***RP* Geolabor und Umweltservice GmbH**

Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg

Ingenieurgeologisches Gutachten

für die Herstellung der Erschließungseinrichtungen
(Straße, Kanalisation)
sowie zur Beurteilung der Versickerungseignung
des Baugrundes
im Bereich des B-Plans 106 Gewerbegebiet Ahausen

Auftraggeber:

Stadt Bersenbrück

Am Markt 6

49593 Bersenbrück

Projektnummer: 06-4521

Datum: 25.07.2019

RP **Geolabor und Umweltservice** GmbH

Niedriger Weg 47
49661 Cloppenburg

Tel. 0 44 71 – 93 29 122
Fax 0 44 71 – 94 75 80

Info@RubachundPartner.de
www.RubachundPartner.de

© 2019 RP Geolabor und Umweltservice GmbH

Das Werk darf nur vollständig und unverändert vervielfältigt werden und nur zu dem Zweck, der unserer Beauftragung mit der Erstellung des Werkes zugrunde liegt. Die Vervielfältigung zu anderen Zwecken oder eine auszugsweise oder veränderte Wiedergabe oder eine Veröffentlichung bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.

Eine Weitergabe des Berichtes und/oder der Daten ist ohne ausdrückliche Erlaubnis der RP Geolabor und Umweltservice GmbH nicht zulässig.

Sofern dem Auftraggeber der Bericht auch im pdf-Format zur Verfügung gestellt wird, ist diese EDV-Version nur in Verbindung mit einer originalunterschriebenen Druckversion in Papierform gültig.

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS 1
TABELLENVERZEICHNIS 3
ANHANGSVERZEICHNIS 4
1 VORGANG UND BAUVORHABEN 5
2 UNTERLAGEN 6
2.1 Allgemeine Unterlagen 6
2.2 Planunterlagen und mitgeteilter Planungsstand 6
3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN 7
3.1 Lage, Art, Zeitraum und Umfang der Baugrundaufschlüsse 7
3.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen 8
3.3 Chemische Bodenuntersuchungen 8
4 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE 10
4.1 Untersuchungsgebiet 10
4.2 Erfasster Baugrundaufbau - Homogenbereiche 11
4.3 Hydrogeologische Verhältnisse 14
4.4 Ergebnisse der schweren Rammsondierungen 15
4.5 Charakteristische bodenmechanische Kennwerte 16
4.6 Wiederverwendung von anfallenden Böden 18
5 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES UND HINWEISE FÜR DEN FAHRBAHNAUSBAU 19
5.1 Baugrundbeurteilung und Hinweise für die Planung 19
5.2 Hydrogeologische Verhältnisse 20
5.3 Frostempfindlichkeit des Bodens 21
5.4 Tragfähigkeit der potentiellen Planumsböden und Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus im Ausbaubereich 21
6 HINWEISE FÜR DIE HERSTELLUNG DER KANALISATION 25
6.1 Lage der Rohrsohlen 25
6.2 Baustoffe für die Leitungszone 25
6.3 Ausführung der Bettung und Verfüllung von Rohrgräben 25
6.4 Hinweise zur Grabensicherung und zur Verbautiefe 27

7 SONSTIGE BAUTECHNISCHE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN 28
7.1 Allgemeine Hinweise 28
7.2 Wasserhaltung 28
7.3 Anforderungen an Liefermaterial für Füllsande und ungebundene Oberbauschichten 29
7.4 Entwässerung, Versickerung (Bereich RKS 6 bis 13) 30
8 ABFALL-UND VERWERTUNGSTECHNISCHE HINWEISE FÜR ANFALLENDEN STRAßENAUFBRUCH UND AUFGEFÜLLTE BÖDEN 31
8.1 Hinweise zur vorhandenen Fahrbahndecke 31
8.2 Probenahme und Untersuchungsumfang für Bodenmischproben aus dem Bereich der geplanten Fahrbahn (RKS 1 bis RKS 5) 31
8.3 Beurteilungsgrundlagen für Bodenuntersuchungen 32
8.4 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse der untersuchten Bodenmischproben 35
8.5 Folgen für die Verwertung von Bodenmaterial 36
9 HINWEISE FÜR DIE WEITERE PLANUNG 38
10 ZUSAMMENFASSUNG 39

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Überblick über die Regelungen zur Verwertung von Bodenmaterial (aus LAGA TR Boden 2004, Teil II: Abb. II.1.2-1) 32

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Ausgeführte bodenmechanische Laboruntersuchungen 8
Tabelle 2 Übersicht Probenzusammenstellung und chemische Analytik 9
Tabelle 3 Raumbezogene Daten 10
Tabelle 4 Generalisierte baugrundgeologisch relevante Schichtenfolge im Planungsbereich 12
Tabelle 5 Baugrundgeologisch relevante Homogenbereiche im Trassenverlauf..... 13
Tabelle 6 Kriterien für die erreichte Lagerungs- und Proctordichte nach DIN EN1997-2:2010 für enggestufte Sande über und im Grundwasser (SE) mit einer Ungleichförmigkeit $C_U \leq 3$ 16
Tabelle 7 Abgeschätzte charakteristische Bodenkennwerte für die angetroffene gründungsrelevante Schichtenfolge 17
Tabelle 8 Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus (aus RStO 12, Tabelle 6) 23
Tabelle 9 Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse (aus RStO 12, Tabelle 7) 23
Tabelle 10 Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der chemischen Analytik der Misch- und Einzelproben 35
Tabelle 11 Übersicht Verwertung 37
Tabelle 12 Übersicht der erdbautechnischen Situation im Untersuchungsabschnitt.. 39
Tabelle 13 Zusammenfassende Darstellung der erfassten Böden / Homogenbereiche 39
Tabelle 14 Zusammenfassende Darstellung der Analysenergebnisse der Schadstoffuntersuchung 41
Tabelle 15 Beurteilung der Materialeignung 41
Tabelle 16 Anforderungen an Liefermaterial 42

ANHANGSVERZEICHNIS

1 Lagepläne

1.1 Lage der Bohraufschlüsse 1: 1.500

1.2 Koordinatenverzeichnis der Aufschlusspunkte

2 Baugrundaufschlüsse und Felduntersuchungen

2.1 Darstellung der erbohrten Schichtenfolge gemäß DIN 4023

2.2 Zeichnerische Darstellung der schweren Rammsondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-2

3 Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

3.1 Kornverteilung

3.2 Glühverluste

3.3 Durchsickerungsversuch (Standrohrversuch)

3.4 Wassergehalte

4 Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen

4.1 Zusammenstellung der Ergebnisse der Mischproben

4.2 Prüfbericht des Labors

1 VORGANG UND BAUVORHABEN

Die Stadt Bersenbrück plant das im Bereich des B-Plans 106 gelegene Gebiet zu erschließen. Zudem soll der anstehende Boden hinsichtlich der Versickerungsfähigkeit des anfallenden Niederschlagswassers untersucht werden. Umwelttechnische Untersuchungen im Hinblick auf eine geregelte Entsorgung / Verwertung der voraussichtlich bei der Erschließung anfallenden Böden war ebenfalls Auftragsgegenstand. Das vorgelegte Gutachten enthält u.a. Aussagen

- zur Tragfähigkeit der anstehenden Böden,
- zu Grundwasserständen im Untersuchungsbereich,
- zur Schadstoffbelastung vorhandener Böden sowie der vorhandenen Asphaltdecken,
- zur Verwendung geeigneter Baustoffe,
- zur Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden
- zur Schadstoffbelastung, Einstufung und Verwertung der voraussichtlich bei der Erschließung anfallenden Böden.

Mit Schreiben vom 24.05.2019 erhielt die RP Geolabor und Umweltservice GmbH, Niedriger Weg 47 in 49661 Cloppenburg von der Stadt Bersenbrück den Auftrag, für die geplante Maßnahme ein ingenieurgeologisches Gutachten zu erstellen. Grundlage für die Auftragsabwicklung ist der Leistungs- und Honorarvorschlag Nr. 253269 vom 24.04.2019. Aufgrund des bisherigen Planungsstandes (s.u.) verstehen sich die Untersuchung und der hier vorgelegte Bericht als Orientierungsgrundlage für die weiteren Planungen.

Hinweise zur Anwendung von Homogenbereichen gemäß VOB/C 2015

Für die Beschreibung und Beurteilung der angetroffenen Baugrundschichtung wird entsprechend der aktuellen VOB/C 2015 eine Unterscheidung in Homogenbereiche vorgenommen. Eine Angabe von Bodenklassen nach den alten DIN-Regelungen ist nicht mehr zulässig. Die Ableitung von Homogenbereichen ist dabei stets daran gebunden, welche der insgesamt 13 ATV-DIN-Regelungen zu berücksichtigen sind. Da hierzu aktuell seitens des Bauherrn noch keine Angaben vorliegen, wird für die Ableitung von Homogenbereichen und den ihnen zugeordneten charakteristischen Bodenkennwerten (Rechenwerte) zunächst nur von der Anwendung der ATV-DIN 18 300 (Erdarbeiten) ausgegangen. Sofern sich im weiteren Planungsprozess ein Erfordernis der Anwendung weiterer ATV-DIN-Regelungen ergibt, ist das vorliegende Gutachten im Bedarfsfall im Rahmen besonderer Leistungen zu ergänzen.

2 UNTERLAGEN

2.1 Allgemeine Unterlagen

Für die Bearbeitung des ingenieurgeologischen Gutachtens wurden folgende allgemeine Unterlagen und Daten herangezogen:

- Topographische Karten von Niedersachsen TK 25, DGK5, ALK,
- Geologische Karte von Niedersachsen GK 25 (Kartenserver NIBIS),
- Niedersächsisches Bodeninformationssystem (NIBIS),
- M GUB, Fassung 2004.

2.2 Planunterlagen und mitgeteilter Planungsstand

Der vorhandene Leitungsbestand (Strom, Wasser, Gas, Telekommunikation) wurde sowohl vom Auftraggeber als auch durch die Unterzeichner bei den zuständigen Versorgern angefragt und durch diese zur Verfügung gestellt.

Konkrete Angaben zur Belastungsklasse, Bauweise, Höhenlage der Gradiente und der etwaigen Neuverlegung von Kanälen lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung nicht vor.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Lage, Art, Zeitraum und Umfang der Baugrundaufschlüsse

Die Untersuchung der Baugrundverhältnisse im Planungsbereich wurde am 24. Und 25.06.2019 ausgeführt.

Zur näheren Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden insgesamt 5 Kleinrammbohrungen (RKS 1 bis 5) im östlichen Seitenraum der vorhandenen Straße „Am Kartel“ sowie eines nördlich davon in Ost-West-Richtung verlaufenden, namenlosen Weges und 8 Kleinrammbohrungen im Bereich der Baufläche niedergebracht. Die Aufschlusstiefe betrug 5 m. Zur qualitativen Bewertung der Lagerungsdichten anstehender sandiger Schichtglieder wurden die Bohraufschlüsse im Bereich der geplanten Straße begleitend durch eine Zahl von drei schweren Rammsondierungen (DPH) untersetzt.

Die jeweiligen Aufschlusspositionen wurden mittels GPS (Trimble GPS GeoXH) durch die Berichterstatter nach Lage (ETRS-Koordinaten) und Höhe (m NN) vermessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in Anhang 1.1 graphisch dargestellt sowie in Anhang 1.2 als Koordinatenverzeichnis aller ausgeführten Aufschlusspunkte abgelegt. Die entnommenen gestörten Bodenproben sowie die Feldprotokolle der Schichtenaufnahme wurden einer Kontrolle durch den Projektleiter unterzogen. Die entnommenen Proben wurden petrographisch und genetisch angesprochen.

Der Anhang 2.1 enthält die erbohrte Schichtenfolge in Form einer graphischen Darstellung gemäß DIN 4023.

3.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den Kleinrammbohrungen wurden gestörte Bodenproben der Güteklasse 3-4 entnommen. Zur Bestimmung der maßgeblichen bodenmechanischen Kennwerte, die in Kapitel 5 für die Hauptbodenarten zusammengestellt sind, wurden im bodenmechanischen Labor der Unterzeichner an kennzeichnenden Bodenproben folgende Laboruntersuchungen durchgeführt:

Tabelle 1 Ausgeführte bodenmechanische Laboruntersuchungen

Probenbezeichnung	**Entnahmetiefe** [m u. GOK]	**Kornverteilung** (Trockensiebung /kombinierte Sieb-Schlämm-Analyse)	**Glühverlust**	**Durchsickerungsversuch**
RKS 1/1	0,0-0,9		X	Mischprobe aus den Einzelproben RKS 6/2 RKS 7/2 RKS 8/2 RKS 9/2 RKS 10/2 RKS 11/2 RKS 12/3 RKS 13/3
RKS 1/2	0,9-1,7	X		
RKS 2/3	2,0-4,4	X		
RKS 2/1	0,0-0,9		X	
RKS 4/1	0,0-0,3		X	
RKS 4/5	2,3-5,0	X		
RKS 5/1	0,0-1,1		X	
RKS 7/2	1,0-3,0	X		
RKS 9/2	0,9-2,2	X		
RKS 9/3	2,2-3,0	X		

3.3 Chemische Bodenuntersuchungen

Bei den späteren Baumaßnahmen fallen fachgerecht zu verwertende und/oder zu beseitigende mineralische Abfälle in Form von Bodengemischen an. Zur orientierenden Einschätzung möglicher Schadstoffbelastungen und einer Klassifizierung gemäß TR-LAGA von Bodengemischen wurden aus den Einzelproben der Kleinrammbohrungen aus verwertungstechnisch ähnlichen Materialien Mischproben zusammengestellt und einer chemischen Untersuchung auf den Mindestparameterumfang gemäß TR-LAGA Boden (bei unspezifischem Verdacht) untersucht.

Die chemischen Untersuchungen wurden durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH, Bremen ausgeführt. Die Untersuchungsergebnisse sind in Kapitel 8 erläutert und als Laborprotokolle in den Anhängen 4 zusammengestellt. Die nachfolgende Tabelle gibt zur besseren Übersicht die Probenbezeichnungen und die jeweils zugehörigen Einzelproben mit den entsprechenden Entnahmetiefen wieder.

Die Vorgehensweise bei der Probenahme und der Untersuchung deckt sich mit den Empfehlungen der *„Handreichung Qualifizierte Entsorgung von mineralischen Abfällen im Straßenbau“* (NLStbV-Niedersachsen, Stand: Februar 2014).

Tabelle 2 Übersicht Probenzusammenstellung und chemische Analytik

RKS / Probe	Tiefe [m]	Analytik	Probenbezeichnung
Mischprobe 1			
1/1	0,0-0,9	LAGA TR Boden Mindestparameterumfang	BMP 1
2/1	0,0-0,9		
3/1	0,0-1,0		
4/1	0,0-0,3		
5/1	0,0-1,1		
Mischprobe 2			
1/2	0,9-1,7	LAGA TR Boden Mindestparameterumfang	BMP 2
2/2	0,9-2,0		
3/2	1,0-2,0		
4/2	0,3-0,6		
5/2	1,1-3,5		
Mischprobe 3			
1/4	3,8-5,0	LAGA TR Boden Mindestparameterumfang	BMP 3
2/3	2,0-4,4		
3/4	2,8-4,2		
4/3	0,6-1,1		
5/3	3,5-5,0		

4 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

4.1 Untersuchungsgebiet

Der Planungsbereich befindet sich westlich der Stadt Bersenbrück und südlich der B214 im Landkreis Osnabrück. Im westlichen und nördlichen Randbereich der Planungsfläche verlaufen Wege (teils Betonplatten, teils Schotter). Die zentralen Flächen werden aktuell überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Im südlichen Randstreifen sowie im südwestlich gelegenen Bereich befinden sich Bäume und Sträucher.

Nach den vorliegenden Leitungsbestandsplänen befinden sich die Versorgungsleitungen der öffentlichen Strom-, Gas- und Wasserversorgung überwiegend in den westlichen und nördlichen Randbereichen der Planungsfläche.

Die Planungsfläche weist ein nach Süden gerichtetes Gefälle auf. Im Norden wurden Höhen von ca. 42,6 m NN und im Süden von 39,1 m NN ermittelt.

Tabelle 3 Raumbezogene Daten

Bundesland	Niedersachsen
Kreis	Landkreis Osnabrück
Stadt	Bersenbrück-Ahausen
Geländehöhe	ca. 39,1 bis 42,6 m NN
Größe der Untersuchungsfläche	~8,6 ha

4.2 Erfasster Baugrundaufbau - Homogenbereiche

Zur besseren Übersicht erfolgt die nachfolgende baugrundgeologische Beschreibung entsprechend der im Planungsbereich erfassten Schichtenfolge (vgl. dazu Anhang 2.1).

Baugrundgeologischer Überblick

Der Schichtenaufbau im Bereich der Planungsfläche beginnt in allen Aufschlüssen mit einer Oberbodenauflage aus einem humos ausgeprägtem Sand-Schluff-Gemisch mit einer Mächtigkeit zwischen 0,3 m und 1,2 m (Ø 0,9 m). Der humose Oberboden (Bodengruppen OH / OU) ist aus dem nachfolgenden Löss hervorgegangen.

Unterhalb des humosen Oberbodens stehen äolische Sedimente der Weichsel-Kaltzeit in Form von Löss / Sandlöss an. Je nach dominanter Kornfraktion setzen sich der Löss bzw. der Sandlöss aus einem Schluff-Sand – bzw. Sand-Schluff-Gemisch zusammen, die den Bodengruppen SU* / UL nach DIN 18196 zugeordnet werden können.

In der überwiegenden Zahl der Aufschlüsse gehen die äolischen Sedimente im Tiefenbereich zwischen 2 und 4 m u. GOK in fluviatile Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit in Form von Flusssanden und Niederungsschluffen über. Bei den Flusssanden handelt es sich um Fein- und Mittelsande in schwach schluffiger oder schluffiger Ausprägung. Im Vergleich zum Sandlöss können auch Anteile an gröberen Kornfraktionen (Grobsand, Feinkies) auftreten. Die Flusssande sind den Bodengruppen SE, SU-SU* zuzuordnen. Bei den Niederungsschluffen handelt es sich um feinsandige Schluffe der Bodengruppen SU*, UL, deren Differenzierung zum Löss auf Grund einer ähnlichen Kornverteilung und Erscheinung lokal nur schwer möglich ist. Im Bereich der Bohrung RKS 4 fehlen die äolischen Sedimente, so dass hier die Flusssande unmittelbar unterhalb des humosen Oberbodens erfasst wurden.

Zusammenfassend wurden im Planungsbereich die nachfolgend in Tabelle 4 generalisierten und aufgeführten Schichteinheiten erfasst.

Die nachfolgende Tabelle 4 gibt eine generalisierte Zusammenstellung der jeweils erbohrten Schichtenfolge wieder.

Tabelle 4 Generalisierte baugrundgeologisch relevante Schichtenfolge im Planungsbereich

Stratigraphische Zuordnung		**Bodengruppe nach DIN 18196**	**Bereich / RKS**	**Mächtigkeit [m]**
Holozäne Böden	Humoser Oberboden	OH, OU	ges. Planungsbereich	0,3 bis 1,2 (Ø 0,9)
weichselzeitliche Ablagerungen	Löss	SU*, UL	nicht RKS 4	0,6 bis 2,8
	Sandlöss	SU*	RKS 1, RKS 5, RKS 6, RKS 7, RKS 8, RKS 11, RKS 13	0,2 bis 3,1
	Niederungsschluffe	SU*, UL	Differenzierung zum Löss nur schwer möglich, daher keine genaue Angabe zur Mächtigkeit	
	Flusssande	SE, SU	ges. Planungsbereich	Unterkante nicht erfasst 0,9 bis >4,7

Auf der Basis der geltenden ATV DIN 18300 (Erdarbeiten, Veröffentlichung 08/2015) wird der erkundete Baugrund anhand der ausgeführten Aufschlüsse und bodenmechanischen Untersuchungen in die nachfolgend aufgeführten Homogenbereiche unterteilt:

Tabelle 5 Baugrundgeologisch relevante Homogenbereiche im Trassenverlauf

Homogenbereich	Bezeichnung
A	humoser Oberboden
B	Löss / Niederungsschluff
C	Sandlöss
D	Flusssande

Homogenbereich A: Humoser Oberboden

Der im Planungsbereich erfasste Oberboden ist aus dem nachfolgenden Löss hervorgegangen und setzt sich aus einem humosen Sand-Schluff-Gemisch der Bodengruppen OH / OU zusammen. Die Mächtigkeit beträgt im Durchschnitt 0,9 m.

Homogenbereich B: Löss / Niederungsschluff

Dieser Homogenbereich fasst die durch Schluffkorn dominierten äolischen und fluviatilen Ablagerungen (Löss / Niederungsschluffe) zusammen. Neben Schluff weisen die Böden feinsandige Anteile auf und können den Bodengruppen SU* / UL zugeordnet werden. Der Löss und die Niederungsschluffe weisen bei geringen plastischen Eigenschaften und abhängig vom Wassergehalt eine weich-steife bis steife Konsistenz auf. Diese Böden sind zudem stark strukturempfindlich und neigen insbesondere unter Wassereinfluss und dem Eintrag von dynamischer Energie zum Verlust ihrer Eigensteifigkeit bis hin zur Verflüssigung. Der Löss und die Niederungsschluffe sind nur schwer voneinander zu differenzieren und weisen eine Mächtigkeit zwischen 0,6 und 2,8 m auf.

Homogenbereich C: Sandlöss

Der Sandlöss ist ebenfalls ein äolisches Sediment unter der Dominanz von Feinsand. Daneben weist er eine schluffige Ausprägung auf und ist der Bodengruppe SU* zuzuordnen. Auf Grund der hohen Feinkornanteile ist der Sandlöss ebenfalls als strukturempfindlich einzustufen. Die Mächtigkeit des Sandlösslagen wurde zwischen 0,2 und 3,1 m ermittelt.

Homogenbereich D: Flusssande

In den unteren Lagen der Aufschlüsse wurden bis 5,0 m u. GOK und darüber hinaus in den meisten Aufschlüssen Flusssande erfasst. Die setzen sich aus Fein- und Mittelsanden zusammen, weisen eine überwiegend schwach schluffige Ausprägung auf und verfügen im Vergleich zum Sandlöss über Anteile an gröberen Kornfraktionen (Grobsand, Feinkies). Diese Sande sind den Bodengruppen SE, SU zuzuordnen. Die Unterkante wurde bis zur max. Bohrtiefe von 5,0 m u. GOK nicht erfasst. Die Mächtigkeit beträgt 0,9 bis > 4,7 m.

