

GUTACHTEN

über

geotechnische Untersuchungen

Erschließung eines neuen Wohngebietes

Bebauungsplan Nr. 55

„Hundsraath II“

52538 Selfkant

Projekt

68837-2021-7

13. August 2021



PROJEKTDATEN

Projekt: 68837-2021-7
Bebauungsplan 55
Erschließung eines Wohngebietes
Hundsraath II
52538 Selfkant - Saeffelden

Auftraggeber: Entwicklungsgesellschaft Selfkant
Am Rathaus 13
52538 Selfkant

Planer: VDH-Projektmanagement GmbH
Maastrichter Str. 8
41812 Erkelenz

Auftragnehmer: TERRA Umwelt Consulting GmbH
Gell'sche Straße 45
41472 Neuss

Projektleitung: Dipl.-Geol. Gerd Schmitz
Projektbearbeitung: Dipl.-Geol. Andreas Fröhlich

Dieses Gutachten umfasst 21 Seiten, 2 Tabellen und 3 Anlagen.

Neuss, 13. August 2021.



INHALTSVERZEICHNIS

I. ALLGEMEINE PROJEKTÜBERSICHT 4

- 1. Veranlassung4
- 2. Erhaltene Unterlagen / Angaben zum Bauwerk4

II. BODEN- UND GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE..... 6

- 1. Geologischer Überblick.....6
- 2. Erbohrte Schichtenfolge6
- 3. Angetrossene Grundwasserverhältnisse8

III. BAUGRUNDBEURTEILUNG 9

- 1. Homogenbereiche / Bodenklassen / Bodengruppen9

IV. BAUAUSFÜHRUNG 11

- 1. Gründung 11
- 2. Trockenhaltung des Bauwerks 16
- 3. Kanalbau 16
- 4. Wasserhaltung 16
- 5. Erdbeben..... 17
- 6. Versickerung von Niederschlagswasser 17
- 7. Verkehrsflächen 17
- 8. Handhabung des Aushubs 19
- 9. Ergänzende erdbautechnische Hinweise 20

V. EMPFEHLUNGEN 21

VERZEICHNIS DER TABELLEN UND ANLAGEN

- Tabelle 1:** Nivellement der Sondieransatzpunkte 7
- Tabelle 2:** Homogenbereiche / Bodenkennwerte9/10

- Anlage 1:** Lageplan mit Untersuchungsstellen
- Anlage 2:** Profilschnitt A – A'
- Anlage 3:** Schichtenverzeichnisse / Bohrprofile / Rammdiagramme
- Anlage 4:** Protokoll Versickerung



I. ALLGEMEINE PROJEKTÜBERSICHT

1. Veranlassung

Die Entwicklungsgesellschaft Selfkant plant im Rahmen des B-Plan Verfahrens Nr. 55 ein neues Wohngebiet "Hundsraath II" auf bisher als Ackerland genutzten Grundstücken in Selfkant - Saeffelen zu errichten.

Für die finale Erstellung des B-Plans sollte die Beschaffenheit des Baugrunds erkundet werden.

Basierend auf unserem Angebot vom 16. Juli 2020 wurden wir von der VDH Projektmanagement GmbH im Namen und auf Rechnung der Entwicklungsgesellschaft Selfkant beauftragt, die Baugrundverhältnisse im Bereich des Grundstücks zu untersuchen.

Die Feldarbeiten erfolgten am 20. Juli 2021.

Das nachfolgende Gutachten dokumentiert und beurteilt die Untersuchungsergebnisse.

2. Erhaltene Unterlagen / Angaben zum Bauwerk

Die TERRA erhielt vom Planer folgende Unterlagen:

- Lageplan des Grundstücks mit der geplanten Bebauung. Dieser Plan diente uns als Vorlage für unseren Lageplan, der in Anlage 1 dargestellt ist.
- Flurplan.

Für die Erstellung des Gutachtens wurde weiterhin die Geologische Karte, Blatt 5102 Mönchengladbach, verwendet.

Das für die Bebauung vorgesehene Grundstück umfasst das Flurstück 27, Flur 8, Gemarkung Saeffelen.

Das Grundstück wurde bisher als Ackerland genutzt und ist ca. 12.600 m² groß. Es fällt von Norden nach Süden ein und weist Höhenunterschiede von max. ± 1,9 m auf.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die geplante Grundstückssituation nach der Erschließung.



Abb.1: B-Plangebiet mit Straße und geplanter Bebauung.

Der Straßenanschluss soll von Süden und Westen auf das Grundstück führen (siehe Lageplan). Entlang der Anliegerstraßen ist eine Wohnbebauung vorgesehen.

Weitere detaillierte Planungen zur vorgesehenen Bebauung liegen uns nicht vor.



II. BODEN- UND GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

1. Geologischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Niederrheinischen Bucht. Basierend auf der Geologischen Karte, Blatt 5102 Mönchengladbach, liegt es im Bereich der Terrassen des Rheins. Die anstehenden Gesteine der jüngeren Hauptterrasse werden als Sande und Kiese beschrieben, in die örtlich größere Driftblöcke eingelagert sein können.

Die Sand- und Kiesablagerungen der Terrasse werden von äolischen Sedimenten überlagert (Löss- bzw. Lösslehm). Das Grundwasser wird in den Terrassensedimenten geführt.

Während der Bohrarbeiten im Juli 2021 wurde das Grundwasser erwartungsgemäß bis ca. 3 m Tiefe (± 60 m NN) nicht angetroffen.

In einer ca. 600 bis 700 m südöstlich liegenden Grundwassermessstelle wurden max. Grundwasserstände von ca. 53-54 m NN gemessen.

Dies entspricht einem Flurabstand von > 7 m.

Angaben zum amtlich bekannten, höchsten Grundwasserstand wurden beim LANUV NRW angefragt und liegen noch nicht vor. Sie werden später nachgereicht. Das Grundstück liegt außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten.

2. Erbohrte Schichtenfolge

Die Feldarbeiten erfolgten im Juli 2021.

Zur Erkundung der Schichtenfolge und des Grundwassers wurden auf dem Grundstück (siehe Anlage 1) mit einem Elektrohammer insgesamt 4 Rammkernsondierungen (RKS 1-4/ $\varnothing 50$ bzw. 36 mm) nach DIN 4021 bis max. 3 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Aufgrund der hohen Lagerungsdichte war kein weiterer Bohrfortschritt möglich.

Die Aufnahme der Schichten erfolgte am gewonnenen Bohrkern unter Beachtung organoleptischer Auffälligkeiten. Aus den erbohrten Schichten wurden repräsentative Bodenproben entnommen. Die Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile nach DIN 4023 sind als Anlage 3 beigefügt. In Anlage 2 sind die Profilschnitte dargestellt.



Die Lagerungsdichte wurde durch 2 schwere Rammsondierungen (DPH 1 und 3 nach DIN EN ISO 22476, Fallgewicht 50 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 15 cm²) überprüft.

Die Rammdiagramme sind zusammen mit den Bohrprofilen und dem Profilschnitt in Anlage 2 bzw. Anlage 3 dargestellt.

