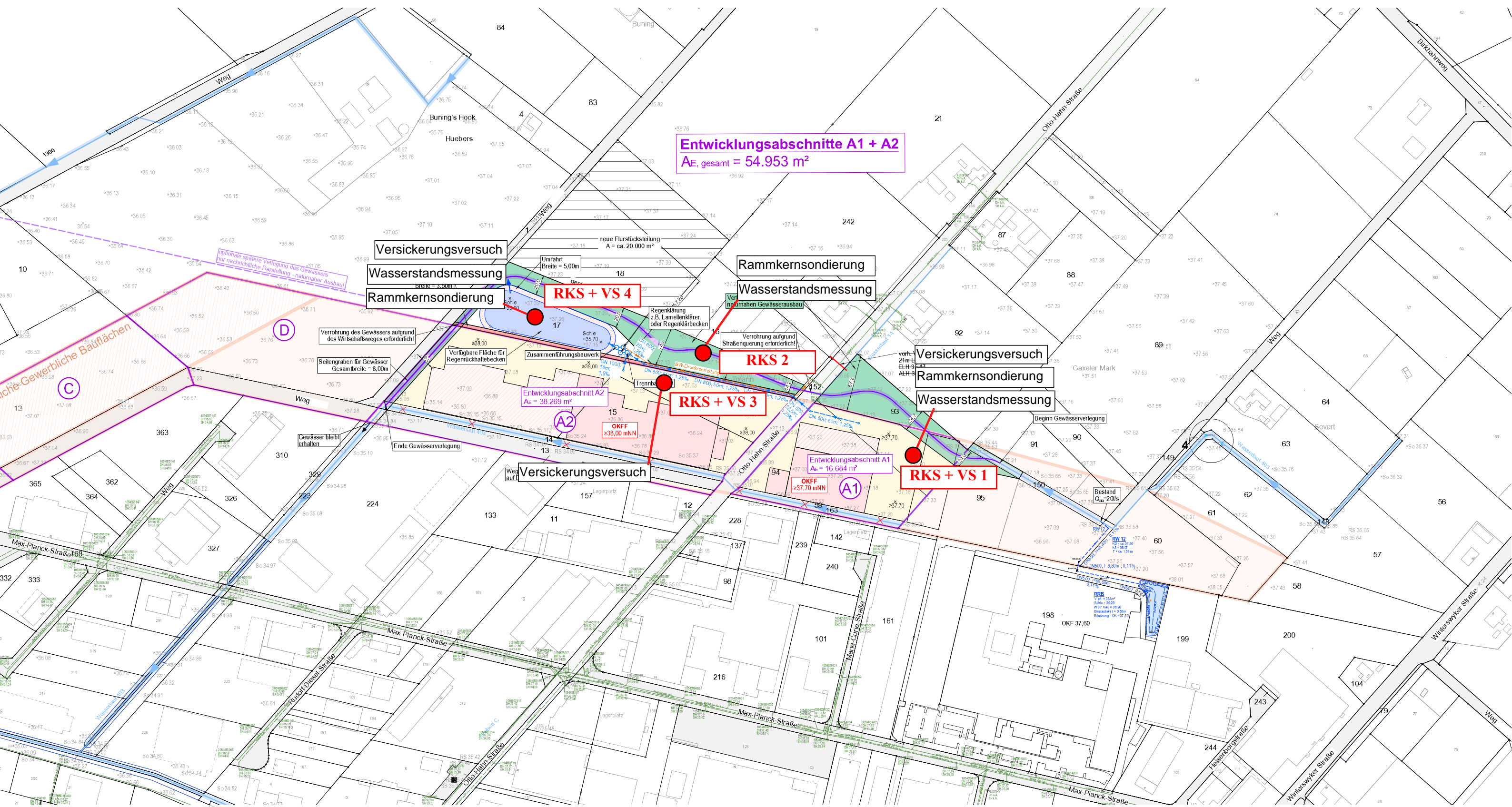
6 Schlusswort

Im vorliegenden Bericht wurden die Untergrundverhältnisse auf der Basis von Ergebnissen punktueller Aufschlüsse beschrieben. Diese geben die Verhältnisse im unmittelbaren Bereich der jeweiligen Untersuchungsstelle wieder. Geologisch bedingt oder durch anthropogene Überprägung können sich Abweichungen hinsichtlich der Schichtmächtigkeiten sowie der Tiefenlage von Schichtgrenzen ergeben. Ferner können lokal auch Bodenschichten vorhanden sein, die im vorliegenden