4.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Oberflächennahes Stau- und Schichtenwasser

Bei den Bohrarbeiten Ende Juni 2019 wurde kein oberflächennahes Stauwasser oberhalb der gering durchlässigen Lössschichten angetroffen. In Abhängigkeit von niederschlagsreicheren Perioden ist aufgrund der stauenden Wirkung eine saisonale und lokale Ausbildung von oberflächennahem Stauwasser möglich. Es ist dabei zu beachten, dass sich abhängig von der Morphologie der Lössoberkante unterschiedliche Stauwasserstände einstellen können. Für das Stauwasser kann auf der Basis nach DIN EN 1997-1 kein geometrisch exakter Wert angegeben werden. Als Bemessungswasserstand für die geplanten Baumaßnahmen sollte eine mögliche Ausbildung von Stauwasser bis zur Geländeoberkante berücksichtigt werden.

Grundwasser

Die anstehenden sandigen Ablagerungen (Sandlöss und Flusssande) bilden zusammen den örtlichen Hauptgrundwasserleiter. Auf Grund der Schwankungen der Geländehöhe von bis zu 3 m und der Bohrtiefe von 5,0 m, wurde die Grundwasseroberfläche lediglich in den südlichen, tiefergelegenen Bohrungen erfasst (RKS 3 bis 4 und RKS 10 bis RKS 13). Der Grundwasserspiegel wurde zwischen 2,5 m und 4,1 m u. GOK (36,92 und 36,46 m NN) gelotet. Der Grundwasserspiegel ist frei ausgebildet.

Unter Berücksichtigung jahreszeitlicher Grundwasserspiegelschwankungen, sollte als Bemessungsgrundwasserstand ein Wert von 1,7 m u. GOK (37,7 m NN) im südlichen Planungsbereich berücksichtigt werden. Bei Eingriffen unterhalb des Bemessungswasserstandes kann dort ggf. eine geschlossene Bauwasserhaltung erforderlich werden. Hinweise zur Bauwasserhaltung befinden sich in Kapitel 7.2. Im nördlichen Bereich wurde bis zur max. Bohrtiefe von 5,0 m kein Grundwasser angetroffen. Hier kann ggf. ein höherer Grundwasserflurabstand angenommen werden.

4.4 Ergebnisse der schweren Rammsondierungen

Um Erkenntnisse über die Lagerungsdichten der erbohrten sandigen Schichtfolgen (Auffüllungen und Flusssande etc.) zu erhalten, wurden in Ergänzung zu den Bohraufschlüssen im Bereich der geplanten Straße insgesamt drei schwere Rammsondierungen niedergebracht. Grundlage für die Auswertung von Rammsondierungen ist die geltende DIN-EN 1997-2:2010-10. Die Norm weist als maßgebliche Größe zur Beurteilung von Sand- und Kiesböden über und unter Grundwasser die bezogene Lagerungsdichte I_D aus. Danach ergeben sich die in Tabelle 6 zugeordneten Schlagzahlen und Proctordichten für enggestufte Sande ($C_U \leq 3$) über und im Grundwasser.

Tabelle 6 Kriterien für die erreichte Lagerungs- und Proctordichte nach DIN EN1997-2:2010 für enggestufte Sande über und im Grundwasser (SE) mit einer Ungleichförmigkeit $C_U \leq 3$

Über Grundwasser

Bodengruppe nach DIN 18196	Schlagzahlen N10 DPH	bezogene Lagerungsdichte I_D [%]	Verdichtungsgrad	Zuordnung
SE ($C_U \leq 3$)	< 4	15 – 35	Dpr ≤ 95 %	locker
SE ($C_U \leq 3$)	4 – 11	35 – 65	Dpr ≥ 95 %	mitteldicht
SE ($C_U \leq 3$)	> 11	65 – 85	Dpr ≥ 98 %	dicht

Im Grundwasser

Bodengruppe nach DIN 18196	Schlagzahl N10 DPH	bezogene Lagerungsdichte I_D [%]	Verdichtungsgrad	Zuordnung
SE ($C_U \leq 3$)	< 3	15 – 35	Dpr ≤ 95 %	locker
SE ($C_U \leq 3$)	3 – 8	35 – 65	Dpr ≥ 95 %	mitteldicht
SE ($C_U \leq 3$)	> 8	65 – 85	Dpr ≥ 98 %	dicht

Entsprechend den ermittelten Schlagzahlen weisen die sandigen Lagen (Sandlöss, Flusssande) eine als uneinheitlich zu bezeichnende Lagerungsdichte auf. Die Lagerungsdichten reichen von locker über mitteldicht bis hin zu dicht gelagerten Abschnitten. Die lockere Lagerung wurde überwiegend in den oberen Lagen bis ca. 2,5 m u. GOK ermittelt. Im Bereich der Bohrung RKS 2 (DPH 1) weisen auch die unteren Lagen der Flusssande eine lockere Lagerung auf (ab ca. 4,5 m u. GOK).

4.5 Charakteristische bodenmechanische Kennwerte

Im Folgenden werden den Homogenbereichen charakteristische bodenmechanische Kennwerte (Rechenwerte) für Erdarbeiten gemäß ATV-DIN 18 300 zugeordnet. Diese wurden unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse, in Anlehnung an die DIN 1055-2, an die EAB (Empfehlungen des Arbeitskreises “Baugruben“) und EAU (Empfehlungen Arbeitskreis Ufereinfassungen) sowie auf der Basis von Erfahrungswerten mit geologisch und bodenmechanisch vergleichbaren Böden abgeleitet und gewichtet.

Tabelle 7 Abgeschätzte charakteristische Bodenkennwerte für die angetroffene gründungsrelevante Schichtenfolge

Homogenbereich	Geologische Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Anteil an Steinen und Blöcken	Konsistenz / Lagerungsdichte	Reibungswinkel φ'_k	Erdfeuchte Wichte γ_K	Wichte unter Auftrieb γ'_K	undrainierte Scherfestigkeit $c_{u,K}$	statischer Steifemodul $E_{S,K}$	Durchlässigkeits-beiwert	Bautechnische Eigenschaften			Organischer Anteil
											2)			
			[%]		[°]	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m²]	[MN/m²]	[m/s]	A1	A2	A3	[M. %]
A	humoser Oberboden	OH, OU	n.b.	locker bis mitteldicht, weich-steif bis steif	25-30	17-18	8-9	0	2-8	ca. $1*10^{-5}$ bis $1*10^{-7}$	gering	mittel-hoch	F3	2-5
B	Löss / Niederungsschluff	SU*-UL	0	weich-steif, steif 1)	27,5-30	18-19	9-10	0	5-10	$1*10^{-7}$	mittel-gering	mittel-hoch	F3	<2
C	Sandlöss	SU*	n.b.	locker, mitteldicht 1)	28-32	18-19	9-10	0	10-20	ca. $1*10^{-6}$ bis $1*10^{-7}$	gering	mittel	F3	<2
D	Flusssande	SE, SU	0	locker, mitteldicht, dicht	32-35	18-19	9-11	0	25-40	$6*10^{-5}$ bis $1*10^{-4}$	gut-mittel	gering	F1	<2

1) (bei Wasserzutritt und Eintrag von dynamischer Energie Neigung zur Thixotropie)

2) A1 - Verdichtungsfähigkeit; A2 - Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit; A3 - Frostempfindlichkeit (DIN 18196)

n.b. = nicht bestimmt

4.6 Wiederverwendung von anfallenden Böden

Anfallende humose Oberböden (Bodengruppen OH/OU) sind bautechnisch nicht für einen Wiedereinbau im Lasteinflussbereich der Verkehrsflächen geeignet. Bei Nachweis des Einhaltens der Vorsorgewerte ist eine Verwertung im Sinne der Bundesbodenschutzverordnung zum „Auf- und Einbringen in oder auf eine durchwurzelbare Bodenschicht oder zum Herstellen einer durchwurzelbaren Bodenschicht“ anzustreben.

Sofern bei den Erdbauarbeiten, stärker steinige bzw. bauschuttführende Auffüllungen anfallen, sind diese bautechnisch im Bereich von ungebundenen Tragschichten nicht wiederzuverwenden. Auch bei den Erdarbeiten anfallende stark schluffige Böden (Niederungsschluff, Löss) sind nicht für einen Wiedereinbau geeignet.

Anfallende grobkörnige Böden, wie sandige, schwach schluffige und nicht bzw. nur gering organische Auffüllungen (ohne Steinanteile) können, vorbehaltlich der chemischen und bodenmechanischen Eignung, zur Rückverfüllung von Leitungsgräben unterhalb des späteren ungebundenen Oberbaus außerhalb von Frostschutzschichten verwendet werden.

Weitere Angaben zur Verwertung anfallenden Bodenmaterials und zum Bodenmanagement können Kap. 8.5 und 8.6 entnommen werden. Anfallendes Material aus den vorhandenen Wegen (Schotter / Betonbruch) ist grundsätzlich zu separieren.

5 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES UND HINWEISE FÜR DEN FAHRBAHN-AUSBAU

5.1 Baugrundbeurteilung und Hinweise für die Planung

Nach Informationen des zuständigen Planers ist vorgesehen im Verlauf der Straße zum Kartell und dem Weg, parallel zur Bahnlinie, Erschließungsanlagen (Straßenbau Kanalisation) zu errichten. Detaillierte Angaben zur Ausführung / Belastungsklasse etc. lagen zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens noch nicht vor und sind nach den vorliegenden Angaben Gegenstand einer Fortschreibung der Planung auf der Grundlage des hier vorgelegten Gutachtens.

Nach Abtrag des humosen Oberbodens stehen im Bereich des Planums flächenhaft Löss- und Sandlössablagerungen an. Diese (und auch die Niederungsschluffe) weisen bei einer weich-steifen oder steifen Konsistenz einen hohen Feinkornanteil (d<0,06 mm) von >60 % auf und sind als mäßig tragfähig einzustufen. Die Kornverteilung der Flusssande liegt überwiegend im sandigen Bereich. Somit sind diese als gut tragfähig einzustufen.

Da der humose Oberboden eine durchschnittliche Mächtigkeit von 0,9 m aufweist erfolgt der Austausch voraussichtlich über die Mindestmächtigkeit des frostsicheren Oberbaus hinaus. Für die nachfolgenden Löss- / Sandlössablagerungen sind auf Grund der geringen Tragfähigkeit <u>zusätzliche erdbautechnische Maßnahmen</u> erforderlich. Ein erfolgreiches Nachverdichten dieser Böden scheidet voraussichtlich aufgrund der hohen Wasserempfindlichkeit (Konsistenzverschlechterung bei mechanischer Beanspruchung) aus. Eine Probeverdichtung sollte jedoch zuvor ausgeführt werden.

Für die weitere Bemessung des ungebundenen und gebundenen Oberbaus ist von einem Rohplanum der Frostempfindlichkeitsklasse F3 auszugehen.

Auf Grund des anzunehmenden erhöhten Schwerlastaufkommens gehen die Unterzeichner für die Vorbemessung der Lagenstärke des frostsicheren Oberbaus von einer Belastungsklasse gemäß den Regeln der RStO 12 von mindestens Bk10 aus.

5.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Für die Beurteilung der hydrogeologischen Verhältnisse im Sinne der ZTV-E StB 09 und der LAGA (TR-Boden) sind folgende Definitionen zu unterscheiden:

Günstige Wasserverhältnisse im Sinne der ZTV-E StB stellen solche Verhältnisse dar, in denen der Grundwasserflurabstand (bezogen auf den HHGW) einen Wert ≥ 2 m unter Planum einhält. Bei Flurabständen < 2,0 m sind daher generell ungünstige Wasserverhältnisse anzusetzen. Für die LAGA (TR-Boden) steht hingegen der Schutz des Grundwassers vor Schadstoffeinträgen im Vordergrund. Hierbei sind solche Standorte hydrogeologisch günstig, bei denen der Grundwasserleiter durch eine flächig verbreitete, mindestens 2 m mächtige, homogene Deckschicht geringer Durchlässigkeit abgedeckt ist. Sind diese Verhältnisse nicht gegeben, ist grundsätzlich von ungünstigen hydrogeologischen Bedingungen auszugehen.

Aufgrund der potentiellen Ausbildung von Stauwasser bis nahe der Geländeoberkante sind **ungünstige Wasserverhältnisse nach ZTVE-StB** anzusetzen.

Auf Grund der lediglich lückenhaft erfassten Überdeckung des Hauptgrundwasserleiters mit gering durchlässigem Löss mit einer Mächtigkeit von > 2,0 m (Sandlöss weist eine höhere Durchlässigkeit auf), **ist gemäß TR-LAGA daher von ungünstigen hydrogeologischen Verhältnissen** auszugehen.

5.3 Frostempfindlichkeit des Bodens

Die überwiegend im Planumsbereich erfassten Löss- und Sandlössablagerungen weisen erhöhte Feinkornanteile von > 15 % auf und sind somit der Frostempfindlichkeitsklasse F3 (frostempfindlich) zuzuordnen. Für die weitere Bemessung des ungebundenen und gebundenen Oberbaus ist nach Abtrag der humosen Oberböden von einem Rohplanum der Frostempfindlichkeitsklasse F3 im Sinne der RStO 12 auszugehen.

5.4 Tragfähigkeit der potentiellen Planumsböden und Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus im Ausbaubereich

Grundsätzlich ist auf der Oberfläche des Planums, das die Unterkante des Straßenoberbaues bildet, eine Mindesttragfähigkeit - ausgedrückt durch den Verformungsmodul (E_{v2}) - von $E_{v2} \geq 45$ MN/m^2 einzuhalten. Nach Abtrag des Oberbodens wird auf dem Erdplanum die vorausgesetzte Tragfähigkeit auf den dort anzutreffenden, stark strukturempfindlichen Lössböden voraussichtlich <u>nicht</u> erreicht werden. Ein erfolgreiches Nachverdichten dieser Böden scheidet voraussichtlich aus (Wasserempfindlichkeit, Konsistenzverschlechterung bei mechanischer Beanspruchung). Zur Schaffung eines - im Sinne der einschlägigen Vorschriften - ausreichend tragfähigen Erdplanums sind für die Lössböden <u>zusätzliche erdbautechnische Maßnahmen</u> erforderlich.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Tragfähigkeitssteigerung ist der Schutz der Lössböden vor Feuchtigkeitszutritt während der Bauphase. Aus bodenmechanischer Sicht können dabei zunächst drei verschiedene Alternativen (die hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit zu bewerten sind) vorgeschlagen werden:

1. Bodenverbesserung durch Zugabe von hydraulischen Bindemitteln. Grundlage dafür bilden die Vorgaben des ‚Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, FGSV 2004‘ bzw. der ZTVE StB 09, Abschnitt 12. Der baupraktische Nachweis der vorlaufenden Eignungsprüfung ist durch die Herstellung von Probefeldern zu führen. Zur Vorkalkulation darf von einer überschlägigen Bindemittelmenge von ~ 5 % (des Bodentrockengewichtes) ausgegangen werden.

2. Bodenaustausch der Lösslage und Einbau einer zusätzlichen “Tragfähigkeitsschicht” unterhalb des Erdplanums, d. h. Mehrauskofferung und Einbringen eines verdichtungsfähigen Materials (grobkörniger oder geeigneter gemischtkörniger Boden, der vorzugsweise gebrochene Körnung aufweisen sollte), in einer Lagenstärke von durchschnittlich etwa 0,40 m. Als Bedarfsposition kann in den Abschnitten mit gemischtkörnigen Böden dazu bei ungünstigen Witterungsverhältnissen und/oder Antreffen von Vernässungszonen das Verlegen eines Geokunststoffes (Vlieses) auf der Aushubsohle, zur Trennung von Untergrund und Einbaumaterial, erforderlich werden. Bei diesem Einbau und der Verdichtung ('Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und des Unterbaues im Straßenbau' - Ausgabe 2003) des zusätzlichen Bodenaustauschs über gemischtkörnigen Böden sind unbedingt Verdichtungsgeräte zu wählen, deren Wirkungstiefe nicht über die erste Schüttlage hinaus in den anstehenden bindigen Untergrund reichen. Der Eintrag von dynamischer Energie würde eine Konsistenzverschlechterung und somit ein Aufweichen des Bodenmaterials bewirken.

3. Einbau von Geokunststoffen (Geogitter und Kombigeogitter) zur “Armierung” der Tragschicht/-en des Straßenoberbaues.

Nach den Erfahrungen der Unterzeichner bietet sich aus wirtschaftlicher Sicht bei größeren Flächen dabei eine Verbesserung mit Bindemitteln an. Kleinräumige Schwachstellen können durch einen gezielten Baugrundersatz ertüchtigt werden.

Grundlage für die Dimensionierung des Straßenoberbaues des geplanten Ausbaus sind die Vorgaben der Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 12). Festzulegen sind dabei die Frostempfindlichkeit des vorgefundenen Untergrundes (RStO 12, Tab. 6) sowie örtliche Besonderheiten (RStO 12, Tab. 7), die eine Änderung (Mehr- oder Minderdicken) der Oberbaudicke erforderlich machen kann. Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf geländegleiche Ausbaubereiche.

Aufgrund dieser Gegebenheiten wird empfohlen, zur Ermittlung der Ausgangswerte für die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von F3-Böden im Planumsbereich auszugehen.

Tabelle 8 Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus (aus RStO 12, Tabelle 6)

Zeile	**Frost-empfindlich-keitsklasse**	**Dicke in cm für die Bauklasse Bk 10**
3	F3	**65**

Tabelle 9 Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse (aus RStO 12, Tabelle 7)

Örtliche Verhältnisse		
Frosteinwirkung	Zone I	± 0 cm
kleinräumige Klimaunterschiede		
	keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0 cm
Wasserverhältnisse im Untergrund		
	Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum	**+ 5 cm**
Lage der Gradiente		
	Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m	± 0 cm
Entwässerung der Fahrbahn/ Ausführung der Randbereiche	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen, Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen	± 0 cm

Unter den o.g. Voraussetzungen kann gemäß RStO 12, Tabellen 6 und 7 für die Belastungsklasse Bk 10 auf der Basis o.g. Angaben eine **Mindestdicke von 70 cm** für den frostsicheren Straßenaufbau gewählt werden.

Für die Herstellung der ungebundenen sandigen Frostschutzschicht (FSS) kann enggestuftes, frostsicheres Sandmaterial der Bodengruppe SE mit einem Feinstkornanteil < 0,063 mm von ≤ 5 M.% (im Anlieferungszustand) örtlicher Herkunft eingesetzt werden. Beim Einbau und Verdichten sind die Hinweise des „Merkblattes für die Verdichtung des Untergrundes und des Unterbaues im Straßenbau“ – aktuelle Fassung zu beachten. Vor allem bei Ausführung der Arbeiten in den Winter- und Frühjahrsmonaten sowie ganzjährig ist nach längeren Niederschlagsereignissen lokal mit der Ausbildung von Stauwasser zu rechnen, das die erdbaulichen Arbeiten erschweren kann (zu wasserhaltenden Maßnahmen siehe Kapitel 7.2).

Bei diesem Einbau und der Verdichtung („Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und des Unterbaues im Straßenbau“ - Ausgabe 2003) des zusätzlichen Bodenaustauschs über gemischt körnigen Böden sind unbedingt Verdichtungsgeräte zu wählen, deren **Wirkungstiefe nicht über die erste Schüttlage hinaus in den anstehenden schluffigen, bindigen oder wassergesättigten Untergrund** reichen. Der Eintrag von dynamischer Energie würde eine Konsistenzverschlechterung und somit ein Aufweichen des Bodenmaterials bewirken.

Um die Mindestanforderungen an dem Verformungsmodul der Frostschutzschicht zu erreichen (voraussichtlich E_{v2} ≥ 120 MN/m²), wird empfohlen, gemäß ZTVSoB-StB neben dem Einsatz von frostsicheren Füllsanden einen Einbau von Kies-Sand-Gemischen (GW, GI) bzw. Gemischen aus Brechsand, Split evtl. Schotter in einer Lagenstärke von mindestens 0,2 m als oberste Lage der Frostschutzschicht vorzusehen und sachgemäß zu verdichten.

Ferner sind die nachfolgenden Hinweise zu beachten:

- Die Arbeiten sind bei trockener Witterung auszuführen.
- Der Aushub ist mit rückschreitenden Verfahren mit einer flachen Baggerschneide auszuführen.
- Die Aushubsohlen sollten nicht unnötig mit Maschinen befahren werden.
- Die Aushubsohlen sind vor Wasserzutritt zu schützen (Schutz vor Aufweichung des Untergrundes).

6 HINWEISE FÜR DIE HERSTELLUNG DER KANALISATION

6.1 Lage der Rohrsohlen

Da zu den Verlegungstiefen der geplanten Kanäle noch keine Angaben vorliegen, wird bei einer Neuverlegung davon ausgegangen, dass die jeweiligen Kanalsohlen je nach Lage voraussichtlich noch innerhalb der Löss- / Sandlössablagerungen einbinden werden.

6.2 Baustoffe für die Leitungszone

Nach der DIN EN 1601 setzt sich die Leitungszone aus der Bettung, der Seitenverfüllung und der Abdeckung zusammen. Für die Leitungszone sind vorzugsweise Sande der Bodengruppe SE und stark sandige Kiese der Bodengruppe SW mit einem Größtkorn bis 22 mm und einem Sandanteil von > 15% sowie einem Ungleichförmigkeitsgrad U ≥ 10 einzusetzen.

6.3 Ausführung der Bettung und Verfüllung von Rohrgräben

Die Bettung hat die Aufgabe, für eine gleichmäßige Druckverteilung unter dem Rohr im Auflagerbereich zu sorgen und Punktlagerungen, die zu Verformungen und Rissen führen können, zu vermeiden. Sollten die Rohrsohlen im Bereich der Löss- / Sandlössablagerungen zu liegen kommen wird generell empfohlen, die Rohrsohlen, um etwa 0,2 m tiefer auszuheben und leichte sandige Bettungsauflage einzubringen.

Analog zu den Hinweisen in Kap. 5.4 sind folgende, weitere Empfehlungen zu beachten:

- Die Arbeiten sind bei trockener Witterung auszuführen.
- Der Aushub ist mit rückschreitenden Verfahren mit einer flachen Baggerschneide auszuführen. Nach Erreichen der Aushubtiefe ist die Oberkante des Lösses umgehend mit dem Bodenaustauschmaterial (Bettungsschicht) abzudecken (Schutzschicht zur Verhinderung des bauzeitlichen Wasserzutritts, der zu Aufweichung des Untergrundes führen kann).

