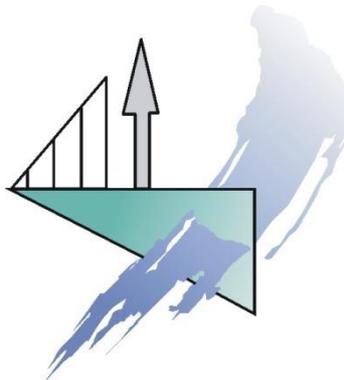


RP Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg

Geo- und umwelttechnisches Gutachten

für die Erweiterung des Baugebietes
„Holthöchte II“ in Grafeld



Auftraggeber

VR Bank eG Osnabrücker Nordland
Große Straße 31/33
49584 Fürstenau

Projektnummer: 06-5524

Datum: 17.11.2021

RPGeolabor und Umweltservice GmbH

Niedriger Weg 47
49661 Cloppenburg

Tel. 0 44 71 – 94 75 70

Fax 0 44 71 – 94 75 80

Info@RPGeolabor.de

www.RPGeolabor.de

© 2021 RP Geolabor und Umweltservice GmbH

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

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

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

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	1
TABELLENVERZEICHNIS	3
ANHANGSVERZEICHNIS	4
1 VORGANG UND BAUVORHABEN	5
2 UNTERLAGEN	6
2.1 Allgemeine Unterlagen.....	6
2.2 Planunterlagen und mitgeteilter Planungsstand	6
3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN.....	7
3.1 Lage, Art, Zeitraum und Umfang der Baugrundaufschlüsse	7
3.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	8
3.3 Chemische Bodenuntersuchungen	9
4 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	11
4.1 Untersuchungsgebiet.....	11
4.2 Erfasster Baugrundaufbau - Homogenbereiche	11
4.3 Hydrogeologische Verhältnisse	17
4.4 Rammsondierungen.....	19
4.5 Charakteristische bodenmechanische Kennwerte.....	19
4.6 Wiederverwendung von anfallenden Böden	21
5 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES UND HINWEISE FÜR DEN FAHRBAHNAUSBAU	22
5.1 Baugrundbeurteilung und Hinweise für die Planung	22
5.2 Hydrogeologische Verhältnisse	23
5.3 Frostempfindlichkeit des Bodens	24
5.4 Tragfähigkeit der potentiellen Planumböden und Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus im Ausbaubereich.....	24
6 HINWEISE FÜR DIE HERSTELLUNG DER KANALISATION	28
6.1 Lage der Rohrsohlen.....	28
6.2 Baustoffe für die Leitungszone	28
6.3 Ausführung der Bettung.....	29
6.4 Verfüllung des Rohrgrabens und Verdichtungsanforderungen.....	30
6.5 Hinweise zur Grabensicherung und zur Verbautiefe.....	33
7 GRÜNDUNGSTECHNISCHE BEURTEILUNG DER ANGETROFFENEN BAUGRUNDSCHICHTUNG	34

8	SONSTIGE BAUTECHNISCHE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN	35
8.1	Allgemeine Hinweise	35
8.2	Wasserhaltung.....	36
8.3	Anforderungen an Liefermaterial für Füllsande und ungebundene Oberbauschichten.....	37
9	HINWEISE ZUR ENTWÄSSERUNG / VERSICKERUNG	39
10	ABFALL-UND VERWERTUNGSTECHNISCHE HINWEISE FÜR ANFALLENDEN STRAßENAUFBRUCH UND ANFALLENDE BÖDEN	43
10.1	Vorhandene Asphaltdecken.....	43
10.2	Folgen für die Verwertung des Asphaltaufbruchs	44
10.3	Probenahme und Untersuchungsumfang für Bodenmischproben	45
10.4	Beurteilungsgrundlagen für Bodenuntersuchungen.....	46
10.5	Beurteilung der Untersuchungsergebnisse.....	49
10.6	Folgen für die Verwertung von Bodenmaterial.....	50
11	HINWEISE FÜR DIE WEITERE PLANUNG.....	54

