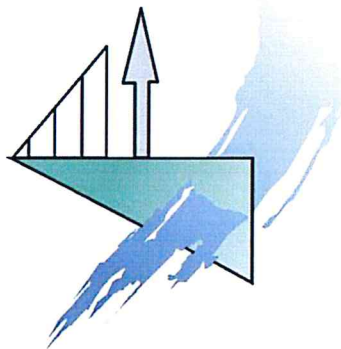


RPGeolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg

Dokumentation/Bericht

zur
orientierenden Baugrunduntersuchung (Kleingutachten)
für die Erweiterungen des Gewerbegebietes und des MKW-Betriebes
in Großefehn



Auftraggeber:
Gemeinde Großefehn
Kanalstraße Süd 54
26629 Großefehn

Projektnummer: 06-4509

Datum: 19.12.2019

RPGeolabor 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	I
ANHANG.....	II
1 UNTERSUCHUNGSANLASS UND AUFGABENSTELLUNG	1
2 LAGE DES STANDORTES UND BESCHREIBUNG DES BAUVORHABENS	2
3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN.....	4
3.1 Chemische Bodenuntersuchungen.....	6
4 BESCHREIBUNG DER ALLGEMEINEN BAUGRUNDVERHÄLTNISSE IM UNTERSUCHUNGSGEBIET	7
4.1 Ergebnisse der Bohraufschlüsse.....	7
4.2 Bodenmechanische Beschreibung der Hauptbodenarten	10
4.3 Hydrogeologische Angaben	12
5 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES, EMPFEHLUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG.....	15
6 HINWEISE FÜR DEN NEUBAU DER KANALISATION	17
6.1 Lage der Rohrsohlen.....	17
6.2 Beurteilung des Baugrundes für die Rohrleitungsarbeiten.....	17
6.3 Baustoffe für die Leitungszone	18
6.4 Ausführung der Bettung und Verfüllung	18
6.5 Hinweise zur Grabensicherung.....	21
7 HINWEISE ZU ERSTELLUNG VON VERKEHRSFLÄCHEN	22
7.1 Allgemeine Hinweise	22
7.2 Baugrundbeurteilung und Hinweise für den Ausbau der Verkehrsflächen	22
8 WEITERE BAUTECHNISCHE HINWEISE	26
8.1 Hinweise zur Trockenhaltung der Baugruben.....	26
8.2 Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser	27
8.3 Verwendung von Aushubböden	28
8.4 Ergänzende erdbauliche Hinweise	28
9 ABFALL- UND VERWERTUNGSTECHNISCHE HINWEISE FÜR ANFALLENDE BÖDEN	30
9.1 Beurteilungsgrundlagen für Bodenuntersuchungen.....	30
9.2 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse der untersuchten Bodenmischproben und Folgen für die Verwertung	33
10 VERZEICHNIS DER VERWENDETEN UNTERLAGEN	34

ANHANG

- 1 Lageplan der Bohransatzpunkte (1: 5.000)
- 2 Ergebnisse der Feldarbeiten
 - 2.1 Bohrprofile der durchgeführten Rammkernsondierungen gemäß DIN 4023
 - 2.2 Rammdiagramme der durchgeführten schweren Rammsondierungen gemäß DIN EN 22476-2
 - 2.3 Graphische Darstellung des Ausbaus der Messstelle RP 1 und Probenahmeprotokoll
- 3 Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen
- 4 Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen
 - 4.1 Analysenbericht des Untersuchungslabors
 - 4.2 Zusammenstellung der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen
 - 4.3 Auswertungsprotokoll der Grundwasseruntersuchung
- 5 Glossar sowie Regelwerke und Normen (Auswahl)

1 UNTERSUCHUNGSANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

Die Gemeinde Großefehn, Kanalstraße Süd 54 in 26629 Großefehn beauftragte die RP Geolabor und Umweltservice GmbH, Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg mit der Durchführung einer orientierenden Baugrunduntersuchung (Kleingutachten) für die geplante Erweiterungsfläche der Gewerbegebietes Mitte und die angrenzende Erweiterungsfläche des MKW-Betriebes in 26629 Großefehn. Grundlage für die Auftragsabwicklung ist der Leistungs- und Honorarvorschlag Nr. 253251 vom 09.04.2019.

Anlass für die durchgeführten Untersuchungen sind die Planungen der Gemeinde Großefehn, in naher Zukunft die Erweiterungsflächen zu erschließen und zu bebauen. Mit dem hier vorgelegten Kleingutachten sollen zunächst unabhängig von einem konkreten Bauvorhaben, die relevanten geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten im Bereich der beiden Erweiterungsflächen dargestellt und bewertet werden.

Die Untersuchungen stellen eine Momentaufnahme dar und repräsentieren den Zustand zum Zeitpunkt der Feldarbeiten. Die Untersuchungen, Beurteilungen und Auswertungen beinhalten die Bewertung des anstehenden Baugrundes hinsichtlich seiner allgemeinen Tragfähigkeitseigenschaften und örtlichen Grundwasserverhältnisse. Zudem werden orientierende Empfehlungen zur Ausführung möglicher Gründungen gegeben. Die nachfolgenden Darstellungen umfassen überschlägige Grundbruch- und Setzungsberechnungen zur Bestimmung von Bemessungswerten des Sohlwiderstandes für Linien-, Einzel und Flächenlasten. Darüber hinaus werden geotechnische Hinweise für die Herstellung der Straßen und der Verlegung der Ver- und Entsorgungsleitungen sowie zur Versickerung nicht schädlich verunreinigten Niederschlagswassers und der Verwertbarkeit von Aushubböden gegeben.

Eine Übertragung der Untersuchungen auf andere Standorte ist nicht möglich. Das ausgeführte grobe Aufschlussraster dient dabei der Orientierung für die Einschätzung der generellen Bebaubarkeit. Für die individuelle Beurteilung der einzelnen Bauflächen sind gezielte, auf die jeweilige Gründungsplanung abgestimmte Baugrunduntersuchungen erforderlich.

2 LAGE DES STANDORTES UND BESCHREIBUNG DES BAUVORHABENS

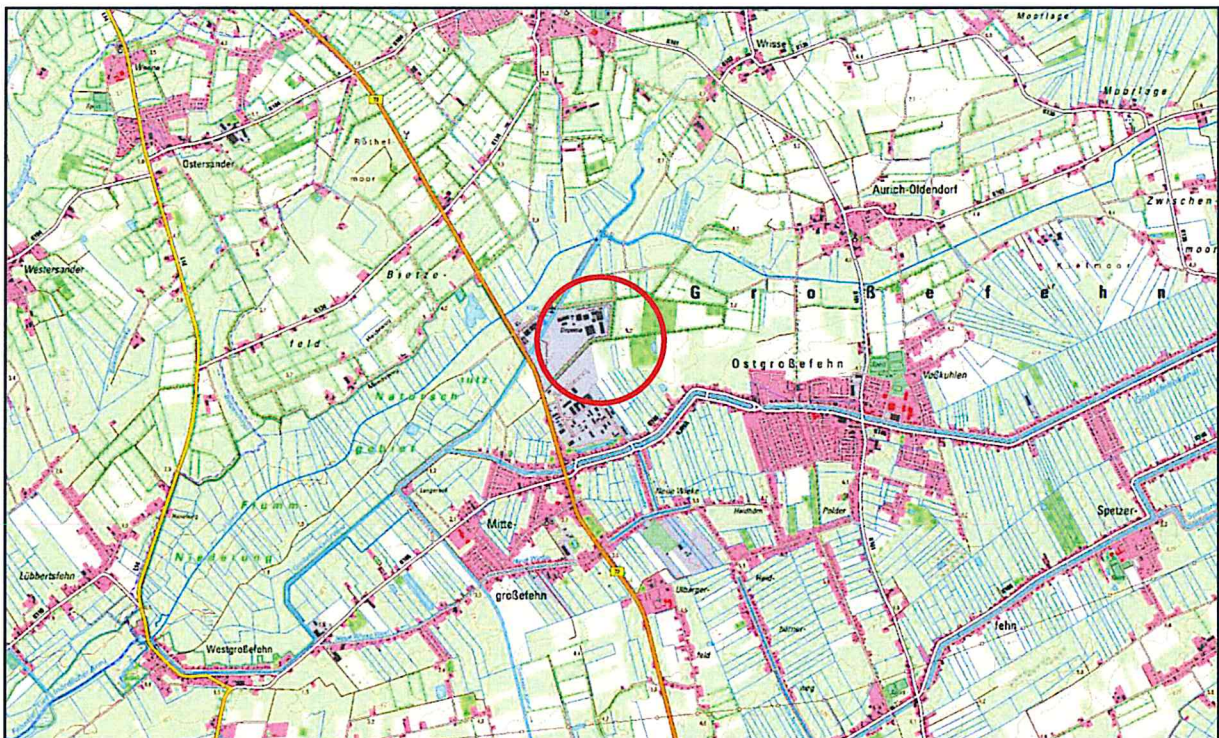
Der untersuchte Standort befindet sich in der Ortschaft Ostgroßefehn der Gemeinde Großefehn. Die ca. 6,8 ha große MKW-Erweiterungsfläche liegt südlich der Straße „Holtmeedeweg“ und wird im Westen und Süden durch die Straßenzüge „Grote Weg“ und „Hooge Brinken“ begrenzt.

Die ca. 9,6 ha große Gewerbegebiet-Erweiterungsfläche schließt sich südlich der Straße „Hooge Brinken“ an und reicht im Süden bis zum aktuellen Gewerbegebiet. Die Lage der untersuchten Planungsfläche kann der nachfolgenden Abbildung 1 entnommen werden. Die Positionen der Baugrundaufschlüsse sind im Lageplan in Anhang 1 verzeichnet.

Beide Flächen werden aktuell landwirtschaftlich als Grün- bzw. Ackerland genutzt. Im nordöstlichen Teil der Gewerbegebiet-Erweiterungsfläche befinden sich zudem drei Klärschlammteiche.

An den Bohransatzpunkten wurde eine Geländehöhe zwischen 3,51 m NHN (RKS 15) und 4,64 m NHN (RKS 5) ermittelt.

Abbildung 1 Übersichtskarte zur Lage der Untersuchungsfläche (Maßstab ca. 1: 25.000)



Gemäß den Angaben des Auftraggebers sollen auf beiden Erweiterungsflächen gewerbliche Bauflächen geschaffen werden.

Zur Gründungstiefe, Art der geplanten Gründung und Bauwerkslasten lagen den Unterzeichnern zum Zeitpunkt der Berichterstellung keine Angaben vor.

Die Unterzeichner gehen davon aus, dass die aus den Bauwerken resultierenden Lasten über Streifen- und Einzelfundamente sowie elastisch gebettete Sohlplatte in den Untergrund abgetragen werden. Für die Einbindetiefen der Gründungselemente werden folgende Tiefen angenommen:

Bodenplatte	~0,4 m unter Baunull
Streifenfundamente	~1,0 m unter Baunull
Einzelfundamente	~1,5 m unter Baunull

Als Baunull wird im nördlichen Teil (RKS 1 bis RKS 9) die mittlere Geländehöhe von ca. 4,3 m NHN und im südlichen Abschnitt (RKS 10 bis RKS 15) von 3,7 m NHN angenommen.

Angaben zu den Verlegungstiefen der geplanten Kanalisation und zur Höhe der Verkehrsflächenwege lagen den Unterzeichnern nicht vor.

Für die geotechnischen Sicherheitsbetrachtungen (Grundbruch und Setzungen) im Rahmen der orientierenden Berechnung von Bemessungswerten für Sohlwiderstände gilt der Grenzzustand GEO 2 und SLS für die Bemessungssituation BS-P (nähere Erläuterungen zu den Begrifflichkeiten siehe Glossar in Anhang 5).

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Gemäß den Abstimmungen mit dem Auftraggeber wurden auf den Planungsflächen fünfzehn Aufschlussbohrungen (Rammkernsondierbohrungen, DN 32 - 50 mm) mit Tiefen von 5,00 m und 7,00 m und acht schwere Rammsondierungen bis jeweils 5,00 m abgeteuft. Die Rammsondierungen dienten dabei zur Abschätzung der Lagerungsdichten der oberflächennah anstehenden Sande sowie zur Verifizierung der Konsistenzen bindiger Schichtglieder.

Zudem wurde die Rammkernsondierbohrung RKS 14 zu einer einfachen temporären Grundwassermessstelle (RP 1) mittels Einbringens von Rammfiltern (DN 50) im Bereich der oberflächennahen, wasserführenden Sandschichten ausgebaut. Die Ausbauezeichnung der temporären Grundwassermessstelle gemäß DIN 4023 ist im Anhang 2 angelegt. Aus der Messstelle wurde eine Grundwasserprobe WP 1 zur chemisch-analytischen Untersuchung auf betonangreifende Stoffe gemäß DIN 4030 und Stahlkorrosion gemäß DIN 50929 entnommen.

Die Positionen der Aufschlusspunkte sind dem Lageplan (Anhang 1) zu entnehmen. Die lagemäßige und höhenmäßige Bestimmung der Bohransatzpunkte erfolgte mittels Trimble-GeoXH-GNSS-System.

Die Entnahme von Bodenproben erfolgte an dem zu untersuchenden Standort mittels Rammkernsondierbohrgeräten mit einem Durchmesser von 32 – 60 mm.

Die Ergebnisse der Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Bodenproben (Lockergesteine) wurden im Feld in ein gemäß DIN EN ISO 22475-1 genormtes Schichtenverzeichnis eingetragen. Für die einzelnen Angaben gelten die Grundsätze der DIN EN ISO 22475-1 (vgl. hierzu Tab. 1).

Tabelle 1 DIN-Normen für Baugrunderkundung

Nr.	Ausgabe	Titel
DIN EN ISO 22475-1	2007	Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22475-1:2006
DIN EN 1997-2	2007	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Deutsche Fassung EN 1997-2:2007
DIN 4023	2006	Baugrund- und Wasserbohrungen; zeichnerische Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Bohrungsaufnahme und der schweren Rammsondierungen sind graphisch gemäß DIN 4023 bzw. DIN EN 22476-2 in Anhang 2 dokumentiert. Das entnommene Probengut wurde zur Rückstellung in luftdichten Kunststoffbehältern aus PE sichergestellt.

Die Ermittlung der Grundwasserstände erfolgte jeweils mittels der Bohrgutansprache und der Lichtlotmessung im Bohrloch.

Zur Bestimmung und Abschätzung der maßgeblichen bodenmechanischen Kennwerte, die in Kapitel 4.2 für die Hauptbodenarten zusammengestellt sind, wurden im Labor der RP Geolabor und Umweltservice GmbH, an kennzeichnenden Bodenproben bodenmechanische Untersuchungen und Bestimmungen durchgeführt (vgl. dazu Tabelle 2). Die Ergebnisprotokolle der Laboruntersuchungen sind im Anhang 3 beigefügt.

Tabelle 2 Ausgeführte bodenmechanische Laboruntersuchungen

Proben-Bezeichnung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Kornverteilung	Wassergehalte
RKS 1/3	1,0 - 2,2	X	
RKS 1/4	2,2 - 3,0		X
RKS 5/5	2,0 - 3,0		X
RKS 5/6	3,0 - 5,0		X
RKS 6/2	0,3 - 1,3	X	
RKS 6/3	1,3 - 3,0		X
RKS 7/3	1,0 - 2,0	X	X
RKS 8/6	2,3 - 3,0	X	
RKS 8/7	3,0 - 5,0		X
RKS 9/3	1,0 - 2,2	X	
RKS 11/5	2,1 - 3,0		X
RKS 12/3	1,0 - 2,6	X	
RKS 13/3	1,0 - 2,0	X	
RKS 15/3	1,1 - 1,9	X	X

3.1 Chemische Bodenuntersuchungen

Im Rahmen der ausgeführten Erkundungsarbeiten wurden keine sensorischen Auffälligkeiten festgestellt, die auf etwaige Boden- bzw. Grundwasserkontaminationen hinweisen. Zur Beurteilung der Schadstoffbelastung des bei der Baumaßnahme anfallenden Bodens wurden im Hinblick auf mögliche Verwertungs- /und Entsorgungswege sechs Bodenmischproben zusammengestellt und der Laboratorien Dr. Döring GmbH zur Untersuchung auf den Parameterumfang nach TR LAGA Boden (Originalsubstanz und Eluat) übergeben. Die nachfolgende Tabelle 3 gibt eine Übersicht über den Untersuchungsumfang sowie über die Einzelproben mit entsprechenden Entnahmetiefen, aus denen aliquote Mengen zu den Mischproben vermengt wurden.

Tabelle 3 Übersicht der Mischproben und Untersuchungsumfänge

Einzelproben	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Probenbezeichnung	Analytik
RKS 6/1	0,0 – 0,3	MP 1 (humoser Mutterboden und Auffüllungen)	TR-LAGA Boden (Originalsubstanz und Eluat)
RKS 7/1	0,0 – 0,3		
RKS 8/1; 8/2	0,0 – 0,8		
RKS 9/1	0,0 – 0,4		
RKS 10/1	0,0 – 0,2		
RKS 6/2	0,3 – 1,3	MP 2 (Flugsand, Abschwemmmasse, Niederungsschluff)	
RKS 7/2; 7/3	0,3 – 2,0		
RKS 8/3; 8/4	0,9 – 2,0		
RKS 9/2; 9/3	0,4 – 2,2		
RKS 10/2; 10/3; 10/4	0,2 – 2,3		
RKS 11/1	0,0 – 0,3	MP 3 (humoser Mutterboden)	
RKS 12/1	0,0 – 0,3		
RKS 13/1	0,0 – 0,3		
RKS 14/1	0,0 – 0,4		
RKS 15/1	0,0 – 0,2		
RKS 11/2; 11/3; 11/4	0,3 – 2,1	MP 4 (Flugsand, Niederungsschluff, Flusssand)	
RKS 12/2; 12/3	0,3 – 2,6		
RKS 13/2; 13/3	0,3 – 2,0		
RKS 14/2; 14/3	0,4 – 1,8		
RKS 15/2; 15/3	0,2 – 1,9		
RKS 1/1	0,0 – 0,4	MP 5 (humoser Mutterboden und Auffüllung)	
RKS 2/1	0,0 – 1,2		
RKS 3/1	0,0 – 0,5		
RKS 4/1	0,0 – 0,4		
RKS 5/1	0,0 – 0,3		
RKS 1/2; 1/3	0,4 – 2,2	MP 6 (Flugsand und Auffüllung)	
RKS 2/2	1,2 – 2,1		
RKS 3/2	0,5 – 2,4		
RKS 4/2; 4/3; 4/4	0,4 – 2,5		
RKS 5/2; 5/3; 5/4	0,3 – 2,0		

4 BESCHREIBUNG DER ALLGEMEINEN BAUGRUNDVERHÄLTNISSE IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Nach der vorliegenden geologischen Grundkarte 1: 25.000 Blatt 2511 Ostgroßefehn wird die oberflächennahe Geologie im Bereich des Planungsstandortes durch weichselzeitliche bis holozäne Flugsande über Flussablagerungen der Weichselkaltzeit geprägt.

4.1 Ergebnisse der Bohraufschlüsse

In Verbindung mit den aus der Kartengrundlage recherchierten Angaben zu den geologischen Verhältnissen wurden im Ergebnis der Bohr- und Aufschlussarbeiten die folgenden baugrundgeologischen Einheiten erfasst:

- a) künstliche Aufschüttungen,
- b) Mutterboden,
- c) Flugsande des Holzäns und der Weichsel-Kaltzeit,
- d) Abschwemmmassen der Weichsel-Kaltzeit,
- e) Flusssablagerungen der Weichsel-Kaltzeit (Niederungsschluff und Flusssand)
- f) Grundmoräne der Saale-Kaltzeit (Geschiebelehm und Glazialsand).

Nachfolgend werden die Ausdehnung und die Ausprägung der oben aufgeführten Einheiten beschrieben.

a) Künstliche Aufschüttungen (RKS 4 und RKS 8)

Anthropogene Schüttungen wurden lediglich in den Bohrungen RKS 4 und RKS 8 in einer Mächtigkeit von 0,7 bzw. 0,5 m angetroffen. Im Bereich der Aufschlussbohrung RKS 4 bestehen diese aus einer sandig-humosen Mutterbodenauflage und einer unterlagernden, sandigen Schluffschicht. In der RKS 8 setzt sich die 0,5 m dicke Aufschüttung aus einem humosen und kiesigen Sand, der mit Schotter und Bauschuttresten durchsetzt ist, zusammen. Die Unterkante der Auffüllungen wurde bei 3,86 bzw. bei 4,10 m NHN durchbohrt.

b) humose Mutterböden

Unter der Auffüllung in der RKS 8 sowie an der Geländeoberkante in den übrigen Aufschlüssen wurde ein Mutterbodenhorizont aus humosen und schwach schluffigen Sanden in einer Schichtstärke von 0,2 bis max. 1,2 m in der RKS 1 erfasst. Die sehr hohe Mutterbodenmächtigkeit in der RKS 1 ist aus Sicht der Unterzeichner auf anthropogenen Umlagerungen zurückzuführen. Durchschnittlich liegt die Mächtigkeit der Mutterbodenschicht bei 0,3 bis 0,4 m. Die Unterkante der humosen Deckschicht wurde je nach Geländemorphologie zwischen 2,97 und 14,34 m NHN durchbohrt.

c) Flugsande des Holozäns und Weichsel-Kaltzeit

Unter dem Mutterboden bzw. unter der Auffüllung (RKS 4) wurden auf der gesamten Planungsfläche rolligen Flugsande in einer variierenden Mächtigkeit zwischen 0,6 und 1,9 m angetroffen. Generell weist die Flugsanddecke im Norden (RKS 1 - RKS 5) eine größere Schichtstärke auf. Bei den Flugsanden handelt es sich gemäß den ausgeführten Siebanalysen um schwach schluffige und mittelsandige bis stark mittelsandige Feinsande der Bodengruppen SE und SU. Entsprechend den ausgeführten Rammsondierungen weisen die Flugsande eine vorwiegend mitteldichte und in einzelnen Bereichen eine lockere Lagerung auf. Die Flugsanddecke wurden in einer Tiefe zwischen 3,49 und 1,37 m NHN durchfahren.

d) Abschwemmmassen der Weichsel-Kaltzeit

Unterhalb der Flugsanddecke wurden an 6 Bohrpunkten im nördlichen Teil der Untersuchungsfläche weichselzeitlich durch Bodenfließen abgelagerte Abschwemmmassen angetroffen. Das natürlich umgelagerte bindige Material entstammt der unterlagernden Grundmoräne (Geschiebelehm) der Saale-Kaltzeit. Die Unterkante der Abschwemmmassen wurde zwischen 2,6 und 0,36 m NHN durchörtert. Bei den Abschwemmmassen handelt es sich gemäß den ausgeführten Kornverteilungsanalysen sowohl um schwach tonige Sand-Schluff-Gemische der Bodengruppe UL als auch um schluffige bis stark schluffige Sande der Bodengruppe SU*. Gemäß den Knetversuchen weisen die Abschwemmmassen eine geringe Plastizität und eine weiche-steife bzw. steife Konsistenz auf.

e) Flussablagerungen der Weichsel-Kaltzeit

An der Basis des Flugsandes wurden im Süden der Planungsfläche (RKS 10 bis RKS 15) Flussablagerungen der Weichsel-Kaltzeit bis in eine Tiefe zwischen 2,1 und max. 3,8 m u. GOK (zwischen 1,51 und max. -0,21 m NHN) erfasst. Die Flusssedimente bestehen aus einer Abfolge von bindigen Niederungsschluffen und unterlagernden rolligen Flusssanden. In der RKS 12 setzen sich die Flusssedimente abweichend ausschließlich aus Niederungsschluffen und in der RKS 13 durchgehend aus Flusssanden zusammen.