- Bei der Verdichtung der Austauschlage ist strikt darauf zu achten, dass keine dynamische Energie in die unterlagernden Löss- / Sandlösslagen bzw. in wassergesättigte Lagen eingetragen wird. Dies würde zur Verschlechterung der Konsistenzen / Lagerungsdichten führen.

Die Baustoffe für die Rückverfüllung der Leitungszone (Anforderungen siehe Kap. 7.3) sind beiderseits der Rohrleitung gleichmäßig in Lagen anzuschütten und sorgfältig zu verdichten.

Schütthöhe, Material und Verdichtungsgerät sind aufeinander abzustimmen. Schütthöhen und Anzahl der Übergänge für verschiedene Arten von Verdichtungsgeräten können beispielsweise der Tabelle 2 des Merkblattes für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau (Ausgabe 2003) entnommen werden. Im Bereich der Seitenverfüllung sind nur leichte Verdichtungsgeräte einzusetzen. Die in der DIN EN 1610 in Tabelle 1 und 2 angegebenen Grabenbreiten (Mindestwerte) sind einzuhalten. In Sonderfällen wie z.B. bei sehr beengten Grabenverhältnissen, die keine ausreichende Verdichtung der Seitenverfüllung zulassen, kann die Rohrleitung teilweise oder ganz mit hydraulischem gebundenem Material eingebettet werden.

Gemäß ZTVE-StB ist für den Bereich der Leitungszone ein Mindestverdichtungsgrad einfacher Proctordichte D_{pr} von 97% zu erreichen und bauseits nachzuweisen.

Bei allen Verdichtungsarbeiten ist darauf zu achten, dass durch die Ramm- und Verdichtungsenergie und die damit verbundenen Erschütterungen die angrenzende Bestandsbebauung sowie sonstige unmittelbar benachbarte Bereiche nicht nachteilig beeinflusst werden. Vor Beginn der Baumaßnahme sowie während und nach Abschluss der Baumaßnahmen wird daher die Durchführung von Maßnahmen zur Gebäudebeweissicherung empfohlen.

Auf Grund der potentiellen Ausbildung von Stauwasser ist auf eine auftriebssichere Ausführung zu achten.

6.4 Hinweise zur Grabensicherung und zur Verbautiefe

Bei erdbaulichen Arbeitstiefen von >1,25 m sind entsprechend DIN 4124 die Rohrgräben im Schutze eines Verbaus auszuführen. Aufgrund der anstehenden Böden kann ein Verbau im Absenkverfahren im Dielen- oder Gleitschienenverbau erfolgen. In Abhängigkeit von der örtlichen Leitungssituation können Zwischen- und Querungsbereiche mit Kammerdielen oder Holzbohlenverbau ausgefacht werden. **Der Verbau muss ausreichend tief in den Untergrund einbinden, um in Verbindung mit einer eventuell notwendigen, angepassten Bauwasserhaltung, jegliches Ausfließen und Ausspülen von Bodenmaterial sicher zu unterbinden.**

Für die Bemessung des zu verwendenden Verbaus sind die in Kap. 4.5 genannten charakteristischen Bodenkennwerte unter Berücksichtigung des entsprechenden Wandreibungswinkels anzusetzen. Aus Sicherheitsgründen muss der Verbau mindestens 10 cm über dem Grabenrand überstehen, um ein Herabfallen von Steinen oder Straßenbaumaterialien etc. zu verhindern.

Es ist auszuschließen, dass nach dem Entfernen der Verbauelemente Auflockerungszonen verbleiben. Inwieweit durch die vorhandene Bauweise Auflockerungszonen auch außerhalb des vorhandenen Rohrgrabens aufgetreten sind, ist durch baubegleitende Erdbaukontrollprüfungen festzustellen.

Die Wahl des Abbauwerkzeuges ist auf die beschriebenen Baugrundverhältnisse abzustimmen. Beim Verbau ist ferner auf eine kraftschlüssige Anbindung zwischen der Außenhaut des Verbaus und dem anstehenden Boden zu achten. Bei allen Verbauarbeiten sind ferner die einschlägigen Sicherheitsbestimmungen der BG-Bau und begleitender Vorschriften und Normen zu beachten.

7 SONSTIGE BAUTECHNISCHE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN

7.1 Allgemeine Hinweise

Bei der Herstellung des Planums ist auf eine möglichst schonende Bauweise zu achten. Das Planum ist entsprechend den Anforderungen der ZTVE-StB 09, Zi. 4.4 zu behandeln und v. a. vor Witterungseinflüssen zu schützen. Das Planum ist nicht unnötigerweise und nur durch geeignete Baugeräte zu befahren und der zeitliche Ablauf der freizulegenden Flächen ist in Abhängigkeit von den zu erwartenden Witterungsverhältnissen zu wählen. Freigelegte Flächen sind umgehend zu überbauen. Für alle Verdichtungsarbeiten gelten generell die Anforderungen der ZTVE-StB in der jeweils aktuellen Fassung sowie ferner die Hinweise des FGSV-Merkblattes für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau in der aktuellen Fassung.

Bei allen Verdichtungsarbeiten ist strikt darauf zu achten, dass bei der Verdichtung keine dynamische Energie in den schluffigen und / oder wassergesättigten Untergrund (Löss / Sandlöss / Niederungsschluff etc.) eingetragen wird, da dies zu einer Verschlechterung der Konsistenzen bzw. Lagerungsdichten führen würde.

7.2 Wasserhaltung

Auf Grund der geringen Durchlässigkeit des Lösses kann sich Stauwasser ausbilden. Für alle Schachtungsarbeiten sind Maßnahmen für eine offene Bauwasserhaltung vorzuhalten, um zufließendes Tag- und Oberflächenwasser, infolge von Niederschlagsereignissen, sicher aus den Baubereichen ableiten zu können.

Im nördlichen Planungsbereich wurde Grundwasser bis zur max. Bohrtiefe von 5,0 m u. GOK nicht erfasst, für den südlichen Planungsbereich wurde ein Bemessungsgrundwasserstand von 1,7 m u. GOK / 37,7 m NN ausgewiesen (vgl. Kap. 5.2). Bei Schachtungstiefen unterhalb des Bemessungsgrundwasserstandes kann ggf. eine geschlossene Bauwasserhaltung erforderlich werden.

Im Falle solcher, tieferreichender Eingriffe wird empfohlen, zuvor den aktuellen Grundwasserstand durch Einrichtung einer flachen Messstelle zu erfassen. Eine geschlossene Bauwasserhaltung bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis, die rechtzeitig vor Baubeginn durch den Bauherrn bzw. seinem bevollmächtigten Unternehmer bei der unteren Wasserbehörde des Landkreises Cloppenburg zu beantragen ist. Ferner ist eine entsprechende wasserrechtliche Einleiterlaubnis für das gehobene Grundwasser zu beantragen.

7.3 Anforderungen an Liefermaterial für Füllsande und ungebundene Oberbauschichten

Für einen Bodenauftrag im Rahmen eines Niveauausgleiches sowie für den ungebundenen Oberbau sind grundsätzlich grobkörnige Materialien der Bodengruppe SE, SW, GE, GI, GW nach DIN 18196 zu verwenden. Eine ausreichende Verdichtbarkeit und Tragfähigkeit des Liefermaterials sind grundsätzlich zu gewährleisten. Für Frostschutzschichten wird grundsätzlich der Einsatz gut verdichtungsfähiger, weit gestufter Sande der Bodengruppe SW empfohlen. Sande der Bodengruppe SE lokaler Herkunft können dann verwendet werden, wenn eine ausreichende Verdichtung und Tragfähigkeit sichergestellt werden kann. Für mineralische, ungebundene Schottertragschichten ist gebrochenes Natursteinmaterial der Korngruppe 0/32 bis 0/45 zu verwenden. Für die einzuhaltenden Kornabstufungen und Lieferbedingungen gelten die Regeln der TL-Gestein-StB (Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau) sowie die TL-SoB-StB (Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zu Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau) und alle zugehörigen Begleitnormen und technischen Regeln.

7.4 Entwässerung, Versickerung (Bereich RKS 6 bis 13)

Gemäß DWA-Arbeitsblatt A 138 kommen für Versickerungsanlagen Lockergesteine in Frage, deren k_f-Werte im Bereich von 1 x 10^{-3} bis 1 x 10^{-6} m/s liegen. Zum Zwecke der Ermittlung der Durchlässigkeit der flächenhaft verbreiteten Lössablagerungen wurde im bodenmechanischen Labor der RP Geolabor und Umweltservice GmbH ein Durchsickerungsversuch an einer gestört eingebauten Probe durchgeführt. Hierzu wurde eine Mischprobe aus dem Lössmaterial der Einzelproben aus den Rammkernsondierbohrungen RKS 6 bis RKS 13 aus dem Tiefenbereich 0,8 bis 3,6 m u. GOK zusammengestellt und lagenweise verdichtet in einen Probenzylinder eingebaut. Auf der Basis dieses Versuches kann den äolischen Löss- und Sandlössablagerungen, die über weite Teile der Fläche die Schichtenfolge in den oberen 3 m dominieren ein Durchlässigkeitsbeiwert von rund 1,6*10^{-7} m/s zugeordnet. Dieser Wert liegt außerhalb des zulässigen Bereiches des DWA-Arbeitsblattes A 138. Das Versuchsprotokoll ist dem Anhang 3.3 beigefügt.

Des Weiteren weist die DWA-A 138 darauf hin, dass für die Versickerung von Niederschlagswasser die Mächtigkeit des Sickerraumes, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, grundsätzlich mindestens 1 m betragen sollte, um eine ausreichende ungesättigte Bodenzone für die Passage und Filterung des Sickerwassers zwischen der Sohle einer Versickerungsanlage und der Grundwasseroberfläche zur Verfügung zu stellen.

Aufgrund der stauenden Wirkung des Lösses kann sich nach Regenperioden Stauwasser ausbilden, was zu einer Vollauffüllung des Sickerraumes führen kann. Nach Starkregenereignissen muss ggf. die Ausbildung von temporärer Staunässe in Kauf genommen werden. Aufgrund dieser Bedingungen und der flächenhaften Verbreitung von schwach durchlässigen (gemäß DIN 18130, Tl.1) Lössablagerungen mit Mächtigkeiten von teilweise bis zu 4 m, herrschen am Untersuchungsstandort ungünstige Verhältnisse für eine schadlose Versickerung der Oberflächenabflüsse vor. Im Rahmen der weiteren Planungen für ein Entwässerungskonzept empfehlen die Unterzeichner daher eine Entwässerung der Niederschläge in die Kanalisation bzw. einen Vorfluter.

8 ABFALL-UND VERWERTUNGSTECHNISCHE HINWEISE FÜR ANFALLENDEN STRAßENAUFBRUCH UND AUFGEFÜLLTE BÖDEN

8.1 Hinweise zur vorhandenen Fahrbahndecke

Die vorhandenen Behelfsfahrbahnen weisen einen Fahrbahnbelag aus Schotter und Betonplatten auf. Dieses Material sollte separat aufgenommen, gelagert und entsorgt / verwertet werden. Eine umwelttechnische Untersuchung dieser Materialien war nicht Auftragsgegenstand. Im Hinblick auf eine geregelte Entsorgung und zur Bestimmung der Schadstoffgehalte empfehlen die Unterzeichner eine baubegleitende Untersuchung der Materialien an Haufwerken.

8.2 Probenahme und Untersuchungsumfang für Bodenmischproben aus dem Bereich der geplanten Fahrbahn (RKS 1 bis RKS 5)

Für die abfalltechnische Bewertung wurde eine Mischprobenbildung von bau- und verwertungstechnisch gleichartigen Schichten durchgeführt. Die Mischprobenzusammenstellung aus den Einzelproben der Rammkernsondierbohrungen erfolgte schicht- und tiefenbezogen (vgl. auch Tab. 2 in Kap. 3.3). Dieses Vorgehen dient im Sinne der LAGA-Richtlinie und der Handreichung (s.u.) der Voreinschätzung der zu erwartenden Verwertungs-/ Entsorgungsklassen. Die endgültige Deklaration sollte aus Haufwerken im Rahmen der Bauausführung erfolgen. Zur orientierenden Ersteinschätzung der abfalltechnischen Verwertbarkeit des bei der Herstellung der Erschließungseinrichtungen anfallenden Bodenaushubs wurden insgesamt 3 Mischproben erstellt:

- BMP 1 (RKS 1 bis 5, Tiefe 0,0 bis 1,1 m u. GOK)
- BMP 2 (RKS 1 bis 5, Tiefe 0,3 bis 3,5 m u. GOK)
- BMP 3 (RKS 1 bis 5, Tiefe 0,6 bis 5,0 m u. GOK)

Die ausgeführte Probenahme und analytische Untersuchungen dient einer ersten Einschätzung und steht in genäherter Übereinstimmung mit den Hinweisen und Empfehlungen der *„Handreichung Qualifizierte Entsorgung von mineralischen Abfällen im Straßenbau“*.

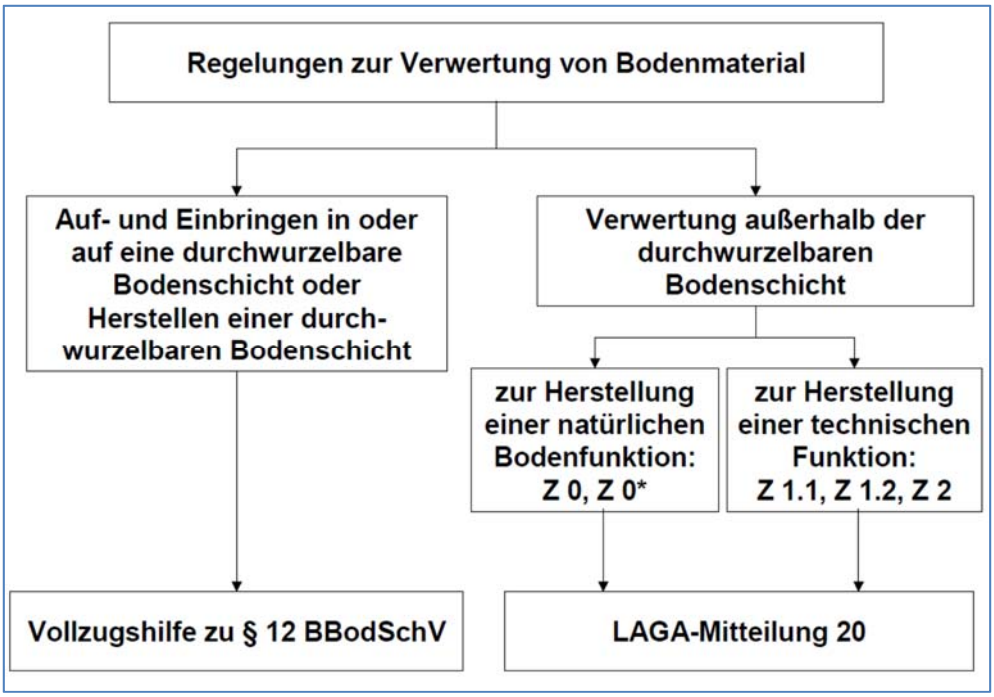
Die Analysenjournale der Laboratorien Dr. Döring GmbH, Bremen, sind in Anhang 4.2 beigefügt. Eine Zusammenfassung der Analysendaten gibt die in Anhang 4.1 beigefügte tabellarische Übersicht.

8.3 Beurteilungsgrundlagen für Bodenuntersuchungen

Im Hinblick auf eine fachgerechte Verwertung des anfallenden Bodenmaterials sind insbesondere die Vorgaben der BBodSchV und der LAGA TR Boden zu berücksichtigen. Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die Regelungen zur Verwertung von Bodenmaterial.

Bei einer Verwertung zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht sind die Vorsorgewerte nach BBodSchV zu beachten. Bei einer Verwertung außerhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht gelten die Zuordnungswerte nach LAGA TR Boden. In Abhängigkeit von den festgestellten Schadstoffgehalten wird das zu verwertende Bodenmaterial Einbauklassen zugeordnet.

Abbildung 1 Überblick über die Regelungen zur Verwertung von Bodenmaterial (aus LAGA TR Boden 2004, Teil II: Abb. II.1.2-1)



LAGA TR Boden 2004

Die Technischen Regeln der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) regeln die Verwendung und die Verwertung von Abfall- und Reststoffen. Für einige ausgewählte Parameter wurden sogenannte Zuordnungswerte ausgewiesen, nach denen die weiteren Verwertungsmöglichkeiten des untersuchten Materials eingestuft werden können. Solche Zuordnungswerte sind 1997 seitens der LAGA hinsichtlich der Verwertung von mineralischen Reststoffen und Abfällen aus dem Baubereich, Altlasten und Schadensfällen für die Materialklassen Boden, Straßenaufbruch sowie Bauschutt definiert worden.

Seitens des Bundesverwaltungsgerichtes wurde im April 2005 festgestellt, dass die von der LAGA im Jahr 1997 für Bodenmaterial formulierten Zuordnungswerte nicht die Anforderungen des geltenden Bodenschutzrechts berücksichtigen. Daher nutzen inzwischen die Bundesländer die Zuordnungswerte der im Jahr 2004 aktualisierten Fassung der Technischen Regeln (Teil II: Technische Regeln für die Verwertung; Bodenmaterial; Stand: 05.11.2004). Für die in Kapitel 8.2 vorgenommene Bewertung werden die aktualisierten Zuordnungswerte für die abfallrechtliche Bewertung der untersuchten Bodenproben verwendet. In Anhang 4.1 befindet sich eine Übersicht mit den Zuordnungswerten (Stand 05.11.2004) für die Materialklasse „Boden“. Diese Einbauklassen berücksichtigen die Herkunft und Beschaffenheit der Abfälle sowie die Art des Einbaus und die Standortbedingungen am Einbauort. Durch Beschränkungen der Einbaumöglichkeiten und organisatorische Sicherungsmaßnahmen soll eine großräumige Schadstoffverteilung verhindert werden. Diesem Aspekt trägt u.a. die hydrogeologische Charakterisierung der Standortbedingungen Rechnung.

Einbauklasse 0: Uneingeschränkte Verwertung

Bei bodenähnlichen Anwendungen, wie z.B. der Verfüllung von Abgrabungen und bei der Anwendung im Landschaftsbau außerhalb von Bauwerken, kann geeignetes Bodenmaterial mit maximalen Zuordnungswerten Z0 bzw. Z0* außerhalb wasserwirtschaftlicher Schutzgebiete eingebaut werden.

Einbauklasse 1: Eingeschränkter offener Einbau

Durch den offenen Einbau kann das Bodenmaterial durchsickert werden. Die TR-LAGA schränkt daher hier den offenen Einbau auf technische Bauwerke ein. Ein Einbau in bodenähnlichen Anwendungen ist ausgeschlossen. Der eingeschränkte Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen wird in der Regel nicht als kritisch angesehen, da durch die technischen Sicherungsmaßnahmen sichergestellt werden muss, dass keine relevanten Sickerwassermengen entstehen. Beim eingeschränkten offenen Einbau wird unterschieden, ob im Bereich der Verwertungsmaßnahme ungünstige (Einbauklasse 1.1 mit den Zuordnungswerten Z 1.1) oder günstige hydrogeologische Standortbedingungen (Einbauklasse 1.2 mit den Zuordnungswerten Z 1.2) vorliegen.

Einbauklasse 2:

Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

Für die Einbauklasse 2 ist eine Verwertung in technischen Bauwerken dann zulässig, wenn das Material unterhalb von wasserundurchlässigen Deckschichten so eingebaut wird, dass es von Wasser nicht oder nur noch sehr geringfügig durchsickert werden kann. Durch die Anforderungen der TR-LAGA (Boden) wird hier der Einbau dahingehend eingeschränkt, dass das anfallende Bodenmaterial nur in technischen Bauwerken (z.B. Straßen, Wege, Verkehrs-, Industrie- Gewerbeflächen einschließlich Lärm- und Sichtschutzwällen einschl. Unterbau) unter einer wasserundurchlässigen Deckschicht (z.B. Pflaster, Asphalt, Beton) verwertet werden darf. Der Abstand zwischen Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand soll mindestens 1 m betragen. Mineralischer Abfall, bei dem die Zuordnungswerte Z 2 überschritten sind, darf in technischen Bauwerken grundsätzlich nicht mehr eingebaut werden, sondern muss einer fachgerechten Entsorgung (z.B. Deponierung) zugeführt werden.

8.4 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse der untersuchten Bodenmischproben

Insgesamt wurden drei Mischproben, aus dem Bereich der neu zu erstellenden Erschließungseinrichtungen, einer chemischen Analytik unterzogen. Die Analysenjournale der Laboratorien Dr. Döring GmbH, Bremen, sind dem Anhang 4.2 zu entnehmen. Die Tabelle in Anhang 4.1 stellt einen Vergleich der Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen mit den Zuordnungswerten der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) dar. Darauf basierend wird die abfalltechnische Einstufung der Materialien vorgenommen.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Misch- und Einzelproben zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 10 Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der chemischen Analytik der Misch- und Einzelproben

Probenbezeichnung	Bewertungs-grundlage	Maßgeblicher Parameter	LAGA-Einstufung	
			ohne TOC	mit TOC
BMP 1	LAGA TR Boden	TOC	Z0	Z2
BMP 2		---	Z0	Z0
BMP 3		---	Z0	Z0

8.5 Folgen für die Verwertung von Bodenmaterial

Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse sowie der Empfehlungen der Handreichung zur qualifizierten Entsorgung von mineralischen Abfällen im Straßenbau ergeben sich für den weiteren Planungsprozess folgende Handlungsempfehlungen:

Bodenmaterial der Zuordnungsklasse Z0 (ohne TOC)

Ohne Berücksichtigung des Parameters TOC halten alle Proben, sowohl die Grenzwerte für die Zuordnungsklasse Z0 nach LAGA TR Boden, als auch die Vorsorgewerte für Sand nach BBodSchV, ein.

- Verwertung der Humosen Oberböden (BMP 1): Auf Grund der humosen Ausprägung sollte für dieses Bodenmaterial eine Verwertung im Sinne der BBodSchV zum „Auf- und Einbringen in oder auf eine durchwurzelbare Bodenschicht oder Herstellen einer durchwurzelbaren Bodenschicht“ angestrebt werden. Hierbei sind die Hinweise der Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV der LABO vom 11.09.2002 (Vollzugshilfe für das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden) zu beachten. Hierbei ist insbesondere die Tab. II-2 zu berücksichtigen, wonach die max. Mächtigkeit der Oberbodenschicht bei einem Humusgehalt von 2-4 % bzw. 4-8 % (TOC-Gehalt*2,0) nicht mehr 0,5 bzw. 0,3 m betragen sollte. Eine Verwertung innerhalb der Maßnahme z. B. zur Wiederandeckung der Berme ist möglich.