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Zu erwartende geologische Verhältnisse im Planungsbereich (geologischen Karte Maßstab 1: 25.000)	12
Abbildung 2	Lage der GW-Oberfläche (NIBIS 1: 50.000).....	17
Abbildung 3	Grundwassermessstelle Grafeld 2016 bis 2019	18
Abbildung 4	Verformungsmodul E_{v2} auf der Frostschutzschicht in Abhängigkeit von deren Dicke und vom Verformungsmodul auf dem Planum (aus: Floss, R. (2012): Handbuch ZTVE-StB Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau; verändert)	25
Abbildung 5	Bettungstypen nach DIN EN 1610	29
Abbildung 6	Verdichtungsanforderungen für unbefestigte Seitenstreifen sowie Leitungs- / Rohrgräben gemäß ZTVE-StB, Abschnitt 9	32
Abbildung 7	Korngrößenbereiche und Durchlässigkeiten der Lockergesteine (aus RAS- Ew 2005, Bild 59).....	39
Abbildung 8	Überblick über die Regelungen zur Verwertung von Bodenmaterial (aus LAGA TR Boden 2004, Teil II: Abb. II.1.2-1)	47
Abbildung 9	Darstellung der Einbauklasse (Quelle: LAGA M20, Abbildung I.4-2).....	49

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Ausgeführte bodenmechanische Laboruntersuchungen	8
Tabelle 2	Übersicht Probenzusammenstellung und chemische Analytik	10
Tabelle 3	Raumbezogene Daten.....	11
Tabelle 4	Generalisierte baugrundgeologisch relevante Schichtenfolge im Planungsbereich	13
Tabelle 5	Baugrundgeologisch relevante Homogenbereiche im Planungsgebiet	14
Tabelle 6	Abgeschätzte charakteristische Bodenkennwerte für die angetroffene gründungsrelevante Schichtenfolge	20
Tabelle 7	Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus (aus RStO 12, Tabelle 6) am Beispiel der Belastungsklasse Bk 1,0.....	26
Tabelle 8	Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse (aus RStO 12, Tabelle 7)	27
Tabelle 9	Beurteilung der Materialeignung	37
Tabelle 10	Anforderungen an Liefermaterial	38
Tabelle 11	Aus den Siebanalysen nach HAZEN bzw. aus Bodenansprache / Sieblinie ermittelte k_f -Werte	40
Tabelle 12	Versickerungsverhältnisse im Bereich der Bohransatzpunkte (ausgehend vom Geländeniveau ohne Berücksichtigung von Dammschüttungen)	42
Tabelle 13	Ergebnisse der chemischen Asphaltuntersuchungen.....	44
Tabelle 14	Verwertung Asphaltaufbruch	45
Tabelle 15	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der chemischen Analytik der Mischproben.....	50
Tabelle 16	Verwertung/Entsorgung Bodenmaterial.....	52

ANHANGSVERZEICHNIS

1 Lagepläne

- 1.1 Lage der Bohraufschlüsse 1: 4.000
- 1.2 Koordinatenverzeichnis der Aufschlusspunkte

2 Baugrundaufschlüsse und Felduntersuchungen

- 2.1 Darstellung der erbohrten Schichtenfolge gemäß DIN 4023
- 2.2 Protokolle der Asphaltkernaufnahme

3 Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

- 3.1 Kornverteilung
- 3.2 Glühverluste
- 3.3 Wassergehalt

4 Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen

- 4.1 Auswertung der Ergebnisse der Mischproben
- 4.2 Prüfbericht des Labors

1 VORGANG UND BAUVORHABEN

Die VR Bank eG Osnabrücker Nordland, Große Straße 31/33, 49584 Fürstenau plant die Erweiterung des Baugebietes Holthöchte II in Grafeld bei Berge. In diesem Rahmen ist die Verlegung von Regen- und Schmutzwasserkanälen und die Herstellung von Zuwegungen in das Plangebiet vorgesehen. Der anstehende Boden soll hinsichtlich der Versickerungsfähigkeit des anfallenden Niederschlagswassers untersucht werden. Umwelttechnische Untersuchungen im Hinblick auf eine geregelte Entsorgung / Verwertung der voraussichtlich bei der Erschließung anfallenden Böden waren ebenfalls Auftragsgegenstand. In Bereichen, in denen zur Verlegung der geplanten Kanalisation ein Eingriff in die vorhandene Asphaltdecke erforderlich wird, wurden zudem Asphaltkerne entnommen und untersucht. Das vorgelegte Gutachten enthält u.a. Aussagen