Die Sondieransatzpunkte wurden auf die Höhe verschiedener Messpunkte aus dem Vermesserplan eingemessen.

Die Höhen der Sondieransatzpunkte sind in der Tabelle 1 dargestellt und vom Planer zu prüfen.

Messpunkt	Höhe (m NN)
RKS 1 / DPH 1	63,56
RKS 2	63,05
RKS 3 / DPH 3	64,36
RKS 4	64,31

Tabelle 1: Nivellement der Sondieransatzpunkte.

Durch die Untersuchungen wurden die nachfolgend dargestellten Schichteinheiten festgestellt:

- /1/ Humoser Oberboden (bindige Böden)
- /2/ Löss- und Lösslehm (bindige Böden)
- /3/ Sande / Kiessande (rollige Böden)

In den Bohrprofilen und Schnitten werden bindige Böden durch grüne Farben, Sande durch orangene Farben und Kiese durch gelbe Farben dargestellt. Evtl. Auffüllungen sind weiß mit einem „A“ gekennzeichnet.

/1/ Humoser Oberboden (Mutterboden) bis ca. 0,3 m Tiefe

- **Gesteinsansprache:** Schluff, ± sandig // Feinsand ± schluffig, humos, oberflächennah durchwurzelt.
- **Farbe:** braun - dunkelbraun.
- **bis Meter unter Gelände (min./max.):** 0,3 m.
- **Mächtigkeit:** 0,3 m.
- **Lagerungsdichte/Konsistenz:** weich - steif.
- **Baugrundeigenschaften:** ungeeignet. Der Mutterboden ist unter allen Gebäude- und Verkehrsflächen vollständig zu entfernen.

/2/ Lösslehmbis ca. 1,2 m Tiefe

- **Gesteinsansprache:** Schluff, $\pm$ feinsandig.
- **Farbe:** braun.
- **bis Meter unter Gelände (min./max.):** 0,8/1,2 m.
- **Mächtigkeit:** 0,3/0,9 m.
- **Lagerungsdichte/Konsistenz:** weich-steif.
- **Baugrundeigenschaften:** ab steifer Konsistenz bedingt geeignet, ggf. Baugrundverbesserung erforderlich.

Aus dem anstehenden Lössboden sind die Kalkanteile bis zur Endteufe herausgewittert. Demnach ist der Löss bereits zu Lösslehm verwittert.

/4/ TerrasseSohle bis 3 m Tiefe nicht erbohrt

- **Gesteinsansprache:** Sand, $\pm$ kiesig.
- **Farbe:** braun.
- **bis Meter unter Gelände (min./max.):** nicht quantifizierbar.
- **Mächtigkeit:** nicht quantifizierbar.
- **Lagerungsdichte/Konsistenz:** mitteldicht bis dicht.
- **Baugrundeigenschaften:** gut bis sehr gut geeignet, hoch belastbar.

3. Angetroffene Grundwasserverhältnisse

Während der Bohrarbeiten im Juli 2021 wurde das Grundwasser bis ca. 3 m Tiefe ($\pm$ 60 m NN) nicht angetroffen.

Die bindigen Schichten wirken stark stauend.

Es können sich jahreszeitlich abhängig Sicker- und Stauwasserhorizonte ausbilden.



III. BAUGRUNDBEURTEILUNG

1. Homogenbereiche / Bodenklassen / Bodengruppen

im August 2015 wurden u. a. die DIN 18300, DIN 18301, DIN 18319 geändert. Die bisher verwendeten Einteilungen für Böden (z. B. Bodenklassen, Zusatzklassen) wurden ersatzlos gestrichen und durch "Homogenbereiche" ersetzt.

Zur endgültigen Bestimmung der Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08 sind zahlreiche weitere geotechnische Laboruntersuchungen u. a. an ungestörten Bodenproben (z. B. aus Schürfen oder Linerbohrungen) durchzuführen. Diese sind jedoch sehr kostenintensiv und waren nicht Gegenstand unseres Auftrags.

Soweit den nachfolgenden Angaben keine Laborwerte zugrunde liegen, werden Bandbreiten angegeben, die überwiegend auf unseren lokalen Erfahrungswerten und dem Vergleich mit ähnlichen Bodenarten beruhen.

Das Bauvorhaben wird gemäß DIN 4020 in die Geotechnische Kategorie (GK) 2 eingestuft.

Für die vorgefundenen Böden können die nachfolgenden Kennwerte angenommen werden.

Eigenschaften / Kennwerte	Erbohrte Schichtenfolge		
	1	2	3
Schichtnummer			
Bezeichnung (ortsüblich)	Mutterboden	bindige Böden, Lösslehm	Terrasse
Homogenbereich (DIN 18300: 2015-08)	A	B	C
Bodenklassen (DIN 18300-2012-09)	1, 4	4	3
Reibungswinkel φ k (°)	--	25 – 27,5	32,5 – 35
Wichte erdfeucht γ k (kN/m ³)	17 - 19	18 - 19	19 – 21
Wichte u. Auftrieb γ' k (kN/m ³)	9	9 -10	9 - 12
Kohäsion C' k (kN/m ²)	--	3 – 12	0
Steifeziffer E_s (MN/m ²)	--	3 – 15	80 – 150
Bodengruppen	OU, UL	UL, UM, SU*, SU	SE, SW, GE, GW
Korngrößenverteilung			
Anteil Steine, Blöcke (%)	< 1	< 1	< 2
Dichte (g/cm ³)	nicht untersucht		
undrained Scherfestigkeit	nicht untersucht		



Eigenschaften / Kennwerte	Erbohrte Schichtenfolge		
	1	2	3
Schichtnummer			
Bezeichnung (ortsüblich)	Mutterboden	bindige Böden, Lösslehm	Terrasse
Wassergehalt (%)*	15 – 30	15 - 25	10 - 15
Konsistenzzahl	nicht untersucht		
Konsistenz	weich - steif	weich - steif	--
Plastizitätszahl	nicht untersucht		
Plastizität	leicht	leicht	--
Lagerungsdichte	--	--	mitteldicht – dicht
organischer Anteil (%)	< 1	< 1	< 1

Tabelle 3: Homogenbereiche / Bodenkennwerte

Die Böden der Schicht /3/ (Sand und Kies) können uneingeschränkt wiederverwertet und verdichtet werden.

Bei den Böden der Schicht /2/ (bindige Böden) ist eine Verdichtung nur bei sehr geringen Wassergehalten und einer mindestens steifen Konsistenz eingeschränkt möglich.

Die Böden der Schicht /1/ können nur für landschaftsgestaltende Arbeiten (Lärmschutzwälle, Grünflächen, Ackerboden) verwendet werden.



IV. BAUAUSFÜHRUNG

1. Gründung

Auf einem bisher als Ackerland genutzten Grundstück soll ein neues Wohngebiet entstehen.

Bisher liegen uns lediglich die geplanten Standorte von Häusern und Straßen vor. Konkrete Angaben zu den Lasten sowie zur Gründungsart und -tiefe sind uns nicht bekannt.