Bei den kohäsiven Niederungsschluffen handelt es sich gemäß den Laboruntersuchungen einerseits um schwach tonige und schwach feinsandige Schluffe der Bodengruppe UL und andererseits um stark schluffige Feinsande der Bodengruppe SU*. Die Beckenschluffhorizonte weisen eine Mächtigkeit zwischen 0,1 und 1,6 m auf. Die Flusssande sind als schwach schluffige und schwach grobsandige Fein- und Mittelsande der Bodengruppe SE und SU ausgeprägt. Gemäß den Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen weisen sie eine mitteldichte Lagerung auf. Die Lagenstärke der Flusssandschichten schwankt zwischen 0,5 und 2,6 m.

f) Grundmoräne der Saale-Kaltzeit

An der Basis der weichselzeitlichen Sedimente schließt sich auf der gesamten Untersuchungsfläche ab einer uneinheitlichen Tiefe zwischen 1,3 und 4,2 m u. GOK (zwischen 3,04 und -0,21 m NHN) eine Grundmoräne der Saale-Kaltzeit an. Die Grundmoräne liegt überwiegend als bindiger Geschiebelehm in Form eines tonigen und schwach feinkiesigen Sand-Schluff-Gemisches der Bodengruppe SU* bzw UL vor. Anhand von Knetversuchen und Wassergehaltsbestimmungen im Labor kann dem Geschiebelehm eine geringe Plastizität und abhängig vom Wassergehalt eine weichsteife bzw. eine steife Konsistenz zugeordnet werden.

In den Bohrungen RKS 2 und RKS 8 wurde zwischen 2,7 und 3,4 m u. GOK bzw. zwischen 2,3 und 3,0 m u. GOK jeweils eine rollige, mitteldicht gelagerte Glazialsandlage aus schluffigen Sanden innerhalb des Geschiebelehms erfasst.

Der Geschiebelehm wurde bis zur max. Bohrtiefe von 7,0 m u. GOK nicht durchfahren. Gemäß den Bohrdaten aus dem NIBIS-Kartenserver liegt die Geschiebelehmunterkante im Untersuchungsgebiet bei ca. 10 m u. GOK (bei ca. -6,0 m NHN). Darunter folgen dicht gelagerte Schmelzwassersande der Saale-Kaltzeit.

Nachfolgend werden die geologischen Verhältnisse im Bereich der Untersuchungsfläche in Form einer tabellarischen Übersicht generalisiert zusammengefasst und auf der Basis der ATV DIN 18300 (Erdarbeiten, Veröffentlichung 08/2015) in die nachfolgend aufgeführten Homogenbereiche unterteilt:

Tabelle 4 Geologische Verhältnisse

Homogenbereich	Allgemeine Benennung	Tiefe Schichtunterkante		Mächtigkeit [m]
		[m u. GOK]	[m NHN]	
A	humoser Auffüllungen und Mutterböden	0,2 - 1,2	4,34 - 2,97	0,2 - 1,2
B	Flugsande	1,0 - 2,5	3,49 - 1,37	0,6 - 1,9
C	Abschwemmmassen	2,0 - 4,2	2,60 - 0,36	0,4 - 1,7
C	Niederungsschluffe	1,4 - 2,6	2,21 - 0,99	0,1 - 1,6
D	Flusssande	2,1 - 3,8	1,51 - -0,21	0,5 - 2,6
D	Glazialsande innerhalb des Geschiebelehms (RKS 2 und RKS 8)	3,4 - 3,0	1,60 - 0,77	0,7
E	Geschiebelehm	ca. 10	ca. -6,0	ca. 6,0 - 9,0

4.2 Bodenmechanische Beschreibung der Hauptbodenarten

Die für erdstatische Berechnungen erforderlichen, charakteristischen Bodenkennwerte sind, unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse, in Anlehnung an die DIN 1055-2 und an die EAB (Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben") sowie auf der Basis von Erfahrungswerten mit geologisch und bodenmechanisch vergleichbaren Böden, wie in Tabelle 4 dargestellt, zum Ansatz zu bringen. Für die humos-sandigen Auffüllungen und Mutterböden (Homogenbereich A) wird von einem vollständigen Aushub im Bereich der Bauwerke ausgegangen, so dass hier ausschließlich Angaben zur Bodengruppe/-klasse, Frostempfindlichkeit und Lagerungsdichte berücksichtigt werden.

Tabelle 5 Abgeschätzte charakteristische bodenmechanische Kennwerte für die angetroffene gründungsrelevante Schichtenfolge

Homogenbereich	A	B	C
Kennwerte	humose Auffüllungen und Mutterböden,	Flugsande	Abschwemm-masse und Niederungs-schluff
Benennung nach DIN 4022	fS, ms, h-h*, u'	fS, ms-ms*, u'	U+S, t',
Bodengruppe nach DIN 18196	OH, [OH]	SE, SU	UL, SU*
erdfeuchte Wichte γ_k	---	17-18 kN/m ³	18-19 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb γ'_k	---	9-10 kN/m ³	9-10 kN/m ³
Reibungswinkel ϕ'_k	---	33-35°	25-30°
Kohäsion c'_k	---	0 kN/m ²	2-6 kN/m ²
statischer Steifemodul $E_{s,k}$	---	25-40 MN/m	8-15 MN/m ²
Lagerungsdichte/ Konsistenz	locker	locker, mitteldicht,	weich-steif, steif
Anteil an Steinen und Organischer Anteil	0 % 2,0-5,0 M-%	0 % <1 M-%	0 % <2 M-%
Frostempfindlichkeits-klasse nach ZTVE-StB	F3	F1	F3
Verdichtungsfähigkeit	gering	gut	gering
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	mäßig	gering	hoch
Durchlässigkeitsbeiwert k_r-Wert	---	5*10 ⁻⁵ -7*10 ⁻⁵ m/s	1*10 ⁻⁷ 1*10 ⁻⁶ m/s

Homogenbereich	D	E	
Kennwerte	Flusssande und Glazialsande	Geschiebelehm	
Benennung nach DIN 4022	fS+mS, u'-u, gs'	S+U, t, g'	
Bodengruppe nach DIN 18196	SE, SU, SU*	SU*-ST*	
erdfeuchte Wichte γ_k	18 kN/m ³	20-21 kN/m ³	
Wichte unter Auftrieb γ'_k	10 kN/m ³	10-11 kN/m ³	
Reibungswinkel ϕ'_k	32,5-35°	27-30°	
Kohäsion c'_k	0 kN/m ²	4-7 kN/m ²	
statischer Steifemodul $E_{s,k}$	30-50 MN/m ²	15-25 MN/m ²	
Lagerungsdichte/Konsist	mitteldicht	weich-steif, steif	
Anteil an Steinen und Organischer Anteil	0 % <1 M-%	<3 % <1 M-%	
Frostempfindlichkeits-klasse nach ZTVE-StB	F1-F3	F3	
Verdichtungsfähigkeit	hoch	gering	
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	gering	hoch	
Durchlässigkeitsbeiwert k_r-Wert	3*10 ⁻⁵ -7*10 ⁻⁵ m/s	ca. 1*10 ⁻⁸ -1*10 ⁻⁷ m/s	

4.3 Hydrogeologische Angaben

Zum Zeitpunkt der Bohrarbeiten wurde mit Ausnahme der Aufschlüsse RKS 6, RKS 7 und RKS 9 oberflächennahes Grundwasser (Stau- und Schichtenwasser) innerhalb der Flug-, Fluss- und Glazialsande in einer Mächtigkeit zwischen 0,2 und max. 1,9 m erfasst. Die Grundwasseroberfläche wurde in den Bohrlöchern zwischen 1,1 und 2,5 m unter Flur ermittelt. Ausgehend von der NHN-Höhe lag der Grundwasserspiegel in den Bohrlöchern zwischen 3,26 und 1,49 m NN. Das erfasste oberflächennahe Grundwasser bildet keinen durchgehenden und zusammenhängenden Grundwasserkörper. Es handelt sich um Stau- und Schichtwasseransammlungen innerhalb der oberflächennahen Sandschichten. In Abhängigkeit von niederschlagsreicheren Perioden ist davon auszugehen, dass sich aufgrund der stauenden Wirkung der bindigen Schichten (Abschwemmassen, Niederungsschluffe und Geschiebelehme) saisonal oberflächennahes Stauwasser in größeren Mächtigkeiten auf der gesamten Planungsfläche ausbilden kann. Es ist dabei zu beachten, dass sich abhängig von der Morphologie der bindigen Schichten auf der Planungsfläche unterschiedliche Stauwasserstände einstellen können. Für das Stauwasser kann auf der Basis nach DIN EN 1997-1 daher kein geometrisch exakter Bemessungswert angegeben werden. Nach intensiveren Regenereignissen ist mit einem Anstieg des Stauwassers zu rechnen. Unter Berücksichtigung jahreszeitlicher Grundwasserspiegelschwankungen sollte als Bemessungswasserstand des oberflächennahen Stauwasserhorizontes für die weiteren Planungen ein etwa 0,7 m höherer Wert als aktuell gemessen, angesetzt werden. Demzufolge kann sich temporäres Stauwasser in Abhängigkeit von örtlichen Verhältnissen bis in einer Höhe zwischen 0,4 und 1,8 m u. GOK m (zwischen 4,0 und 2,2 m NHN) ausbilden.

Ob die Gründungselemente der Bauwerke einen Stauwasserkontakt aufweisen werden, ist von der Gründungstiefe und dem Ergreifen von Dränmaßnahmen abhängig. Für etwaige Schutzmaßnahmen von Bauwerksteilen gegen Bodenfeuchtigkeit gelten die Grundsätze der DIN 18533-1/A1:2018-09. Sofern eine Stauwasseransammlung im Kontaktbereich zu den Fundamenten zugelassen wird, ist der entsprechende Auftrieb zu berücksichtigen.

Der regionale Hauptgrundwasserleiter im Untersuchungsgebiet wird durch Schmelzwassersande der Saale-Kaltzeit gebildet, die unter der Grundmoräne ab ca. 10 m u. GOK anstehen. Das Grundwasser tritt in den Schmelzwassersanden gespannt auf. Aufgrund der Tiefenlage und der Überdeckung mit dem bindigen Geschiebelehm ist das Hauptgrundwasser für die Baumaßnahme nicht relevant.

Wasserdurchlässigkeiten

Aus den Siebanalysen wurden folgende Durchlässigkeitsbeiwerte für die sandigen Schichtglieder ermittelt.

Tabelle 6 Durchlässigkeitsbeiwerte aus Kornverteilungen (Methode HAZEN)

Benennung	Tiefenbereich [m u. GOK]	Bodenart	k-Wert [m/s]
Flugsande			
RKS 1/3	1,0 - 2,2	fS, ms*	$6,6 \cdot 10^{-5}$
RKS 6/2	0,3 - 1,3	fS, ms, u'	$5,7 \cdot 10^{-5}$
Flusssande			
RKS 13/3	1,0 - 2,0	fS, ms*	$6,9 \cdot 10^{-5}$
Glazialsande			
RKS 8/6	2,3 - 3,0	fS, u, ms	$2,9 \cdot 10^{-5}$

Die erfassten bindigen Schichten (Niederungsschluff, Mudden und Torf) weisen erfahrungsgemäß k_f -Werte in der Größenordnung von $1 \cdot 10^{-8}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s auf.

Chemischer Angriffsgrad des Grundwassers

Aus dem errichteten Rammpegel RP 1 wurde eine Grundwasserprobe WP 1 zur analytischen Untersuchung auf betonangreifende Inhaltstoffe gemäß DIN 4030/ Teil 2 und Stahlkorrosion gemäß DIN 50929 (Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung – Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) entnommen. Die chemischen Untersuchungen wurden durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH in Bremen vorgenommen. Das Laborprotokoll ist im Anhang 4.1 und die Auswertungstabelle im Anhang 4.3 beigefügt.

Die Ergebnisse der Untersuchung weisen dem Grundwasser einen **stark betonangreifenden Charakter gemäß DIN 4030 zu**. Gemäß DIN EN 206-1 entsprechen die gemessenen Werte der Expositionsklasse **XA3** (stark angreifend).

Nach DIN 50929 (Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung – Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) ist die Korrosionswahrscheinlichkeit für niedrig legierte und unlegierte Stähle abhängig von der Lage des Werkstoffes bezüglich des korrodierenden Mediums.

Im **Unterwasserbereich** als auch an der **Wasser-Luft-Grenze** ist für die untersuchte Wasserprobe WP 1 eine **geringe Wahrscheinlichkeit** für Mulden- und Lochkorrosion und eine **sehr geringe Wahrscheinlichkeit** für Flächenkorrosion gegeben.

5 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES, EMPFEHLUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG

Im Bereich der Planungsflächen stehen an der Oberfläche humose Oberböden und untergeordnet Auffüllungen in einer Lagenstärke zwischen 0,2 und 1,2 m an. Aufgrund der humosen Ausprägung sind diese Schichten für die Abtragung der Bauwerkslasten nicht geeignet und sollten generell ausgetauscht werden.

Darunter schließt sich bis in eine Tiefe zwischen 1,0 und max. 2,5 m u. GOK eine durchgehende, locker bis mitteldicht gelagerte Flugsanddecke in einer Mächtigkeit zwischen 0,6 und 1,9 m an. Unter der Maßgabe einer Nachverdichtung der Schichtoberkante ist der Flugsand als gut tragfähig einzustufen.

An der Basis der Flugsanddecke folgen mit Ausnahme der Aufschlüsse RKS 1, RKS 2, RKS 5, RKS 6 und RKS 13 bindige Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit in einer Mächtigkeit zwischen 0,1 und max. 1,7 m. Im Norden der Untersuchungsfläche (RKS 3, RKS 4 und RKS 7 bis RKS 9) handelt es sich bei den kohäsiven Schichten um, durch Bodenfließen abgelagerte, Abschwemmmassen und im Süden (RKS 10 bis RKS 12, RKS 14 und RKS 15) um fluvial abgelagerte Niederungsschluffe. Sowohl die Abschwemmmassen als auch die Niederungsschluffe weisen bei einer geringen Plastizität eine weich-steife bzw. steife Konsistenz und insgesamt nur eine mäßige Tragfähigkeit auf.

Die Niederungsschluffe im Süden wurden durch rollige Flusssande in einer Schichtstärke von 0,5 bis 2,6 m unterlagert. Die Flusssande weisen eine mitteldichte Lagerung und somit eine gute Tragfähigkeit auf.

Unter den Flug- und Flusssanden folgt bis in eine Tiefe von mindestens 7,0 m u. GOK eine bindige Grundmoräne der Saale-Kaltzeit. Diese besteht vorwiegend aus bindigem Geschiebelehm und untergeordnet aus rolligen, mitteldicht gelagerten Glazialsanden. Der Geschiebelehm weist bei einer geringen Plastizität überwiegend eine steife und in einzelnen Schichten eine weich-steife und weiche Konsistenz auf. Den weichen und weich-steifen Partien des Geschiebelehms sind mäßige und den steifen sowie der Glazialsandlage gute Tragfähigkeitseigenschaften zuzuordnen.

Unter den sandigen und bindigen Deckschichten der Weichsel-Kaltzeit schließt sich bis ca. 10 m u. GOK eine durchgehende Grundmoräne der Saale-Kaltzeit an. Diese liegt hauptsächlich als toniges und feinkiesiges Sand-Schluff-Gemisch (Geschiebelehm) der Bodengruppe SU*-ST* vor. Der kohäsive Geschiebelehm weist abhängig vom Wassergehalt eine weich-steife und steife Konsistenz auf. Den steifen Horizonten kann eine gute und den weich-steifen Partien eine mäßige Tragfähigkeit zugeordnet werden. Die partiell (RKS 2 und RKS 8) innerhalb des Geschiebelehms eingeschalteten, 0,7 m dicken Glazialsandlagen weisen eine mitteldichte Lagerung und somit gute Tragfähigkeitseigenschaften auf.

Die Baugrundverhältnisse im Bereich der Untersuchungsfläche sind als heterogen einzustufen. Aufgrund des flächenhaften Auftretens von eingeschränkt tragfähigen, bindigen Abschwemmmassen, Niederungsschluffen sowie weich-steifen Geschiebelehmen ist der erkundete Baugrund insgesamt nur als mäßig tragfähig einzuordnen. Unter der Maßgabe des vollständigen Austausches der humosen Oberböden sowie Auffüllungen und einer kraftschlüssigen Anbindung der Gründungselemente an die nachverdichteten Flugsande ist der Baugrund jedoch als **ausreichend tragfähig** für eine setzungsarme Flachgründung von Hallengebäuden mit mittleren Lasten. Bei der Gründung der Fundamente ist darauf zu achten, dass ein Gründungspolster aus den gut tragfähigen Sanden in einer Mächtigkeit von mindestens 1,0 m zwischen den Gründungssohlen der Fundamente und der Oberkante der bindigen Abschwemmmassen und Niederungsschluffen im Untergrund verbleibt. Für die Abtragung von höheren Lasten wird voraussichtlich ein Voll- bzw. ein Teilaustausch der oberflächennahen bindigen Schichten erforderlich.

Aufgrund des ausgeführten groben Aufschlussrasters sowie der stark variierenden Untergrundverhältnissen ist für die individuelle, geotechnische Beurteilung der einzelnen Grundstücke bzw. Bauflächen jeweils eine gezielte, auf die Gründungsplanung abgestimmte Baugrunduntersuchung unbedingt erforderlich.

6 HINWEISE FÜR DEN NEUBAU DER KANALISATION

6.1 Lage der Rohrsohlen

Zu der Tiefenlage der geplanten Kanäle lagen zum Zeitpunkt der Berichtserstellung keine genauen Informationen vor. Es wird davon ausgegangen, dass die geplanten Kanäle zwischen 1,0 und 3,0 m unter der aktuellen Geländeoberkante (ca. zwischen 3,0 und 1,0 m NHN) in den Untergrund einbinden werden.

6.2 Beurteilung des Baugrundes für die Rohrleitungsarbeiten

Für die erforderlichen Grabenarbeiten gelten die Anforderungen der DWA-ATV-A127 und A139 in Verbindung mit der DIN EN 1610 und der DIN 4124.

Entsprechend den ausgeführten Untersuchungen kommen die Kanalsohlen je nach Verlegungstiefe und Standort innerhalb der rolligen, humusfreien Sande bzw. innerhalb der bindigen Abschwemmmassen, Niederungsschluffen bzw. Geschiebelehmen zu liegen.

Die Sandhorizonte (Flug-, Fluss- bzw. Glazialsande) stellen unter der Maßgabe einer Nachverdichtung einen ausreichend tragfähigen Baugrund für die geplante Kanalisation dar. Mit Ausnahme der Nachverdichtung der Rohrsohlen sind dort aus Sicht der Unterzeichner keine weiteren Baugrundverbesserungsmaßnahmen erforderlich.

Beim Verlegen der Kanäle innerhalb der bindigen Schichten wird eine ausreichend verformungsarme Bettung der Sohle nur durch verbessernde Maßnahmen erreicht. Zu den Verbesserungsmaßnahmen wird auf die Angaben in Kapitel 6.4 hingewiesen.

Bei der Anlage der Rohrgräben ist im Bereich der gesamten Planungsfläche mit zutretendem Stau- bzw. Schichtenwasser zu rechnen. Hinweise zur Bauwasserhaltung sind dem Kapitel 9 zu entnehmen.

Aufgrund der örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse ist davon auszugehen, dass ein Teil der Kanalisation zumindest zeitweise in einem grundwassergesättigten oder grundwasserbeeinflussten Bereich zu liegen kommt. Neben Aspekten einer zu gewährleistenden Dichtheit des Kanalsystems gegen Grundwasserzutritte ist bei den Planungen auch auf eine dauerhaft auftriebssichere Ausführung zu achten.

6.3 Baustoffe für die Leitungszone

Nach der DIN EN 1610 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 $U \geq 10$ einzusetzen. Das im Zuge des Aushubes anfallende Material aus humosen Oberböden und bindigen Schichten ist nicht für den Wiedereinbau geeignet. Anfallende, schwach schluffige Sande der Bodengruppen SE und SU können bei bautechnischer Eignung und Verdichtungsfähigkeit für die Rückverfüllung der Leitungszone verwendet werden.

6.4 Ausführung der Bettung und Verfüllung

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.

Sofern die Rohrsohlen innerhalb der sandigen Schichtglieder zu liegen kommen, werden außer einer Nachverdichtung voraussichtlich keine gesonderten Maßnahmen zur Herstellung einer Bettungsschicht erforderlich werden. In diesen Abschnitten kann daher der Bettungstyp 1/ Regelausführung gemäß ATV-DVWK-A 139 und DIN EN 1610 zum Ansatz gebracht werden. Vor Einbringen der Rohrleitungen sind etwaige Auflockerungen infolge des Bodenaushubes im Bereich der Grabensohle ordnungsgemäß zu verdichten.

Bei der Verlegung der Kanäle innerhalb der bindigen Abschwemmmassen, Niederungsschluffen und Geschiebelehmen wird generell empfohlen, die Grabensohle tiefer auszuheben und eine Bettung aus verdichtungsfähigem Sand-/ Kiessandmaterial der Bodengruppe SE/SW gemäß DIN 18196 einzubringen und ordnungsgemäß zu verdichten. Um die Gefahr von Schäden und Setzungen zu reduzieren, sollte die Dicke der unteren Bettungsschicht dort mindestens 30 cm betragen.