Bericht nicht beschrieben wurden. In solchen Fällen ist der Baugrundsachverständige mit einer Begutachtung der örtlichen Verhältnisse zu beauftragen. Sollten sich bei der weiteren Planung Fragen ergeben, die im vorliegenden Bericht nicht oder abweichend erörtert wurden, ist der Gutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern. Ferner ist der Gutachter bei generellen Änderungen der Planungen ergänzend hinzuzuziehen.

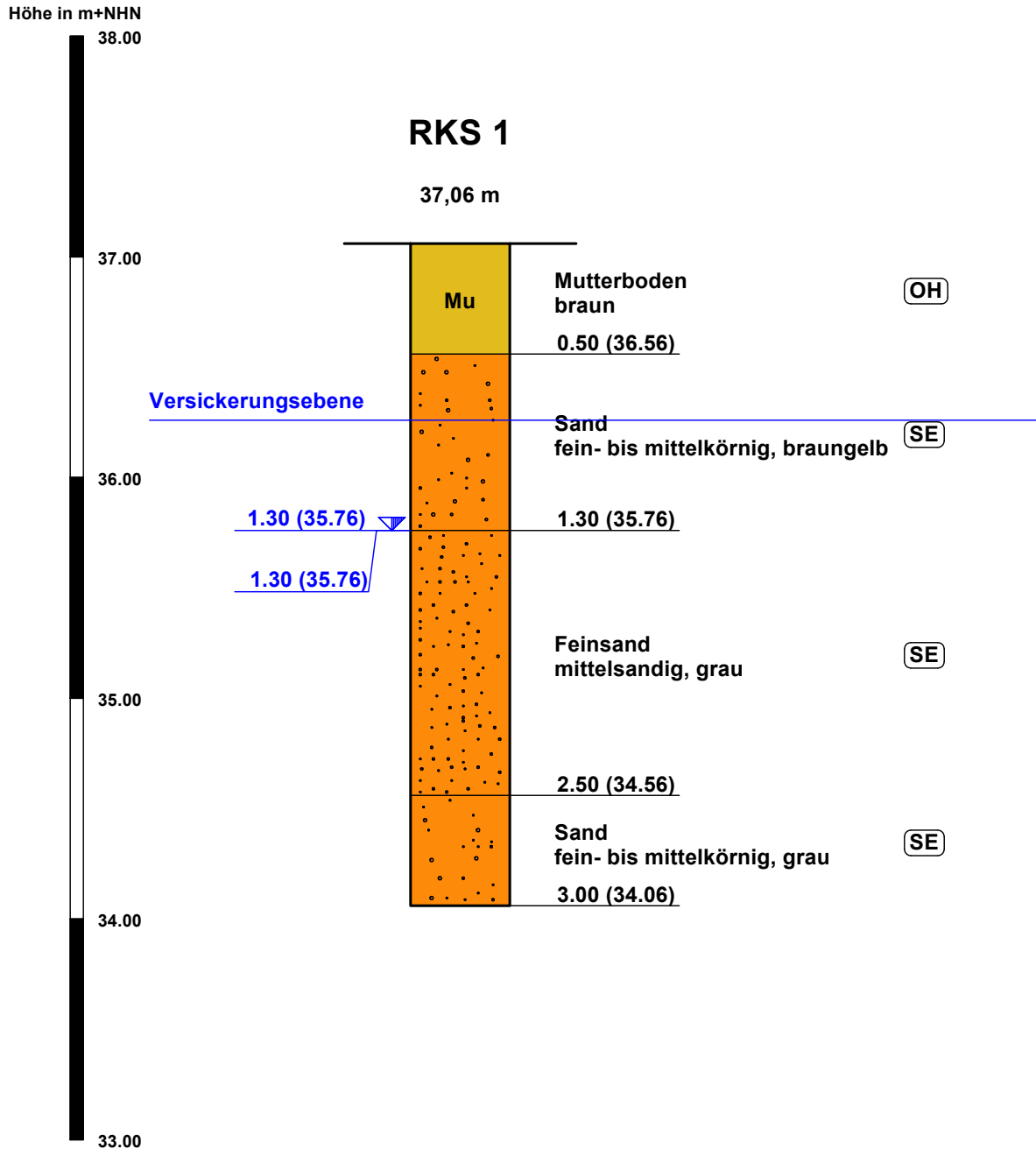
conTerra® Geotechnische Gesellschaft mbH