Nachfolgend werden nur erste allgemeine Hinweise zur Bauausführung dargestellt, die nach Vorlage der konkreten Statikdaten und Planungen von uns bei Bedarf ergänzt werden. Eine abschließende Stellungnahme behalten wir uns daher vor.

Auf dem Baugrundstück wurde zunächst ca. 0,3 m mächtiger, humoser Oberboden (Mutterboden) vorgefunden. Diese Böden werden bis 0,8/1,2 m Tiefe von Lössablagerungen unterlagert. Darunter wurden sehr gut tragfähige Sande und Kiese erbohrt.

Das Grundwasser wurde bis ca. 3 m Tiefe (± 60 m NN) erwartungsgemäß nicht angetroffen.

In einer ca. 600 bis 700 m südöstlich liegenden Grundwassermessstelle wurden max. Grundwasserstände von ca. 53-54 m NN gemessen.

Die entspricht einem Flurabstand von > 7 m.

Für die Gründung ergeben sich die nachfolgenden Empfehlungen.

Herstellung des Planums

Für das Abschieben des Mutterbodens ist ggf. eine Baustraße anzulegen, um den unterlagernden, bindigen Boden nicht zu belasten.

Der oberflächennah anstehende Mutterboden ist unter allen Gebäude- und Verkehrsflächen vollständig zu entfernen. Der Mutterboden kann ggf. im Bereich von Grünflächen / Äckern oder zur Anlage von Lärmschutzwällen wiederverwendet werden.

Unterhalb des humosen Oberbodens folgen bindige Böden. Aufgrund ihrer Frost- und Wasserempfindlichkeit (Klasse F 3) wird die ordnungsgemäße Ausführung der Bauarbeiten sehr stark von den Witterungsbedingungen abhängig sein.



Die Erdarbeiten erfordern daher eine sorgfältige und genaue Planung sowie eine verantwortliche Kontrolle und Überprüfung der Auffüllungs- und Verdichtungsarbeiten.

Grundsätzlich ist beim Bauen in der niederschlagsreichen Jahreszeit mit einem deutlich höheren Aufwand zu rechnen, da in dieser Jahreszeit evtl. Maßnahmen zur Baugrundverbesserung notwendig werden.

Die Freilegung von Gründungsflächen sollte nur abschnittsweise erfolgen, damit bei schlechtem Wetter ein Schutz des Planums gewährleistet werden kann.

Nach der Beseitigung des Mutterbodens kann das Gelände bei Bedarf auf ein einheitliches Planum terrassiert werden. Dafür kann der anstehende Boden bei Bedarf von höher liegenden Geländebereichen in tiefer liegende Bereiche verschoben werden (Cut and Fill-Methode).

Der Boden lässt sich aufgrund seiner $\pm$ bindigen Eigenschaften und der Wasserempfindlichkeit nur eingeschränkt verdichten. Im Vorfeld der Bodenbewegungen sind daher Maßnahmen zur Verbesserung des Bodens durchzuführen. Dazu bietet sich das Einfräsen von hydraulischen Bindemitteln (Kalk, Kalk-Zement Mischbinder) an.

Die Zugabe des Kalkes dient zur Einstellung eines bestimmten optimalen Wassergehaltes, der eine Verdichtung des Bodens ermöglichen soll.

Die Menge des beizumischenden Bindemittels richtet sich nach den tatsächlich vorliegenden Wassergehalten vor der Beimengung und den gewünschten Verdichtungsgraden.

Nach den Vorgaben der ZTVE ist auf dem Planum bei frostempfindlichem Untergrund ein Verformungsmodul E_{v2} von mindestens 45 MN/m^2 zu erreichen. Dies entspricht einem Proctorgrad von ca. 97 %.

Für verbesserte bindige Böden schreibt die ZTVE ein Verformungsmodul $E_{v2} > 70 \text{ MN/m}^2$ vor.

Die zur Erreichung dieses Verdichtungsgrades notwendige Bindemittelzugabe ist im Vorfeld durch eine Eignungsprüfung festzulegen, bei der der zu erreichende Verdichtungsgrad in Abhängigkeit von der Bindemittelzugabe und dem Wassergehalt überprüft wird.

Diese Eignungsprüfung kann von uns durchgeführt werden und war bisher nicht Gegenstand unseres Auftrags.



Basierend auf unseren Erfahrungen ist mit einer Bindemittelzugabe in einer Größenordnung von 3,5 – 5 % zu rechnen.

Um die Kalkzugabe optimal zu dosieren, sollte der Wassergehalt des Bodens auf der Baustelle regelmäßig geprüft werden.

Die abzutragenden und anzuschüttenden Flächen sollten nur so groß gewählt werden, dass bei einer Änderung der Witterung (Regen) eine Abdeckung möglich ist.

Es empfiehlt sich, zunächst einige größere Probefelder anzulegen, um die erreichbare Verdichtung in Abhängigkeit von der Bindemittelzugabe zu prüfen. Die dann vorliegenden Ergebnisse sind mit den Laborwerten aus der Eignungsprüfung zu vergleichen, um eine endgültige Bindemittelzugabe festzulegen.

Für die Zugabe bieten sich 2 Möglichkeiten an. Das Bindemittel wird direkt in den Boden eingefräst und danach abgeschoben oder die Zugabe erfolgt erst nach dem Lösen und dem Wiedereinbau. Die Auswahl des Verfahrens sollte sich an der Konsistenz des Bodens und den Witterungsbedingungen orientieren. Bei einem eher weichen Boden sollte zunächst eine Kalkzugabe erfolgen, um den Boden zu stabilisieren.

Die Basisflächen der einzelnen Terrassen sollten ebenfalls verbessert werden, um sicherzustellen, dass durch die Verdichtungsarbeiten keine Aufweichung des unterlagernden Planums erfolgt.

Die einzelnen Terrassen sind mit leichtem Gefälle zu erstellen, um einen Abfluss von Niederschlag zu ermöglichen. Zusätzlich sollten Drainagegräben erstellt werden, damit Niederschlagswasser während der Baumaßnahme schadlos abgeführt werden kann.

Für die Verdichtungsarbeiten sind Schaffuss- oder Stampffußwalzen einzusetzen.

Die fertigen Terrassenflächen sind umgehend mit der Trag- bzw. Sauberkeitsschicht abzudecken, um ein nachträgliches Aufweichen zu verhindern. Evtl. Aufweichungen sollten entsprechend beseitigt werden.

Grundsätzlich sollten nach den Terrassierungsarbeiten für die weiteren Bauarbeiten Baustraßen erstellt werden, um den $\pm$ bindigen Untergrund möglichst nicht zu belasten.

Für die Durchführung der Bodenverbesserungsmaßnahmen sind die Vorgaben der ZTVE-StB 17 und die Hinweise des *Merkblatts über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln* (FGSV 2004) zu beachten.



Die Durchführung der Terrassierungs- und Auffüllungsarbeiten ist gutachterlich zu überwachen.