Für die Durchführung der Erdarbeiten wird ferner empfohlen:

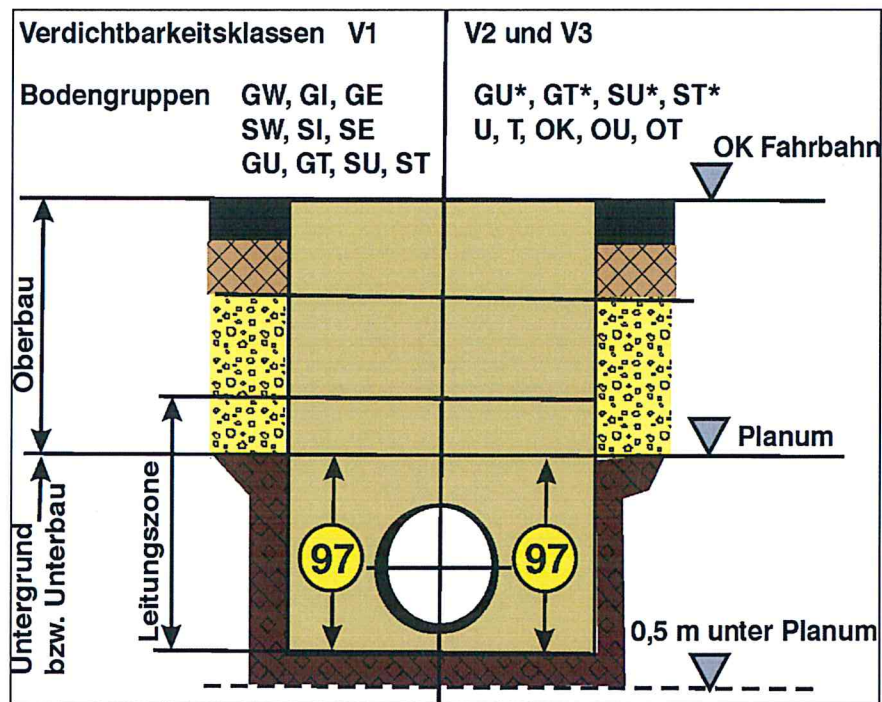
- Die Arbeiten sind bei möglichst trockener Witterung auszuführen,
- Der Aushub ist mit rückschreitendem Verfahren mit einer flachen Baggerschneide auszuführen. Nach Erreichen der Aushubtiefe ist die Oberkante der bindigen Schichten umgehend mit dem Bodenaustauschmaterial (Bettungsschicht) abzudecken (Schutzschicht zur Verhinderung des bauzeitlichen Wasserzutritts, der zur Aufweichung des Untergrundes führen kann).
- Bei Verdichtungsarbeiten im Bereich der Sohlebenen ist strikt darauf zu achten, dass keine dynamische Energie in die bindigen bzw. wassergesättigten Schichten eingetragen wird. Dies würde zur Verschlechterung der Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen führen.
- Die Baustoffe für die Rückverfüllung der Leitungszone 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.

Für das Herstellen, Rückverfüllen und Verdichten der Leitungsgräben gelten darüber hinaus die Anforderungen der ZTVE-StB 09, Abschnitt 9. Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt die Anforderungen an die zu erreichende Verdichtung im Bereich der Leitungszone. Für die Bereiche oberhalb der Leitungszone gelten in den Verkehrsflächen die Anforderungen entsprechend für den ungebundenen Oberbau gemäß RStO-12.

Abbildung 2 Verdichtungsanforderungen für unbefestigte Seitenstreifen sowie Leitungs-/ Rohrgräben gemäß ZTVE-StB 09



Gemäß ZTVE-StB 09 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 die Ramm- und Verdichtungsenergie nicht über die zu verdichtenden Sandlagen hinausreicht und insbesondere nicht zu einer Lagerungsstörung wassergesättigter bzw. bindiger Bodenbereiche führt.

6.5 Hinweise zur Grabensicherung

Durch die erforderlichen erdbaulichen Arbeitstiefen von $> 1,25$ m sind entsprechend DIN 4124 die Rohrgräben im Schutze eines Verbaus auszuführen. Da bei den Erdarbeiten von hohen Grundwasserständen auszugehen ist, ist die Bauausführung im Schutze einer Bauwasserhaltung erforderlich. Aufgrund der anstehenden Böden ist ein Verbau im Absenkverfahren im Dielen- oder Gleitschienenverbau zu wählen. 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 angepassten Bauwasserhaltung jegliches Ausfließen und Ausspülen von Bodenmaterial sicher zu unterbinden.**

Für die Bemessung des zu verwendenden Verbaus sind die in Kapitel 4 genannten charakteristischen Bodenkennwerte unter Berücksichtigung des entsprechenden Wandreibungswinkels anzusetzen.

Ein Nachbrechen des in der Grabenwandung anstehenden Bodens ist zu vermeiden. 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 HINWEISE ZU ERSTELLUNG VON VERKEHRSFLÄCHEN

7.1 Allgemeine Hinweise

Im Rahmen der Erschließung der Erweiterungsflächen ist der Bau von Verkehrsflächen vorgesehen. Detaillierte Angaben zu Gradienten und Belastungsklasse der Verkehrsflächen lagen zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens vor. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass Fahrbahnoberkanten der geplanten Straßen zwischen 3,7 m NHN im Süden und 4,3 m NHN im Norden liegen werden.

Die im Zuge der geplanten Baumaßnahme zur Herstellung der Verkehrsflächen erforderlichen Erdbauarbeiten sind generell gemäß ZTVE-StB 09 auszuführen. Zusätzlich sollte das 'Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und des Unterbaues im Straßenbau' (Ausgabe 2003) besondere Beachtung finden.

Grundlage für die Dimensionierung des gebundenen und ungebundenen Oberbaus sind die Vorgaben der Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 12). Für die Entwässerung von Fahrbahntrassen haben die planerischen Grundsätze und allgemeinen Lösungsvorschläge der RAS, Teil: Entwässerung RAS-Ew, in der jeweils aktuellen Fassung Gültigkeit.

Für die Planungsfläche sind aufgrund der möglichen Grundwasserflurabstände von weniger als 2,0 m ungünstige Wasserverhältnisse nach ZTVE-StB 09 zugrunde zu legen.

7.2 Baugrundbeurteilung und Hinweise für den Ausbau der Verkehrsflächen

Nach den durchgeführten Baugrunderkundungen stehen im Bereich der geplanten Straßen an der Oberfläche sandig-humose Mutterböden und Auffüllungen in einer Lagenstärke zwischen 0,2 und 1,2 m an. Die durchschnittliche Lagenstärke der humosen Auflage liegt bei etwa 0,3 – 0,4 m. Diese Böden sind im Bereich der Verkehrsflächen generell vollständig auszutauschen.

Unter den Mutterböden schließen sich durchgehend bis mindestens 3,5 m NHN im Norden und 2,8 m NHN im Süden rollige Flugsande. Diese sind als schwach schluffige und mittelsandige Feinsande der Bodengruppe SE und SU ausgeprägt. Die Flugsande sind an der Schichtoberkante locker und nachfolgend mitteldicht gelagert. Unter der Maßgabe einer sachgemäßen Nachverdichtung der Oberkante sind sie insgesamt als gut tragfähig einzustufen. Nach einer Nachverdichtung kann auf dem Flugsand aus Sicht der Unterzeichner ein Verformungsmodul E_{v2} -Wert von 60-70 MN/m² erreicht werden. Weitere Maßnahmen zur Baugrundverbesserung sind aus Sicht der Unterzeichner nicht erforderlich.

Nach den Ergebnissen der Kornverteilungsuntersuchungen weisen die Flugsande einen Feinkornanteil von max. 7 M-% auf und sind der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zuzuordnen. Aufgrund des Schluffanteils von <7 M-% sind diese Sande gemäß ZTV SoB-StB 04 als Frostschutzschicht-Material geeignet.

Zur Auffüllung des Aushubbereiches bis zur Unterkante der Frostschutzschicht ist gut verdichtungsfähiges Sand-/ Kiessandmaterial der Bodengruppe SE/SW gemäß DIN 18196 zu verwenden und ordnungsgemäß zu verdichten. Die ausreichende Verdichtung eingebrachten Füllsandes/ Bodenaustauschmaterials ist durch geeignete Prüfverfahren nachzuweisen. Der Verdichtungsgrad der Bodenaustauschlage bis zum Rohplanum unterhalb des frostsicheren ungebundenen und gebundenen Aufbaus muss mindestens $D_{pr} \geq 95\%$ (entspricht einem statischen Verformungsmodul E_{v2} von ≥ 45 MN/m²) betragen. Aus Sicht der Unterzeichner kann auf dem Füllsanden der Bodengruppe SE ein Verformungsmodul E_{v2} -Wert von 80 MN/m² erreicht werden.

Der Verdichtungserfolg (und damit der Nachweis der Ausführungsqualität) ist durch Fremdüberwachung von Auftraggeberseite zu kontrollieren. Beim Einbau und der Verdichtung („Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und des Unterbaues im Straßenbau“ - Ausgabe 2003) des Bodenaustauschs sind unbedingt Verdichtungsgeräte zu wählen, deren **Wirkungstiefe nicht über die erste Schüttlage hinaus in die anstehenden wassergesättigten bzw. bindige Schichten** reichen. Der Eintrag von dynamischer Energie würde eine Verschlechterung der Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen bewirken.

Um die Mindestanforderungen für das Verformungsmodul auf der Frostschuttschicht von $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen, wird empfohlen, gemäß ZTVSoB-StB neben dem Einsatz von frostsicheren Füllsanden einen Einbau von Kies-Sand-Gemischen (GW, GI) bzw. Gemischen aus Brechsand, Split und evtl. Schotter in einer Lagenstärke von mindestens 0,2 m als oberste Lage der Frostschuttschicht vorzusehen und sachgemäß zu verdichten. Um anschließend auf der Schottertragschicht das Verformungsmodul von 150 MN/m^2 zu erreichen, ist der Einbau einer mindestens 20 cm starken Schotterschicht (STS 0/32) erforderlich. Falls auf den Einbau von Kies-Sand-Gemischen (GW, GI) bzw. Gemischen aus Brechsand evtl. Splitt als oberste Lage der Frostschuttschicht verzichtet werden sollte, ist die Schottertragschicht auf 30 - 35 cm zu verstärken.

Die tatsächlich erreichbaren Verformungsmodule auf der Oberkante des Sandplanums sowie auf den Tragschicht sind im Vorfeld der Baumaßnahme durch die Anlage von Probefeldern mittels statischen Plattendruckversuchen nachzuweisen. Die erforderliche Einbaulagen sind entsprechend den Ergebnissen anzupassen.

Über die Eignung der unterschiedlichen Bodenmaterialien geben die nachfolgenden Tabellen Auskunft.

Tabelle 7 Beurteilung der Materialeignung

Bodenart/ Bodengruppe	Beurteilung der Materialeignung			
	Boden- austausch	Frostschutz- schicht	Tragschicht	Hinterfüllung
Sand (SE / SW)	+	+ (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 8 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 8 Anforderungen an Liefermaterial

Verwendungszweck	Anforderungen
Frostschuttschicht/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 $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ 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 grundsätzlich 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“

8 WEITERE BAUTECHNISCHE HINWEISE

8.1 Hinweise zur Trockenhaltung der Baugruben

Aufgrund der ermittelten hohen Stau- und Schichtenwasserstände (siehe Kapitel 4.3) wird für tieferreichende Schachtungsarbeiten voraussichtlich eine angepasste Grundwasserhaltung erforderlich werden. Die anzuwendenden Verfahren der Grundwasserentnahme und die Dimensionierung der Anlagen sind durch die ausführenden Fachfirmen zu wählen.

In Bereichen mit wassergesättigten sandigen Schichten wird eine geschlossene und innerhalb der bindigen Ablagerungen eine offene Bauwasserhaltung empfohlen. Für die anstehenden Flug- und Flusssande ist ein mittlerer horizontaler Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) von ca. $7,0 \cdot 10^{-5}$ m/s anzusetzen.

Bei der Grundwasserentnahme ist sicherzustellen, dass über die Filterlanzen keinerlei Materialaustrag stattfindet, der zu schädlichen Bodenumlagerungen führt. Die Auswahl und Auslegung eines geeigneten Absenkverfahrens ist durch die mit den Arbeiten beauftragte Fachfirma auszuführen. Um die Absenkungreichweiten so klein wie möglich zu halten, ist eine abschnittsweise, jeweils nur kurzzeitig laufende Bauwasserhaltung zu bevorzugen.

Jedwede Art der Bauwasserhaltung bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis, die rechtzeitig vor Baubeginn durch den Bauherrn bzw. seinem bevollmächtigten Unternehmer bei der unteren Wasserbehörde des Landkreises Aurich zu beantragen ist. Ferner ist eine entsprechende wasserrechtliche Einleiterlaubnis für das gehobene Grundwasser zu beantragen. Im Falle einer Bauwasserhaltung ist vor Aushubbeginn eine ausreichende Vorlaufzeit für die Grundwasserabsenkung einzukalkulieren.

Die geohydraulische Vorbemessung des Wasserandranges ist im Rahmen der weiteren Planung und im Zusammenhang mit der Erstellung der Antragsunterlagen für den wasserrechtlichen Erlaubnisantrag in Abhängigkeit von den Dimensionen der Leitungsräben und den Längen der einzelnen erdbaulichen Arbeitsabschnitte gesondert vorzunehmen.

8.2 Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser

Gemäß DWA-Arbeitsblatt A 138 kommen für Versickerungsanlagen Lockergesteine in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $5 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Die granulometrisch aus den Kornverteilungen ermittelten Bemessungs- k_f -Werte der versickerungsrelevanten Flugsande und Flusssande liegen im empfohlenen Intervall (s. Tabelle 6). Die Wasserdurchlässigkeit der bindigen Abschwemmassen, Niederungsschluffe und Geschiebelehme liegt dagegen außerhalb des zulässigen Bereiches.

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

Zum Zeitpunkt der ausgeführten Untersuchungen wurde Stau- und Schichtenwasser bis 1,1 m u. GOK angetroffen. Der Bemessungsgrundwasserstand des oberen Wasserhorizontes gemäß DWA, der nicht mit dem Bemessungswasserstand für die Baumaßnahme (s. Kapitel 4.3) gleichzusetzen ist, liegt in Abhängigkeit von örtlichen Verhältnissen nach Einschätzung der Unterzeichner zwischen 0,5 und 2,0 m u. GOK.

Aufgrund des heterogenen Schichtenaufbaus und der Ausbildung eines Stauwasserhorizontes herrschen am Untersuchungsstandort stark wechselhafte Verhältnisse für eine schadlose Versickerung der Oberflächenabflüsse vor. Aus Sicht der Unterzeichner kann eine dezentrale Versickerung des Niederschlagswassers über flache Versickerungsmulden nur in Bereichen mit einer tiefliegenden Oberkante der bindigen Schichten realisiert werden. Die sandigen Schichten über den bindigen Sedimenten sollten dort eine Mindestmächtigkeit von ca. 2,0 m aufweisen. Die o. g. Voraussetzungen wurden nur in den Bohraufschlüssen RKS 1 bis RKS 5 sowie in der RKS 13 angetroffen.

Die übrigen Bereiche sind aufgrund der geringen Sandmächtigkeit oder möglichen Stauwasserausbildung für eine gezielte Versickerung von Niederschlägen nicht geeignet.

8.3 Verwendung von Aushubböden

Um die auszubauenden Böden nach Möglichkeit einer Wiederverwendung im Bereich des Plangebietes zuzuführen, wird eine bodenbezogene Baubegleitung empfohlen. Im Rahmen des Bodenmanagements ist eine Separierung der Böden entsprechend ihren bodenmechanischen Eigenschaften vorzunehmen, um diese anschließend vor Ort zu verwerten.

Die humosen Oberböden sind generell zu separieren und vorzugsweise zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenzone im Sinne der BBodSchV zu verwenden.

Schwach schluffige, humusfreie Flug- und Flusssande der Bodengruppen SE-SU sind als Baustoff gut geeignet und können z.B. zur Verfüllung der Leitungsgräben wiederverwendet werden. Die bindigen Ablagerungen sind für den Wiedereinbau im Bereich der technischen Bauwerke nicht geeignet.

8.4 Ergänzende erdbauliche Hinweise

Für sämtliches eingesetztes, extern angeliefertes Bodenmaterial sind die „Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau“ (TL Gestein-StB) und begleitender Regelwerke einzuhalten.

Der Einbau von Füllsanden zur Rückverfüllung von Baugruben oder im Falle eines Bodenaustausches oder von Geländeaufhöhungen sowohl oberhalb als auch unterhalb von Gründungsebenen hat einlagig bei Schütthöhen $\leq 0,40$ m und mindestens zweilagig bei Schütthöhen $\geq 0,40$ m zu erfolgen. Eine ordnungsgemäße Verdichtungsarbeit wird vorausgesetzt. Für alle Verdichtungsarbeiten gelten die Anforderungen der ZTVE-StB Fassung 2009.

Die ausreichende Verdichtung eingebrachten Füllsandes/ Bodenaustauschmaterials ist durch geeignete Prüfverfahren nachzuweisen.

Der Verdichtungsgrad der aufgetragten Füllsande muss mindestens **Dpr ≥ 95 %** (entspricht einem statischen Verformungsmodul E_{v2} von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$) betragen. Unterhalb der Bodenplatten und der Verkehrsflächen sind die eingebrachten Füllsande entsprechend den gesonderten Anforderungen zu verdichten. Der Verdichtungserfolg (und damit der Nachweis der Ausführungsqualität) ist durch Fremdüberwachung von Auftraggeberseite zu kontrollieren.

Entsprechend der anstehenden Bodenarten ist bei den notwendigen Schachtungsarbeiten ein Böschungswinkel von $\leq 45^\circ$ für nicht bindige bzw. weich steife bindige Lockergesteine und $\leq 60^\circ$ für bindige Schichten mit mindestens einer steifen Konsistenz einzuhalten.

Freigelegte Baugruben- bzw. Gründungssohlen sind vor dem Zutritt von Oberflächen- und Niederschlagswasser zu schützen, um eine Verschlechterung der Lagerungsdichten zu vermeiden. Dennoch aufgelockerte Bereiche in der Baugrubensohle sind vor dem Einbringen der Gründungselemente ausreichend zu verdichten. Für die Verdichtungsarbeiten gelten ebenfalls die obigen Ausführungen.

9 ABFALL- UND VERWERTUNGSTECHNISCHE HINWEISE FÜR ANFALLENDE BÖDEN

Zur Einschätzung der abfalltechnischen Verwertbarkeit der bei den Baumaßnahmen anfallenden Aushubböden wurden sechs Bodenmischproben hergestellt und auf den Parameterumfang der TR-LAGA Boden (Originalsubstanz und Eluat) untersucht.

Die Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die Einzelproben mit entsprechenden Entnahmetiefen, aus denen aliquote Mengen zu den jeweiligen Mischproben vereinigt wurden.

9.1 Beurteilungsgrundlagen für Bodenuntersuchungen

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 9.2 vorgenommene Bewertung werden die aktualisierten Zuordnungswerte für die abfallrechtliche Bewertung der untersuchten Bodenproben verwendet. In Anhang 5.2 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. Da durchgehende Überdeckung des Hauptgrundwasserleiters mit einer ca. 7,0 m mächtigen, gering durchlässigen Geschiebelehmdecke erfasst wurde, ist am Planungsstandort **gemäß TR-LAGA von günstigen hydrogeologischen Verhältnissen** auszugehen

Hinsichtlich der Bewertung der untersuchten organischen Mutterböden und Auffüllungen (MP 1, MP 3 und MP 5) sind folgende zusätzliche Erläuterungen erforderlich:

Solche Böden fallen streng genommen nicht in den direkten Anwendungsbereich der LAGA M20, da diese Böden aufgrund der organischen Bestandteile sich nicht für die in der LAGA M20 erfassten Verwertungsbereiche (Unterboden/Technische Bauwerke) eignen. Unter Oberböden werden hier humushaltige Böden verstanden, die sich für die Herstellung einer durchwurzelbaren Oberbodenzone eignen.

Mögliche Verwertungswege für solche Oberböden sind das Auf- und Einbringen auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht oder das Herstellen einer solchen Bodenschicht. Diesbezüglich benennt die BBodSchV Vorgaben, die seitens der Länderarbeitsgemeinschaft Boden (LABO) mittels einer Arbeitshilfe (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODEN 2002) untersetzt wurden. Weitere Hinweise können der „Handreichung Qualifizierte Entsorgung von mineralischen Abfällen im Straßenbau“ entnommen werden.

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 in wasserwirtschaftlichen Schutzgebieten eingebaut werden. Böden mit Zuordnungswerten Z0* dürfen nur außerhalb wasserwirtschaftlicher Schutzgebiete uneingeschränkt 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. Aufgrund des Fehlens einer gering durchlässigen Deckschicht in einer Mächtigkeit von mehr als 2 m und mit flächenhafter Verbreitung ist von ungünstigen hydrogeologischen Bedingungen auszugehen. Es dürfen daher nur Böden bis zur Einbauklasse Z1 eingebaut werden

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 erwartendem 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.

9.2 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse der untersuchten Bodenmischproben und Folgen für die Verwertung

Die Analysenjournalen der Laboratorien Dr. Döring GmbH sind dem Anhang 4.1 zu entnehmen. Die Tabelle im Anhang 4.2 stellt einen Vergleich der Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen mit den Zuordnungswerten der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) und zusätzlich der LAWA-Richtlinie sowie mit Prüfwerten der Bundesbodenschutzverordnung dar. Darauf basierend wird die abfalltechnische Einstufung der Materialien vorgenommen.

Die Mischproben aus den Schichten unter der humosen Oberbodenaufgabe (RKS 2, RKS 4 und RKS 6) weisen keine erhöhten Schadstoffgehalte auf und sind - ohne Berücksichtigung des TOC - der Einbauklasse Z0 zugeordnet. In der Mischprobe MP4 wurde mit 0,67 M-% ein leicht erhöhter TOC-Gehalt festgestellt, der auf die natürlichen organischen Bestandteile zurückzuführen ist. Mit der Berücksichtigung des TOC ist die Mischprobe MP 4 in die Kategorie Z1 einzustufen. Mit Zuordnungswerten von Z0 kann das Material der MP 2, MP 4 und der MP 2 nach LAGA-Richtlinie uneingeschränkt bei bodenähnlichen Anwendungen wiederverwendet werden, sofern der TOC-Gehalt (nur RKS 4) dort kein Ausschlusskriterium darstellt.

Die Mischproben aus den humosen Mutterböden und Auffüllungen (MP 1, MP 3 und MP 5) weisen naturgemäß erhöhte TOC-Gehalte auf, die auf den Humusanteil zurückzuführen sind. In den Mischproben MP 1 und MP 3 wurde zudem mit 0,2 mg/kg eine erhöhte Quecksilberkonzentration ermittelt, die eine abfalltechnische Einstufung in die Kategorie Z0* bedingt.

Hinsichtlich der verwertungsrechtlichen Beurteilung der untersuchten humosen Oberböden und Auffüllungen (MP 1, MP 3 und MP 5) ist zu berücksichtigen, dass die vorgenommene Einstufung nach LAGA (s. Tabelle im Anhang 4.2) vornehmlich für mineralische Böden gelten. Für organischen Böden ist vorzugsweise eine Verwertung durch Auf- oder Einbringen in eine durchwurzelbare Bodenschicht anzustreben. Hierzu müsste die Vorgaben der LABO Arbeitshilfe zur Umsetzung des §12 BBodSchG beachtet werden. Insbesondere darf die entstehende Bodenschicht nicht die Vorsorgewerte der BBodSchV überschreiten.

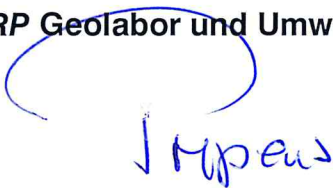
Die Mischprobe MP 5 erfüllt die o.g. Anforderungen vollständig. Die Mischproben MP 1 und MP 3 überschreiten jedoch die Vorsorgewerte der BBodSchV. Aus Sicht der Unterzeichner ist eine Verwertung dieses Materials (MP 1 und MP 3) im Landschaftsbau oder als Bankettmaterial nach Rücksprache mit der zuständigen unteren Abfallbehörde möglich.