M.Sc. Geowiss. Sarah Lentfort



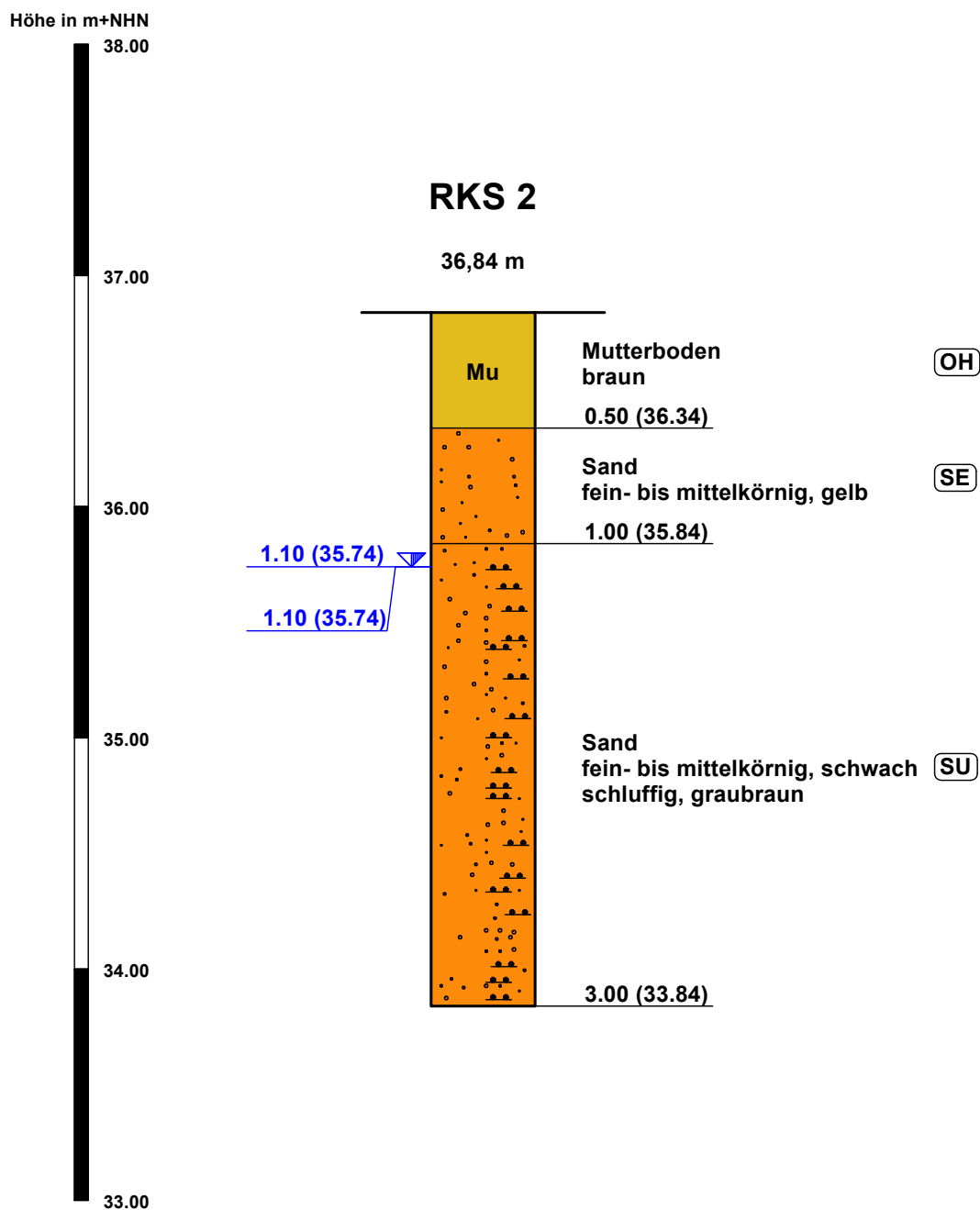
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Vreden Erweiterung IG Gaxel Nord Baugrunduntersuchung	Projekt- Nr.: 280223-VRE-RRB
		Anlage-Nr.: 2.1
		Maßstab: 1:100/30