- Verwertung des Unterbodenmaterials (BMP 2 und BMP 3): Das Unterbodenmaterial weist Humusgehalte von < 2 % auf, hält die Vorsorgewerte für Sand ein und ist somit für die Herstellung einer Unterbodenschicht in der durchwurzelbaren Bodenschicht im Sinne der BBodSchV geeignet. Eine Verwertung des Materials in Schichten des ungebundenen Oberbaus ist aus bautechnischer Sicht auf Grund des hohen Feinkornanteils nicht möglich.

Weitere Hinweise für die Ausschreibung zum Umgang und zur Verwertung/Beseitigung anfallender mineralischer Abfälle im Straßenbau gibt darüber hinaus die *„Handreichung Qualifizierte Entsorgung von mineralischen Abfällen im Straßenbau“* (vgl. dort ab Abschnitt 7.4).

Zur besseren Veranschaulichung gibt die nachfolgende Tabelle eine Übersicht über die Einstufung und mögliche Verwertungswege des anfallenden Bodenmaterials.

Tabelle 11 Übersicht Verwertung

Probe	Zuordnungs-klasse LAGA (ohne TOC)	AVV-Abfall-schlüssel	Gefährlicher Abfall	Entsorgung	Verwertung
BMP 1	Z0	170504 [1)]	nein	a	1
BMP 2	Z0	170504 [1)]	nein	a	2
BMP 3	Z0	170504 [1)]	nein	a	2

Legende

Abfall-schlüssel	1)	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 170503 fallen
Verwertung	1	Verwertung im Sinne der BBodSchV: Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht.
Verwertung	2	Herstellung einer Unterbodenschicht in der durchwurzelbaren Bodenschicht im Sinne der BBodSchV
Entsorgung	a	Im vereinfachten Verfahren (nicht andienungs- und nachweispflichtig)

Zusätzliche Hinweise:

Zur Verifizierung der o.g. Ergebnisse wird zusätzlich eine Beprobung und Analytik an Haufwerken empfohlen.

9 HINWEISE FÜR DIE WEITERE PLANUNG

Bei Abweichungen zu den technischen Angaben im Gutachten bzw. bei Änderung der Planungen ist der Bodengutachter hierüber zu informieren und ggf. wird ein Nachtrag zum Gutachten erforderlich. Sollten sich bei der weiteren Planung noch Fragen zu den im Baugrundgutachten beschriebenen Sachverhalten ergeben, wird um eine Rücksprache mit den Unterzeichnern gebeten.

Während der Bauausführung sind die qualitätssichernden Maßnahmen (Erdbaukontroll-prüfungen) gemäß ZTVE-StB in der geltenden Fassung durchzuführen.

Für die vorstehenden Ausführungen gilt der in Kapitel 1.2 beschriebene Planungsstand. Planungsänderungen sind dem Gutachter mitzuteilen. Sondervorschläge und Planungsänderungen sind im Rahmen einer zusätzlichen Begutachtung und/oder geotechnischen Beratung zu prüfen und zu beurteilen. Auf die Stichprobenhaftigkeit der durchgeführten Baugrunderkundungen wird ausdrücklich hingewiesen. Dies gilt insbesondere für die Festlegungen zur Notwendigkeit und zum Umfang etwaiger Bodenverbesserungsmaßnahmen bzw. Bodenaustauschmaßnahmen bei Auftreten lokaler bau- und verwertungstechnisch nicht geeigneter Auffüllungen. Hinsichtlich der etwaigen Verlegung von Entwässerungsleitungen, Belastungsklassen etc. liegen bisher noch keine genauen Angaben vor. Im Einzelfall sollte hier eine Ergänzung der vorliegenden Untersuchungen und Beurteilungen durch weitere Aufschlüsse vorgesehen werden. Eine Optimierung der erdbaulichen Arbeiten und der Festlegung der Verwertung anfallenden Bodenaushubs sollte baubegleitend durch eine Inaugenscheinnahme, örtliche Abnahme von Aushubsohlen und Planien sowie analytische Begleitung durch den Baugrundgutachter erfolgen.

Die vorgeschlagenen erdbautechnischen Maßnahmen im Bereich der Gründungssohlen sind durch den Bodengutachter im Bedarfsfall zu begleiten und vor Ort endgültig zu bestätigen.

10 ZUSAMMENFASSUNG

Im Hinblick auf eine dem Bauvorhaben angepasste Ausschreibung werden im Nachfolgenden die im Gutachten enthaltenen Angaben zusammenfassend dargestellt. Einen Überblick über die bautechnischen Gegebenheiten im Untersuchungsabschnitt gibt die Tabelle 12.

Tabelle 12 Übersicht der erdbautechnischen Situation im Untersuchungsabschnitt

RKS	Planum	erdbautechnische Maßnahme
RKS 1 bis RKS 5	F3	Nach Aushub der humosen Oberböden sind baugrundverbessernde Maßnahmen erforderlich: • Bodenverbesserung durch Zugabe von hydraulischen Bindemitteln. • Bodenaustausch der Lösslage und Einbau einer zusätzlichen "Tragfähigkeitsschicht" • Einbau von Geokunststoffen (Geogitter/Kombigeogitter), anschließend Gründung nach RStO 12 auf F3-Untergrund in der entsprechenden Belastungsklasse

Im untersuchten Planungsbereich wurden die nachfolgend benannten Schichten / Homogenbereiche erfasst:

Tabelle 13 Zusammenfassende Darstellung der erfassten Böden / Homogenbereiche

Homogenbereich	Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Mächtigkeit [m]
A	humoser Oberboden	OH, OU	0,3 bis 1,2 (Ø 0,9)
B	Löss / Niederungsschluff	SU*-UL	0,6 bis 2,8
C	Sandlöss	SU*	0,2 bis 3,1
D	Flusssande	SE, SU	Unterkante nicht erfasst >0,9 bis >4,7

Im Bereich des Rohplanums (~0,7 m u. GOK) stehen nach Abtrag der humosen Oberböden überwiegend Löss- / Sandlössablagerungen mit einem hohen Feinkornanteil (Schluff) an (Bodengruppen SU* / UL), sodass von einem Planum der Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach RStO 12 auszugehen ist.

Die Unterzeichner gehen davon aus, dass auf diesem Planum das geforderte Steifemodul von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² überwiegend nicht nachgewiesen werden kann, sodass Maßnahmen für eine Baugrundverbesserung erforderlich werden:

- Bodenverbesserung durch Zugabe von hydraulischen Bindemitteln.
- Bodenaustausch der Lösslage und Einbau einer zusätzlichen “Tragfähigkeitsschicht”
- Einbau von Geokunststoffen (Geogitter),

Bei den schluffigen Löss- / Sandlössablagerungen handelt es sich um stark strukturempfindliche Böden, die unter Wassereinfluss und dem Eintrag von dynamischer Energie zum Verlust ihrer Tragfähigkeitseigenschaften bis hin zur Verflüssigung neigen. Diese Böden erfordern daher einen besonders schonenden Umgang:

- Die Arbeiten sind bei trockener Witterung auszuführen.
- Der Aushub ist mit rückschreitenden Verfahren mit einer flachen Baggerschneide auszuführen.
- Die Aushubsohlen sollten nicht unnötig mit Maschinen befahren werden.
- Die Aushubsohlen sind vor Wasserzutritt zu schützen (Schutz vor Aufweichung des Untergrundes).

Auf Grund der stauenden Wirkung des Lösses kann sich lokal Stauwasser ausbilden, daher sind Maßnahmen für eine offene Bauwasserhaltung vorzuhalten.

Für alle Bodenaustauschmaßnahmen im zukünftigen Fahrbahnbereich sind gut verdichtungsfähige, frostsichere Sand/Kiessandmaterialien der Bodengruppe SE-SW einzusetzen und ordnungsgemäß zu verdichten.

Die auf Schadstoffuntersuchungen der voraussichtlich bei den Erdarbeiten anfallenden Böden lieferten folgende Ergebnisse:

Tabelle 14 Zusammenfassende Darstellung der Analysenergebnisse der Schadstoffuntersuchung

Probenbezeichnung	Bereich / Tiefe	Einstufung nach LAGA-TR Boden	
		ohne TOC	mit TOC
BMP 1	RKS 1 bis 5, Tiefe 0,0 bis 1,1 m u. GOK	Z0	Z2
BMP 2	RKS 1 bis 5, Tiefe 0,3 bis 3,5 m u. GOK	Z0	Z0
BMP 3	RKS 1 bis 5, Tiefe 0,6 bis 5,0 m u. GOK	Z0	Z0

Zur Verifizierung der Schadstoffgehalte wird eine Beprobung und Analytik an Haufwerken im Rahmen der Bauausführung empfohlen.

Die Beurteilung der Eignung anfallender Bodenarten zur Verwendung als Bodenaustauschmaterial oder zur Verwendung als Bauwerkshinterfüllung kann nachfolgender Tabelle 15 entnommen werden.

Tabelle 15 Beurteilung der Materialeignung

Bodenart/ Bodengruppe	Beurteilung der Materialeignung			
	Boden-austausch	Frostschutz-schicht	Tragschicht	Hinterfüllung
Sand (SE)	+	+ (Kornanteil <0,063 mm unter 5 M.%)	-	+
Sand (SU)	(+)	-	-	+
Sand (SU*)	-	-	-	-

- = nicht geeignet ( )= bedingt geeignet + = geeignet

Für zusätzlich erforderliches Bodenmaterial sind die Anforderungen nachfolgend in Tabelle 16 zusammengestellt. Grundsätzlich gelten neben den Anforderungen der ZTV E-StB 09, die Technischen Lieferbedingungen für Böden und Baustoffe im Erdbau des Straßenbaus – TL BuB E-StB 09, FGSV.

Tabelle 16 Anforderungen an Liefermaterial

Verwendungszweck	Anforderungen
Frostschutzschicht/Schicht aus frostunempfindlichem Material	Böden der Bodengruppen GE, GI, GW, SE, SI und SW nach DIN 18 196 bzw. Korngemische 0/2, 0/4, 0/11, 0/16, 0/22, 0/32, 0/45, 0/56 und 0/63 mit einem max. Feinstkornanteil < 0,063 mm von 5 M.-%, siehe TL SoB-StB
Bodenaustausch für Unterbauschichten	Das Material für einen Bodenaustausch muss grundsätzlich die Anforderungen hinsichtlich der Mindesttragfähigkeit für den Unterbau bis in Höhe Planum von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² erfüllen. Es sind frostsichere Böden zu verwenden (s.o.).
Kies- und Schottertragschichten	Baustoffgemische mit Körnungen 0/32, 0/45 und 0/56 unter Beachtung des jeweils zulässigen max. Feinstkornanteils. Bei der Herstellung des Oberbaus im Straßenbau sind grundsätzliche die Anforderungen der TL SoB-StB sowie der ZTV T-StB zu beachten.
Bauwerkshinterfüllung	Es gelten die Anforderungen gemäß ZTV E-StB 09 sowie „Merkblatt über den Einfluss von Hinterfüllungen auf Bauwerke“

Auf Grund der hier gemäß TR-LAGA (Boden) festgestellten ungünstigen hydrogeologischen Bedingungen, kommen für den Einbau Böden bis zu Einbauklasse 1.1 in Frage.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes im Bereich der Bohrungen RKS 6 bis 13 zeigen, dass aufgrund der flächenhaften Verbreitung von schwach durchlässigen Lössablagerungen (im Labor ermittelter Durchlässigkeitsbeiwert von $kf=1{,}6*10^{-7}$ m/s) und der damit einhergehenden Stauwasserproblematik und einer Mächtigkeit des Sickerraumes von < 1 m ungünstige Verhältnisse für eine schadlose Versickerung der Oberflächenabflüsse vorherrschen.

Cloppenburg, 25.07.2019

***RP* Geolabor und Umweltservice GmbH**

Bearbeiter:
M. Sc. Dennis Schlömer

i. A.

Anhang 1

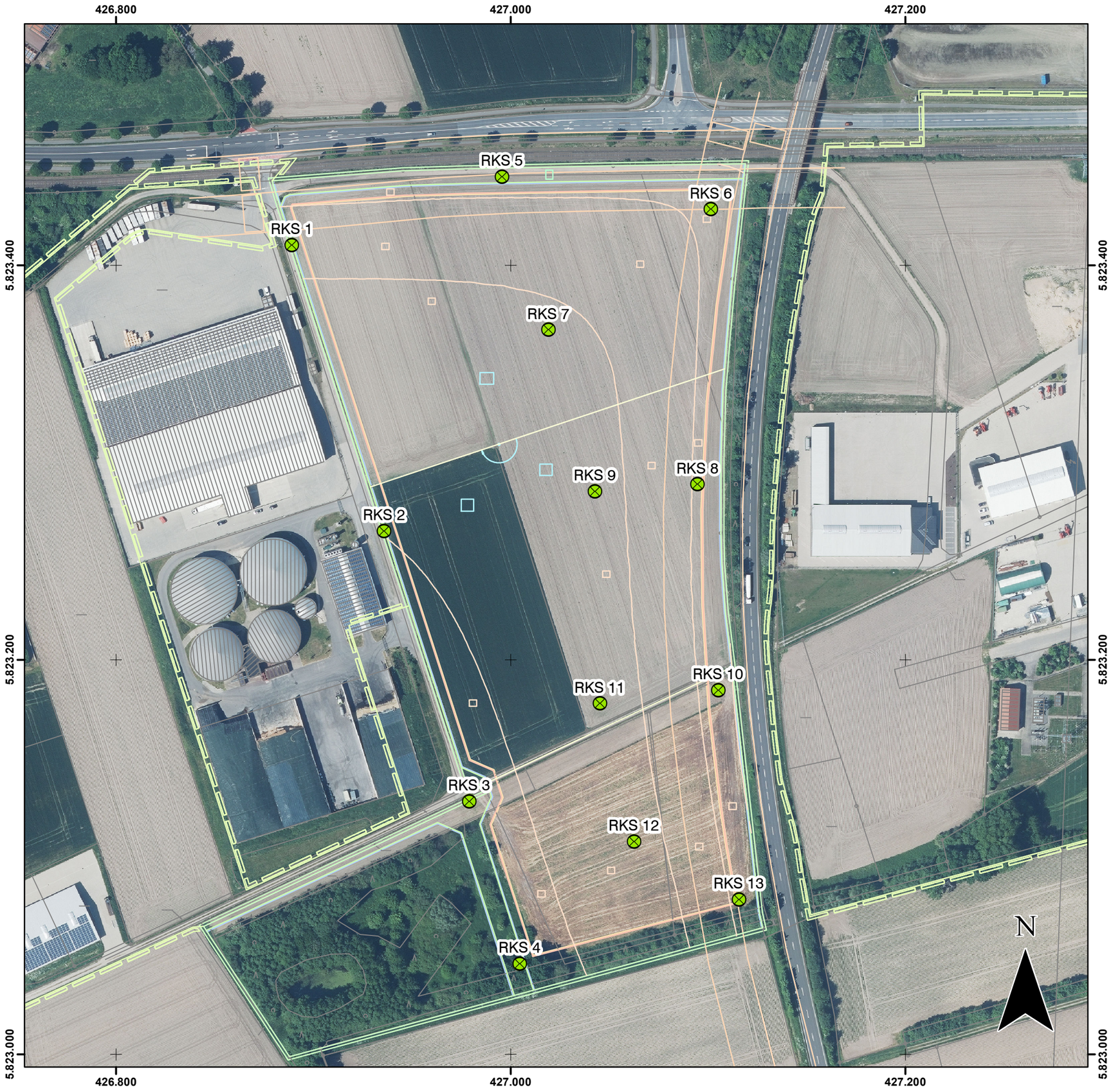
Karten und Pläne

ANHANG

Anhang 1.1

Lage der Bohraufschlüsse

(Maßstab 1: 2.000)



Legende

⊗ Rammkernsondierung (RKS)

Projekt-Nr.	Anhang-Nr.
06-4521	1

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Lage der Bohraufschlüsse

Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung
© 2019 LGLN

Auftraggeber:
Stadt Bersenbrück
Am Markt 6
490593 Bersenbrück

Maßstab	Plangröße
1:2.000	A3

Koordinatensystem
ETRS 1989 UTM Zone 32N

erstellt:	geändert:	geändert:	freigegeben:
02.07.2019 Prepens			PL Judith

RP
Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 9329122, Fax 04471 - 947580

© 2019, RP Geolabor und Umweltservice GmbH

Anhang 1

Karten und Pläne

Anhang 1.2

Koordinatenverzeichnis der Aufschlusspunkte

ANHANG

Rechtswert*	Hochwert*	Name	mNN
426889,05	5823410,39	RKS 1	42,42
426935,80	5823265,32	RKS 2	42,61
426979,00	5823128,36	RKS 3	40,26
427004,60	5823045,82	RKS 4	39,10
426995,73	5823444,90	RKS 5	42,58
427101,60	5823428,55	RKS 6	41,47
427019,27	5823367,39	RKS 7	41,61
427094,80	5823288,97	RKS 8	41,08
427042,69	5823285,53	RKS 9	41,37
427105,25	5823184,72	RKS 10	40,52
427045,32	5823177,91	RKS 11	40,56
427062,59	5823107,87	RKS 12	39,86
427115,67	5823078,51	RKS 13	39,09