10 VERZEICHNIS DER VERWENDETEN UNTERLAGEN

- /1/ Floss, R. (1997): ZTVE Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau – Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau.- 543 S., 108 Tab., 272 Abb.; Verlag Kirschbaum, Bonn.
- /2/ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB 09).- Ausgabe/Fassung 2009, 108 S., A 5.
- /3/ Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12 - Fassung 2012).
- /4/ NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE
NIBIS-Kartenserver
- /5/ NIEDERSÄCHSISCHEN VERMESSUNGS- UND KATASTERVERWALTUNG
Geobasisdaten

Cloppenburg, 19.12.2019

RP Geolabor und Umweltservice GmbH

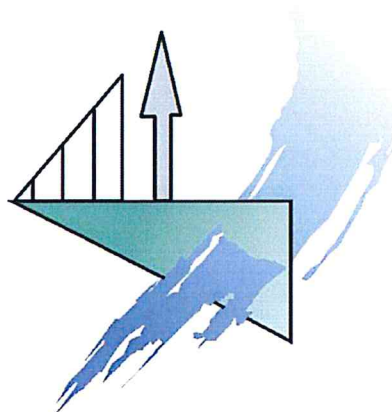


Bearbeiter:
Dipl.-Geol. Robert Rapp

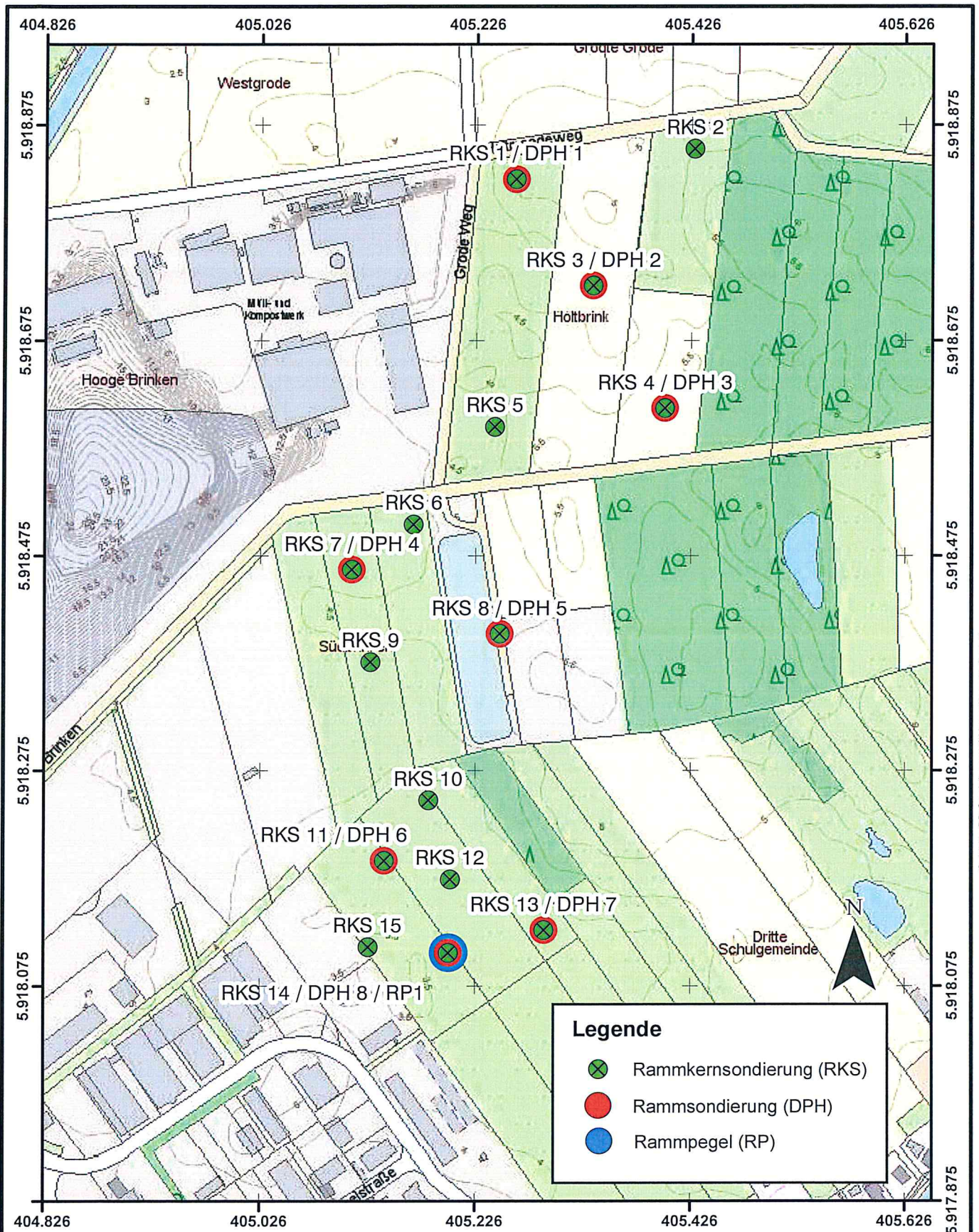


Anhang 1

Lageplan der Bohrersatzpunkte (Maßstab 1: 5.000)



ANHANG



Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N

Anhang 1
 Orientierende Baugrunderkundung
 Erweiterung Gewerbegebiet und MKW
 Gemeinde Großefehn

Lage der Bohraufschlüsse

Projektnummer: 06-4509
 Maßstab: 1:5.000

erstellt: 15.08.2019
 Prepens



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

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



Anhang 2

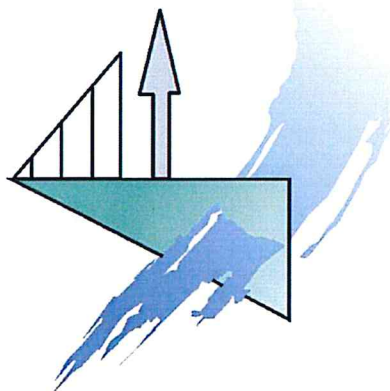
Ergebnisse der Feldarbeiten

Anhang 2.1

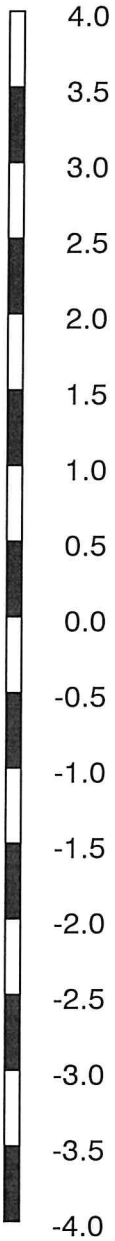
Bohrprofile der

durchgeführten Rammkernsondierungen

gemäß DIN 4023

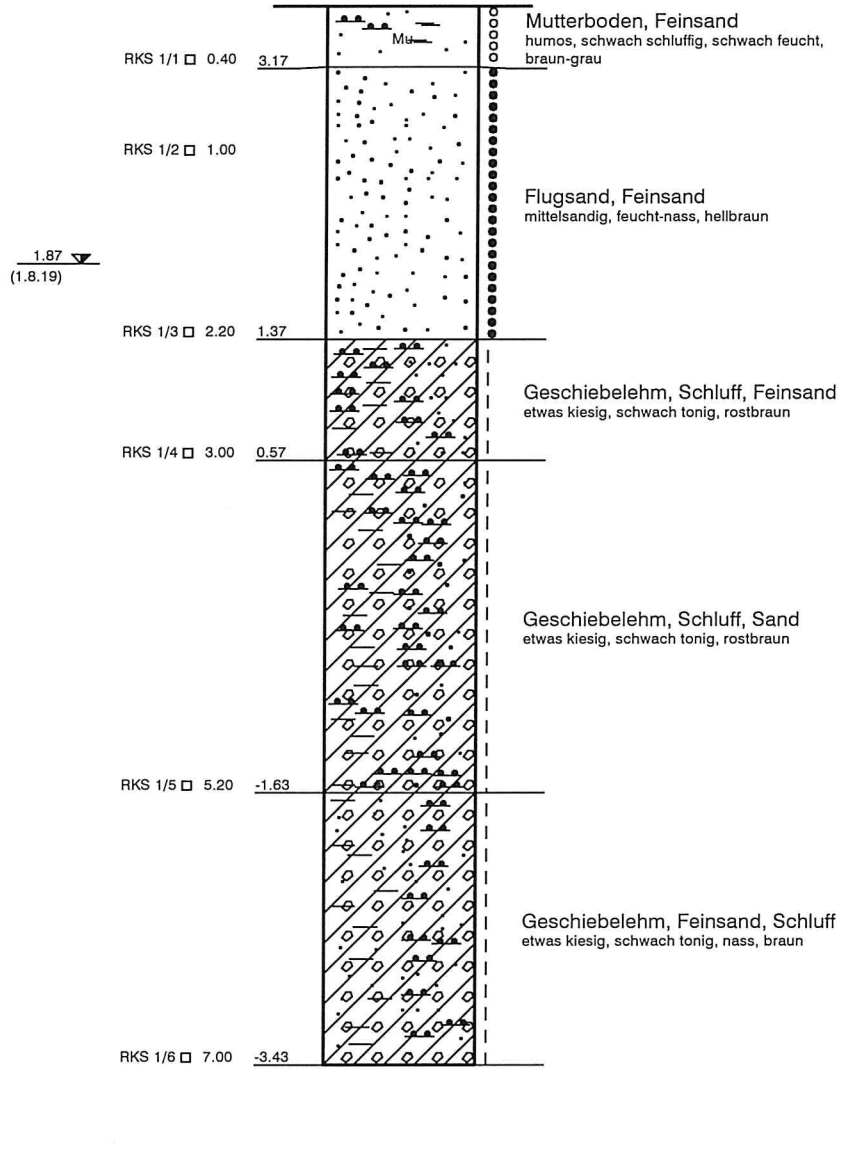


m NHN



RKS 1

3,57 m NHN



Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
Gewerbegebiet Großfehn

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-4509

Anhang-Nr.: 2

Datum: 01.08.2019

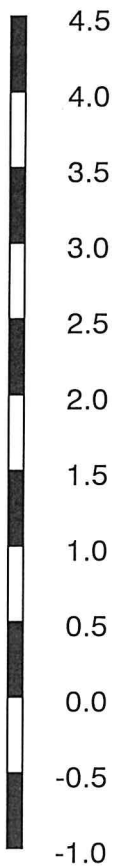
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

RKS 2

4,17 m NHN

m NHN



2.77
(21.10.19)

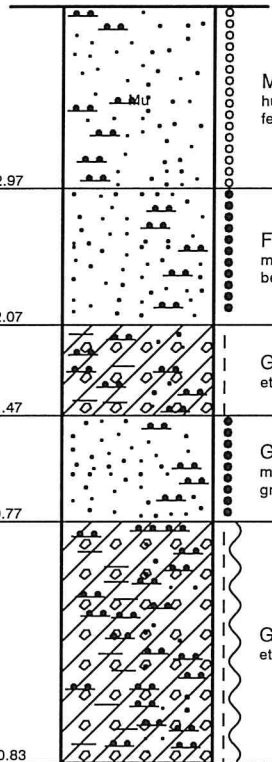
RKS 2/1 □ 1.20 2.97

RKS 2/2 □ 2.10 2.07

RKS 2/3 □ 2.70 1.47

RKS 2/4 □ 3.40 0.77

RKS 2/5 □ 5.00 -0.83



Mutterboden, Feinsand
humos, mittelsandig, schwach schluffig,
feuchth, dunkelbraun

Flugsand, Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig, nass,
beige-grau

Geschiebelehm, Schluff, Sand
etwas kiesig, tonig, rotbraun

Glazialsand, Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig, nass,
grau-rostbraun

Geschiebelehm, Schluff, Sand
etwas kiesig, tonig, rotbraun



Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
Gewerbegebiet Großfehn

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-4509

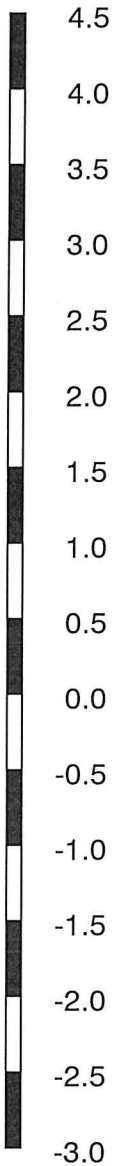
Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.10.2019

Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

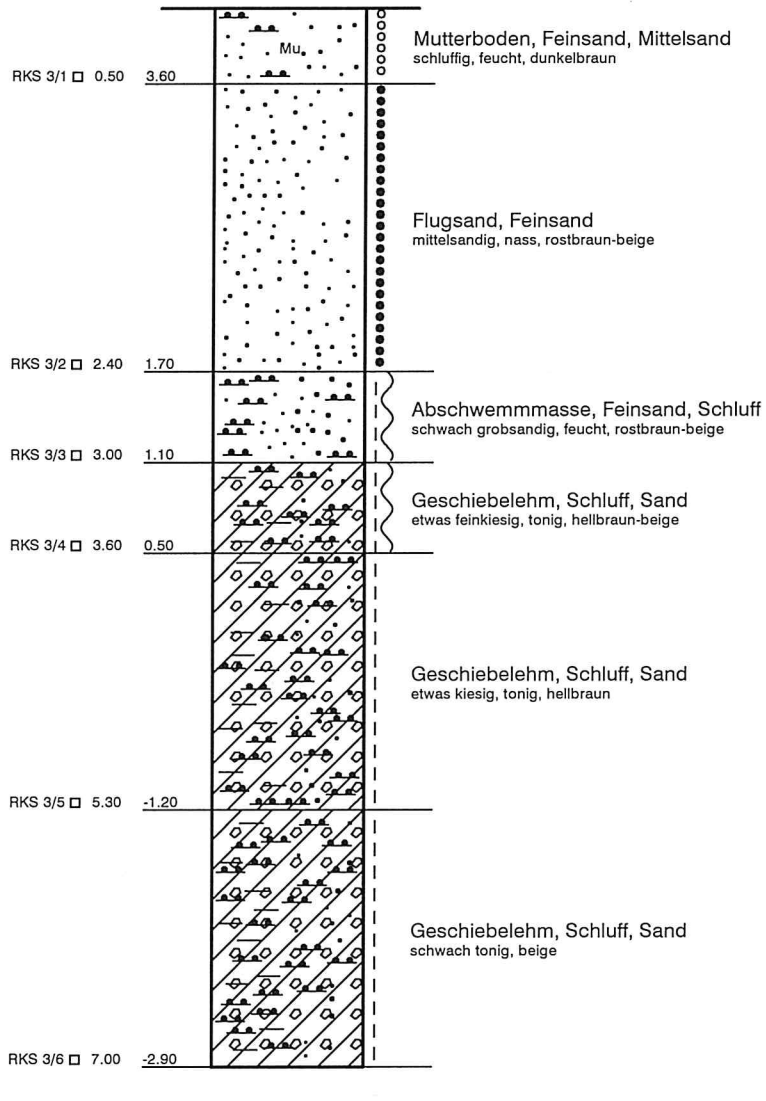
m NHN



RKS 3

4,10 m NHN

3.00
(21.10.19)



Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
Gewerbegebiet Großfehn

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-4509

Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.10.2019

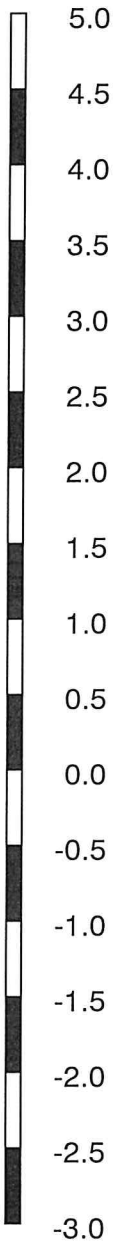
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

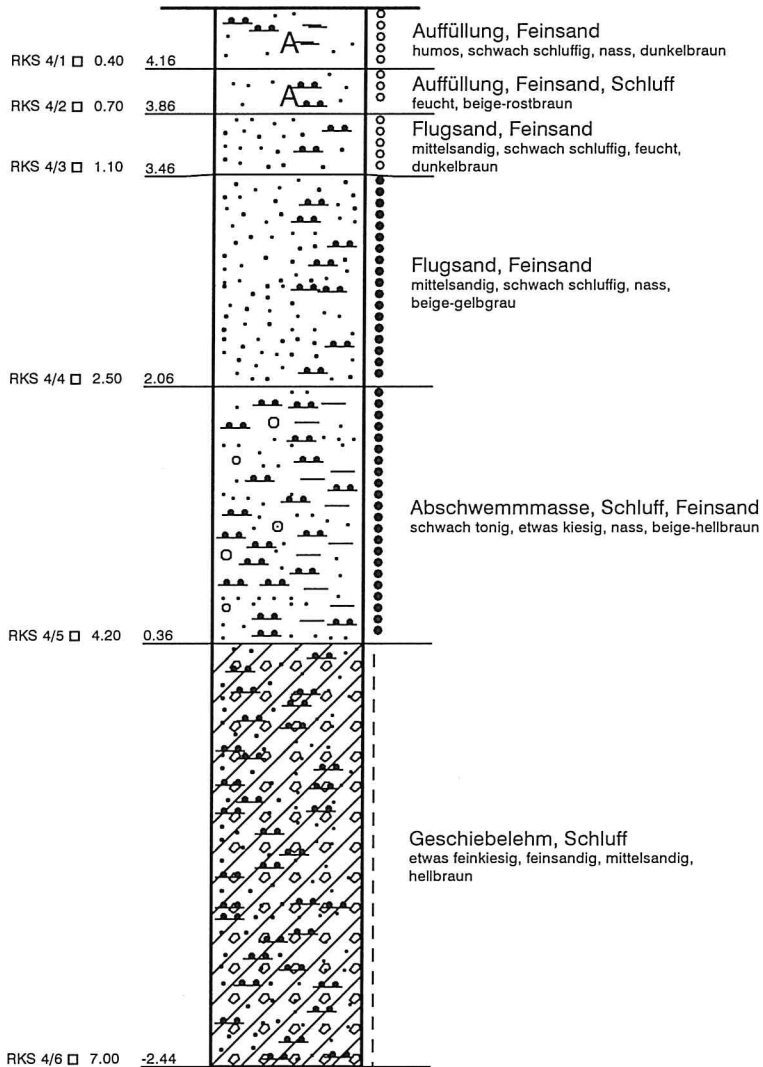
m NHN

RKS 4

4,56 m NHN



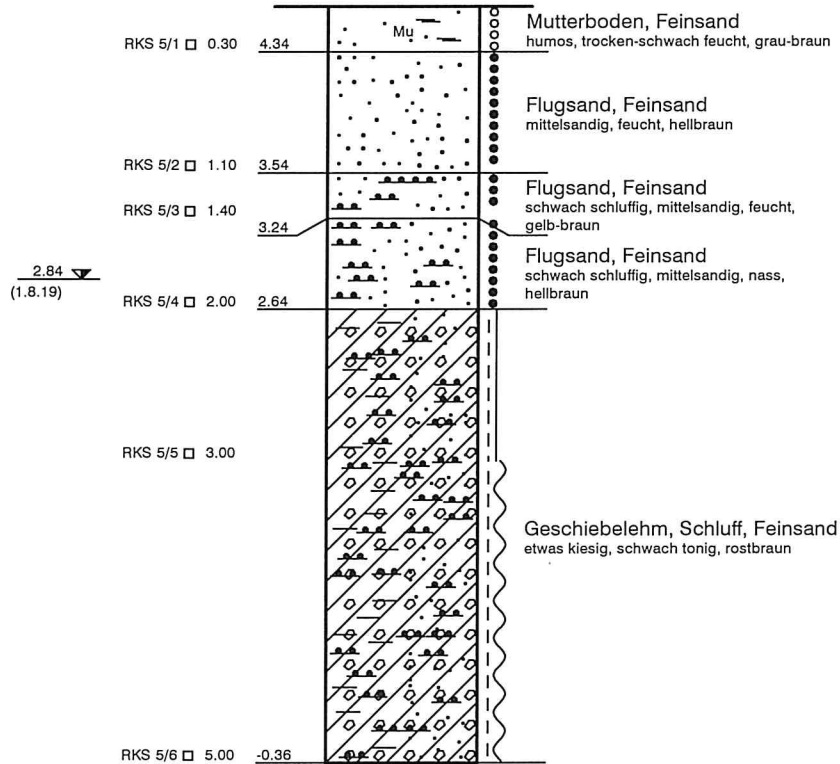
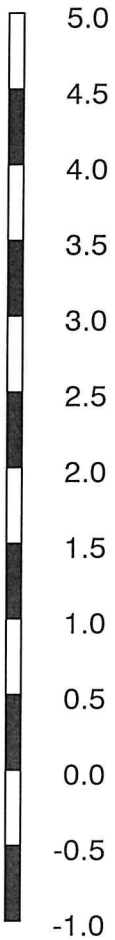
3.26
(21.10.19)



RKS 5

4,64 m NHN

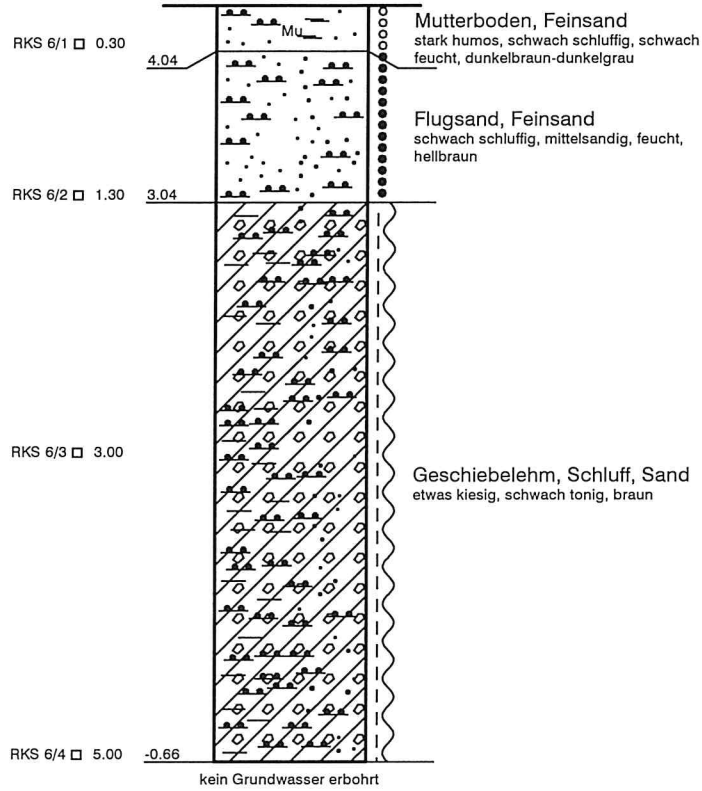
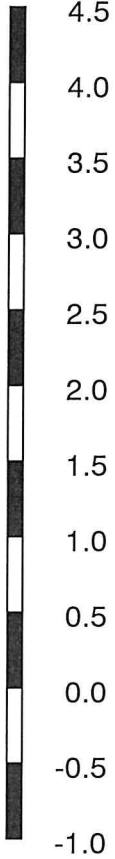
m NHN