Legende Rammkernsondierungen

Mu	Mutterboden		Schluff
	Sand		

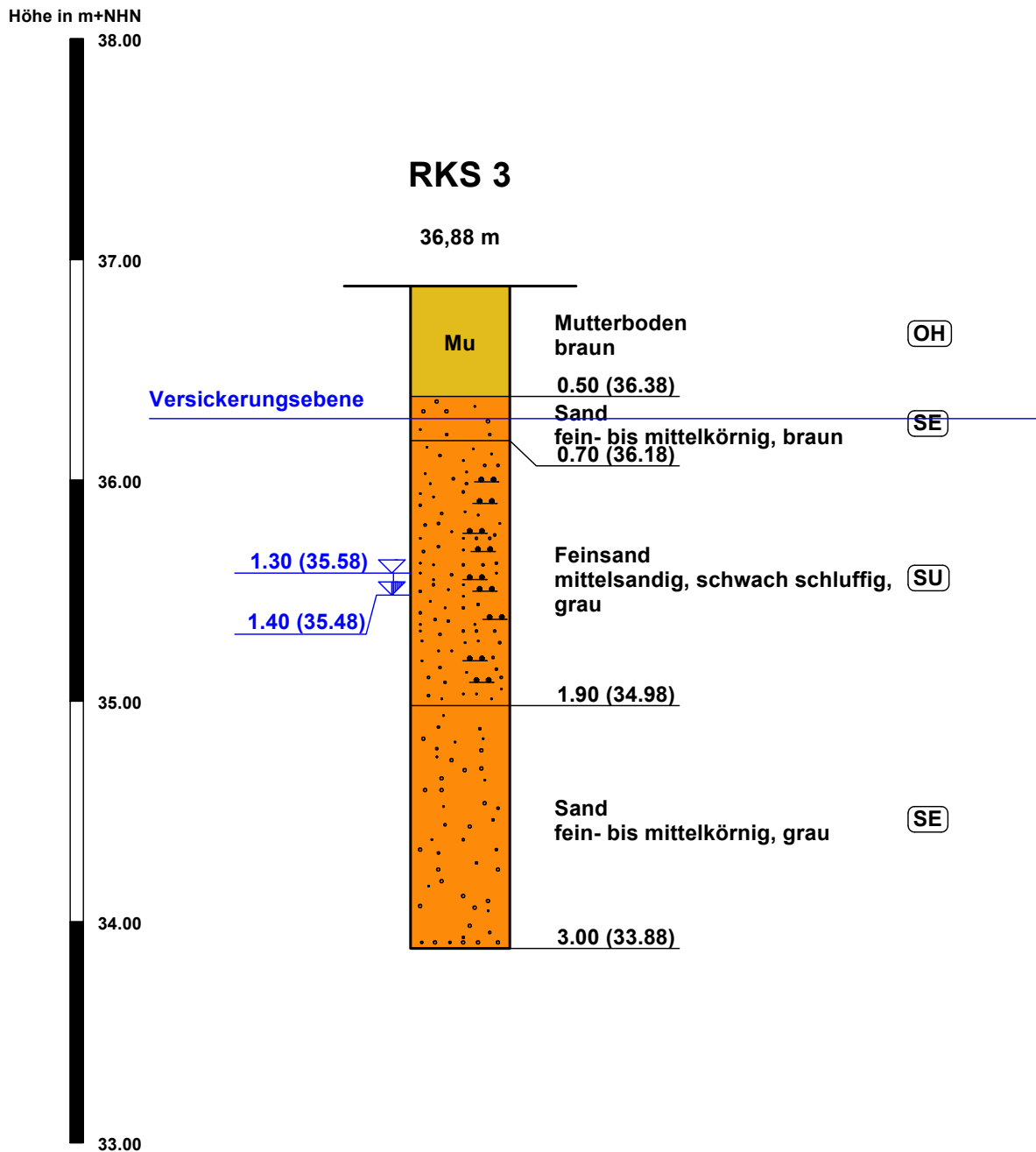
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Vreden Erweiterung IG Gaxel Nord Baugrunduntersuchung	Projekt- Nr.: 280223-VRE-RRB
		Anlage-Nr.: 2.2
		Maßstab: 1:100/30