Gebäudegründung

Aufgrund der geringen Tragfähigkeit sind die $\pm$ bindigen Böden für eine Lastabtragung nur eingeschränkt geeignet. In Abhängigkeit von den gewählten Fußbodenhöhen werden die frostfrei einbindenden Fundamente (- 0,8 m) teilweise ggf. direkt auf den sehr gut tragfähigen Sanden und Kiesen gründen, während in frostfreier Gründungstiefe in anderen Bereichen die $\pm$ bindigen und nur eingeschränkt tragfähigen Lehm Böden anstehen.

Dort, wo im Gründungsbereich noch Lehm Böden anstehen, sollten die Fundamente bis zum Erreichen der gut tragfähigen Sande und Kiese herabgeführt werden, um ein gleichmäßiges Setzungsverhalten zu gewährleisten und größere Setzungsunterschiede zu vermeiden. Dazu muss der unterhalb der Fundamentsohle anstehende Lehm bis zum Erreichen der feinkornfreien Sande und Kiese ausgehoben und durch Magerbeton ersetzt werden.

Da der Boden kurzfristig standfest ist, könnten die Baugruben zur Tieferführung der Fundamente senkrecht geböscht und maschinell ausgehoben werden.

Im unmittelbaren Anschluss an den Aushub ist der Magerbeton einzufüllen.

Bei einer Gründung in den Sanden und Kiesen können für eine erste überschlägige Bemessung der zulässigen Bodenpressungen / des aufnehmbaren Sohldrucks σ_{zul} (im Sinne der alten DIN 1054, globales Sicherheitssystem) von Fundamenten die in der DIN 1054:2003-01 genannten Werte der Tab. A.1 / A.2 Anhang A für rollige Böden angenommen werden.

Für die rolligen Böden sind die in der Tab. A 7, Anhang A der DIN 1054:2003-01 genannten Voraussetzungen erfüllt.

Analog gelten für die Bemessungswerte des Sohlwiderstands σ_{Rd} (im Sinne des EC 7, DIN 1054:2010-12, Teilsicherheitskonzept) die in der DIN 1054:2010-12 genannten Werte der Tabelle A 6.1.

Die Sande und Kiese der Terrasse lassen hohe Bodenpressungen zu. Signifikante Setzungen sind bei einer Gründung in diesen Sedimenten nicht zu erwarten.

Unterschiedlich tief gegründete Fundamente sind in einem Winkel von 30° abzutrepfen.



Unterhalb der Bodenplatten ist ein Bodenpolster aus kapillarbrechenden Materialien über den Lehmböden in einer Stärke von mindestens 0,2 m einzubauen.

Plattengründung

Sofern die Polster unter den Bodenplatten auf 0,3 m (mit Bindemittel verbessertes Planum) bzw. 0,5 m verstärkt werden, ist alternativ auch eine Platten Gründung flachgegründeter Gebäudeteile über eine Stahlbetonbodenplatte möglich.

Der Bettungsmodul k_s kann für die Bemessung der flachgegründeten Bodenplatten mit ca. 15-20 MN/m³ kalkuliert werden.

Für Kellerbodenplatten, die in den Sanden und Kiesen der Terrasse gründen, kann ein Bettungsmodul k_s von ca. 30 MN/m³ angenommen werden.

Die Bodenpolster sind aus gemischtkörnigen, kapillarbrechenden und frostsicheren Böden (Bergkies) lagenweise einzubauen und auf 100 % Proctor zu verdichten. Dort, wo keine Frostschrüzen vorhanden sind, müssen an den Plattenrändern 45° Lastenausgleichswinkel berücksichtigt werden.

Sobald genaue Pläne für die Gründungen vorliegen, bitten wir um Nachricht, damit sie mit dem Statiker abgestimmt werden können.

Die Gründungssohlen sind von uns freizugeben.

Während der Geländearbeiten wurde das Grundwasser, wie beschrieben, bis ca. 3,0 m Tiefe (ca. 60 m NN) nicht angetroffen.

Vorbehaltlich der Angaben zum amtlich bekannten, höchsten Grundwasserstand hat das Grundwasser damit keine Bedeutung für das neue Wohngebiet mit Einfamilienhäusern.

Sollte das Grundwasser evtl. doch höher ansteigen und Gebäude oder Kanäle erreichen können, so muss auf Grundlage des amtlich bekannten, höchsten Grundwasserstandes ein Bemessungswasserstand festgelegt werden.

Mögliche Keller müssen bis zu diesem Bemessungswasserstand z. B. als weiße Wannen gegen drückendes Wasser hergestellt und die Gebäude gegen Auftrieb gesichert werden.

Sämtliche Angaben sind vom Statiker auf Bauwerksverträglichkeit zu prüfen.



Die nachfolgenden Angaben haben allgemeinen Charakter und dienen zur Vervollständigung des Gutachtens, sofern entsprechende Fragestellungen auftauchen.

2. Trockenhaltung des Bauwerks

Für die Abdichtung der Bodenplatten gelten die Vorgaben der DIN 18195 bzw. DIN 18533. Die Arbeitsraumverfüllungen sind gemäß DIN 4095 zu erstellen.

Die anstehenden bindigen Böden wirken stark stauend, so dass sich ggf. Sicker- und Stauwasservorkommen ausbilden können.

Daher muss durch den Arbeitsraum eindringendes Niederschlagswasser drucklos über ein Sickerfenster in die unterlagernden Kiessande abgeleitet werden.

Die Bodenpolster sind mindestens 0,2 m stark aus kapillARBrechendem Material unter Bodenplatten herzustellen.

3. Kanalbau

In Abhängigkeit von der Kanaltiefe werden die Grabensohlen in den anstehenden, bindigen Böden bzw. in den Sanden und Kiesen liegen.

Die anstehenden, rolligen Böden sind entsprechend den Anforderungen zu befestigen.

Sollten die Sohlen der Kanäle im Bereich bindiger Böden liegen so sind unterhalb der Kanalsohlen in Abhängigkeit von der Konsistenz Stabilisierungsschichten aus kornabgestuften Materialien einzubauen. Die entsprechenden Vorgaben der DIN EN 1610 und des ATV Merkblatts A 139 sind zu beachten.

4. Wasserhaltung

Der Flurabstand des Grundwassers ist vorbehaltlich der Informationen zum amtlich bekannten, höchsten Grundwasserstand mutmaßlich > 7 m.



Das Grundwasser hat damit voraussichtlich keine Bedeutung für das Bauvorhaben. Örtliche geringe Schicht- und Stauwassermengen sind grundsätzlich nicht auszuschließen, pumpfähige Wassermengen sind jedoch nicht zu erwarten.

Sollte das Grundwasser dagegen höher ansteigen können, so muss in Abhängigkeit vom Grundwasserstand während der Bauzeit und den Kellertiefen der Gebäude bzw. den Grabentiefen der Kanäle ggf. eine Wasserhaltung durchgeführt werden. Für die Wasserhaltung zur Herstellung der Baugruben und Kanalgräben ist zu beachten, dass das Grundwasser bis mindestens 0,5 m unterhalb der jeweiligen Grubensohle abgesenkt werden muss.