RKS 6

4,34 m NHN

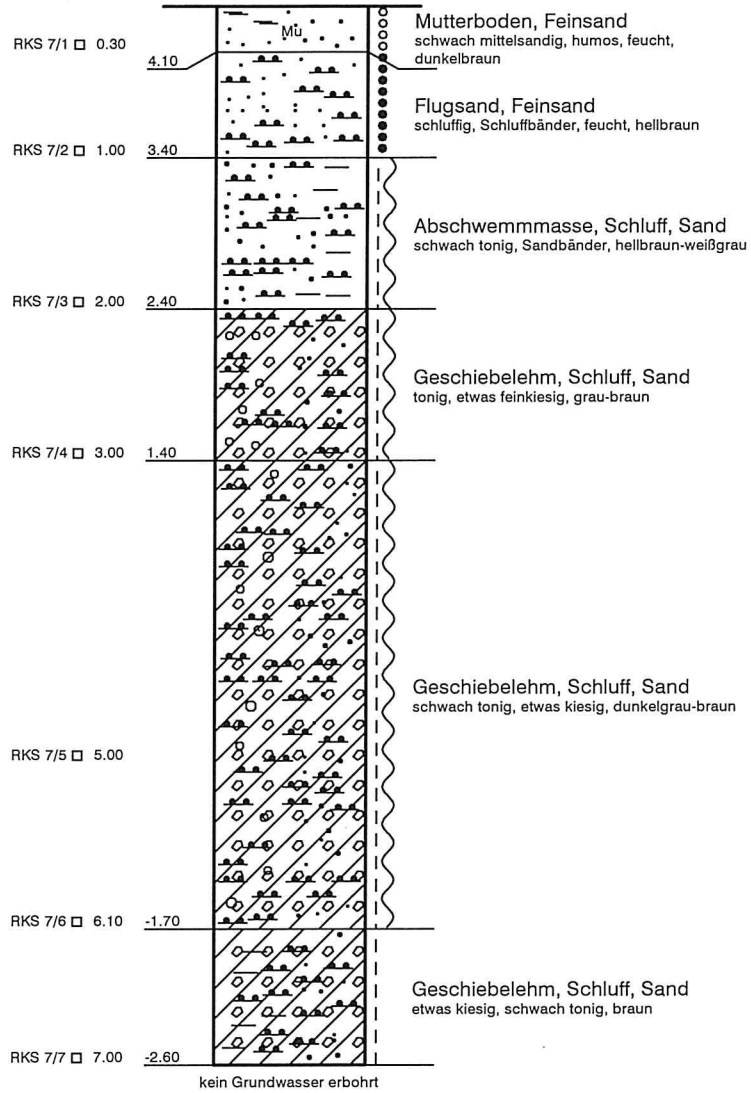
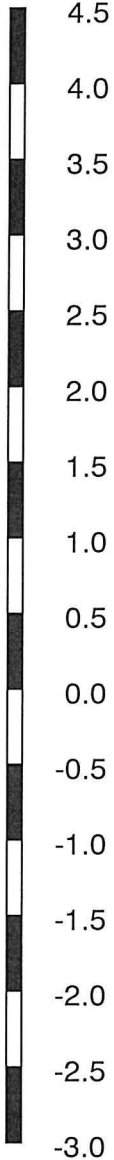
m NHN



RKS 7

4,40 m NHN

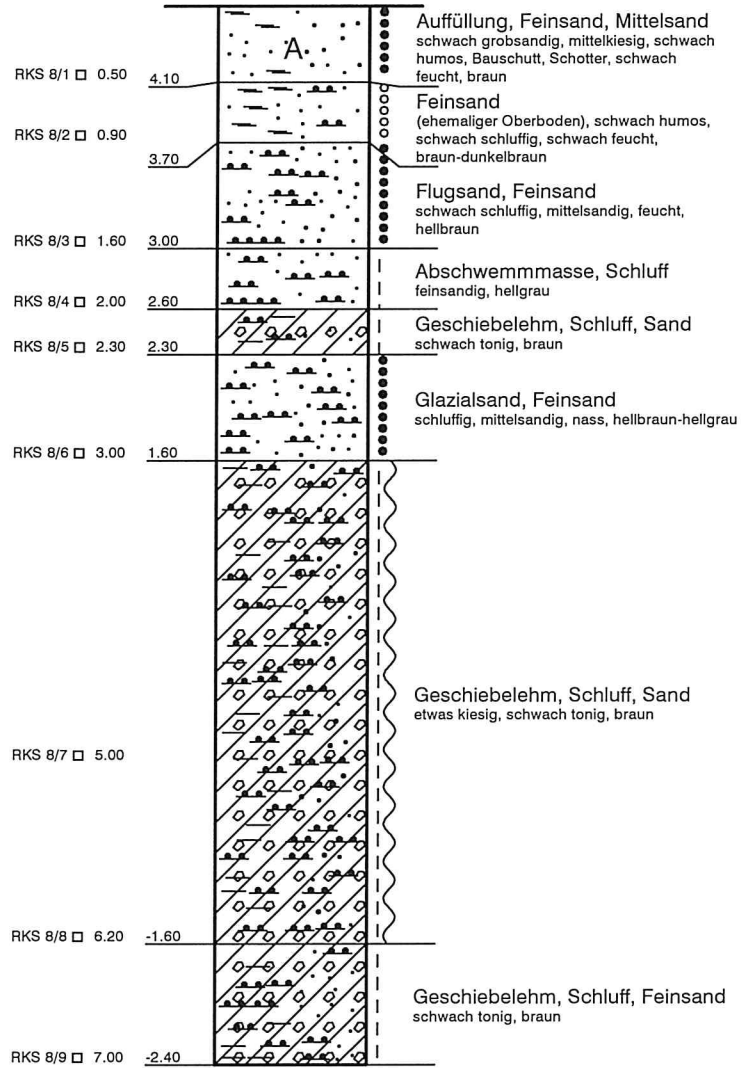
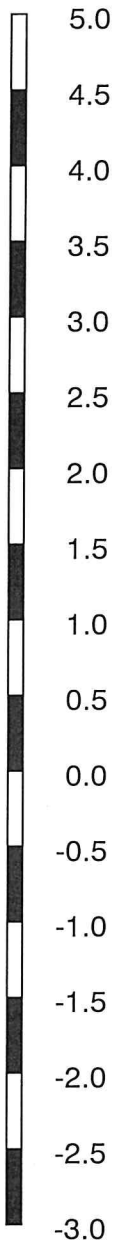
m NHN



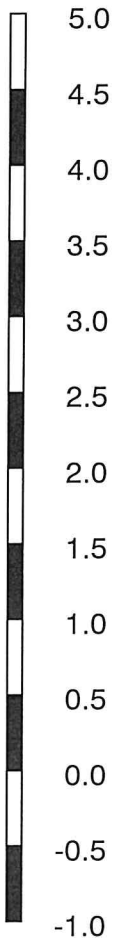
m NHN

RKS 8

4,60 m NHN

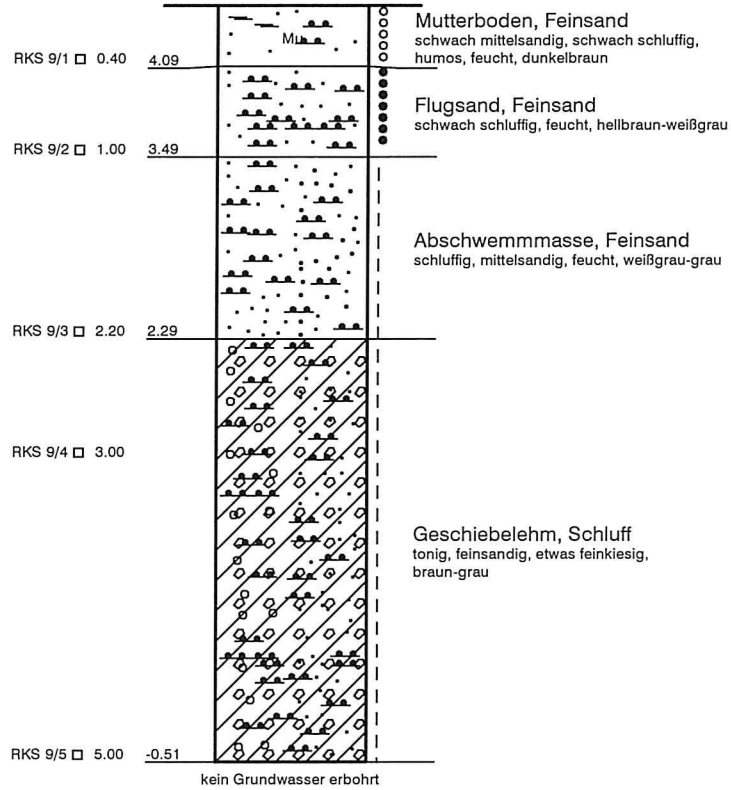


m NHN



RKS 9

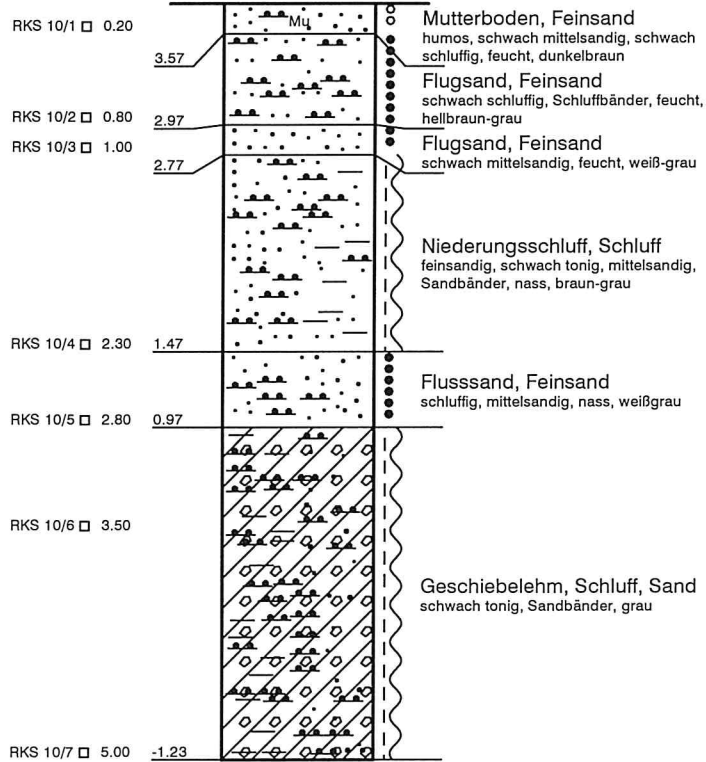
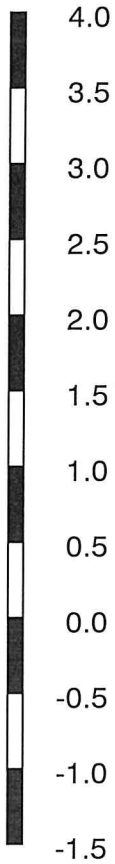
4,49 m NHN



RKS 10

3,77 m NHN

m NHN



Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
Gewerbegebiet Großfehn

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-4509

Anhang-Nr.: 2

Datum: 01.08.2019

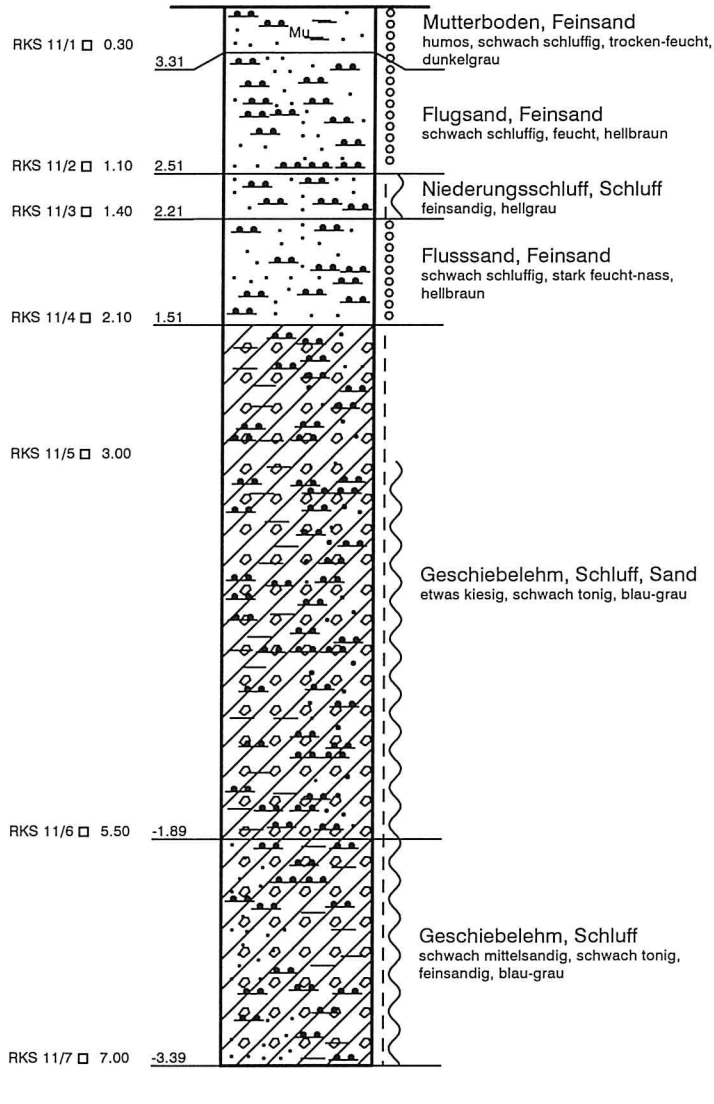
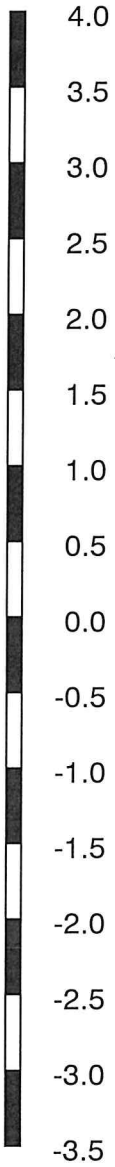
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Rapp

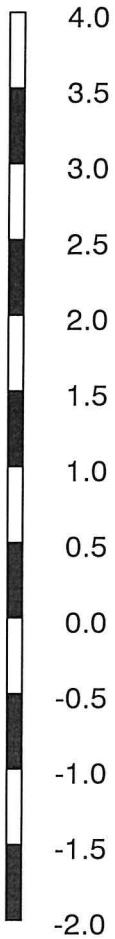
RKS 11

3,61 m NHN

m NHN

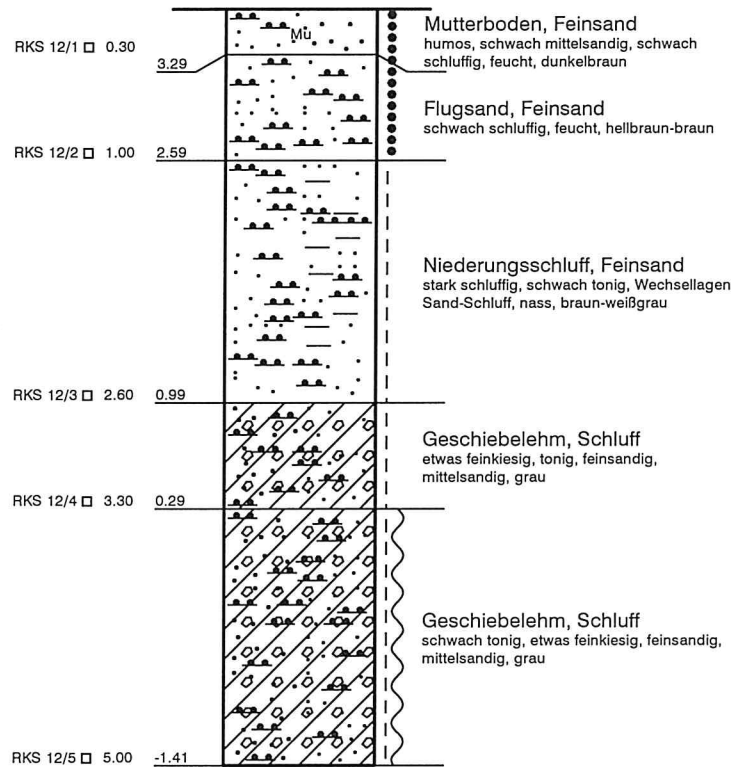


m NHN



RKS 12

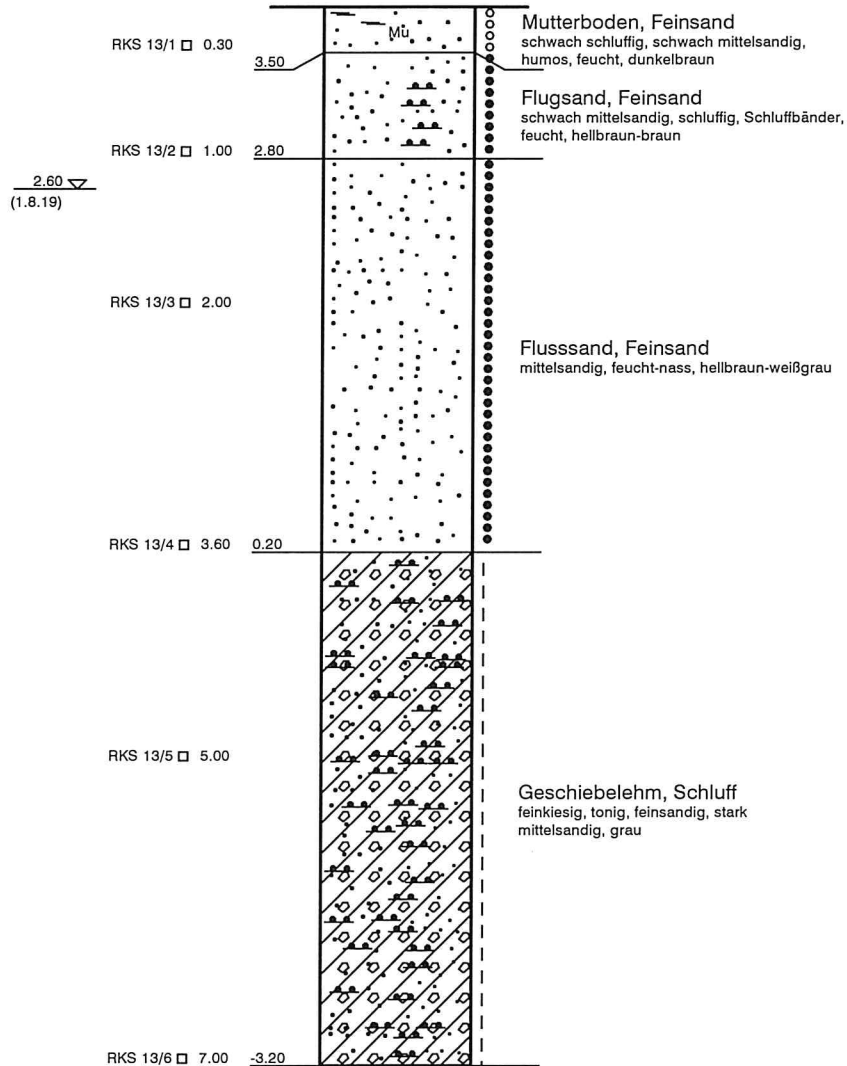
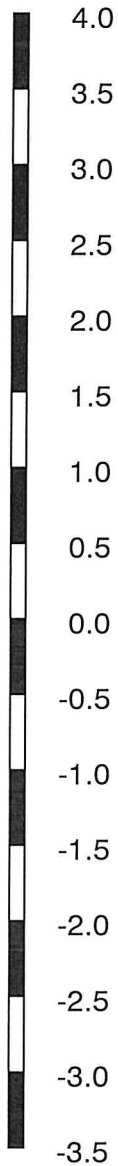
3,59 m NHN



RKS 13

3,80 m NHN

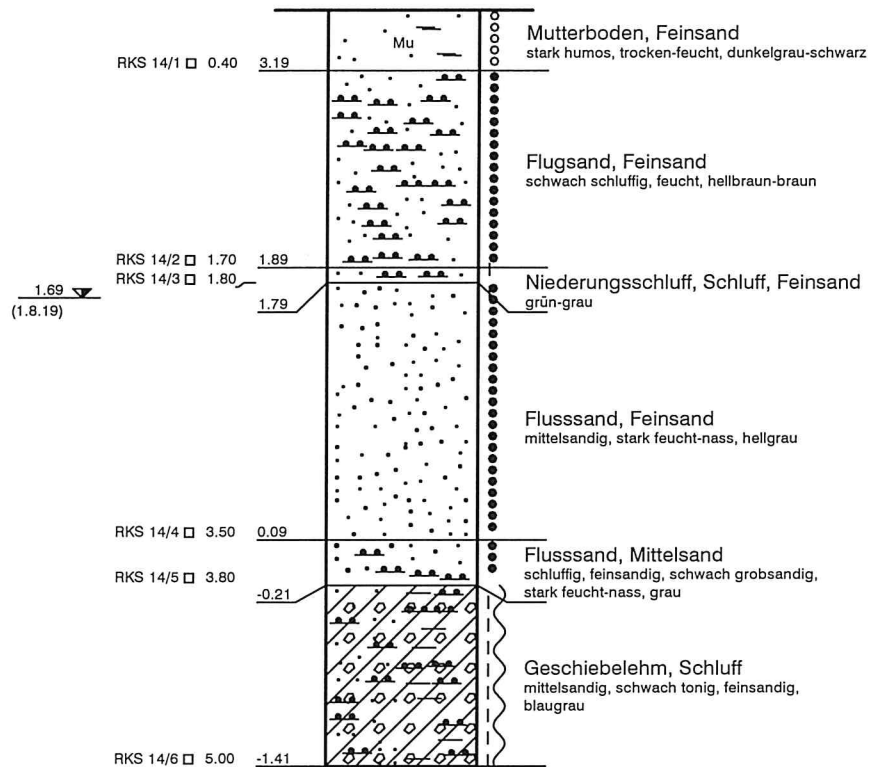
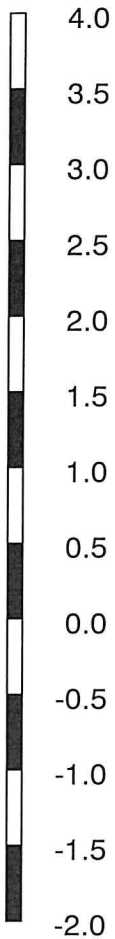
m NHN