Legende Rammkernsondierungen



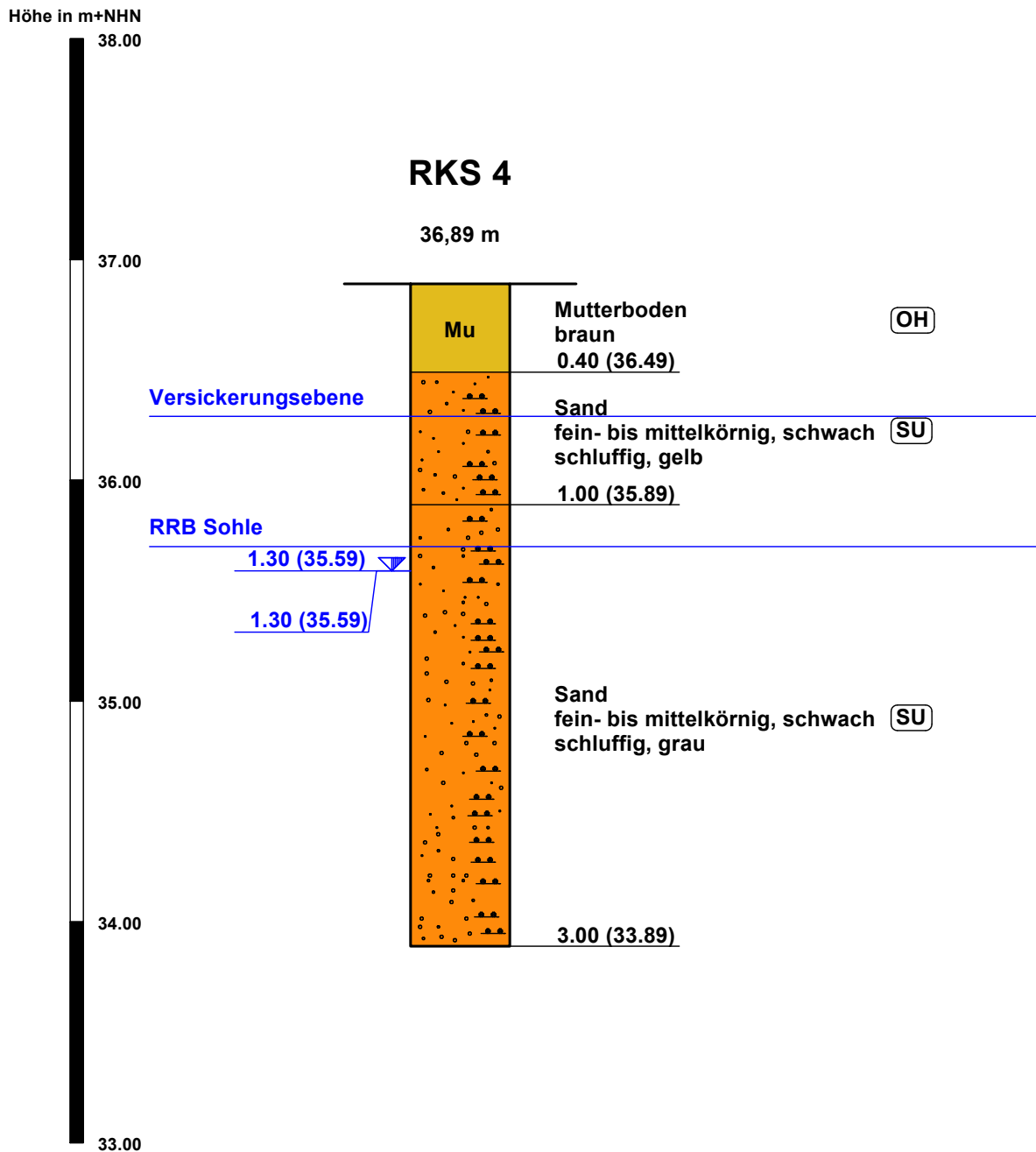
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Vreden Erweiterung IG Gaxel Nord Baugrunduntersuchung	Projekt- Nr.: 280223-VRE-RRB
		Anlage-Nr.: 2.3
		Maßstab: 1:100/30