* ETRS 1989 UTM Zone 32N

Anhang 2

Baugrundaufschlüsse und Felduntersuchungen

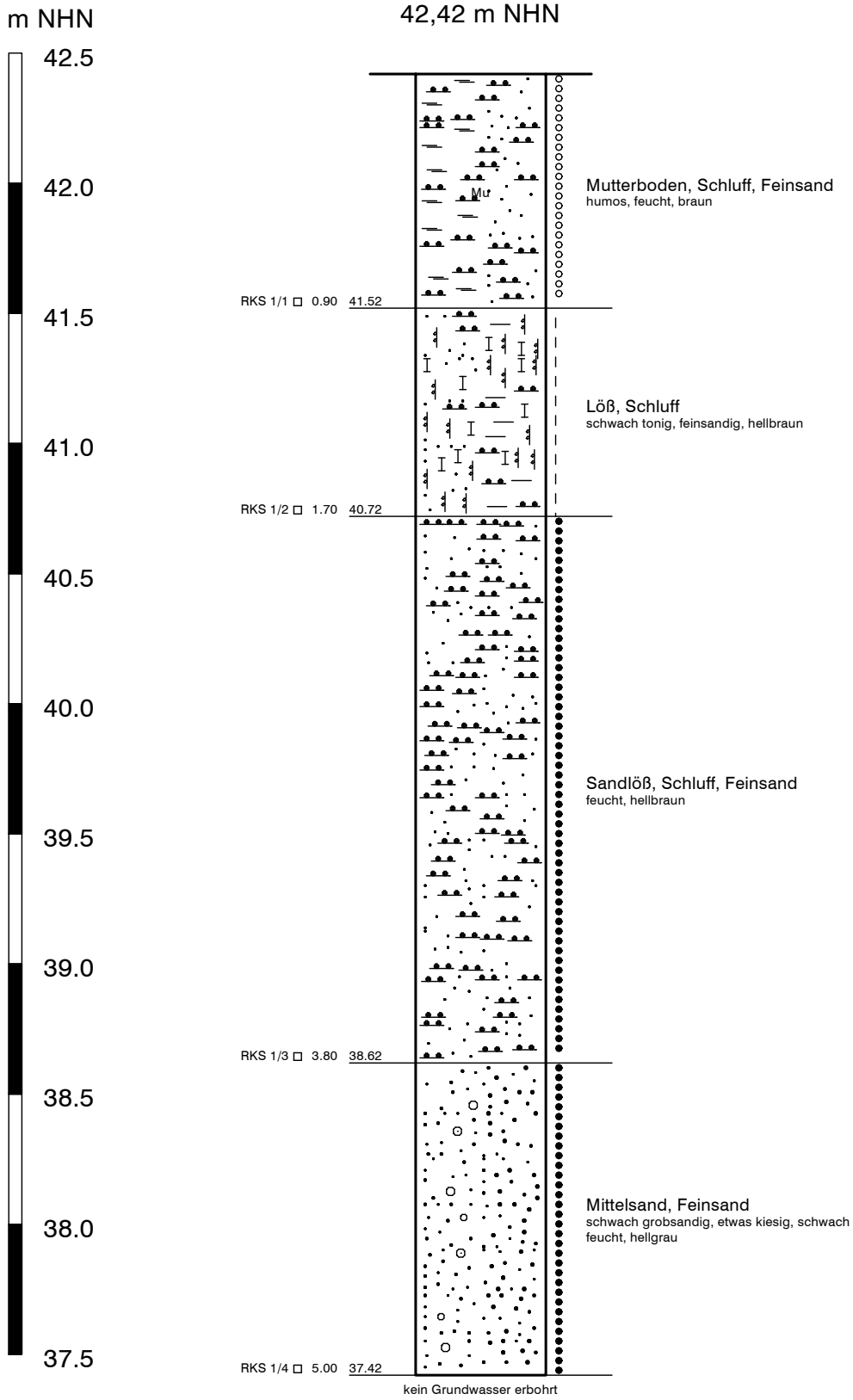
ANHANG

Anhang 2.1

Darstellung der erbohrten Schichtenfolge gemäß DIN 4023

RKS 1

42,42 m NHN



RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

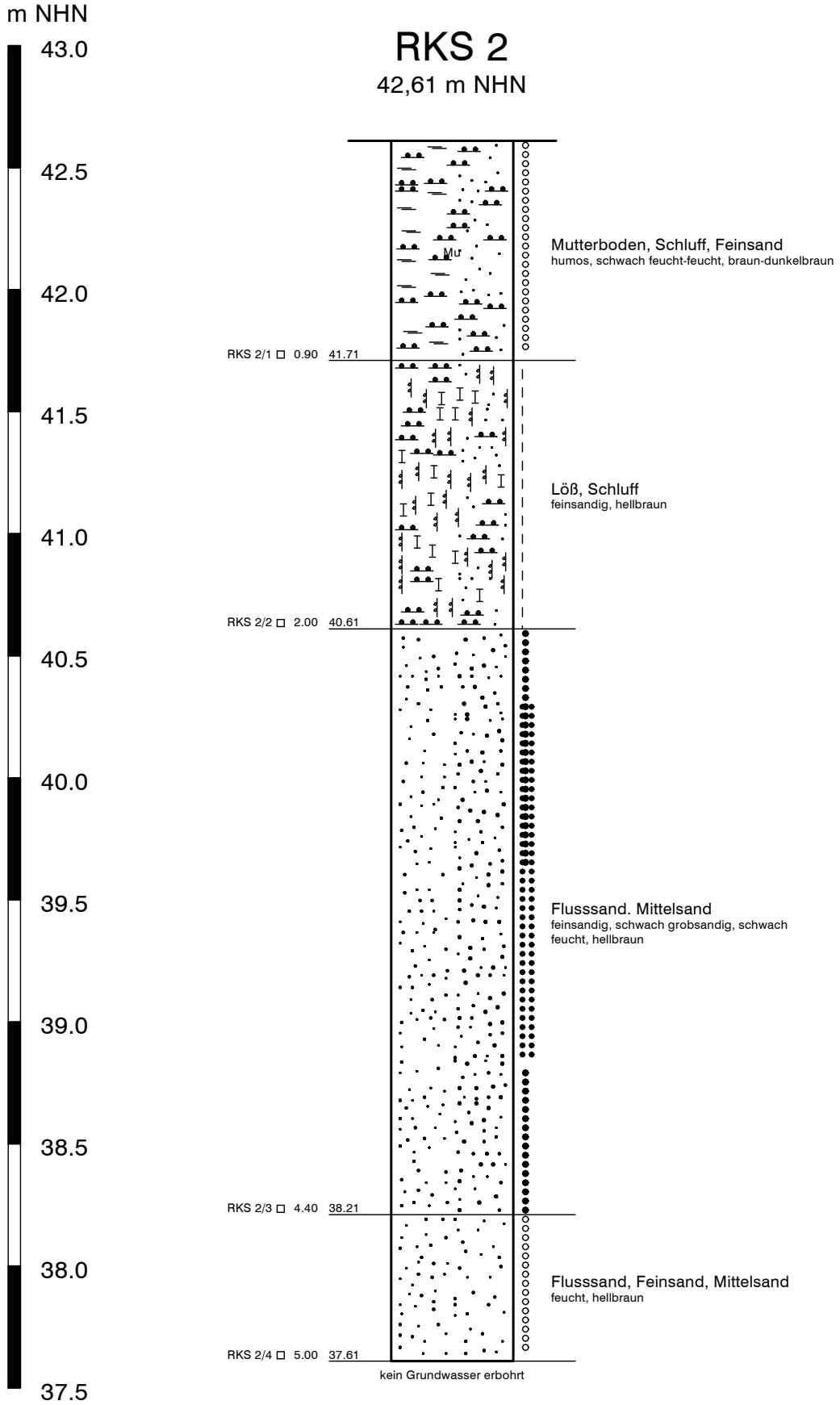
Datum: 25.06.2019

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: Herr Judith

RKS 2

42,61 m NHN



RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

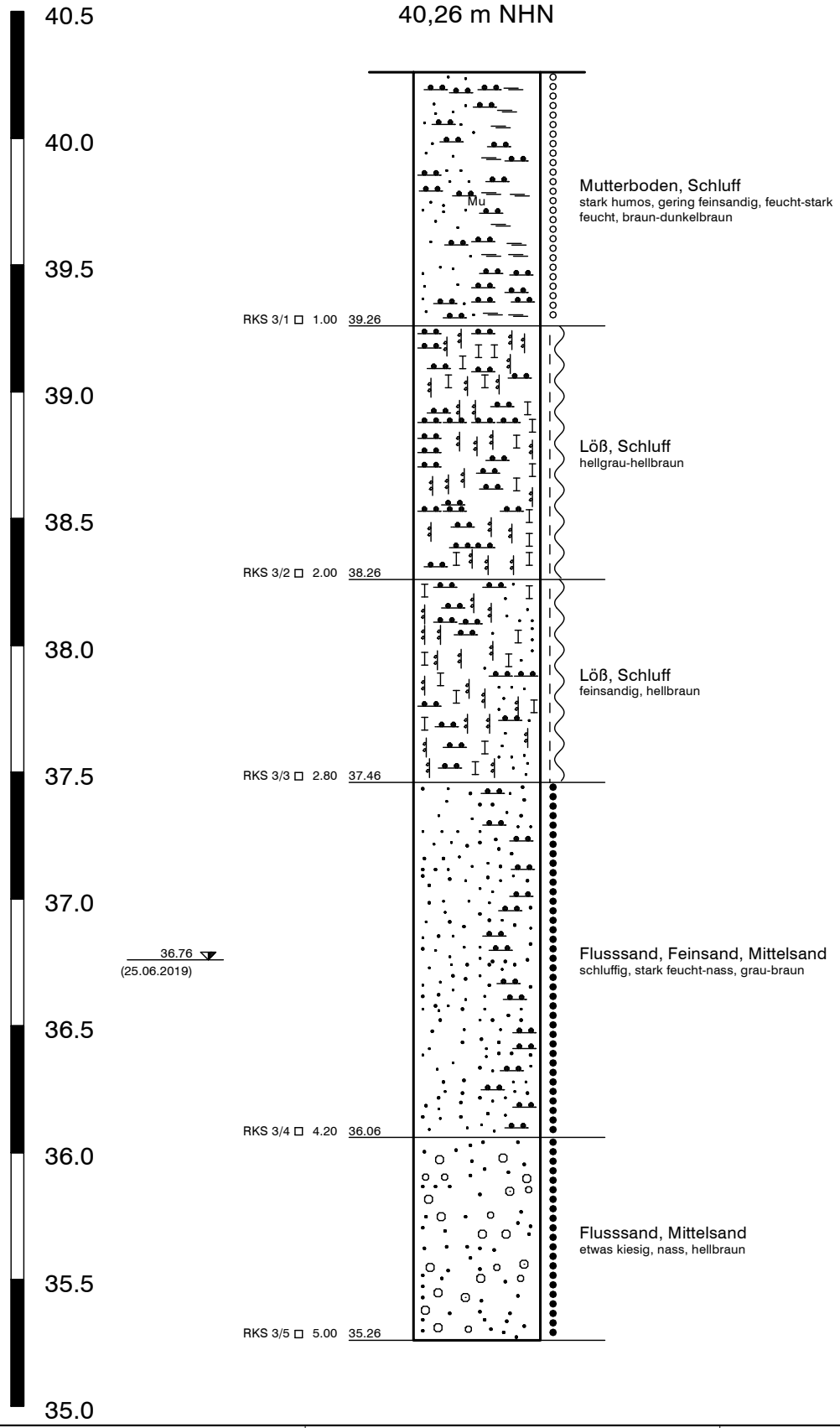
Datum: 25.06.2019

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: Herr Judith

RKS 3

40,26 m NHN



RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

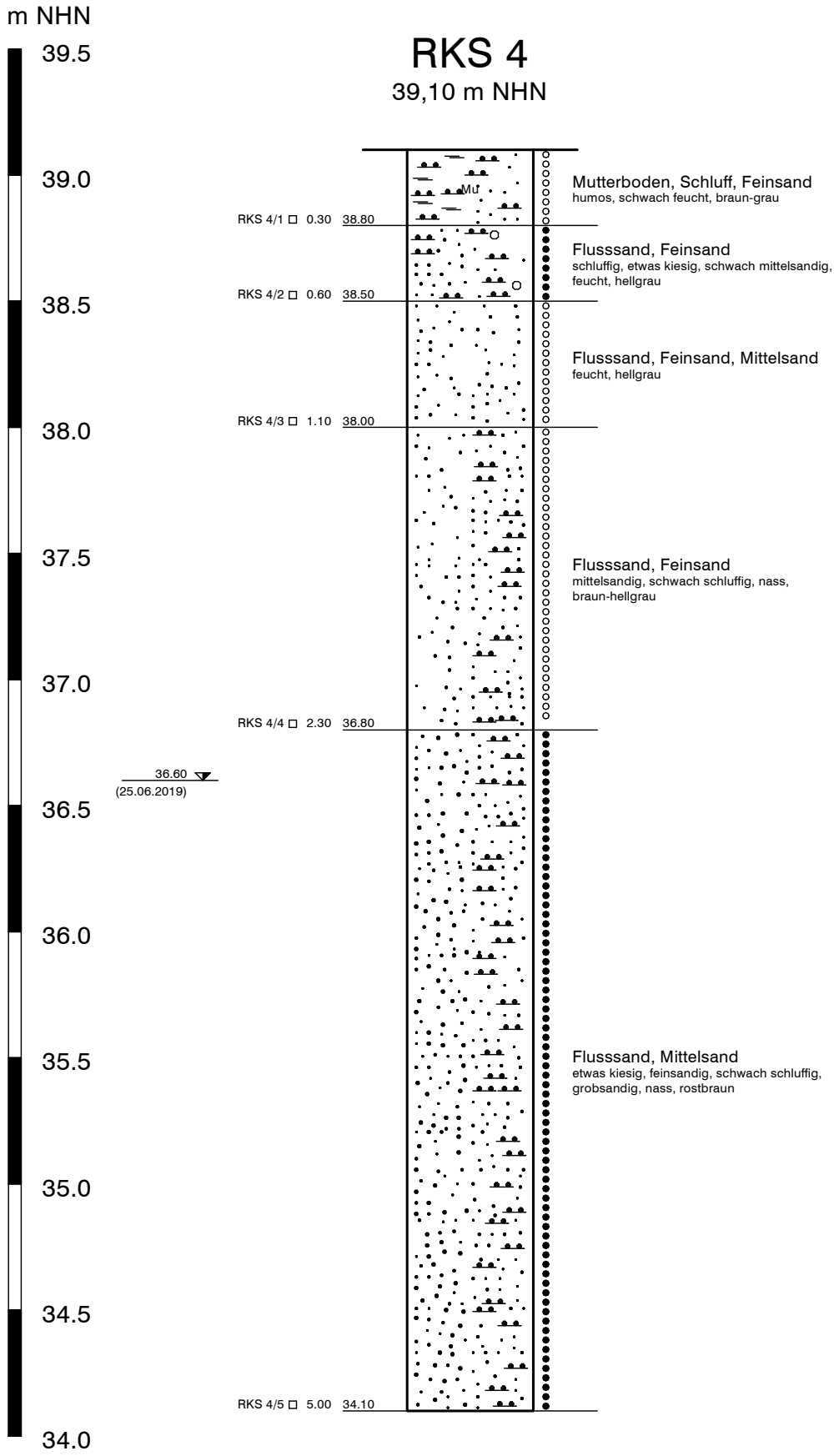
Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

Datum: 25.06.2019

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: Herr Judith



RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

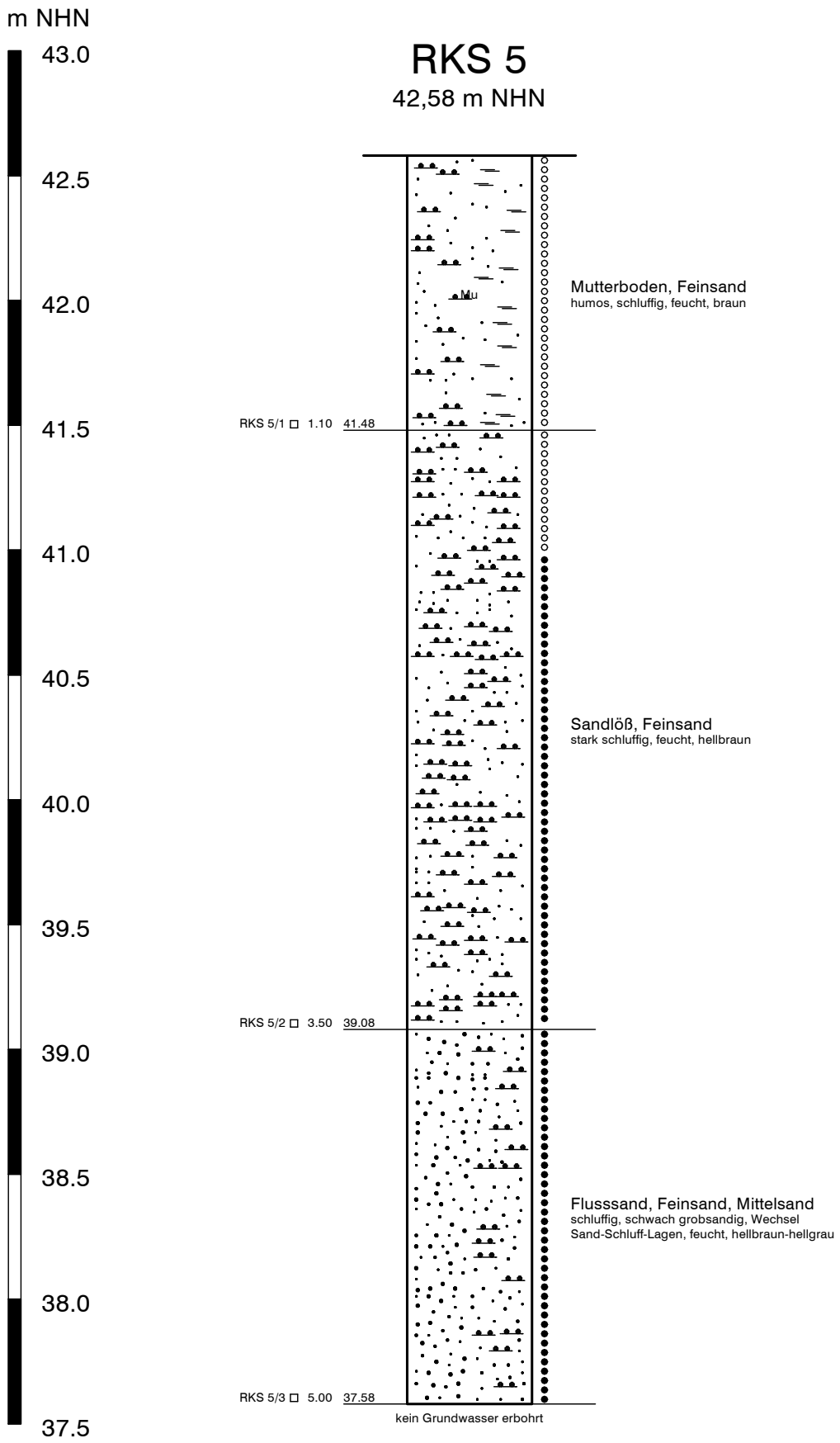
Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

Datum: 25.06.2019

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: Herr Judith



RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

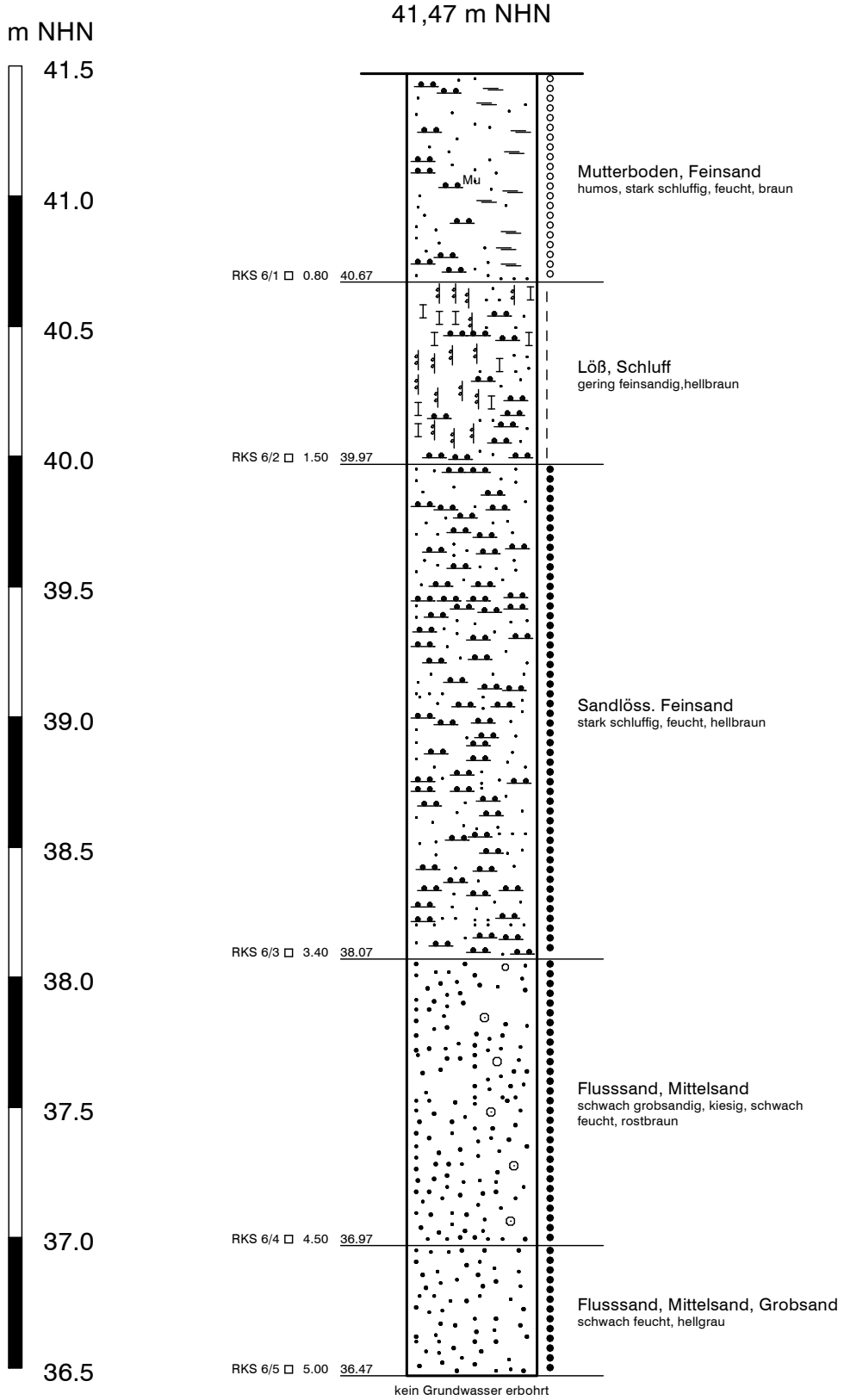
Datum: 24.06.2019

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: Herr Judith

RKS 6

41,47 m NHN



RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

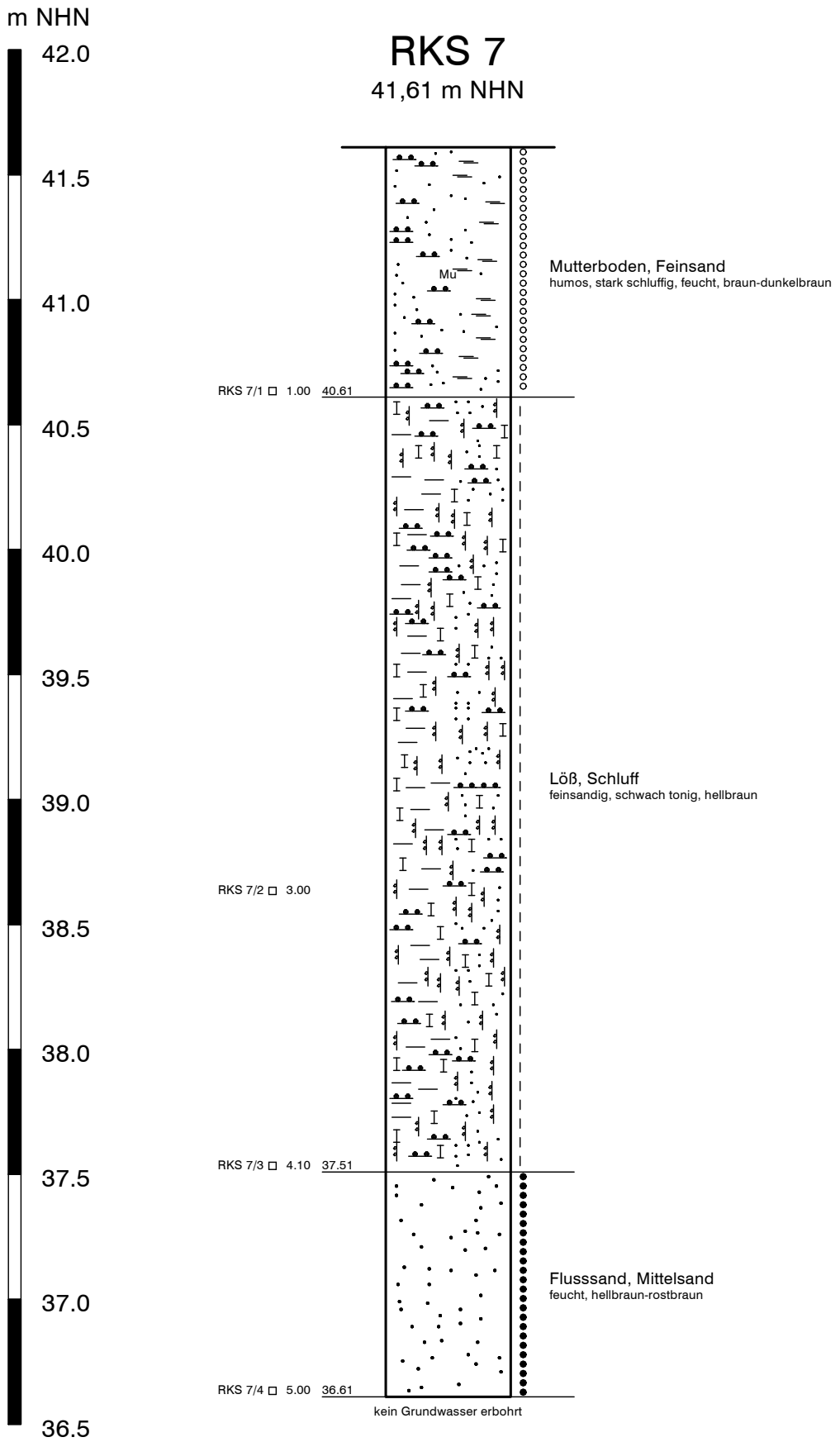
Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