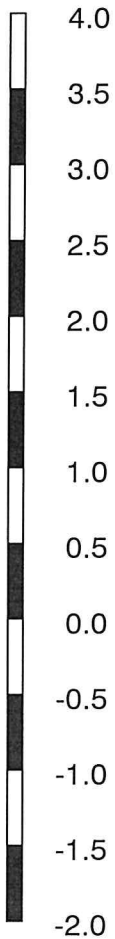
RKS 14

3,59 m NHN

m NHN

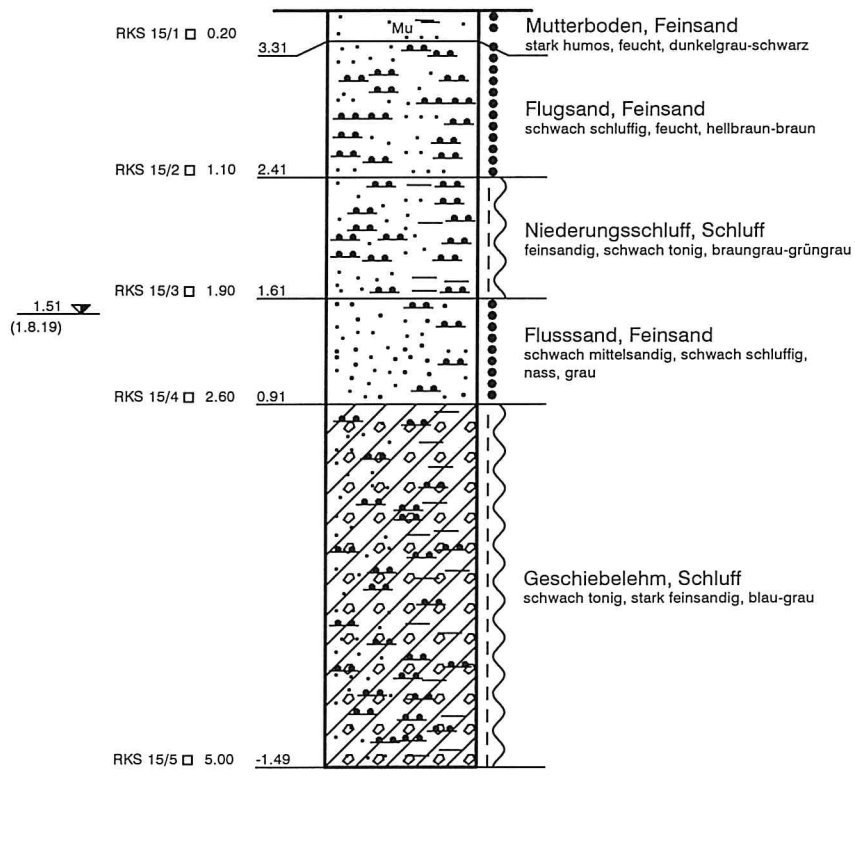


m NHN



RKS 15

3,51 m NHN



	klüftig		G (Kies)		LI (Lösslehm)
	fest		fG (Feinkies)		Lo (Löss)
	halbfest - fest		mG (Mittelkies)		f (muddig)
	halbfest		gG (Grobkies)		fg (feinkiesig)
	steif - halbfest		F (Mudde)		fs (feinsandig)
	steif		S (Sand)		g (kiesig)
	weich - steif		fS (Feinsand)		gg (grobkiesig)
	weich		mS (Mittelsand)		gs (grobsandig)
	breiig - weich		gS (Grobsand)		h (humos)
	breiig		U (Schluff)		mg (mittelkiesig)
	naß		X (Steine)		ms (mittelsandig)
	sehr locker		T (Ton)		org (organisch)
	locker		H (Torf)		s (sandig)
	mitteldicht		Mu (Mutterboden)		t (tonig)
	dicht		A (Auffüllung)		u (schluffig)
	sehr dicht		Gl (Geschiebelehm)		x (steinig)
			Gmg (Geschiebemergel)		

Sonderzeichen

	2,45	Grundwasser, angebohrt
	2,45	Grundwasser, nach Bohrende gemessen
	2,45	Ruhe-Wasserstand

gestörte Bodenprobe mit Analytik

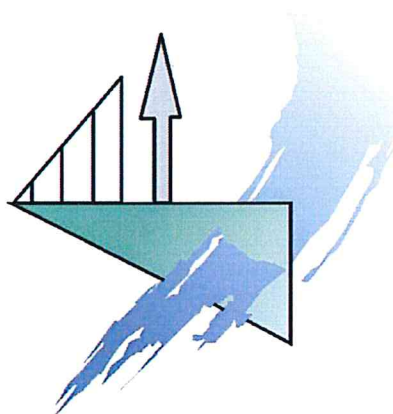
gestörte Bodenprobe

Anhang 2

Ergebnisse der Feldarbeiten

Anhang 2.2

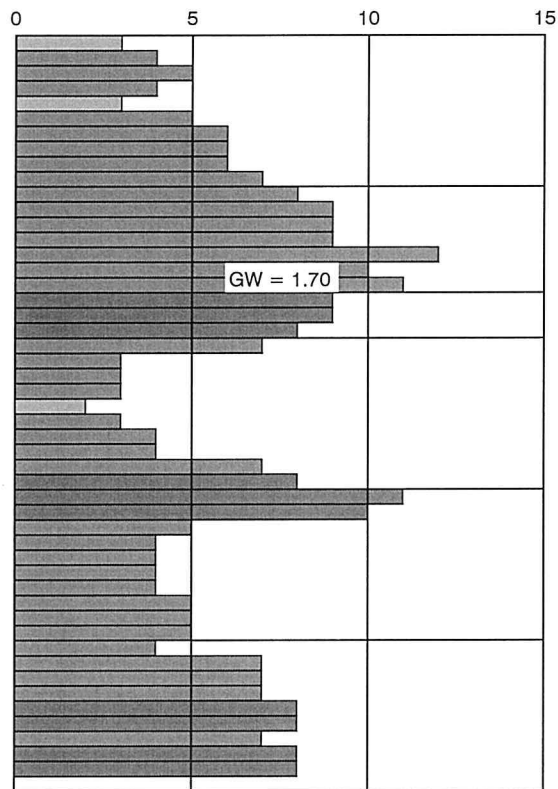
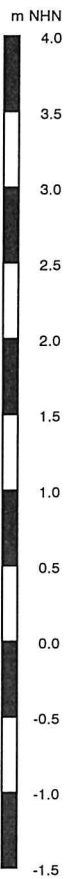
Rammdiagramme der schweren Rammsondierungen gemäß DIN EN 22476-2



DPH 1

3,57 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



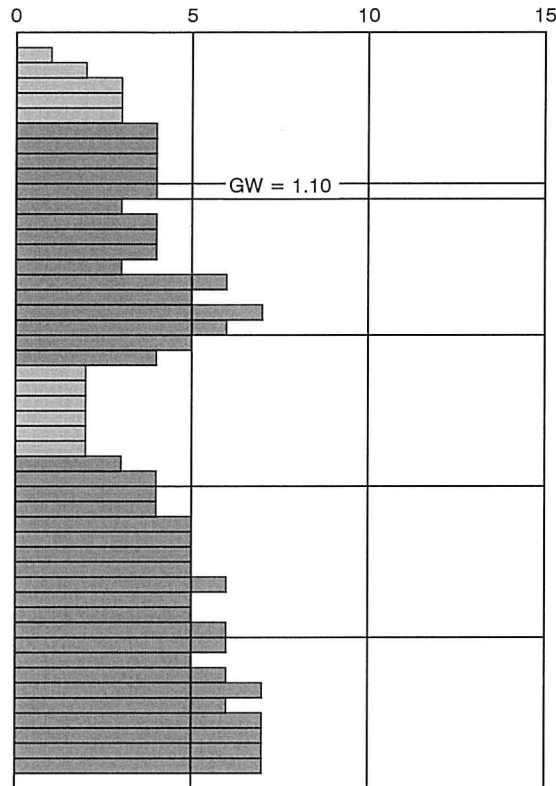
bei RKS 1

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

DPH 2

4,10 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



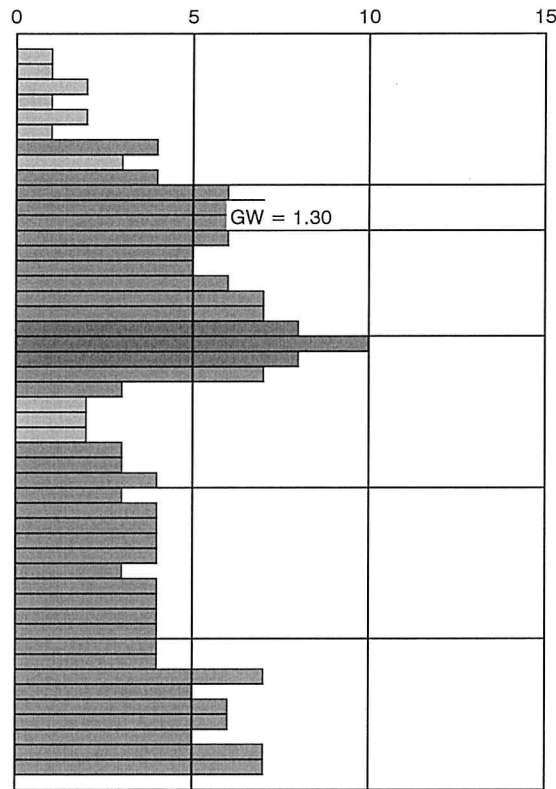
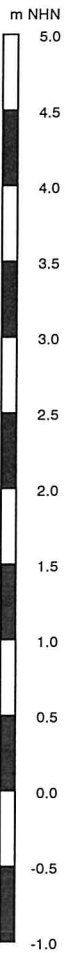
bei RKS 3

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

DPH 3

4,56 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



bei RKS 4

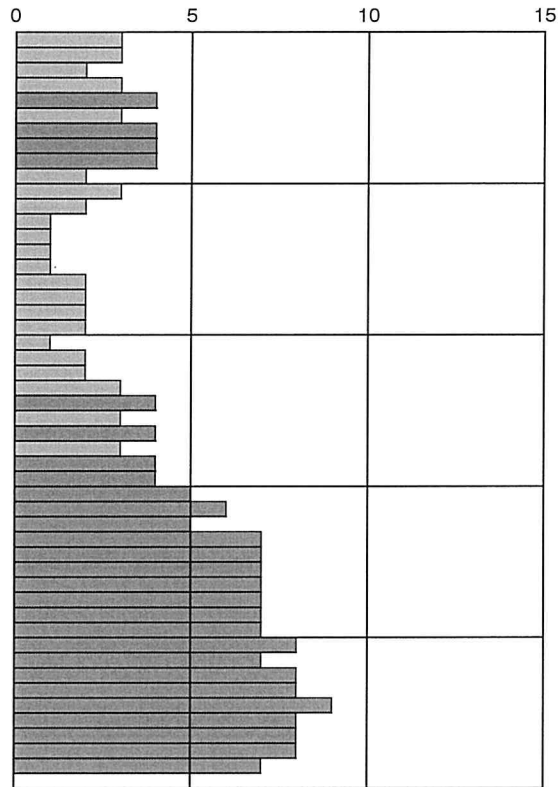
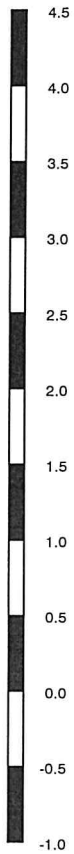
Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0
0.20	1
0.30	1
0.40	2
0.50	1
0.60	2
0.70	1
0.80	4
0.90	3
1.00	4
1.10	6
1.20	7
1.30	6
1.40	6
1.50	5
1.60	5
1.70	6
1.80	7
1.90	7
2.00	8
2.10	10
2.20	8
2.30	7
2.40	3
2.50	2
2.60	2
2.70	2
2.80	3
2.90	3
3.00	4
3.10	3
3.20	4
3.30	4
3.40	4
3.50	4
3.60	3
3.70	4
3.80	4
3.90	4
4.00	4
4.10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

DPH 4

4,40 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

m NHN



bei RKS 7

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



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

Bauvorhaben:
 Orientierende Baugrunderkundung
 Gewerbegebiet Großefehn

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

Projekt-Nr.: 06-4509

Anhang-Nr.: 2

Datum: 01.08.2019

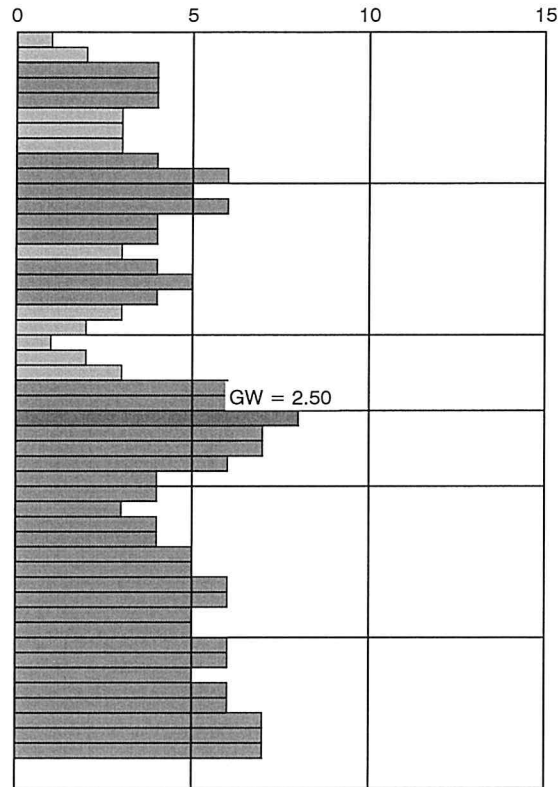
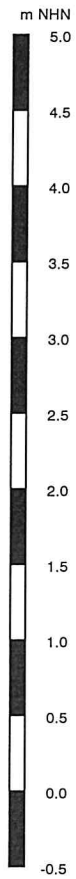
Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Herr Rapp

DPH 5

4,60 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



bei RKS 8

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



Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
Gewerbegebiet Großefehn

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

Projekt-Nr.: 06-4509

Anhang-Nr.: 2

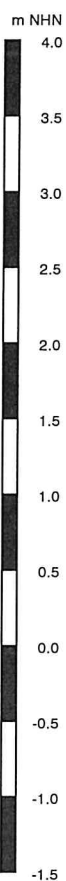
Datum: 09.08.2019

Maßstab: 1 : 50

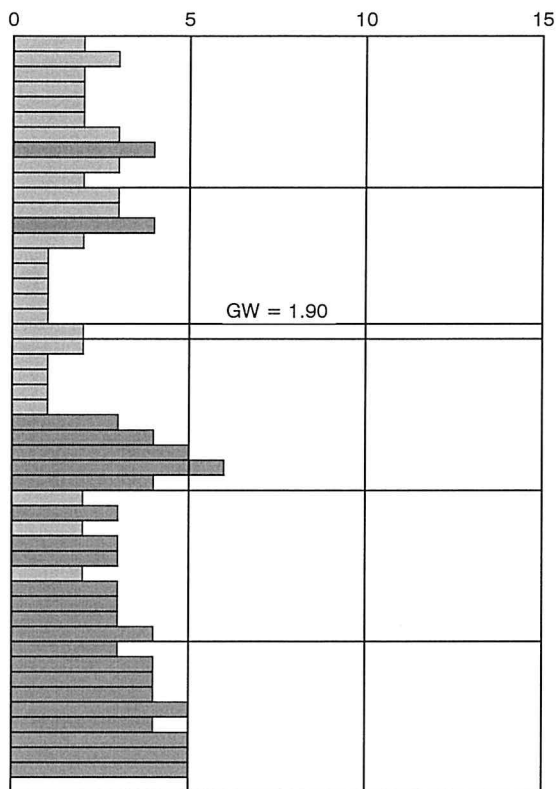
Bearbeiter: Herr Rapp

DPH 6

3,61 m NHN



Schlagzahlen je 10 cm



GW = 1.90

bei RKS 11

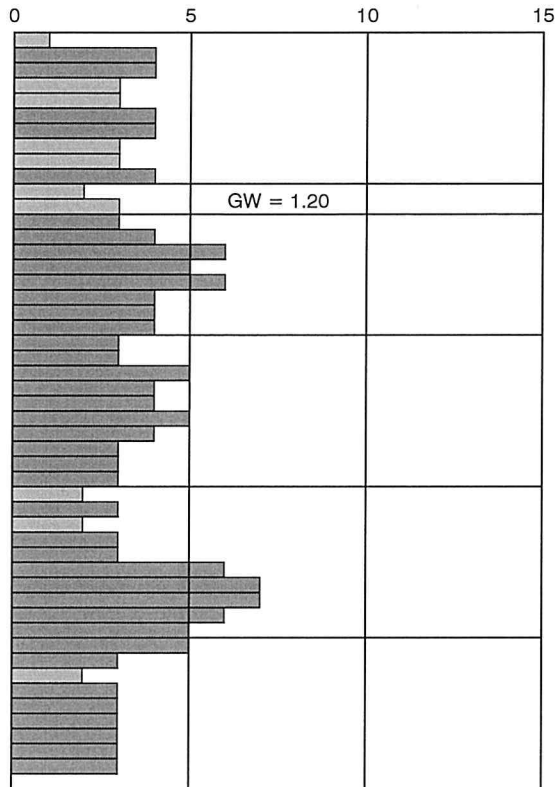
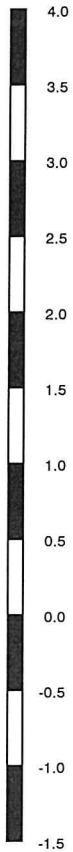
Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2
0.20	3
0.30	2
0.40	2
0.50	2
0.60	2
0.70	3
0.80	4
0.90	3
1.00	2
1.10	3
1.20	3
1.30	4
1.40	2
1.50	1
1.60	1
1.70	1
1.80	1
1.90	1
2.00	2
2.10	2
2.20	1
2.30	1
2.40	1
2.50	1
2.60	3
2.70	4
2.80	5
2.90	6
3.00	4
3.10	2
3.20	3
3.30	2
3.40	3
3.50	3
3.60	2
3.70	3
3.80	3
3.90	3
4.00	4
4.10	3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

DPH 7

3,80 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

m NHN



bei RKS 13

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



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

Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
 Gewerbegebiet Großefehn

Planbezeichnung:

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

Projekt-Nr.: 06-4509

Anhang-Nr.: 2

Datum: 09.08.2019

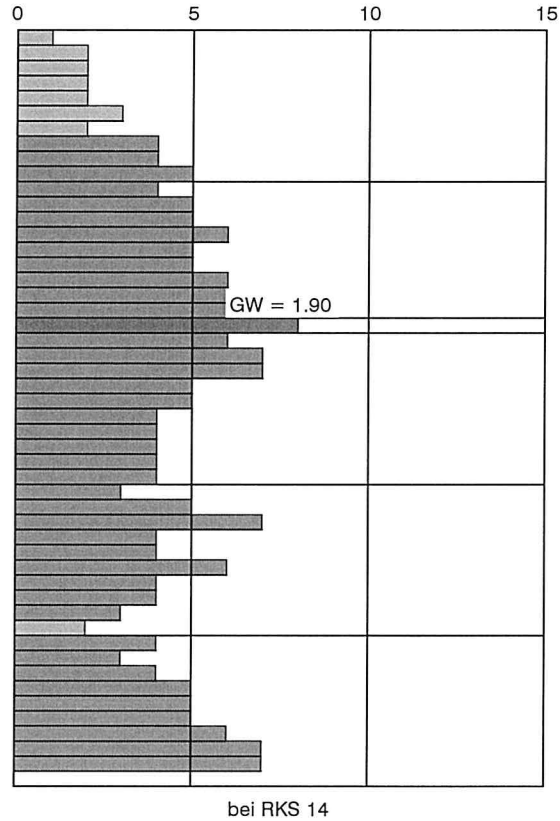
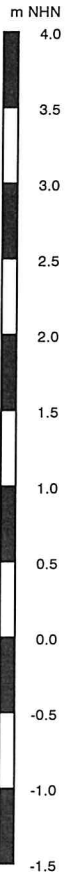
Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Herr Rapp

DPH 8

3,59 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



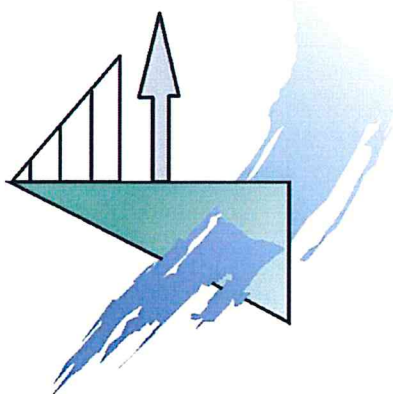
Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	2
0.30	2
0.40	2
0.50	2
0.60	3
0.70	2
0.80	4
0.90	4
1.00	5
1.10	4
1.20	5
1.30	5
1.40	6
1.50	5
1.60	5
1.70	6
1.80	6
1.90	6
2.00	8
2.10	6
2.20	7
2.30	7
2.40	5
2.50	5
2.60	4
2.70	4
2.80	4
2.90	4
3.00	4
3.10	3
3.20	5
3.30	7
3.40	4
3.50	4
3.60	6
3.70	4
3.80	4
3.90	3
4.00	2
4.10	4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

Anhang 2

Ergebnisse der Feldarbeiten

Anhang 2.3

Graphische Darstellung des Ausbaus der Messstelle RP1 und Probenahmeprotokoll

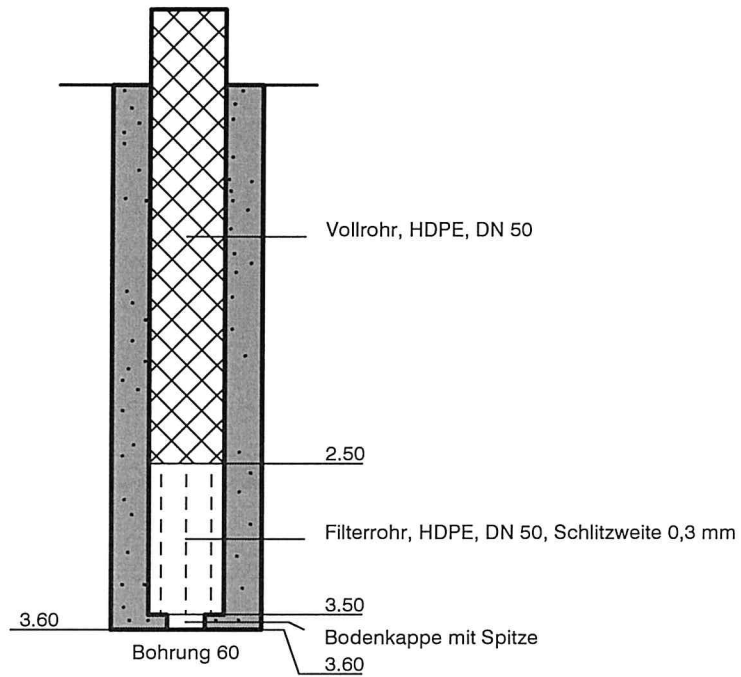
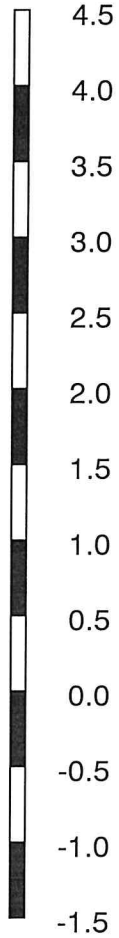


RP 1

4,09 m NN (POK)