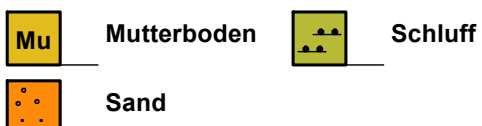
Legende Rammkernsondierungen



conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Vreden Erweiterung IG Gaxel Nord Baugrunduntersuchung	Projekt- Nr.: 280223-VRE-RRB
		Anlage-Nr.: 2.4
		Maßstab: 1:100/30



Legende Rammkernsondierungen



BESTIMMUNG DER DURCHLÄSSIGKEIT



Geotechnische Gesellschaft mbH

Open-End Test: Verfahren mit fallender Druckhöhe

Bauvorhaben:

Proj.-Nr.: 28023-VRE-RRB

Erschließung IG Gaxel Nord

Anlage Nr.: 3

in Vreden

Durchgeführt von: Graf Messpunkt: RKS 1, 3, 4

am: 11.04.2023

Berechnungsgrundlage:

$$k_f = \frac{\pi \cdot D}{11 \cdot \Delta t} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2} \quad [cm / s]$$

mit: Δt Versuchsdauer [s]
 D Innendurchmesser des Pegelrohres [cm]
 h_1 Wasserstand bei Versuchsbeginn [cm]
 h_2 Wasserstand bei Versuchsende [cm]

Versuch	Wasserstand			Innendurchmesser des Pegelrohres	Versuchsdauer	Durchlässigkeit k_f
	Einbindetiefe	bei Versuchs-				
		beginn	ende			
	[m GOK]	[m GOK]	[m GOK]	[mm]	[s]	[m/s]
VS 1	-0,80	0,200	0,188	100	300	1,15E-06
	-0,80	0,200	0,175	100	600	1,21E-06
	-0,80	0,200	0,162	100	900	1,23E-06
	Mittelwert:					1,19E-06
VS 3	-0,60	0,400	0,362	100	60	1,84E-05
	-0,60	0,400	0,332	100	300	6,70E-06
	-0,60	0,400	0,303	100	900	3,24E-06
	Mittelwert:					9,46E-06
VS 4	-0,60	0,400	0,391	100	180	1,43E-06
	-0,60	0,400	0,365	100	1080	9,42E-07
	-0,60	0,400	0,360	100	1200	9,72E-07
	Mittelwert:					1,12E-06