Für die genaue Berechnung der Wasserhaltung sollte bei Bedarf ein Pumpversuch durchgeführt werden.

Die Planung von Wasserhaltungsmaßnahmen erfordert weitere Untersuchungen, die nicht Gegenstand des Auftrags waren.

Grundsätzlich empfehlen wir, die Bauarbeiten bei niedrigen Grundwasserständen durchzuführen, um mögliche Wasserhaltungsmaßnahmen gering zu halten bzw. auf eine Wasserhaltung verzichten zu können.

Für die Betonbauteile von Gebäuden oder Kanälen die in den Grundwasserschwankungsbereich reichen, muss bei Bedarf für die Auswahl des Betons (Expositionsklasse) das Grundwasser auf die Betonaggressivität untersucht werden. Hierfür soll eine Grundwassermessstelle in der Umgebung des Baugrundstücks beprobt und das Grundwasser entsprechend untersucht werden.

5. Erdbeben

Das Untersuchungsgelände liegt nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 bzw. nach DIN 4149 (Ausgabe 2005) in der Erdbebenzone 2 und der Untergrundklasse S.

Für eine Einstufung der Baugrundklasse sind die Tiefen zwischen 3 und 20 m Tiefe maßgeblich. Danach ergeben sich als Kombination von geologischem Untergrund und Baugrund die Untergrundverhältnisse C-S.

6. Versickerung

Die bindigen Böden sind für eine Versickerung gem. ATV ungeeignet.



Um die Durchlässigkeit der unterlagernden Sande und Kiese zu bestimmen, erfolgte ca. 2 bis 3 m neben der Bohrstelle RKS 3 ein Auffüllversuch (open-end-tests) nach USBR EARTH MANUAL (1963) in der Tiefe von ca. 2,0 m. Hierzu wurde bis in den zu überprüfenden Bodenhorizont eine Rammkernsondierung ($\varnothing$ außen 50 mm) abgeteuft und anschließend mit einem an der Sohle offenen Rohr ($\varnothing$ innen 40 mm) ausgebaut. Zur Vermeidung von Aufwirbelungen wurde in die untersten 0,1 m des Rohres Feinkies eingebracht. Anschließend erfolgten das Auffüllen des Rohres mit Wasser und die Ermittlung der Sickerate bis zum Erreichen eines relativen Beharrungszustandes.

Das Protokoll des Versickerungsversuches ist in Anlage 4 beigelegt. Die Auswertung der Versuche erfolgt nach der Formel

$$k_f = \frac{Q}{5,5 \cdot r \cdot h} \frac{[m]}{[s]}$$

Es ergibt sich ein k_f -Wert von ca. $1,1 \times 10^{-5}$. Basierend auf dem ATV-Merkblatt 138 ist für die Versickerung von Niederschlagswasser ein k_f -Wert $> 5 \times 10^{-6}$ notwendig. Die ermittelten Werte zeigen für die Sande und Kiese eine über dem geforderten Mindestwert liegende Durchlässigkeit an, so dass eine Versickerung grundsätzlich in Bezug auf die Durchlässigkeit durchführbar ist.

Der gemäß ATV vorgeschriebene Sicherheitsabstand von 1 m zwischen der Sohle des Versickerungsbauwerks und dem höchsten Grundwasserstand ist einzuhalten. Für die Versickerung ist eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich.

Die bindigen Böden müssen aus Versickerungsflächen vollständig entfernt und durch gut durchlässige Böden, wie Kiessande, ausgetauscht werden.

7. Verkehrsflächen

Uns liegen keine genauen Informationen darüber vor, welchen Anforderungen die neue Anliegerstraße genügen sollte. Im Folgenden sind wir von Belastungsklasse Bk 1,8-3,2 der RStO ausgegangen, da Straßen dieser Belastungsklasse häufig in vergleichbaren Projekten erstellt worden sind.

Grundsätzlich sind die Mutterböden (humose Oberböden) vollständig unter allen Verkehrsflächen zu entfernen.

Die darunter anstehenden bindigen Böden sind sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB 09).

Gemäß Belastungsklasse Bk 1,8-3,2 der RStO ist daher eine Mindestaufbaustärke von 0,6 m erforderlich.



Der von der ZTVE vorgeschriebene E_{v2} Wert $> 45 \text{ MN/m}^2$ wird auf dem natürlich anstehenden $\pm$ bindigen Planum nur durch die beschriebene Bindemittelzugabe zu erreichen sein. Es gilt dann ein Verformungsmodul $E_{v2} > 70 \text{ MN/m}^2$. Sofern keine Bindemittelzugabe erfolgt, müssen die Frostschutzschichten um ca. 0,1-0,2 m verstärkt werden.

Die einzelnen Schichtstärken und Tragfähigkeitsanforderungen für den Bodenaufbau gemäß Belastungsklasse können der RStO entnommen werden.

8. Handhabung des Aushubs

Während der Geländearbeiten ergaben sich keine Hinweise auf Bodenverunreinigungen.

Im Rahmen der Baumaßnahme werden die Mutterböden, die Lehmböden und ggf. die Sande und Kiese teilweise als Aushub anfallen.

Da inzwischen auch natürliche Böden häufig ohne chemische Analysen nicht mehr verwertet werden können, sollten bei Bedarf alle genannten Bodenfraktionen gem. LAGA Boden in Feststoff und Eluat und auf die Restparameter nach Deponieverordnung (DepV) im Labor untersucht werden.

Die Proben aus den Bohrungen werden hierfür noch für 3 Monate im Labor bereitgestellt.

Ggf. kann der tatsächlich anfallende Aushub beprobt, chemisch untersucht und klassifiziert werden.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass Entsorgungsunternehmen max. 6 Monate alte Analyseergebnisse akzeptieren.

Sollten während der Erdarbeiten bisher nicht bekannte Auffüllungen oder Bodenverunreinigungen vorgefunden werden, so ist der Gutachter zu verständigen.

9. Ergänzende erdbautechnische Hinweise

Bei den erbohrten bindigen Schichten sowie den Auffüllungen handelt es sich um feinkörnige und daher wasser- und störungsempfindliche Böden (Frostempfindlichkeitsklasse F 3 nach ZTVE-StB 17).

Freigelegte Gründungsflächen sollten daher möglichst umgehend nach dem Freilegen vor Aufweichung geschützt werden.



Sollte dies bereits eingetreten sein, so ist die aufgeweichte Schicht vor Fortführung der Arbeiten ggf. von Hand abzuschälen. Das Befahren bindiger Gründungsflächen mit schweren Fahrzeugen und Geräten oder deren Rüttelverdichtung sind schädlich.

Bei Verdichtungsarbeiten ist daher ein Verdichtungsgerät einzusetzen, dessen Tiefenwirkung nach Herstellerangaben die Schüttstärke der zu verdichtenden Lage nicht überschreitet. Beim Aushub ist ein Baggerlöffel ohne Zähne einzusetzen, welcher einen präzisen Aushub gestattet und das Durchpflügen der Gründungsflächen vermeidet.