3,59 m NN (GOK)

m ü NN

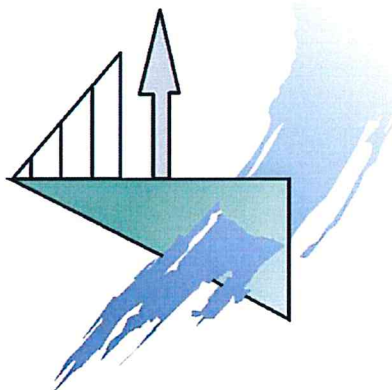


Ingenieur- und Sachverständigenbüro Rubach und Partner <i>RP</i> Geolabor und Umweltservice GmbH			Probenahmeprotokoll DIN 38402/13		
Projektnummer: 06-4509			Erweiterung Gewerbegebiet und MKW-Betrieb Großefehn		
Probenkennzeichnung	RP 1	Eigentümer			
Entnahmestelle	RKS 14	Rechtswert		Hochwert	
Datum	09.08.19	Uhrzeit			
Art der Entnahmestelle	Rammpegel				
Rohr-/Schachtdurchmesser	2"				
Filterlage von	2,50	bis	3,50	m unter Pegeloberkante (POK)	
Wasserspiegel unter POK	1,90	vorher		nachher	
Entnahmetiefe	3	m unter POK			
Art der Probenahme	Pumpprobe	mit	Gigant		
Schüttung/ Förderstrom	5 l/min	Gesamtvol.	70 l		
Wahrnehmungen am geförderten Grundwasser					
Färbung	grau	Trübung	stark trüb		
Bodensatz	sandig	Geruch	schwach faulig		
Messungen Vorort					
Lufttemperatur °C		Wassertemperatur °C			
pH-Wert		Redox-Spannung mV			
Leitfähigkeit ohne TK $\mu\text{S/cm}$		Leitfähigkeit mit TK $\mu\text{S/cm}$			
Sauerstoffgehalt mg/l		Kohlensäure mg/l			
Konservierungsmaßnahmen					
Probenehmer					
Unterschrift					
Bemerkungen					

Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

ANHANG



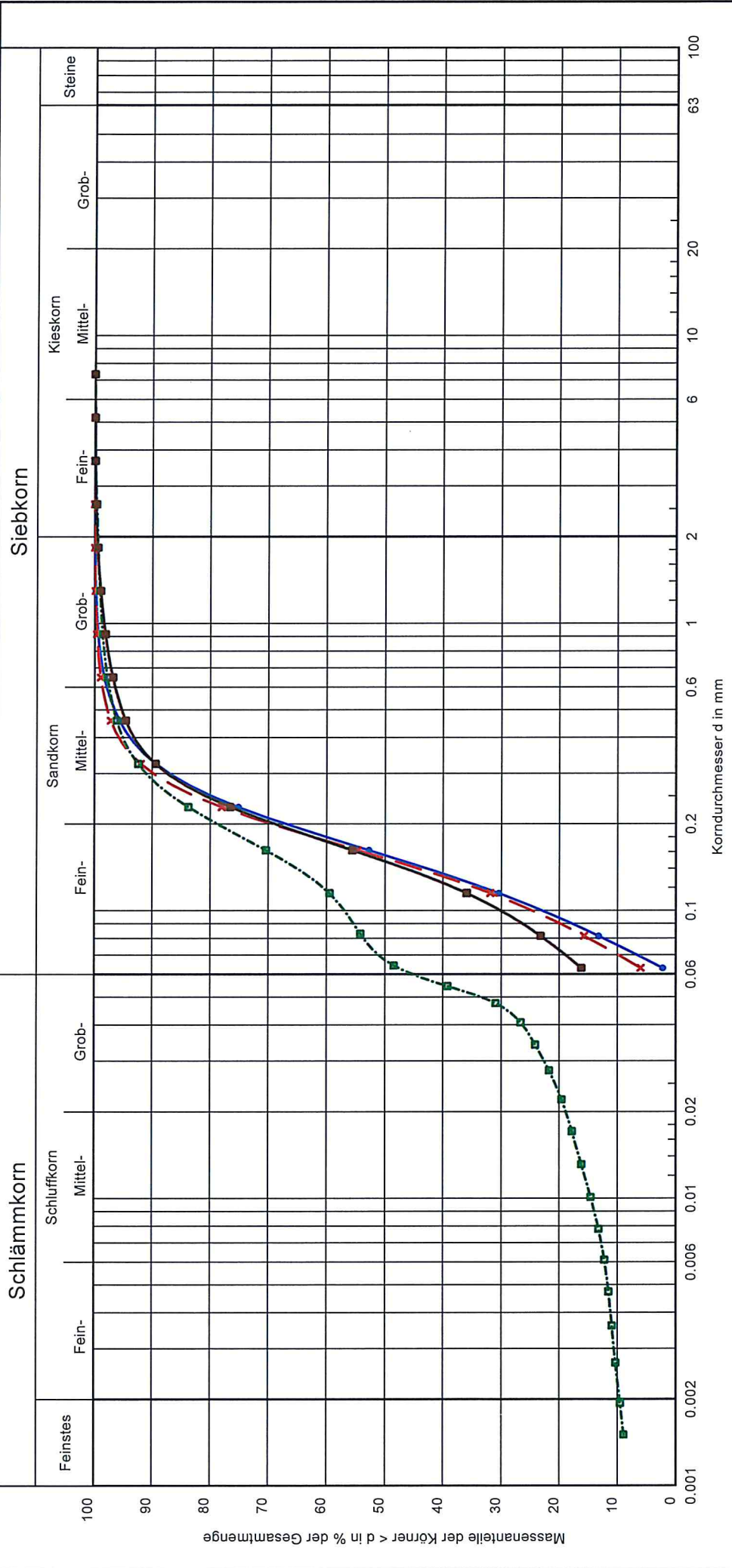


Geolabor und Umweltservice GmbH
 Nieddiger Weg 47, 49661 Cloppenburg
 Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Körnungslinie

KG Erweiterung MKW und Gewerbegebiet Großefehn

Projekt-Nr.: 06-4509
 Probe entnommen am: 01. - 09.08.2019
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 19. - 20.08.2019 / Reinke



Probenbezeichnung:	RKS 1/3	RKS 6/2	RKS 8/6	Bemerkungen:
Tiefe:	1,0-2,2m	0,3-1,3m	2,3-3,0m	
Bodenart:	fS, ms	fS, ms, u'	fS, u, ms	
Bodengruppe:	SE	SU	SU*	
k (m/s) (Hazen):	6,6*10-5	5,7*10-5	2,9*10-5	
U/Cc	2,4/1,0	2,5/1,0	-/-	
Signatur:	●———●	✕———✕	■———■	
Kornkennzahl	00100	0190	1450	0280

Projekt-Nr.:
 06-4509
 Anhang:
 3

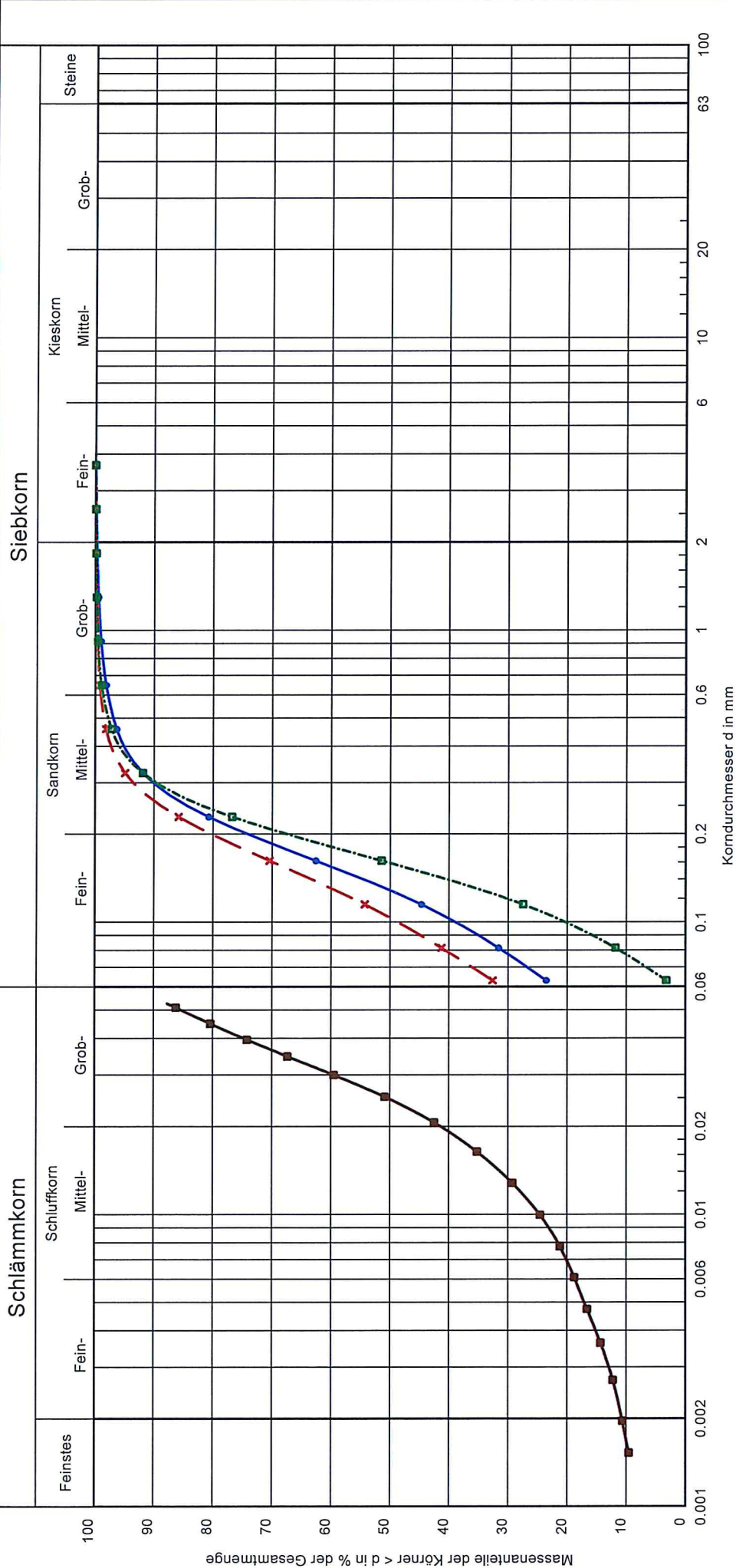


Geolabor und Umweltservice GmbH
 Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
 Tel. 04471 - 93 29 122, Fax 04471 - 947580

Körnungslinie

KG Erweiterung MKW und Gewerbegebiet Großefehn

Projekt-Nr.: 06-4509
 Probe entnommen am: 01. - 09.08.2019
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 19. - 20.08.2019 / Reinke



Probenbezeichnung:	RKS 9/3	RKS 12/3	RKS 15/3
Tiefe:	1,0-2,2m	1,0-2,6m	1,1-1,9m
Bodenart:	fS, u, ms	fS, u, ms	U, t'
Bodengruppe:	SU*	SU*	SE
k (m/s) (Hazen):	1,9*10-5	1,0*10-5	3,3*10-8
U/Cc	-/-	-/-	17,8/3,4
Signatur:			
Kornkennzahl	0280	0370	1900
Bemerkungen:			

Projekt-Nr.:
06-4509
Anhang:
3

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

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-4509
Datum: 15.08.2019
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 01. - 09.08.2019

Bezeichnung der Probe	RKS 1/4 2,2-3,0m		RKS 5/5 2,0-3,0m	
	Behälter Nr.	7	1	601
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	20,252	20,330	20,536	20,281
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	18,008	18,113	18,377	18,135
Behälter m_B [g]	1,190	1,190	1,193	1,191
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	2,244	2,217	2,159	2,146
Trockene Probe m_d [g]	16,818	16,923	17,184	16,944
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	13,343	13,101	12,564	12,665
	13,222		12,615	

Bemerkungen:

Bestimmung des **Wassergehaltes**

durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-4509

Art der Entnahme: gestört

Datum: 15.08.2019

Entnahme am: 01. - 09.08.2019

Ausgeführt: Reinke

Bezeichnung der Probe	RKS 5/6 3,0-5,0m		RKS 6/3 1,3-3,0m	
Behälter Nr.	17	103	42	55
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	20,555	20,517	20,884	20,356
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	17,737	17,724	18,177	17,670
Behälter m_B [g]	1,196	1,187	1,196	1,186
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	2,818	2,793	2,707	2,686
Trockene Probe m_d [g]	16,541	16,537	16,981	16,484
Wassergehalt $w = m_W/m_d * 100 \%$	17,036	16,889	15,941	16,295
	16,963		16,118	

Bemerkungen:



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

**KG Erweiterung MKW und Gewerbegebiet
Großefehn**

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

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-4509
Datum: 15.08.2019
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 01. - 09.08.2019

Bezeichnung der Probe	RKS 7/3 1,0-2,0m		RKS 8/7 3,0-5,0m	
	Behälter Nr.	76	33	32
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	20,429	20,699	20,649	20,446
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	17,880	18,364	17,956	17,793
Behälter m_B [g]	1,194	1,192	1,195	1,191
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	2,549	2,335	2,693	2,653
Trockene Probe m_d [g]	16,686	17,172	16,761	16,602
Wassergehalt $w = m_W/m_d * 100$ %	15,276	13,598	16,067	15,980
	14,437		16,024	

Bemerkungen:



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

**KG Erweiterung MKW und Gewerbegebiet
 Großefehn**

Bestimmung des **Wassergehaltes**

durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-4509

Datum: 15.08.2019

Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört

Entnahme am: 01. - 09.08.2019

Bezeichnung der Probe	RKS 11/5 2,1-3,0m		RKS 15/3 1,1-1,9m	
	19	75	108	44
Behälter Nr.				
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	20,408	20,411	20,315	20,637
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	17,993	18,053	16,617	16,938
Behälter m_B [g]	1,193	1,197	1,194	1,193
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	2,415	2,358	3,698	3,699
Trockene Probe m_d [g]	16,800	16,856	15,423	15,745
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	14,375	13,989	23,977	23,493
	14,182		23,735	

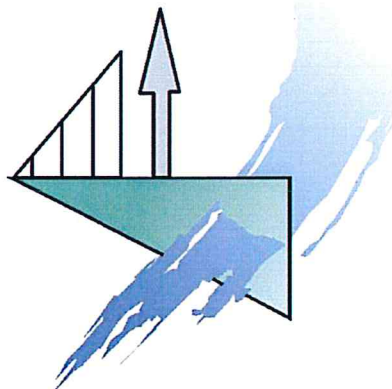
Bemerkungen:

Anhang 4

Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen

Anhang 4.1

Analysenbericht des Untersuchungslabors



Laboratorien Dr. Döring Haferwende 12 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47

49661 CLOPPENBURG

20. August 2019

PRÜFBERICHT 13081905

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-4509
Projektbezeichnung: Erweiterung MKW und Gewerbegebiet Großefehn
Probenahme: durch Auftraggeber am 01.08.+02.08.2019
Probentransport: durch Laboratorien Dr. Döring GmbH am 09.08.2019
Probeneingang: 10.08.2019
Prüfzeitraum: 12.08.2019 - 20.08.2019
Probennummer: 53349 - 53353 / 19
Probenmaterial: Boden, Wasser
Verpackung: Braunglas (0,5 L), diverse
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 - 6
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

Dr. Jens Krause
(stellv. Laborleiter)

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)

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
	Cyanide (F)	DIN ISO 11262: 2012-04
	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
	Thallium (F)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2005-02
	Zink (F)	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	PCB (F)	DIN EN 15308: 2008-05
	PAK (F)	DIN ISO 18287: 2006-05
	BTEX	DIN 38407-9 (F9): 1991-05
	LHKW	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08
	Luat	DIN EN 12457-4: 2003-01
	pH-Wert (E)	DIN 38404-5 (C5): 2012-04
	el. Leitfähigkeit (E)	DIN EN 27888 (C8): 1993-11
	Phenol-Index (E)	DIN 38409-16 (H16): 1984-06
	Cyanide (E)	DIN 38405-13 (D13): 2011-04
	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
	Magnesium	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	kalklös. Kohlensäure	DIN 38404-C10: 2012-12
	Ammonium	DIN 38406-E5-1: 1983-10
	Kalzium	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Hydrogenkarbonat	DIN 38405-D5: 1985-01

Labornummer	53349	53350	53351	53352
Probenbezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Trockenmasse [%]	90,0	89,6	84,9	84,4
TOC [%]	3,0	0,19	3,9	0,67
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₂₂	< 5	< 5	< 5	< 5
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₄₀	28	< 5	19	9
Cyanid, gesamt	0,19	< 0,05	0,38	< 0,05
EOX	0,6	0,2	0,5	0,4
Arsen	1,5	< 1,0	1,7	< 1,0
Blei	39	3,3	35	3,4
Cadmium	0,2	< 0,1	0,3	< 0,1
Chrom	8,1	4,9	9,1	5,2
Kupfer	8,3	2,1	10	3,2
Nickel	2,1	2,6	2,6	3,0
Quecksilber	0,2	< 0,1	0,2	< 0,1
Thallium	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	26	6,1	29	6,0
PCB 28	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 52	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 101	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 138	0,003	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 153	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 180	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Summe PCB (6 Kong.)	0,008	n.n.	n.n.	n.n.
Naphthalin	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Acenaphthylen	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Acenaphthen	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fluoren	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Phenanthren	0,012	< 0,001	0,004	0,001
Anthracen	0,003	< 0,001	< 0,001	0,001
Fluoranthen	0,027	< 0,001	0,013	0,002
Pyren	0,022	< 0,001	0,010	0,002
Benzo(a)anthracen	0,015	< 0,001	0,007	0,001
Chrysen	0,014	< 0,001	0,007	0,001
Benzo(b)fluoranthen	0,033	< 0,001	0,018	0,001
Benzo(k)fluoranthen	0,008	< 0,001	0,004	0,001
Benzo(a)pyren	0,015	< 0,001	0,008	0,001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,013	< 0,001	0,006	0,001
Dibenzo(a,h)anthracen	0,003	< 0,001	0,001	0,001
Benzo(g,h,i)perylene	0,015	< 0,001	0,007	0,001
Summe PAK (EPA)	0,185	n.n.	0,085	0,014

Labornummer	53349	53350	53351	53352
Probenbezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Benzol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Toluol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ethylbenzol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Xylole	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Trimethylbenzole	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe BTEX	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Vinylchlorid	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dichlormethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,2-trans-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1-Dichlorethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,2-cis-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tetrachlormethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1,1-Trichlorethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chloroform	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,2-Dichlorethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Trichlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibrommethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Bromdichlormethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tetrachlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1,2-Trichlorethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibromchlormethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tribrommethan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe LHKW	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Labornummer	53349	53350	53351	53352
Probenbezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
Dimension	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]
pH-Wert bei 20 °C	7,5	7,6	7,2	7,0
el. Leitfähigkeit [µS/cm] bei 25 °C	77	11	22	10
Phenol-Index	< 10	< 10	< 10	< 10
Cyanid, gesamt	< 5	< 5	< 5	< 5
Chlorid	510	550	2.100	630
Sulfat	1.400	710	990	740
Arsen	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Blei	0,9	1,6	1,0	1,6
Cadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom	2,9	6,6	2,8	9,3
Kupfer	17	12	7,4	10
Nickel	1,9	2,7	2,1	4,3
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	9,8	7,4	10	5,1

Labornummer	53353	Angriffsgrad		
Probenbezeichnung	WP 1	Angriffsgrad		
Dimension	[mg/L]	[mg/L]		
pH-Wert bei 20 °C	6,7	6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5
kalklösende Kohlensäure	110	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,93	15 - 30	> 30 - 60	> 60
Sulfat	21	200 - 600	> 600 - 3.000	> 3.000
Magnesium	3,8	300 - 1.000	> 1.000 - 3.000	> 3.000
Angriffsgrad n. DIN 4030	XA3 stark angreifend	<i>XA1 schwach angreifend</i>	<i>XA2 mäßig angreifend</i>	<i>XA3 stark angreifend</i>

Labornummer		53353	
Probenbezeichnung		WP 1	
Dimension		[mg/L]	
pH-Wert b. 20 °C		6,7	
Säurekapazität [mmol/L]		0,60	
Chlorid		9,2	
Sulfat		21	
Kalzium		4,3	

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 12 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47

49661 CLOPPENBURG

30. Oktober 2019

PRÜFBERICHT 25101905

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-4509
Projektbezeichnung: KG Erweiterung MKW und Gewerbegebiet Großefehn
Probenahme: durch Auftraggeber am 21.10.2019
Probentransport: durch Laboratorien Dr. Döring GmbH am 24.10.2019
Probeneingang: 25.10.2019
Prüfzeitraum: 25.10.2019 - 30.10.2019
Probennummer: 66840 – 66841 / 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 - 5
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

M. Sc. Malte Haak
(Projektleiter)

Dr. Jens Krause
(stellv. Laborleiter)

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
Cyanide (F)	DIN ISO 11262: 2012-04
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
Thallium (F)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2005-02
Zink (F)	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
PCB (F)	DIN EN 15308: 2008-05
PAK (F)	DIN ISO 18287: 2006-05
BTEX	DIN 38407-9 (F9): 1991-05
LHKW	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08
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
Phenol-Index (E)	DIN 38409-16 (H16): 1984-06
Cyanide (E)	DIN 38405-13 (D13): 2011-04
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

Labornummer	66840	66841
Probenbezeichnung	MP 5	MP 6
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Trockenmasse [%]	74,6	88,8
TOC [%]	3,4	0,14
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₂₂	< 5	< 5
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₄₀	15	< 5
Cyanid, gesamt	0,23	< 0,05
EOX	0,5	0,1
Arsen	1,7	< 1,0
Blei	11	2,7
Cadmium	0,1	< 0,1
Chrom	5,4	4,4
Kupfer	6,3	< 1,0
Nickel	1,5	1,4
Quecksilber	< 0,1	< 0,1
Thallium	< 0,1	< 0,1
Zink	33	4,9
PCB 28	< 0,001	< 0,001
PCB 52	< 0,001	< 0,001
PCB 101	< 0,001	< 0,001
PCB 138	< 0,001	< 0,001
PCB 153	< 0,001	< 0,001
PCB 180	< 0,001	< 0,001
Summe PCB (6 Kong.)	n.n.	n.n.
Naphthalin	< 0,001	< 0,001
Acenaphthylen	< 0,001	< 0,001
Acenaphthen	< 0,001	< 0,001
Fluoren	< 0,001	< 0,001
Phenanthren	0,002	< 0,001
Anthracen	< 0,001	< 0,001
Fluoranthren	0,010	< 0,001
Pyren	0,007	< 0,001
Benzo(a)anthracen	0,005	< 0,001
Chrysen	0,006	< 0,001
Benzo(b)fluoranthren	0,020	< 0,001
Benzo(k)fluoranthren	0,005	< 0,001
Benzo(a)pyren	0,005	< 0,001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,005	< 0,001
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,001	< 0,001
Benzo(g,h,i)perylene	0,007	0,001
Summe PAK (EPA)	0,072	0,001

Labornummer	66840	66841	
Probenbezeichnung	MP 5	MP 6	
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	
Benzol	< 0,01	< 0,01	
Toluol	< 0,01	< 0,01	
Ethylbenzol	< 0,01	< 0,01	
Xylole	< 0,01	< 0,01	
Trimethylbenzole	< 0,01	< 0,01	
Summe BTEX	n.n.	n.n.	
Vinylchlorid	< 0,01	< 0,01	
1,1-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	
Dichlormethan	< 0,01	< 0,01	
1,2-trans-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	
1,1-Dichlorethan	< 0,01	< 0,01	
1,2-cis-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	
Tetrachlormethan	< 0,01	< 0,01	
1,1,1-Trichlorethan	< 0,01	< 0,01	
Chloroform	< 0,01	< 0,01	
1,2-Dichlorethan	< 0,01	< 0,01	
Trichlorethen	< 0,01	< 0,01	
Dibrommethan	< 0,01	< 0,01	
Bromdichlormethan	< 0,01	< 0,01	
Tetrachlorethen	< 0,01	< 0,01	
1,1,2-Trichlorethan	< 0,01	< 0,01	
Dibromchlormethan	< 0,01	< 0,01	
Tribrommethan	< 0,01	< 0,01	
Summe LHKW	n.n.	n.n.	