Datum: 24.06.2019

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: Herr Judith



RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

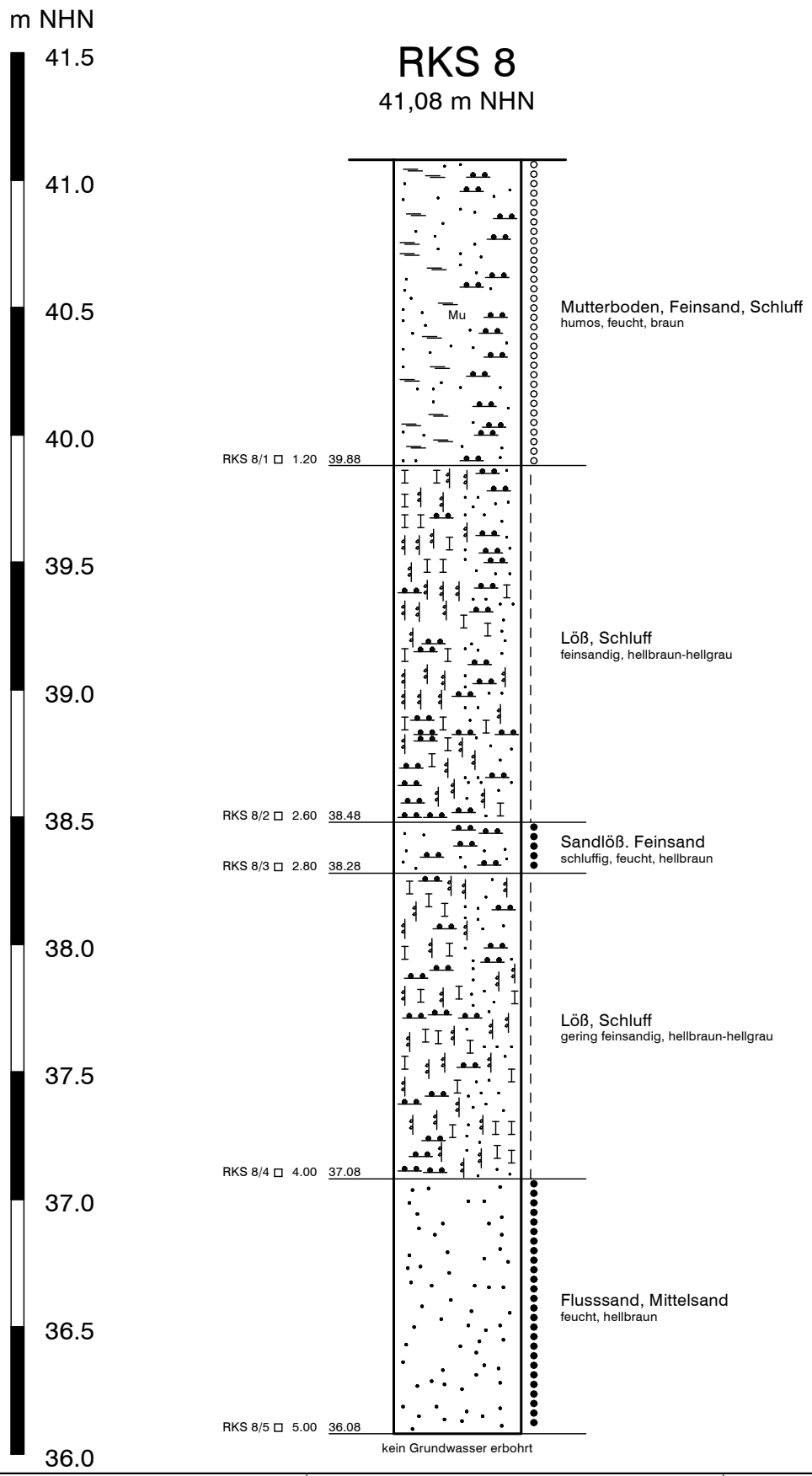
Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

Datum: 24.06.2019

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: Herr Judith



RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

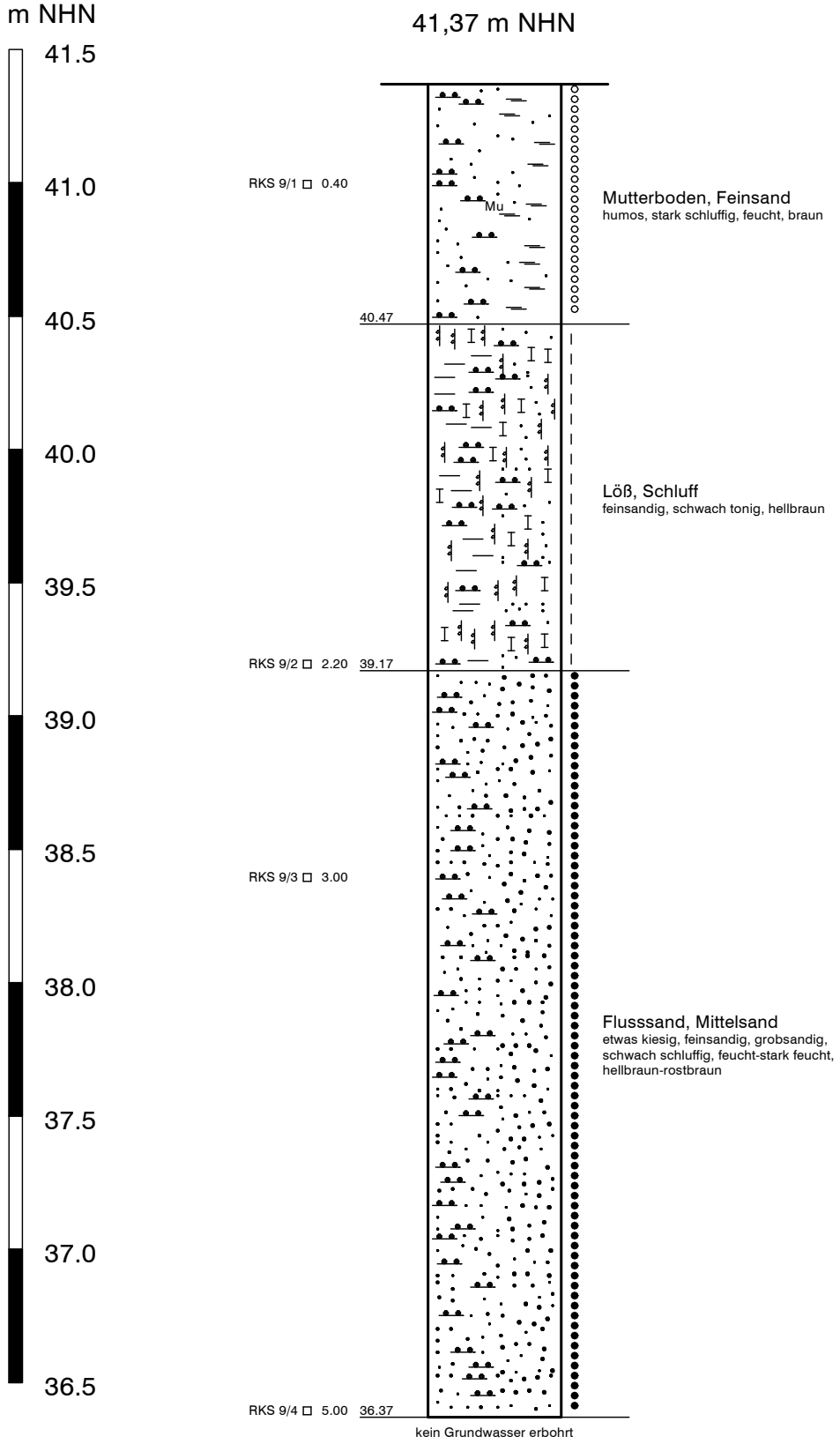
Datum: 24.06.2019

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: Herr Judith

RKS 9

41,37 m NHN



RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

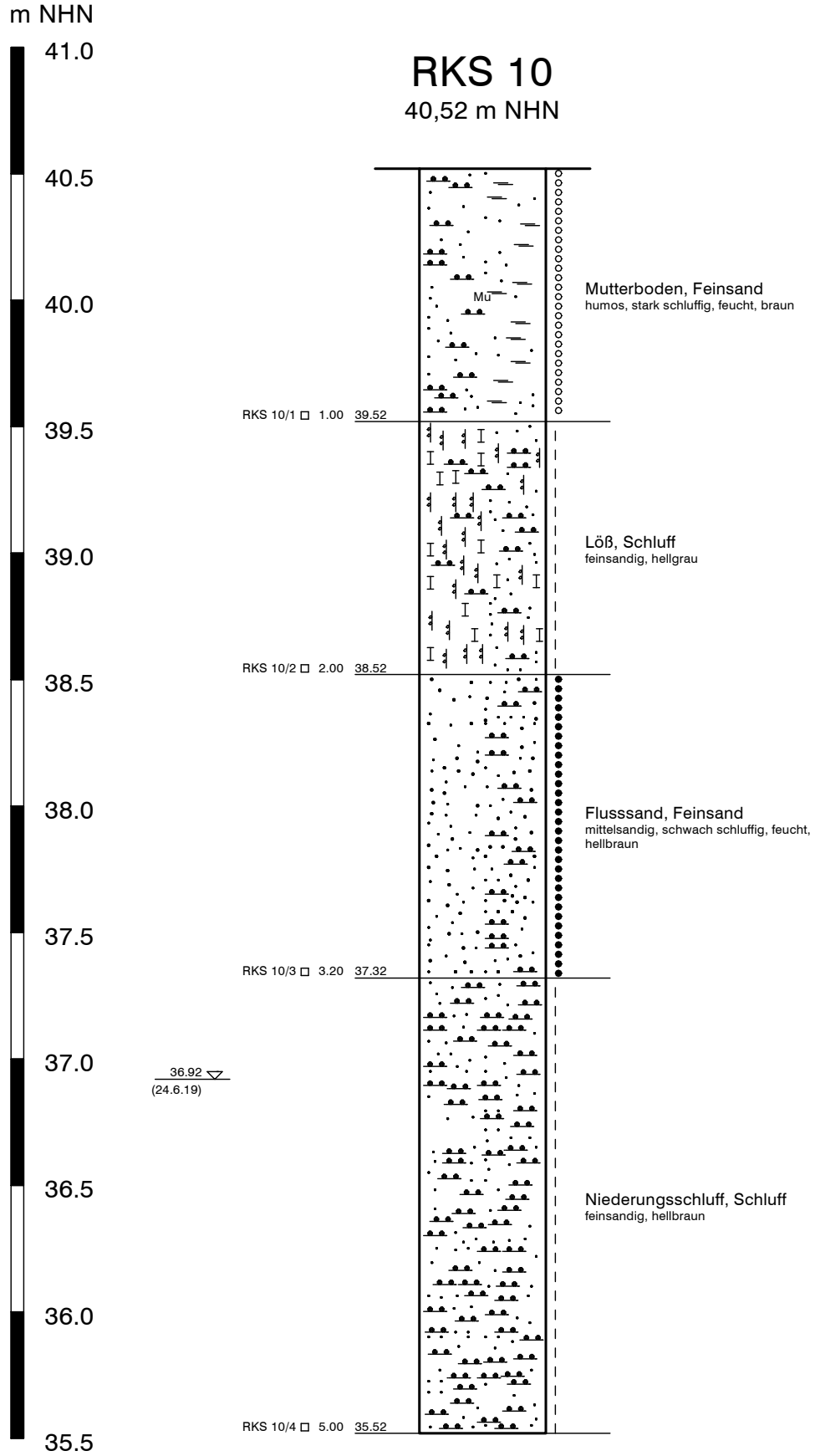
Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

Datum: 24.06.2019

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: Herr Judith



RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

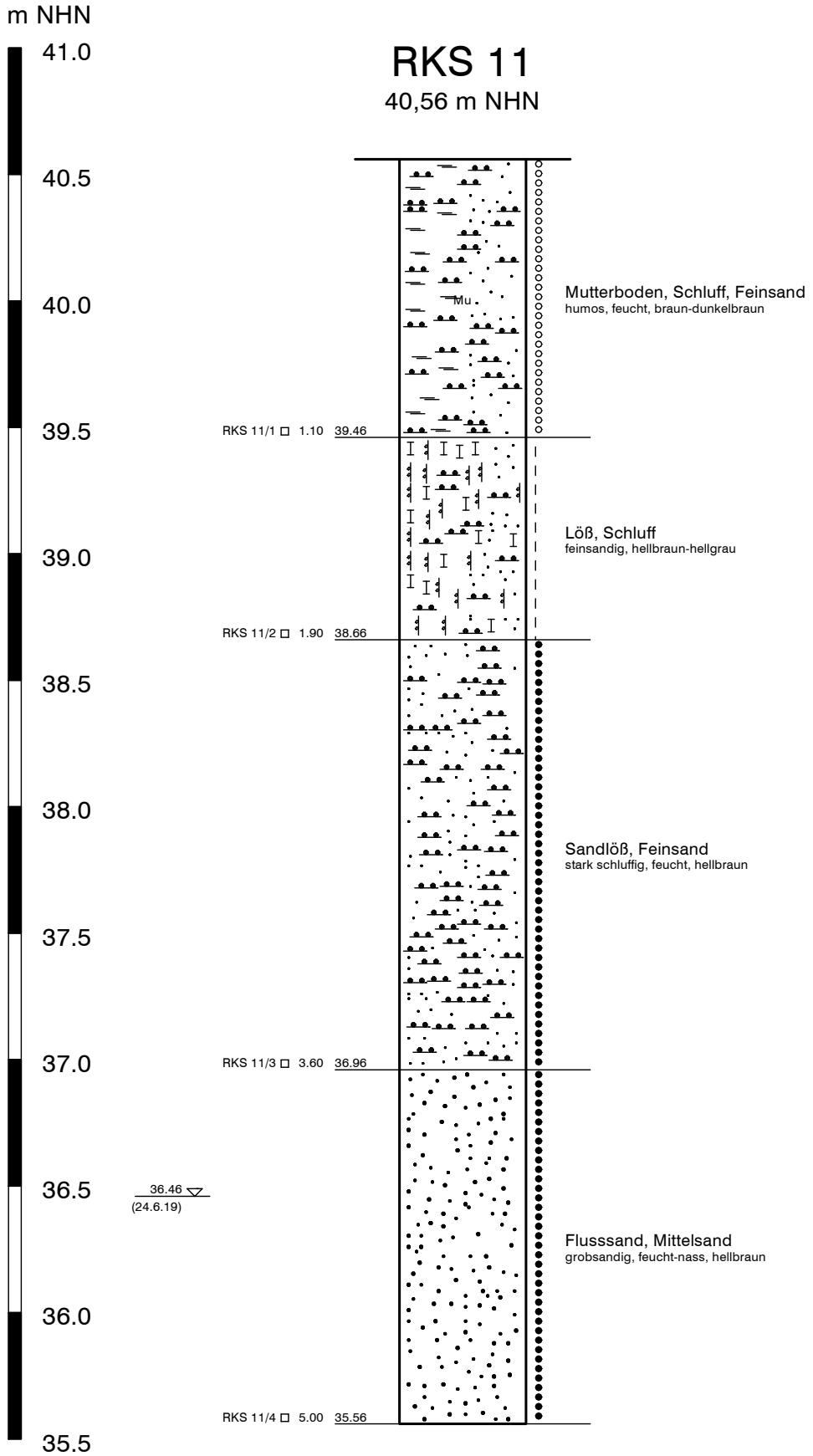
Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

Datum: 24.06.2019

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: Herr Judith



RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

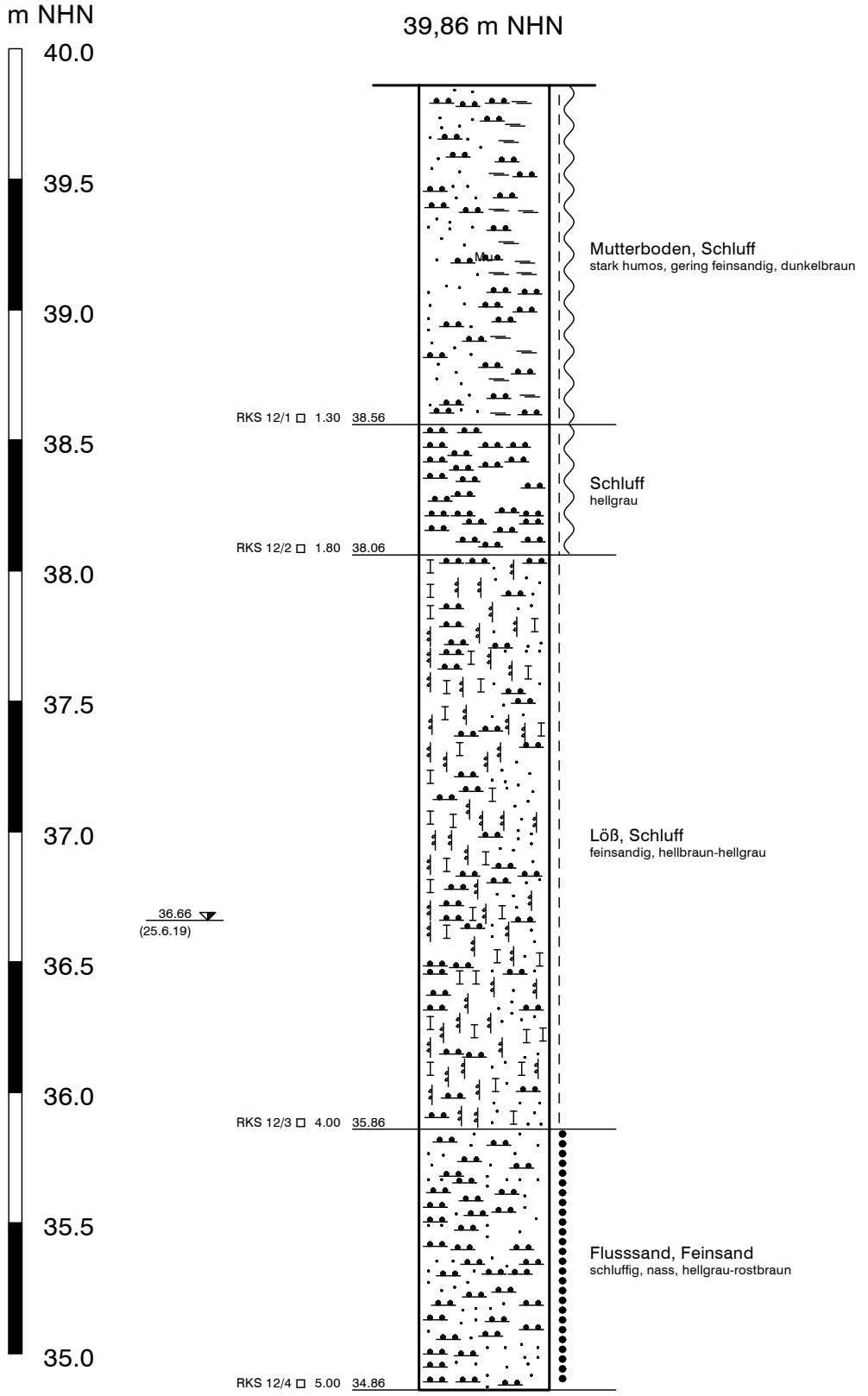
Datum: 24.06.2019

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: Herr Judith

RKS 12

39,86 m NHN



RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

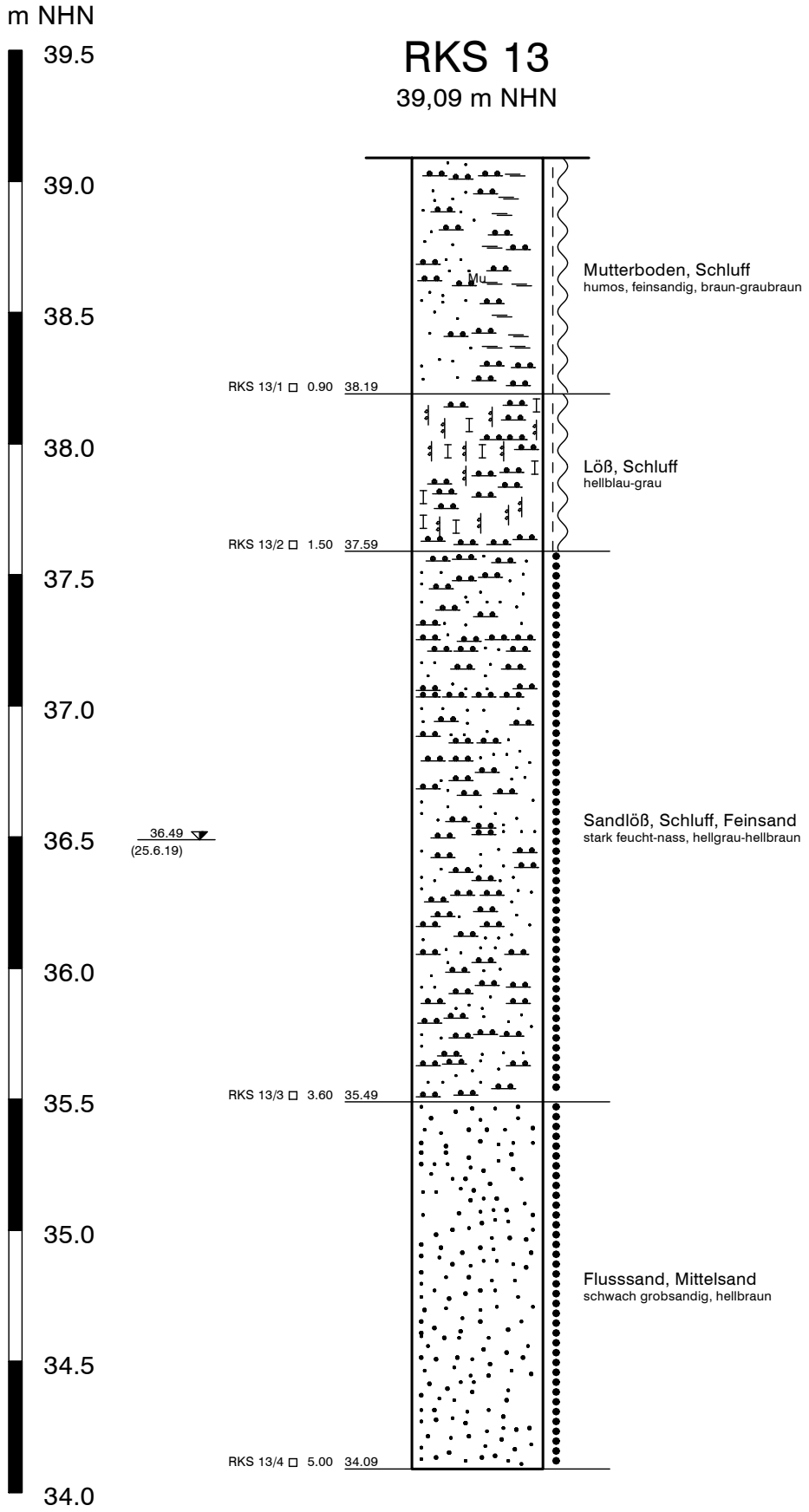
Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