Bei Bauarbeiten in den frost- bzw. niederschlagsreichen Jahreszeiten ist bei entsprechenden Witterungsbedingungen mit einer deutlichen Verschlechterung des Baugrundes und dem daraus resultierenden Mehraufwand für das Lösen, Laden und Verdichten zu rechnen.



V. EMPFEHLUNGEN

Im Zuge der Gutachtenerstellung war es noch nicht möglich, alle ggf. planungsrelevanten Fragen zu beantworten, da die Planungen noch nicht abgeschlossen sind.

Das Gründungskonzept und der Einbau von Boden sind in weiteren Gesprächen mit dem Planer, dem Statiker und uns abzustimmen.

Für die Ausschreibung von Entsorgungsarbeiten sind ggf. weitere Bodenbehebungen und chemische Deklarationsanalysen notwendig.

Die Durchlässigkeit der rolligen Böden in den konkret geplanten Versickerungsbereichen sollte bei Bedarf durch weitere Versuche überprüft werden.

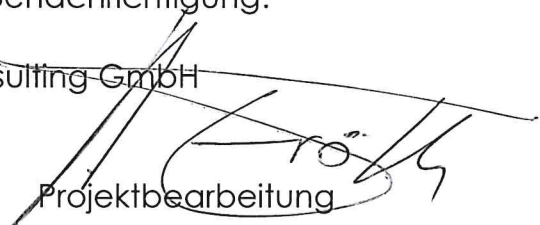
Sofern für das Grundstück ggf. eine Kampfmitteluntersuchung notwendig wird, sollte diese rechtzeitig beantragt werden. Sie kann dann nach dem Abschieben des Mutterbodens im Rahmen einer Flächendetektion durchgeführt werden.

Sollten sich im Zuge der weiteren Planungen Fragen zum Untergrund ergeben, bitten wir um eine entsprechende Benachrichtigung.


Geschäftsleitung

TERRA Umwelt Consulting GmbH

i.A.


Projektbearbeitung





- 1 Rammkernsondierungspunkt
- 1 Rammkernsondierungs- und Rammsondierungspunkt
- Versickerungsversuch
- Profilschnitt



Projekt: 68837-2021-7
Baugrunduntersuchung
Am Hundsraht 15
52538 Seltkant

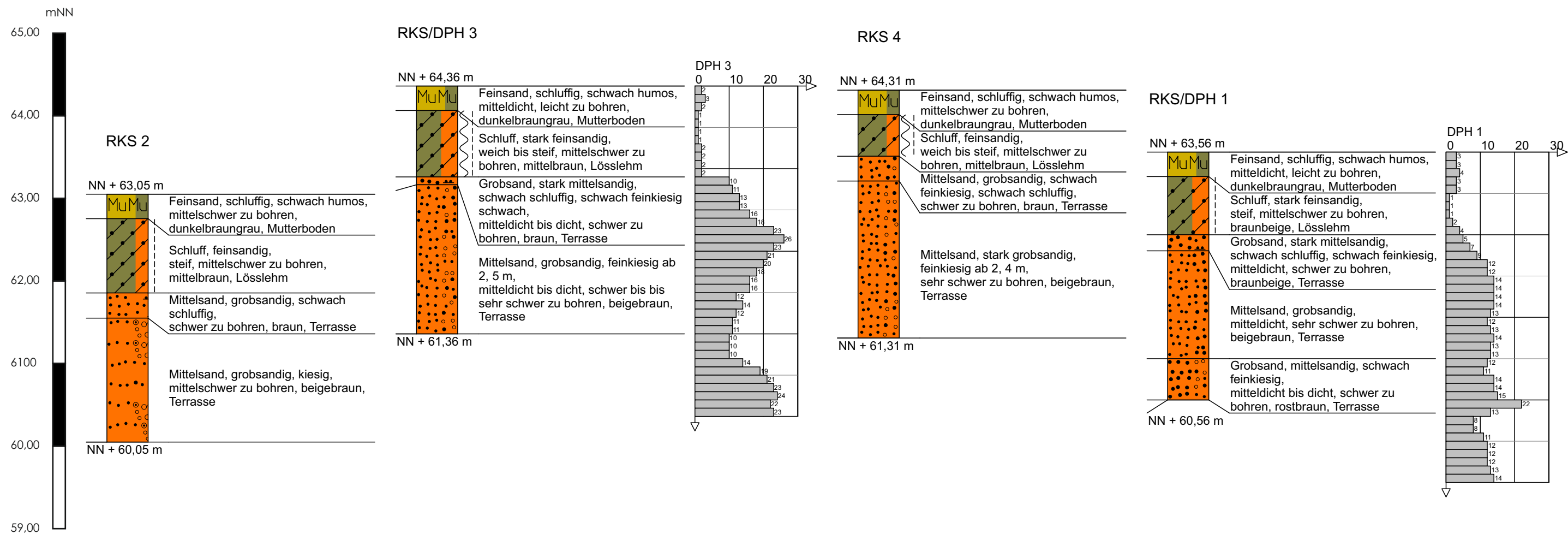
Titel: Lageplan mit Untersuchungsstellen

Zeichner: Dipl.-Geogr. S. Liedtke	Bearbeiter: Dipl.-Geol. A. Fröhlich
--------------------------------------	-------------------------------------

Maßstab: 1:400	Datum: 21.07.2021	ANLAGE: 1
----------------	-------------------	------------------



PROFILSCHNITT A - A'



TERRA		
Gell'sche Str. 45 41472 Neuss Tel.: 02131/7408-0 Fax: 7408-20		
Projekt: 68837-2021-7 Baugrunduntersuchung Am Hundsraht 15 52538 Selfkant		
Titel: Profilschnitt A - A'		
Zeichner: Dipl.-Geogr. S. Liedtke	Bearbeiter: Dipl.-Geol. A. Fröhlich	
Maßstab: Höhe: 1:50	Datum: 19.08.2021	ANLAGE: 2



Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

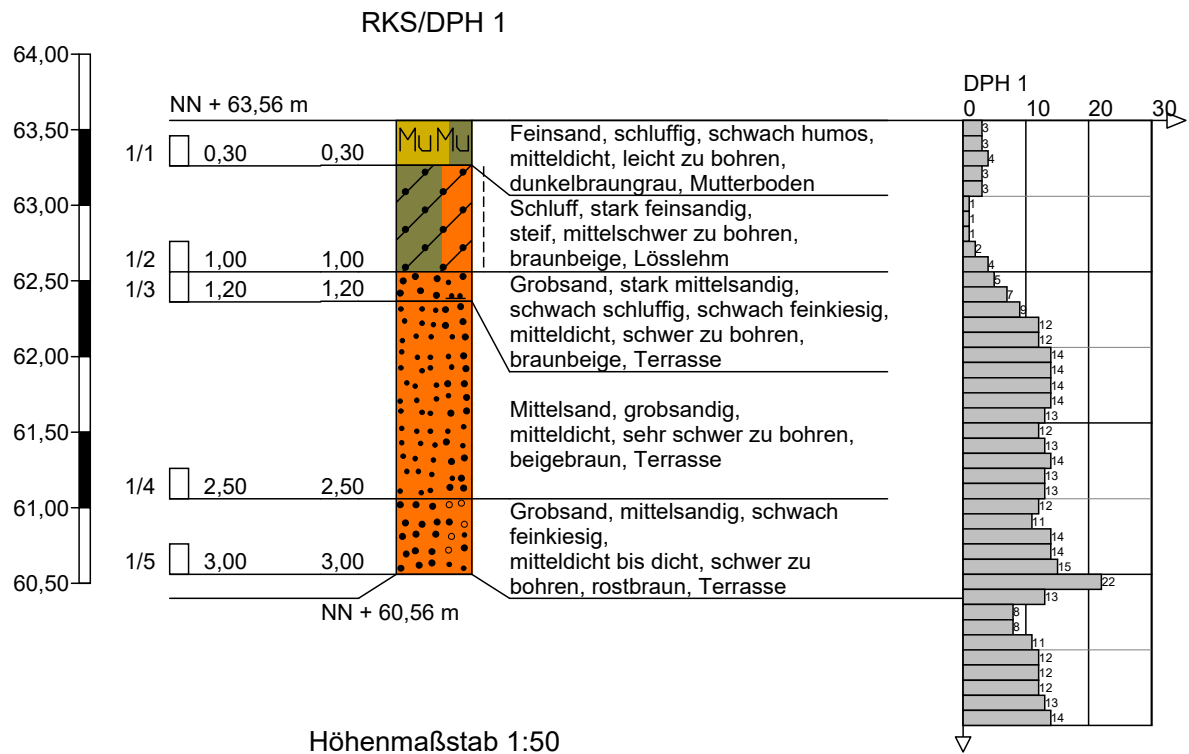
Datum: 20.07.2021

Projekt: Wohngebiet Hundsraath II, Selfkant-Saeffelen

Projektnummer:

Bohrung/Schurf: RKS/DPH 1

Bearb.: Klingen



		Schichtenverzeichnis					Anlage	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Bericht:	
							Az.:	
Bauvorhaben: Wohngebiet Hundsraath II, Selfkant-Saeffelen								
Bohrung Nr RKS/DPH 1 /Blatt 1							Datum: 20.07.2021	
1	2				3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,30	a) Feinsand, schluffig, schwach humos				erdfeucht		1/1	0,30
	b)							
	c) mitteldicht	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraung rau					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,00	a) Schluff, stark feinsandig				erdfeucht		1/2	1,00
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer zu bohren	e) braunbeige					
	f) Lösslehm	g)	h)	i)				
1,20	a) Grobsand, stark mittelsandig, schwach schluffig, schwach feinkiesig				erdfeucht		1/3	1,20
	b)							
	c) mitteldicht	d) schwer zu bohren	e) braunbeige					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				
2,50	a) Mittelsand, grobsandig				erdfeucht		1/4	2,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) sehr schwer zu bohren	e) beigebraun					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				
3,00	a) Grobsand, mittelsandig, schwach feinkiesig				erdfeucht		1/5	3,00
	b)							
	c) mitteldicht bis dicht	d) schwer zu bohren	e) rostbraun					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

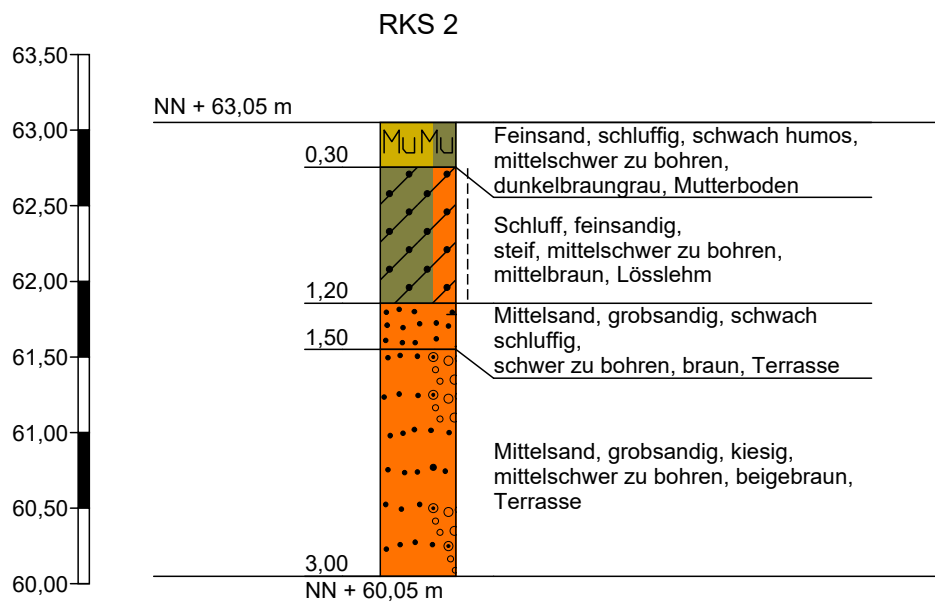
Datum: 20.07.2021

Projekt: Wohngebiet Hundsraath II, Selfkant-Saeffelen

Projektnummer:

Bohrung/Schurf: RKS 2

Bearb.: Klingen



Höhenmaßstab 1:50

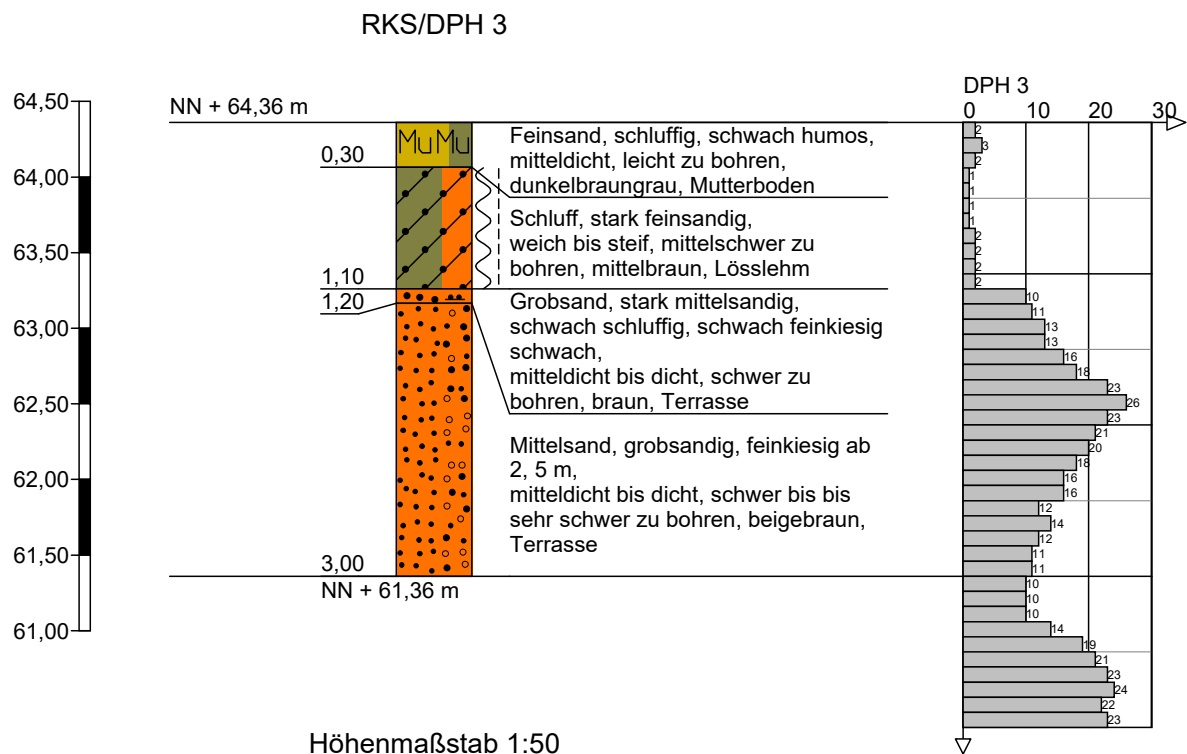
		Schichtenverzeichnis					Anlage	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Bericht:	
							Az.:	
Bauvorhaben: Wohngebiet Hundsraath II, Selfkant-Saeffelen								
Bohrung Nr RKS 2 /Blatt 1							Datum: 20.07.2021	
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,30	a) Feinsand, schluffig, schwach humos				erdfeucht			
	b)							
	c)	d) mittelschwer zu bohren	e) dunkelbraung rau					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,20	a) Schluff, feinsandig				erdfeucht			
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer zu bohren	e) mittelbraun					
	f) Lösslehm	g)	h)	i)				
1,50	a) Mittelsand, grobsandig, schwach schluffig				erdfeucht			
	b)							
	c)	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				
3,00	a) Mittelsand, grobsandig, kiesig				erdfeucht			
	b)							
	c)	d) mittelschwer zu bohren	e) beigebraun					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Anlage:	
Datum:	20.07.2021
Projektnummer:	
Bearb.:	Klingen

Projektnummer:

Bearb.: Klingen



		Schichtenverzeichnis					Anlage	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Bericht:	
							Az.:	
Bauvorhaben: Wohngebiet Hundsraath II, Selfkant-Saeffelen								
Bohrung Nr RKS/DPH 3 /Blatt 1							Datum: 20.07.2021	
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,30	a) Feinsand, schluffig, schwach humos				erdfeucht			
	b)							
	c) mitteldicht	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraung rau					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,10	a) Schluff, stark feinsandig				erdfeucht			
	b)							
	c) weich bis steif	d) mittelschwer zu bohren	e) mittelbraun					
	f) Lösslehm	g)	h)	i)				
1,20	a) Grobsand, stark mittelsandig, schwach schluffig, schwach feinkiesig schwach				erdfeucht			
	b)							
	c) mitteldicht bis dicht	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				
3,00	a) Mittelsand, grobsandig, feinkiesig ab 2, 5 m				erdfeucht			
	b)							
	c) mitteldicht bis dicht	d) schwer bis bis sehr schwer zu	e) beigebraun					
	f) Terrasse	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

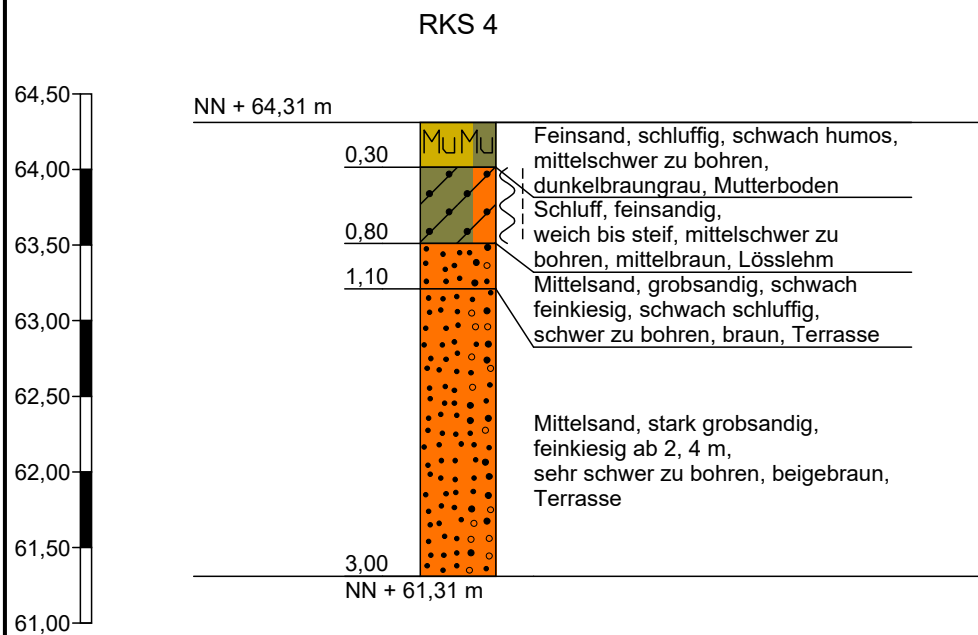
Datum: 20.07.2021

Projekt: Wohngebiet Hundsath II, Selfkant-Saeffelen

Projektnummer:

Bohrung/Schurf: RKS 4

Bearb.: Klingen



Höhenmaßstab 1:50

		Schichtenverzeichnis					Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Bericht:		
							Az.:		
Bauvorhaben: Wohngebiet Hundsraath II, Selfkant-Saeffelen									
Bohrung Nr RKS 4 /Blatt 1							Datum: 20.07.2021		
1	2					3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾						Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0,30	a) Feinsand, schluffig, schwach humos					erdfeucht			
	b)								
	c)	d) mittelschwer zu bohren	e) dunkelbraung rau						
	f) Mutterboden	g)	h)	i)					
0,80	a) Schluff, feinsandig					erdfeucht			
	b)								
	c) weich bis steif	d) mittelschwer zu bohren	e) mittelbraun						
	f) Lösslehm	g)	h)	i)					
1,10	a) Mittelsand, grobsandig, schwach feinkiesig, schwach schluffig					erdfeucht			
	b)								
	c)	d) schwer zu bohren	e) braun						
	f) Terrasse	g)	h)	i)					
3,00	a) Mittelsand, stark grobsandig, feinkiesig ab 2, 4 m					erdfeucht			
	b)								
	c)	d) sehr schwer zu bohren	e) beigebraun						
	f) Terrasse	g)	h)	i)					
	a)								
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



MESSPROTOKOLL VERSICKERUNG

Projekt: BV: Selfkant, Hundsdrath

Versuchsart: Open-End 2"

Datum: 21.07.2020

Versuchsnr.: bei RKS 3

Infiltrationstiefe: 2,0 m Tiefe

[illegible]