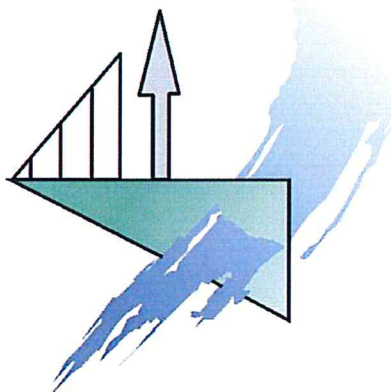
Labornummer		66840	66841	
Probenbezeichnung		MP 5	MP 6	
Dimension		ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	
pH-Wert bei 20 °C		7,6	7,7	
el. Leitfähigkeit [µS/cm] bei 25 °C		89	22	
Phenol-Index		< 10	< 10	
Cyanid, gesamt		< 5	< 5	
Chlorid		3.800	1.900	
Sulfat		6.000	2.000	
Arsen		< 2,0	< 2,0	
Blei		1,5	1,1	
Cadmium		< 0,2	< 0,2	
Chrom		0,8	3,4	
Kupfer		6,6	6,0	
Nickel		2,6	2,6	
Quecksilber		< 0,1	< 0,1	
Zink		9,3	2,5	

Anhang 4

Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen

Anhang 4.2

Zusammenstellung der Ergebnisse der Bodenuntersuchung



Anhang 4.2

Einordnung der Analyseergebnisse der ausgewählten Bodenproben gemäß den Prüfwerten der BBodSchV, der TR-Boden (LAGA) sowie der LAWA

Feststoff	Einheit	Bodenmischprobe						LAGA-Richtlinie (Feststoff Boden)				LAWA		Vorsorgewerte BBodSchV			BBodSchV (Prüfwerte)			
		MP 1		MP 2		MP 3		Z 0 (Sand)	Z 0*	Z 1	Z 2	PW	MSW	Ton	Lehm/ Schluff	Sand	Kinder- spiel- flächen	Wohn- gebiet	Park- und Freizeit- anlagen	Industrie- und Gewerbe- grund- stücke
																	*Prüfwert für Gemische von PAK vertreten durch BAP (ALA/LABO)			
																	> 8% Humus / ≤ 8% Humus			
Trockenrückstand	% OS	90		89,6		84,9		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TOC	Masse-%	3	Z2	0,19		3,9	Z2	0,5 (1,0)	0,5 (1,0)	1,5	5									
Kohlenwasserstoffe C10-22	mg/kg TR	< 5		< 5		< 5		100	200	300	1000	300 - 1000	1000 - 5000							
Kohlenwasserstoffe C10-40	mg/kg TR	28		< 5		19		100	400	600	2000	300 - 1000	1000 - 5000							
EOX	mg/kg TR	0,6		0,2		0,5		1	1	3	10									
Summe BETX	mg/kg TR	n.n.		n.n.		n.n.		1	1	1	1	2 - 10	10 - 30							
Arsen	mg/kg TR	1,5		< 1,0		1,7		10	15	45	150						25	50	125	140
Blei	mg/kg TR	39		3,3		35		40	140	210	700						100	70	40	200
Cadmium	mg/kg TR	0,2		< 0,1		0,3		0,4	1	3	10						1,5	1	0,4	10
Chrom	mg/kg TR	8,1		4,9		9,1		30	120	180	600						100	60	30	200
Kupfer	mg/kg TR	8,3		2,1		10		20	80	120	400						60	40	20	
Nickel	mg/kg TR	2,1		2,6		2,6		15	100	150	500						70	50	15	70
Quecksilber	mg/kg TR	0,2	Z0*	< 0,1		0,2	Z0*	0,1	1	1,5	5						1	0,5	0,1	10
Zink	mg/kg TR	26		6,1		29		60	300	450	1500						200	150	60	
Cyanide	mg/kg TR	0,19		< 0,05		0,38		---	---	3	10						50	50	50	100
Summe LHKW	mg/kg TR	n.n.		n.n.		n.n.		1	1	1	1	1 - 5	5 - 25				---	---	---	---
Naphthalin	mg/kg TR	0,002		< 0,001		< 0,001		---	---	---	---	1 - 2	5				---	---	---	---
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,015		< 0,001		0,008		0,3	0,6	0,9	3						1 / 0,3	1 / 0,3	1 / 0,3	2
																				0,5 *
Summe PAK ohne Naphthalin	mg/kg TR	0,183		n.n.		0,085		---	---	---	---	2 - 10	10 - 100				---	---	---	---
Summe PAK mit Naphthalin	mg/kg TR	0,185		n.n.		0,085		3	3	3 (9)	30						10 / 3	10 / 3	10 / 3	---
Summe PCB	mg/kg TR	0,008		n.n.		n.n.		0,05	0,1	0,15	0,5	0,1 - 1	1 - 10	0,1 / 0,05	0,1 / 0,05	0,1 / 0,05	0,4	0,8	2	40

Bewertung TR-LAGA mit TOC	Z 2	Z 0	Z 2
---------------------------	-----	-----	-----

* PAK-Erlass Nds. Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (8/2016)

Bewertung TR-LAGA ohne TOC	Z 0*	Z 0	Z 0*
----------------------------	------	-----	------

Eluat	Einheit	LAGA-Richtlinie (Eluat Boden)									
		MP 1		MP 2		MP 3		Z 0 / Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert		7,5		7,6		7,2		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	77		11		22		250	250	1500	2000
Chlorid	mg/l	0,51		0,55		2,1		30	30	50	100
Sulfat	mg/l	1,4		0,71		0,99		20	20	50	200
Arsen	µg/l	< 2		< 2,0		< 2,0		14	14	20	60
Blei	µg/l	0,9		1,6		1		40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,2		< 0,2		< 0,2		1,5	1,5	3	6
Chrom	µg/l	2,9		6,6		2,8		12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	17		12		7,4		20	20	60	100
Nickel	µg/l	1,9		2,7		2,1		15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	9,8		7,4		10		150	150	200	600
Cyanid gesamt	µg/l	< 5		< 5		< 5		5	5	10	20
Phenolindex	µg/l	< 10		< 10		< 10		20	20	40	100

Bewertung TR-LAGA	Z 0	Z 0	Z 0
-------------------	-----	-----	-----

Anhang 4.2

Einordnung der Analyseergebnisse der ausgewählten Bodenproben gemäß den Prüfwerten der BBodSchV, der TR-Boden (LAGA) sowie der LAWA

Feststoff	Einheit	Bodenmischprobe				LAGA-Richtlinie (Feststoff Boden)				LAWA		Vorsorgewerte BBodSchV			BBodSchV (Prüfwerte)					
		MP 4		MP 5		MP 6		Z 0 (Sand)	Z 0*	Z 1	Z 2	PW	MSW	Ton	Lehm/ Schluff	Sand	Kinder- spiel- flächen	Wohn- gebiet	Park- und Freizeit- anlagen	Industrie- und Gewerbe- grund- stücke
Parameter													> 8% Humus / ≤ 8% Humus			durch BAP (ALA/LABO)				
Trockenrückstand	% OS	84,4		74,6		88,8		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TOC	Masse-%	0,67	Z1	3,4	Z2	0,14		0,5 (1,0)	0,5 (1,0)	1,5	5									
Kohlenwasserstoffe C10-22	mg/kg TR	< 5		< 5		< 5		100	200	300	1000	300 - 1000	1000 - 5000							
Kohlenwasserstoffe C10-40	mg/kg TR	9		15		< 5		100	400	600	2000	300 - 1000	1000 - 5000							
EOX	mg/kg TR	0,4		0,5		0,1		1	1	3	10									
Summe BETX	mg/kg TR	n.n.		n.n.		n.n.		1	1	1	1	2 - 10	10 - 30							
Arsen	mg/kg TR	< 1,0		1,7		< 1,0		10	15	45	150						25	50	125	140
Blei	mg/kg TR	3,4		11		2,7		40	140	210	700			100	70	40	200	400	1000	2000
Cadmium	mg/kg TR	< 0,1		0,1		< 0,1		0,4	1	3	10			1,5	1	0,4	10	20	50	60
Chrom	mg/kg TR	5,2		5,4		4,4		30	120	180	600			100	60	30	200	400	1000	1000
Kupfer	mg/kg TR	3,2		6,3		< 1,0		20	80	120	400			60	40	20				
Nickel	mg/kg TR	3		1,5		1,4		15	100	150	500			70	50	15	70	140	350	900
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1		< 0,1		< 0,1		0,1	1	1,5	5			1	0,5	0,1	10	20	50	80
Zink	mg/kg TR	6		33		4,9		60	300	450	1500			200	150	60				
Cyanide	mg/kg TR	< 0,05		0,23		< 0,05				3	10						50	50	50	100
Summe LHKW	mg/kg TR	n.n.		n.n.		n.n.		1	1	1	1	1 - 5	5 - 25							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,001		< 0,001		< 0,001						1 - 2	5							
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,001		0,005		< 0,001		0,3	0,6	0,9	3			1 / 0,3	1 / 0,3	1 / 0,3	2	4	10	12
Summe PAK ohne Naphthalin	mg/kg TR	0,014		0,072		0,001						2 - 10	10 - 100				0,5 *	1 *	1 *	5 *
Summe PAK mit Naphthalin	mg/kg TR	0,014		0,072		0,001		3	3	3 (9)	30			10 / 3	10 / 3	10 / 3				
Summe PCB	mg/kg TR	n.n.		n.n.		n.n.		0,05	0,1	0,15	0,5	0,1 - 1	1 - 10	0,1 / 0,05	0,1 / 0,05	0,1 / 0,05	0,4	0,8	2	40

Bewertung TR-LAGA mit TOC	Z 1	Z 2	Z 0
---------------------------	-----	-----	-----

* PAK-Erlass Nds. Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (8/2016)

Bewertung TR-LAGA ohne TOC	Z 0	Z 0	Z 0
----------------------------	-----	-----	-----

Eluat	Einheit	LAGA-Richtlinie (Eluat Boden)						
		MP 4	MP 5	MP 6	Z 0 / Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert		7	7,6	7,7	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	10	89	22	250	250	1500	2000
Chlorid	mg/l	0,63	3,8	1,9	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	0,74	6	2	20	20	50	200
Arsen	µg/l	< 2,0	< 2,0	< 2,0	14	14	20	60
Blei	µg/l	1,6	1,5	1,1	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1,5	1,5	3	6
Chrom	µg/l	9,3	0,8	3,4	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	10	6,6	6	20	20	60	100
Nickel	µg/l	4,3	2,6	2,6	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	5,1	9,3	2,5	150	150	200	600
Cyanid gesamt	µg/l	< 5	< 5	< 5	5	5	10	20
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	< 10	20	20	40	100

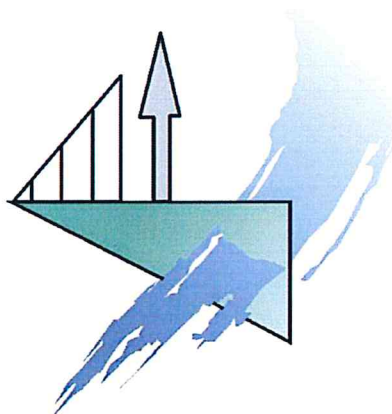
Bewertung TR-LAGA	Z 0	Z 0	Z 0
-------------------	-----	-----	-----

Anhang 4

Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen

Anhang 4.3

Auswertungsprotokoll der Grundwasseruntersuchung





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

Erweiterung Gewerbegebiet und MKW in Großefehn

Stahlaggressivität nach DIN 50929 Teil 3
Betonaggressivität nach DIN 4030 Teil 1

Projekt Nr.: 06-4509
 Anhang: 5.3

Grundwasser WP 1 - Betonaggressivität nach DIN 4030 Teil 1

aufgrund der erhöhten Konzentration an kalklösender Kohlensäure ist das Grundwasser als stark betonangreifend (XA 3) einzustufen			Messwert	XA 3
	pH-Wert	-	6,7	<4,5
	kalklösende Kohlensäure	mg/l	110	>100
	Ammonium	mg/l	0,93	>60-100
	Sulfat	mg/l	21	>1.000-6.000
	Magnesium	mg/l	3,8	>3.000
	Eisen	mg/l	n.b.	-
	Säurekapazität bei pH 4,3	mmol/l	0,6	-
	Chlorid	mg/l	9,2	-
	Sulfat	mg/l	21	-
Calcium	mg/l	4,3	-	

Grundwasser GWM 1 - Stahlaggressivität nach DIN 50929 Teil 3

Wasserart	Stehendes Gewässer	-	N ₁ =	-1		
Lage des Objekte	Unterwasserbereich	-	N ₂ =	0		
c(Cl ⁻ + 2c(SO ₄ ²⁻))	0,70	mol/m ³	N ₃ =	0		
Säurekapazität	0,6	mol/m ³	N ₄ =	1		
c(Ca ²⁺)	0,1075	mol/m ³	N ₅ =	-1		
pH-Wert	6,7	-	N ₆ =	-1		

N-Werte: Bewertungsziffern für unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

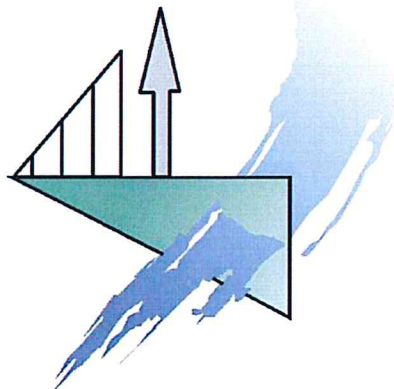
$W_0 = N_1 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6 + (N_3/N_4) = -2,00$ $W_1 = W_0 - N_1 + (N_2 * N_3) = -1,00$	W₀ und W₁	Mulden- und Lockkorrosion	Flächenkorrosion
	≥ 0	sehr gering	sehr gering
	-1 bis -4	gering	gering
	≤ -4 bis -8	mittel	mittel
	≤ -8	hoch	mittel

W₀ Mulden- und Lochkorrosion im Unterwasserbereich	gering
W₁ Mulden- und Lockkorrosion Wasser/Luft-Grenze	gering
W₀ Flächenkorrosion im Unterwasserbereich	sehr gering
W₁ Flächenkorrosion Wasser/Luft-Grenze	sehr gering

Bemerkungen:

Anhang 5

Glossar sowie Regelwerke und Normen (Auswahl)



Glossar zu den geotechnischen Sicherheitsnachweisen für Bauwerke gemäß der deutschen Fassung des EC 7: DIN EN 1997-1:2009-09 in Verbindung mit dem nationalen Anhang DIN EN 1997-1/NA:2010-12 und den ergänzenden Regelungen der DIN 1054:2010-12

I Allgemeines

Seit dem 01.07.2012 hat der Nachweis der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken auf der Basis der bauaufsichtlich eingeführten DIN EN 1997-1:2009-09 in Verbindung mit dem Nationalen Anhang DIN EN 1997-1/NA:2010-12 und der Ergänzungsnorm DIN 1054:2010-12 zu erfolgen. Bis zum 31.12.2013 bestand noch eine Übergangsfrist während derer noch die DIN 1054:2005 angewandt werden konnte. Alle drei genannten, neuen Normendokumente wurden zur Verbesserung der Übersichtlichkeit in einem Druckwerk, dem sog. Normenhandbuch EC 7-1 zusammengeführt. Nachfolgend sind in Glossarform einige wichtige Begrifflichkeiten der neuen Normengeneration dargestellt.

II Grenzzustände

Ein Grenzzustand ist der Zustand eines Tragwerks, bei dessen Überschreitung die der Tragwerksplanung zugrunde gelegten Anforderungen überschritten werden. Bei jeder Sicherheitsbetrachtung müssen zwei voneinander unabhängige Grenzzustände beachtet werden, diese sind der

ULS: Der Grenzzustand der Tragfähigkeit ist der Zustand des Tragwerks, dessen Überschreiten zu einem rechnerischen Einsturz oder anderen Formen des Versagens führt. (Ultimate limit state);

SLS: Der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist der Zustand des Tragwerks, dessen Überschreiten die für die Nutzung festgelegten Bedingungen nicht mehr erfüllt. (Serviceability limit state).

Die nachstehenden Grenzzustände der Tragfähigkeit treten an Stelle der bisherigen Bezeichnungen GZ 1A, GZ 1B und GZ 1C:

EQU	GZ 1 A	Gleichgewichtsverlust des Bauwerks oder des Baugrunds als starrer Körper, wobei die Festigkeit weder im Bauwerk noch im Boden entscheidend ist.
UPL		Gleichgewichtsverlust des Bauwerks oder des Baugrunds infolge von Auftrieb oder anderer Vertikalkräfte.
HYD		Hydraulische Grundbruch und Materialtransport im Boden infolge von hydraulischen Gradienten
STR	GZ 1B	Bruch des Bauwerks oder konstruktiver Elemente, wobei die Festigkeit des Materials entscheidend ist.
GEO 2		Sehr große Verformungen oder
GEO 3	GZ 1C	Bruch im Baugrund , bei dem die Festigkeit des Baugrunds entscheidend ist.

III Nachweisverfahren

Von den in der DIN EN 1997-1 vorgegebenen drei Nachweisverfahren werden in der DIN 1054:2010-12 zwei Verfahren verwendet die mit GEO 2 und GEO 3 bezeichnet werden.

GEO 2: Ermittlung der Grundbruchsicherheit, Sicherheit gegen Gleiten, Erdruckberechnungen, Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge, Tragfähigkeit von Pfählen und Ankern sowie Ermittlung der einzuhaltenden Verformungen;

GEO 3: Nachweis der Gesamtstandsicherheit wie Böschungs- und Geländebruch sowie für konstruktive Böschungssicherungen.

IV Bemessungssituationen (früher Lastfälle)

Anstelle der bisherigen Lastfälle (LF 1, LF 2 und LF 3) treten nach DIN EN 1990:2002 vier verschiedene Bemessungssituationen:

BS-P: ständige Bemessungssituation (**P**ersistent, früher Lastfall LF 1);

BS-T: vorübergehende Bemessungssituation (**T**ransient, früher Lastfall LF 2);

BS-A: Bemessungssituation für außergewöhnliche Einwirkungen (**A**ccidental, früher Lastfall LF 3);

BS-E: Bemessungssituation für die Auslegung von Bauwerken auf Erdbeben (**E**arthquake).

V Geotechnische Kategorien

Geotechnische Kategorie GK 1

Baumaßnahmen mit geringem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf Bauwerk und Baugrund. Die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit kann mit vereinfachten Verfahren aufgrund von Erfahrungen hinreichend beurteilt werden. Für die Anwendung der GK 1 werden einfache und überschaubare Baugrundverhältnisse vorausgesetzt. Hierzu zählt beispielsweise Baugrund in waagerechtem oder schwach geneigtem Gelände der nach gesicherter örtlicher Erfahrung als tragfähig und setzungsarm bekannt ist.

Geotechnische Kategorie GK 2

Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf Bauwerk und Baugrund. Sie gilt für durchschnittliche Baugrundverhältnisse die nicht in die Kategorie GK 1 oder GK 3 fallen. Sie erfordern in jedem Fall eine ingenieurmäßige Bearbeitung und rechnerische Nachweise der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit auf der Grundlage von geotechnischen Kenntnissen (Baugrunduntersuchungen) und geotechnischen Erfahrungen.

Geotechnische Kategorie GK 3

Diese Kategorie gilt für ungewöhnliche oder besonders schwierige und/oder stark heterogene Baugrundverhältnisse. Sie erfordern in jedem Fall eine ingenieurmäßige Bearbeitung und rechnerische Nachweise der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit auf der Grundlage von Baugrunduntersuchungen und zusätzlichen Untersuchungen und von vertieften Kenntnissen und Erfahrungen in dem jeweiligen Spezialgebiet.

VI Hinweise zu Bemessungswerten des Sohlwiderstandes

Entsprechend der Verwendung von Bemessungswerten bei der statischen Ermittlung von Bauwerkslasten wurden mit der DIN 1054:2010-12 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes ($\sigma_{R,d}$) eingeführt. Der **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** für den Grenzzustand STR (GEO 2) und die Bemessungssituation BS-P ergibt sich aus der ungünstigsten Einwirkungskombination der charakteristischen bzw. repräsentativen Vertikalspannungen. Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes unterscheidet sich von den bisher verwendeten **aufnehmbaren Sohlrücken** („zulässige Bodenpressung“, $\sigma_{E,d}$) um den Faktor 1,4 (entspricht dem gewichteten Mittelwert der Teilsicherheitsbeiwerte).

Verzeichnis verwendeter/zitierter DIN-Normen und technischer Regeln

I Bodenmechanische / Chemische Prüfnormen

DIN 4020	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
DIN 4021	Baugrund/ Aufschluss durch Schürfen und Bohrungen sowie Entnahme von Proben
DIN 4022-1	Baugrund und Grundwasser/ Benennen und Beschreiben von Boden und Fels/ Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels
DIN 4023	Baugrund- und Wasserbohrungen/ Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse
DIN EN ISO 22476-1	Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenahmeverfahren und Grundwassermessungen- Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22476-1:2006), Deutsche Fassung EN ISO 22476-1:2006
DIN EN ISO 22476-2	Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen-Teil 2: Rammsondierungen
DIN EN 1997-2	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik- Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes, Deutsche Fassung EN 1997-2:2007
DIN 18123	Baugrund/ Untersuchung von Bodenproben / Bestimmung der Korngrößenverteilung
DIN 18196	Erd- und Grundbau/ Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
DIN 38404-414	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung
DIN 4030-2	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase/ Entnahme und Analyse von Wasserproben

II Gründungstechnische Normen

EAU 96	Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassung Häfen und Wasserstraßen der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik
DIN 1054	Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
DIN 1055-2	Lastannahmen für Bauten/ Bodenkenngößen/ Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel
DIN 4017-1	Baugrund/ Grundbruchberechnungen von lotrecht mittig belasteten Flachgründungen
DIN 4019-1	Setzungsberechnungen bei lotrechter, mittiger Belastung

III Ausführungstechnische Vorschriften

DIN 4030-1	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase
DIN 4123	Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen
DIN 4128	Verpresspfähle (Ortbeton- und Verbundpfähle) mit kleinem Durchmesser/ Herstellung/ Bemessung und zulässige Belastung
DIN 4124	Baugruben und Gräben / Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
DIN 18300	Erdarbeiten/ Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen
DIN 1045	Beton und Stahlbeton/ Bemessung und Ausführung
DBV-Merkblatt	Deutscher Beton-Verein e.V./ Wasserundurchlässige Baukörper aus Beton/ Fassung Juni 1996
ZTVE-StB 09	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
DIN 18195 T1-T10	Bauwerksabdichtungen