Datum: 25.06.2019

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: Herr Judith



RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

Datum: 25.06.2019

Maßstab: 1: 25

Bearbeiter: Herr Judith

- klüftig
- fest
- halbfest - fest
- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- weich
- breiig - weich
- breiig
- naß
- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

- G (Kies)
- fG (Feinkies)
- mG (Mittelkies)
- gG (Grobkies)
- F (Mudde)
- S (Sand)
- fS (Feinsand)
- mS (Mittelsand)
- gS (Grobsand)
- U (Schluff)
- X (Steine)
- T (Ton)
- H (Torf)
- Mu (Mutterboden)
- A (Auffüllung)
- Gl (Geschiebelehm)
- Gmg (Geschiebemergel)

- Ll (Lößlehm)
- Lo (Löß)
- f (muddig)
- fg (feinkiesig)
- fs (feinsandig)
- g (kiesig)
- gg (grobkiesig)
- gs (grobsandig)
- h (humos)
- mg (mittelkiesig)
- ms (mittelsandig)
- org (organisch)
- s (sandig)
- t (tonig)
- u (schluffig)
- x (steinig)

Sonderzeichen

2,45 / 28.02.2013 — Grundwasser, angebohrt

2,45 / 28.02.2013 — Grundwasser, nach Bohrende gemessen

2,45 / 28.02.2013 — Ruhe-Wasserstand

■ gestörte Bodenprobe mit Analytik

□ gestörte Bodenprobe

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:
Orientierendes Baugrundgutachten
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-4521
Anhang-Nr.:2
Datum: 24./25.06.2019
Maßstab: 1: 25
Bearbeiter: Herr Judith

Anhang 2

Baugrundaufschlüsse und Felduntersuchungen

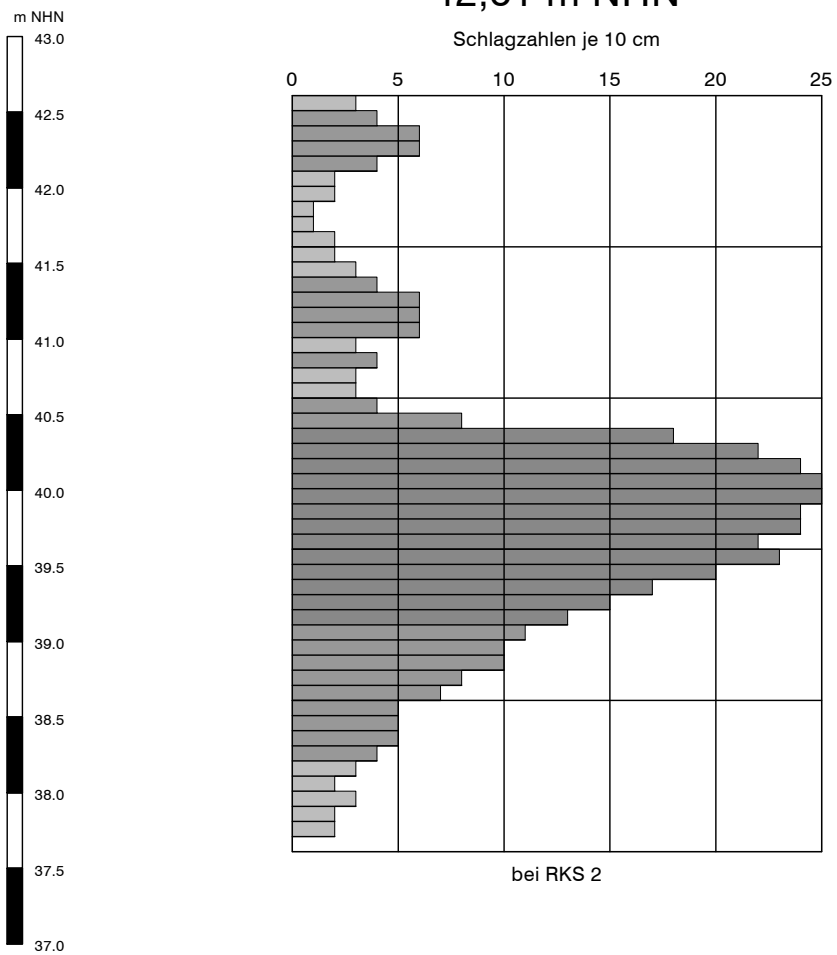
ANHANG

Anhang 2.2

Zeichnerische Darstellung der schweren Rammsondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-2

DPH 1

42,61 m NHN



Tiefe [m]	N_{10}
0.10	3
0.20	4
0.30	6
0.40	6
0.50	4
0.60	2
0.70	2
0.80	1
0.90	1
1.00	2
1.10	2
1.20	3
1.30	4
1.40	6
1.50	6
1.60	6
1.70	3
1.80	4
1.90	3
2.00	3
2.10	4
2.20	8
2.30	18
2.40	22
2.50	24
2.60	25
2.70	25
2.80	24
2.90	24
3.00	22
3.10	23
3.20	20
3.30	17
3.40	15
3.50	13
3.60	11
3.70	10
3.80	10
3.90	8
4.00	7
4.10	5
4.20	5
4.30	5
4.40	4
4.50	3
4.60	2
4.70	3
4.80	2
4.90	2

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der leichten Rammsondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-2

Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

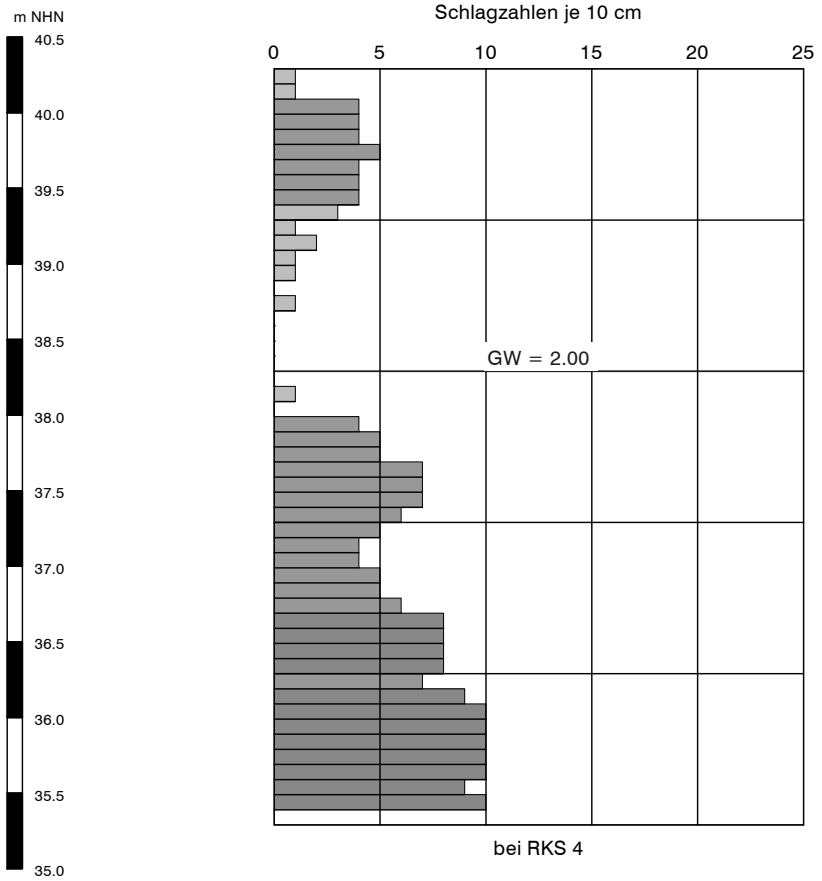
Datum: 25.06.2019

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Herr Rapp

DPH 2

40,29 m NHN



Tiefe [m]	N_{10}
0.10	1
0.20	1
0.30	4
0.40	4
0.50	4
0.60	5
0.70	4
0.80	4
0.90	4
1.00	3
1.10	1
1.20	2
1.30	1
1.40	1
1.50	0
1.60	1
1.70	0
1.80	0
1.90	0
2.00	0
2.10	0
2.20	1
2.30	0
2.40	4
2.50	5
2.60	5
2.70	7
2.80	7
2.90	7
3.00	6
3.10	5
3.20	4
3.30	4
3.40	5
3.50	5
3.60	6
3.70	8
3.80	8
3.90	8
4.00	8
4.10	7
4.20	9
4.30	10
4.40	10
4.50	10
4.60	10
4.70	10
4.80	9
4.90	10

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der leichten Rammsondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-2

Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

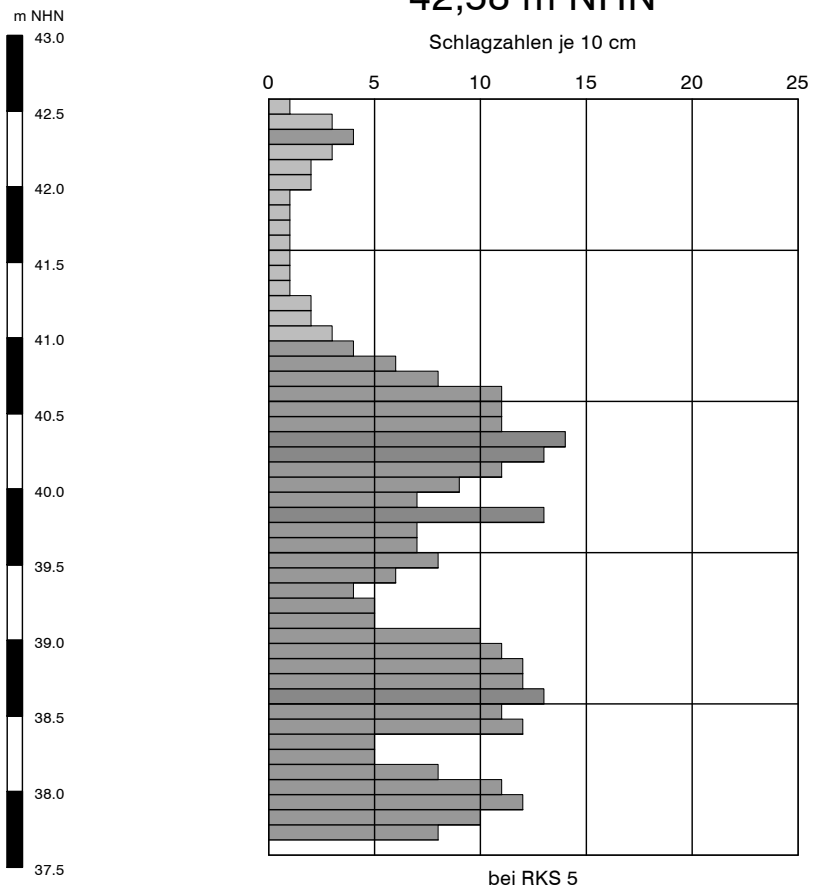
Datum: 25.06.2019

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Herr Rapp

DPL 3

42,58 m NHN



Tiefe [m]	N_{10}
0.10	1
0.20	3
0.30	4
0.40	3
0.50	2
0.60	2
0.70	1
0.80	1
0.90	1
1.00	1
1.10	1
1.20	1
1.30	1
1.40	2
1.50	2
1.60	3
1.70	4
1.80	6
1.90	8
2.00	11
2.10	11
2.20	11
2.30	14
2.40	13
2.50	11
2.60	9
2.70	7
2.80	13
2.90	7
3.00	7
3.10	8
3.20	6
3.30	4
3.40	5
3.50	5
3.60	10
3.70	11
3.80	12
3.90	12
4.00	13
4.10	11
4.20	12
4.30	5
4.40	5
4.50	8
4.60	11
4.70	12
4.80	10
4.90	8

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der leichten Rammsondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-2

Projekt-Nr.: 06-4521

Anhang-Nr.: 2

Datum: 24.06.2019

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Herr Rapp

Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

ANHANG

Anhang 3.1

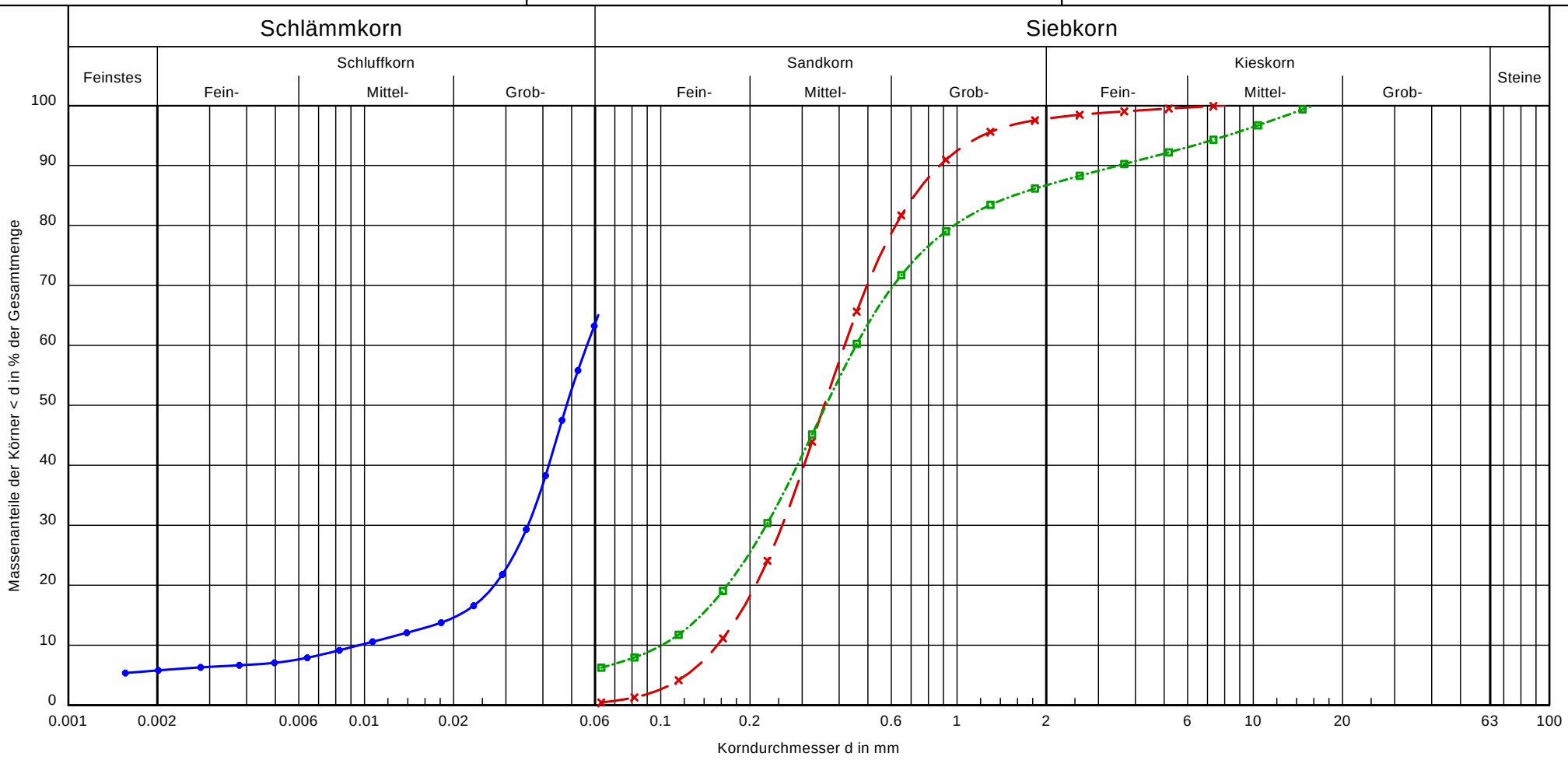
Kornverteilungen

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Körnungslinie

KG B-Plan 106 Gewerbegebiet Ankum

Projekt-Nr.: 06-4521
Probe entnommen am: 25.06.2019
Art der Entnahme: gestört
Datum: / Bearbeiter: 11.06.2019 / Reinke



Probenbezeichnung:	RKS 1/2	RKS 2/3	RKS 4/5
Tiefe:	0,9-1,7m	2,0-4,4m	2,3-5,0m
Bodenart:	U, t'	mS, fs, gs	mS, fs, gs, u', fg', mg'
Bodengruppe:	UL	SE	SU
k (m/s) (Hazen):	$1.1 \cdot 10^{-6}$	$2.8 \cdot 10^{-4}$	$1.2 \cdot 10^{-4}$
U/Cc	5.9/2.3	2.7/1.0	4.5/1.1
Signatur:			
Kornkennzahl	1900	00100	0181

Bemerkungen:

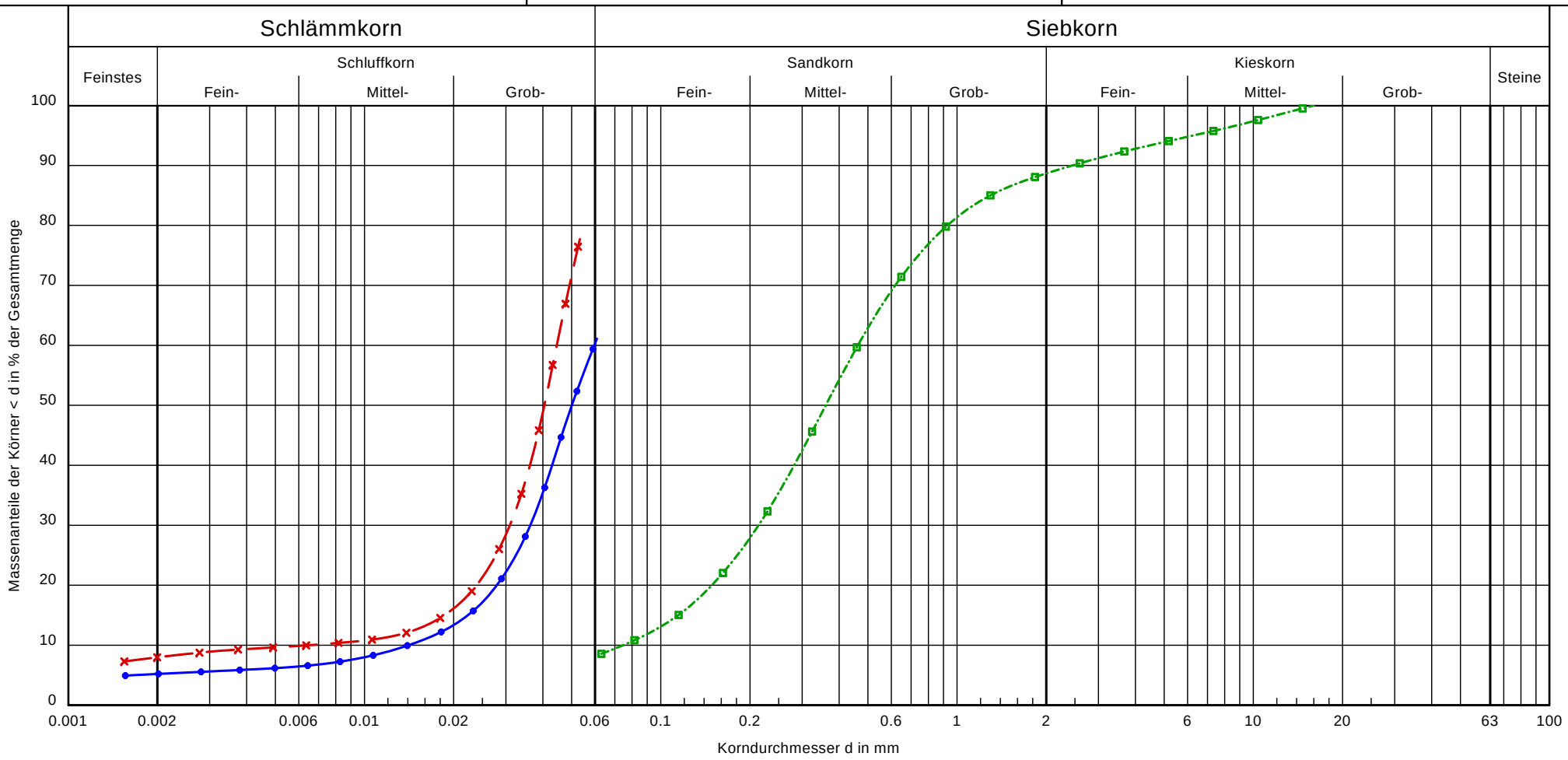
Projekt-Nr.: 06-4521
Anhang: 3

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Körnungslinie

KG B-Plan 106 Gewerbegebiet Ankum

Projekt-Nr.: 06-4521
Probe entnommen am: 25.06.2019
Art der Entnahme: gestört
Datum: / Bearbeiter: 11.06.2019 / Reinke



Probenbezeichnung:	RKS 7/2	RKS 9/2	RKS 9/3
Tiefe:	1,0-3,0m	0,9-2,2m	2,2-3,0m
Bodenart:	U, t'	U, t'	mS, fs, gs, u', fg', mg'
Bodengruppe:	UL	UL	SU
k (m/s) (Hazen):	$2.3 \cdot 10^{-6}$	$4.9 \cdot 10^{-7}$	$6.4 \cdot 10^{-5}$
U/Cc	4.2/1.6	6.9/3.3	6.2/1.3
Signatur:			
Kornkennzahl	1900	1900	0181

Bemerkungen:

Projekt-Nr.: 06-4521
Anhang: 3

Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen und chemischen Laboruntersuchungen

ANHANG

Anhang 3.2

Glühverluste

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

KG B-Plan 106 Gewerbegebiet Ankum

Bestimmung des Glühverlustes
nach DIN 18128

Projekt-Nr.: 06-4521
Datum: 10.07.2019
Ausgeführt: Reinke

Anhang: 3.2

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am:

Bezeichnung der Probe	**RKS 1/1 0,0-0,9m**		**RKS 2/1 0,0-0,9m**	
Behälter Nr.	17	20	13	2
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	45,901	39,215	44,12	39,094
Geglühte Probe + Behälter $m_{Gl} + m_B$ [g]	45,445	38,774	43,656	38,581
Behälter m_B [g]	26,586	19,816	25,395	20,318
Massenverlust $\Delta m_{Gl} = m_d - m_{Gl}$ [g]	0,456	0,441	0,464	0,513
Trockene Probe m_d [g]	19,315	19,399	18,725	18,776
Glühverlust $v_{Gl} = \Delta m_{Gl} / m_d * 100$ [%]	2,36	2,27	2,48	2,73
	2,32		**2,61**	

Bemerkungen:

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

KG B-Plan 106 Gewerbegebiet Ankum

Bestimmung des Glühverlustes
nach DIN 18128

Anhang: 3.2

Projekt-Nr.: 06-4521
Datum: 10.07.2019
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am:

Bezeichnung der Probe	**RKS 4/1 0,0-0,3m**		**RKS 5/1 0,0-1,1m**	
Behälter Nr.	15	22	12	0
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	44,598	42,08	44,623	37,865
Geglühte Probe + Behälter $m_{Gl} + m_B$ [g]	43,832	41,319	44,004	37,292
Behälter m_B [g]	26,282	24,21	26,006	19,595
Massenverlust $\Delta m_{Gl} = m_d - m_{Gl}$ [g]	0,766	0,761	0,619	0,573
Trockene Probe m_d [g]	18,316	17,87	18,617	18,27
Glühverlust $v_{Gl} = \Delta m_{Gl} / m_d * 100$ [%]	4,18	4,26	3,32	3,14
	4,22		**3,23**	

Bemerkungen:

Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen und chemischen Laboruntersuchungen

ANHANG

Anhang 3.3

Durchsickerungsversuch

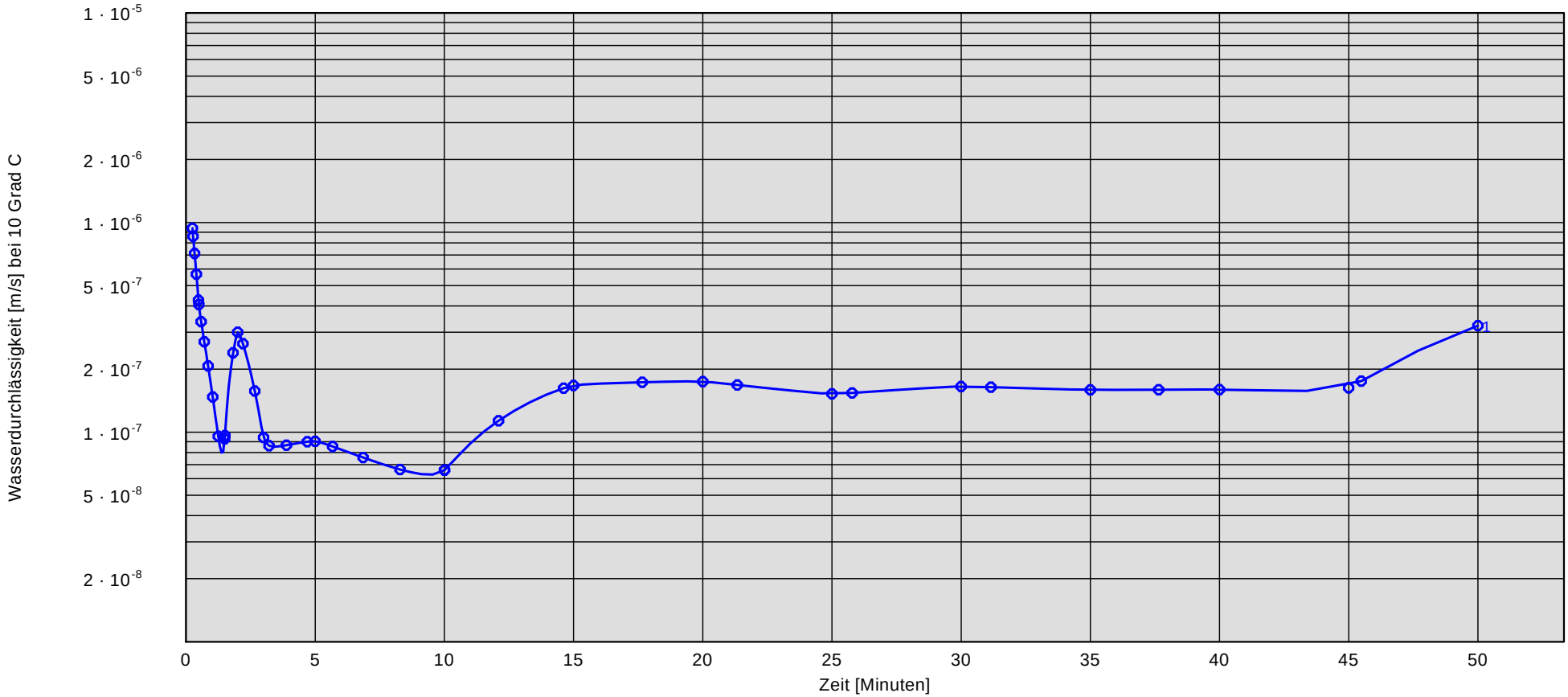
RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Bearbeiter: Reinke Datum: 16.07.2019

Durchlässigkeitsversuch

KG B-Plan 106 Gewerbegebiet Ankum

Probe entnommen am: 25.06.2019
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Standrohrversuch



Versuch-Nr.:	Mischprobe Schluff
Entnahmestelle:	RKS 6 bis 13
Tiefe:	zwischen 0,8 und 3,6 m u. GOK
Bodenart:	SU*/UL
Länge / Fläche:	12.00 / 78.54
Hydraul. Gefälle:	12.03
k (10°) [m/s]:	$1.6 \cdot 10^{-7}$
Länge / Fläche:	12.00 / 78.54

Bemerkungen
Mischprobe erstellt aus
RKS 6/2, 7/2, 8/2, 9/2, 10/2, 11/2, 12/3 und 13/3
Teufenbereich 0,8-3,6 m u. GOK

Projekt-Nr.: 06-4521
Anhang: 3.3

Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen und chemischen Laboruntersuchungen

ANHANG

Anhang 3.4

Wassergehalte

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

KG B-Plan 106 Gewerbegebiet Ankum

Bestimmung des **Wassergehaltes**
durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

Anhang: 3.4

Projekt-Nr.: 06-4521
Datum: 10.07.2019
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 25.06.2019

Bezeichnung der Probe	**RKS 1/1 0,0-0,9m**		**RKS 1/2 0,9-1,7m**	
Behälter Nr.	17	20	33	56
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	47,682	40,957	20,425	20,630
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	45,901	39,215	18,043	18,203
Behälter m_B [g]	26,586	19,816	1,192	1,190
Wasser $(m + m_B)-(m_d + m_B) = m_W$ [g]	1,781	1,742	2,382	2,427
Trockene Probe m_d [g]	19,315	19,399	16,851	17,013
Wassergehalt $w = m_W/m_d * 100$ %	9,221	8,980	14,136	14,266
	9,100		**14,201**	

Bemerkungen:

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

KG B-Plan 106 Gewerbegebiet Ankum

Bestimmung des **Wassergehaltes**
durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

Anhang: 3.4

Projekt-Nr.: 06-4521
Datum: 10.07.2019
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 25.06.2019

Bezeichnung der Probe	**RKS 2/1 0,0-0,9m**		**RKS 4/1 0,0-0,3m**	
Behälter Nr.	13	2	15	22
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	46,136	41,154	47,073	44,555
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	44,120	39,094	44,598	42,098
Behälter m_B [g]	25,395	20,318	26,282	24,210
Wasser $(m + m_B)-(m_d + m_{B)} = m_W$ [g]	2,016	2,060	2,475	2,457
Trockene Probe m_d [g]	18,725	18,776	18,316	17,888
Wassergehalt $w = m_W/m_d * 100$ %	10,766	10,971	13,513	13,735
	10,869		**13,624**	

Bemerkungen:

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

KG B-Plan 106 Gewerbegebiet Ankum

Bestimmung des **Wassergehaltes**
durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

Anhang: 3.4

Projekt-Nr.: 06-4521
Datum: 10.07.2019
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 25.06.2019

Bezeichnung der Probe	**RKS 5/1 0,0-1,1m**		**RKS 7/2 1,0-3,0m**	
Behälter Nr.	12	0	32	74
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	46,635	39,854	21,302	21,490
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	44,623	37,865	18,358	18,744
Behälter m_B [g]	26,006	19,595	1,193	1,192
Wasser $(m + m_B)-(m_d + m_B) = m_W$ [g]	2,012	1,989	2,944	2,746
Trockene Probe m_d [g]	18,617	18,270	17,165	17,552
Wassergehalt $w = m_W/m_d * 100$ %	10,807	10,887	17,151	15,645
	10,847		**16,398**	

Bemerkungen:

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

KG B-Plan 106 Gewerbegebiet Ankum

Bestimmung des **Wassergehaltes**
durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

Anhang: 3.4

Projekt-Nr.: 06-4521
Datum: 10.07.2019
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 25.06.2019

Bezeichnung der Probe	**RKS 9/2 0,9-2,2m**			
Behälter Nr.	203	601		
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	20,872	21,046		
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	18,362	18,764		
Behälter m_B [g]	1,203	1,192		
Wasser $(m + m_B)-(m_d + m_B) = m_W$ [g]	2,510	2,282		
Trockene Probe m_d [g]	17,159	17,572		
Wassergehalt $w = m_W/m_d * 100$ %	14,628	12,987		
	13,807			

Bemerkungen:

Anhang 4

Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen

ANHANG

Anhang 4.1

Zusammenstellung der Ergebnisse der Boden-Mischproben

Einordnung der Analysenergebnisse der Proben gemäß LAGA Boden, Deponieverordnung und Bundesbodenschutzverordnung

Labornummer		46543	46544	46545		LAGA-Kriterien (mg/kg) -Boden-					DepV (mg/kg)					BBodSchV (mg/kg)	
Probenbezeichnung		BMP 1	BMP 2	BMP 3		Zuordnungsklasse					Deponieklasse					Vorsorgewerte	
Feststoffe	**Dimension**	PN 24./25.06.2019	PN 24./25.06.2020	PN 24./25.06.2021		Z 0 (Sand)	Z 0*	Z 1	Z 2		DK 0	DK I	DK II	DK III		Sand	Lehm / Schluff
Summe MKW (C10-C22)	mg/kg TR	<5	<5	<5		100	200	300	1000								
Summe MKW (C10-C40)	mg/kg TR	11	<5	<5			400	600	2000		≤500						
Summe BETX	mg/kg TR	n.b.	n.b.	n.b.		1	1	1	1		≤6						
Benzo-(a)pyren	mg/kg TR	0,007	<0,001	<0,001		0,3	0,6	0,9	3							0,3	0,3
Summe PAK	mg/kg TR	0,07	<0,001	<0,001		3	3	3 (9)[1]	30		≤30					3	3
Summe PCB	mg/kg TR	n.b.	n.b.	n.b.		0,05	0,1	0,15	0,5		≤1					0,05	0,05
Glühverlust	Masse-%	n.b.	n.b.	n.b.							≤3	≤3[2]	≤5[2]	≤10[2]			
TOC	Masse-%	1,6	<0,1	<0,1		0,5 (1)	0,5 (1)	1,5	5		≤1	≤1	≤3	≤6			
EOX	mg/kg TR	n.b.	n.b.	n.b.		1	1	3	10								
extrah. Lipophile Stoffe	Masse-%	n.b.	n.b.	n.b.							≤0,1	≤0,4	≤0,8	≤4			
Arsen	mg/kg TR	2,5	1,3	<1,0		10	15 (20)	45	150								
Blei	mg/kg TR	9,7	2,1	1,6		40	140	210	700							40	70
Cadmium	mg/kg TR	<0,1	<0,1	<0,1		0,4	1 (1,5)	3	10							0,4	1
Chrom	mg/kg TR	7,7	4,2	4,3		30	120	180	600							30	60
Kupfer	mg/kg TR	6,1	3,1	1,5		20	80	120	400							20	40
Nickel	mg/kg TR	2,4	3,2	2,5		15	100	150	500							15	50
Quecksilber	mg/kg TR	<0,1	<0,1	<0,1		0,1	1	1,5	5							0,1	0,5
Thallium	mg/kg TR	n.b.	n.b.	n.b.		0,4	0,7	2,1	7								
Zink	mg/kg TR	18	6,2	4,9		60	300	450	1500							60	150
Cyanide	mg/kg TR	n.b.	n.b.	n.b.		---	---	3	10								
Summe LHKW	mg/kg TR	n.b.	n.b.	n.b.		1	1	1	1								
Säureneutralisationskap.	mmol/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.													
AT_4	mg O_2/g TS	n.b.	n.b.	n.b.													
Brennwert	kJ/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.													
Asbest (qualitativ)	---	n.b.	n.b.	n.b.													
Asbest (quantitativ)	Masse-%	n.b.	n.b.	n.b.													
Eluat	**Dimension**					**LAGA-Kriterien (mg/l)**					**Deponieklassen nach DepV (mg/l)**						
						Z 0/Z0*	Z1.1	Z1.2	Z 2		DK 0	DK I	DK II	DK III			
pH-Wert	-	7,8	6,5	6,0		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12		5,5-13	5,5-13	5,5-13	4-13			
Leitfähigkeit	µS/cm	51	14	19		250	250	1500	2000								
Cyanid, gesamt	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.		0,005	0,005	0,01	0,02								
gelöste Feststoffe ges.	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.							≤ 400	≤ 3000	≤ 6000	≤ 10000			
DOC	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.							≤50	≤50	≤80	≤100			
Phenolindex	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.		0,02	0,02	0,04	0,1		≤0,1	≤0,2	≤50	≤100			
Chlorid	mg/L	1,1	0,42	1,3		30	30	50	100		≤ 80	≤ 1500	≤ 1500	≤ 2500			
Sulfat	mg/L	11	4,1	3,9		20	20	50	200		≤ 100	≤ 2000	≤ 2000	≤ 5000			
Antimon	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.							≤0,006	≤0,03	≤0,07	≤0,5			
Arsen	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002		0,014	0,014	0,02	0,06		≤0,05	≤0,2	≤0,2	≤2,5			
Barium	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.							≤2	≤5	≤10	≤30			
Blei	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002		0,04	0,04	0,08	0,2		≤0,05	≤0,2	≤1	≤5			
Cadmium	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002		0,0015	0,0015	0,003	0,006		≤0,004	≤0,05	≤0,1	≤0,5			
Chrom, gesamt	mg/L	<0,0003	<0,0003	<0,0003		0,0125	0,0125	0,025	0,06		≤0,05	≤0,3	≤1	≤7			
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.							≤0,01	≤0,1	≤0,5	≤1			
Fluorid	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.							≤1	≤5	≤15	≤50			
Kupfer	mg/L	0,0021	<0,002	<0,002		0,02	0,02	0,06	0,1		≤0,2	≤1	≤5	≤10			
Molybdän	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.							≤0,05	≤0,3	≤1	≤3			
Nickel	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001		0,015	0,015	0,02	0,07		≤0,04	≤0,2	≤1	≤4			
Quecksilber	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001		< 0,0005	< 0,0005	0,001	0,002		≤0,001	≤0,005	≤0,02	≤0,2			
Selen	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.							≤ 0,01	≤ 0,03	≤ 0,05	≤ 0,7			
Zink	mg/L	0,0024	<0,002	<0,002		0,150	0,150	0,200	0,600		≤0,4	≤2	≤5	≤20			

Einstufung nach LAGA TR Boden	**ohne TOC**	**Z0**	**Z0**	**Z0**
	mit TOC	**Z2**	**Z0**	**Z0**

[1] Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeolo-gisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

[2] Gilt nicht für Asphalt auf Bitumen- oder auf Teerbasis.

Anhang 4

Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen

ANHANG

Anhang 4.2

Prüfbericht des Labors

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 12 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47

49661 CLOPPENBURG

10. Juli 2019

PRÜFBERICHT 04071914

Auftragsnr. Auftraggeber:	06-4521
Projektbezeichnung:	BG B-Plan 106 Gewerbegebiet Ahausen
Probenahme:	durch Auftraggeber am 25.06.2019
Probentransport:	durch Laboratorien Dr. Döring GmbH am 02.07.2019
Probeneingang:	03.07.2019
Prüfzeitraum:	04.07.2019 - 10.07.2019
Probennummer:	46543 – 46545 / 19
Probenmaterial:	Boden
Verpackung:	Braunglas (0,5 L)
Bemerkungen:	-
Sonstiges:	Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.
Analysenbefunde:	Seite 3 - 4
Messverfahren:	Seite 2
Qualitätskontrolle:	

M. Sc. Malte Haak
(Projektleiter)

Dr. Jens Krause
(stellv. Laborleiter)

haferwende 12
28357 bremen
fon 04 21 · 2 07 22 75
fax 04 21 · 27 55 22

im schedetal 11
34346 hann. münden
fon 05 54 1 · 9 83 40
fax 05 54 1 · 98 34 55

freboldstraße 16
30455 hannover
fon 05 11 · 26 13 99 64
fax 05 11 · 2 62 67 90

bankhaus neelmeyer ag
swift neelde22
de95290200000000024000
ust-idnr de 170 350 601

gmbh, hrb 15929
gf dr. joachim döring
st-nr 60/120/08234
www.dr-doering.com

Probenvorbereitung:		DIN 19747: 2009-07
Messverfahren:	Trockenmasse	DIN EN 14346: 2007-03
	TOC (F)	DIN EN 13137: 2001-12
	Kohlenwasserstoffe (GC;F)	DIN EN 14039: 2005-01
	EOX (F)	DIN 38414-17 (S17): 2014-04
	Aufschluss	DIN EN 13657: 2003-01
	Arsen (F)	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Blei (F)	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Cadmium (F)	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Chrom (F)	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Kupfer (F)	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Nickel (F)	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Quecksilber (F,E)	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08
	Zink (F)	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	PAK (F)	DIN ISO 18287: 2006-05
	Eluat	DIN EN 12457-4: 2003-01
	pH-Wert (E)	DIN 38404-5 (C5): 2012-04
	el. Leitfähigkeit (E)	DIN EN 27888 (C8): 1993-11
	Chlorid (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Sulfat (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Arsen (E)	DIN EN ISO -17294-2 (E29): 2009-02
	Blei (E)	DIN EN ISO -17294-2 (E29): 2009-02
	Cadmium (E)	DIN EN ISO -17294-2 (E29): 2009-02
	Chrom (E)	DIN EN ISO -17294-2 (E29): 2009-02
	Kupfer (E)	DIN EN ISO -17294-2 (E29): 2009-02
	Nickel (E)	DIN EN ISO -17294-2 (E29): 2009-02
	Zink (E)	DIN EN ISO -17294-2 (E29): 2009-02

haferwende 12
28357 bremen
fon 04 21 · 2 07 22 75
fax 04 21 · 27 55 22

im schedetal 11
34346 hann. münden
fon 05 54 1 · 9 83 40
fax 05 54 1 · 98 34 55

freboldstraße 16
30455 hannover
fon 05 11 · 26 13 99 64
fax 05 11 · 2 62 67 90

bankhaus neelmeyer ag
swift neelde22
de95290200000000024000
ust-idnr de 170 350 601

gmbh, hrb 15929
gf dr. joachim döring
st-nr 60/120/08234
www.dr-doering.com

Labornummer	46543	46544	46545
Probenbezeichnung	**BMP 1**	**BMP 2**	**BMP 3**
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Trockenmasse [%]	89,4	90,2	92,9
TOC [%]	1,6	< 0,1	< 0,1
Kohlenwasserstoffe, n-C_{10-22}	< 5	< 5	< 5
Kohlenwasserstoffe, n-C_{10-40}	11	< 5	< 5
EOX	0,6	0,3	0,3
Arsen	2,5	1,3	< 1,0
Blei	9,7	2,1	1,6
Cadmium	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Chrom	7,7	4,2	4,3
Kupfer	6,1	3,1	1,5
Nickel	2,4	3,2	2,5
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	18	6,2	4,9
Naphthalin	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Acenaphthylen	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Acenaphthen	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fluoren	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Phenanthren	0,003	< 0,001	< 0,001
Anthracen	0,001	< 0,001	< 0,001
Fluoranthen	0,010	< 0,001	< 0,001
Pyren	0,008	< 0,001	< 0,001
Benzo(a)anthracen	0,006	< 0,001	< 0,001
Chrysen	0,006	< 0,001	< 0,001
Benzo(b)fluoranthen	0,013	< 0,001	< 0,001
Benzo(k)fluoranthen	0,004	< 0,001	< 0,001
Benzo(a)pyren	0,007	< 0,001	< 0,001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,006	< 0,001	< 0,001
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Benzo(g,h,i)perylen	0,006	< 0,001	< 0,001
Summe PAK (EPA)	**0,070**	**n.n.**	**n.n.**

haferwende 12
28357 bremen
fon 04 21 · 2 07 22 75
fax 04 21 · 27 55 22

im schedetal 11
34346 hann. münden
fon 05 54 1 · 9 83 40
fax 05 54 1 · 98 34 55

freboldstraße 16
30455 hannover
fon 05 11 · 26 13 99 64
fax 05 11 · 2 62 67 90

bankhaus neelmeyer ag
swift neelde22
de95290200000000024000
ust-idnr de 170 350 601

gmbh, hrb 15929
gf dr. joachim döring
st-nr 60/120/08234
www.dr-doering.com

Labornummer	46543	46544	46545
Probenbezeichnung	**BMP 1**	**BMP 2**	**BMP 3**
Dimension	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]
pH-Wert bei 20 °C	7,8	6,5	6,0
el. Leitfähigkeit [µS/cm] bei 25 °C	51	14	19
Chlorid	1.100	420	1.300
Sulfat	11.000	4.100	3.900
Arsen	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Blei	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Kupfer	2,1	< 2,0	< 2,0
Nickel	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	2,4	< 2,0	< 2,0

haferwende 12
28357 bremen
fon 04 21 · 2 07 22 75
fax 04 21 · 27 55 22

im schedetal 11
34346 hann. münden
fon 05 54 1 · 9 83 40
fax 05 54 1 · 98 34 55

freboldstraße 16
30455 hannover
fon 05 11 · 26 13 99 64
fax 05 11 · 2 62 67 90

bankhaus neelmeyer ag
swift neelde22
de95290200000000024000
ust-idnr de 170 350 601

gmbh, hrb 15929
gf dr. joachim döring
st-nr 60/120/08234
www.dr-doering.com