- zur Tragfähigkeit der anstehenden Böden,
- zu Grundwasserständen im Untersuchungsbereich,
- zur Verwendung geeigneter Baustoffe,
- zur Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden
- Hinweise zur Gründung der Kanalisation und der Straßen
- zur Schadstoffbelastung, Einstufung und Verwertung der voraussichtlich bei der Erschließung anfallenden Böden und der vorhandenen Asphaltdecke.

Die Untersuchungen stellen eine Momentaufnahme dar und repräsentieren den Zustand zum Zeitpunkt der Feldarbeiten. Die hier dokumentierten und fachgutachterlich beurteilten Untersuchungen gelten nur für den untersuchten Bereich.

Die Untersuchungen, Beurteilungen und Auswertungen beinhalten die Bewertung des anstehenden Baugrundes hinsichtlich seiner grundsätzlichen Tragfähigkeitseigenschaften und örtlichen Grundwasserverhältnisse. Das ausgeführte relativ grobe Aufschlussraster dient dabei der Orientierung für die Einschätzung der generellen Bebaubarkeit. Für die individuelle Beurteilung der einzelnen Grundstücke bzw. Bauflächen sind gezielte, auf die jeweilige Gründungsplanung abgestimmte zusätzliche Erkundungen des Untergrundes erforderlich.

Der Umfang der Baugrunderkundungen wurde im Vorfeld der Feldarbeiten mit Auftraggeber abgestimmt. Insgesamt wurden zwischen dem 21.09. und 28.10.2021 im Bereich des Plangebietes 13 Aufschlussbohrungen mit Tiefen von 3,00 m sowie 5,00 m (Rammkernsondierbohrung, DN 32 - 50 mm) abgeteuft. Die Positionen der Aufschlusspunkte sind dem Lageplan (Anhang 1) zu entnehmen.

Grundlage für die Auftragsabwicklung ist der Leistungs- und Honorarvorschlag Nr. 254284 vom 02.09.2021.

2 UNTERLAGEN

2.1 Allgemeine Unterlagen

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

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

2.2 Planunterlagen und mitgeteilter Planungsstand

Durch das beauftragte Ingenieurbüro wurden den Unterzeichnern folgende Unterlagen in digitaler Form übergeben:

- Übersichtslageplan (Maßstab 1: 5.000) mit Angaben zur voraussichtlichen Lage der Regen- und Schmutzwasserkanäle sowie der Zuwegungen.

Nach Angaben des zuständigen Planers sollen die Regenwasserkanäle in einer Tiefe von ca. 2,0 m und die Schmutzwasserkanäle in einer Tiefe von ca. 3,0 m zu liegen kommen.

Das städtebauliche Konzept sieht die Zuwegung in das Plangebiet von drei Stellen vor. Für die Schmutzwasserableitung soll ein Anschluss an das bestehende Pumpwerk im Kreuzungspunkt der Herzlaker Straße. / Ohrthausener Straße erfolgen. Die Zulaufleitung soll von der Einmündung im Norden des Gebietes bis zum Pumpwerk neu verlegt werden. Von Westen her entlang der Ohrthausener Straße bis zum Plangebiet soll eine Rohrleitung vom Regenrückhaltebecken bis zum Gewässer hergestellt werden.

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

Konkrete Angaben zur Belastungsklasse, Höhenlage und Bauweise der Straße lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung nicht vor und sind Teil der weiteren Planung.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Lage, Art, Zeitraum und Umfang der Baugrundaufschlüsse

Die Untersuchung der Baugrundverhältnisse im Planungsbereich wurde am 21.09. sowie am 27. und 28.10.2021 ausgeführt.

Zur näheren Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden insgesamt 13 Kleinrammbohrungen (RKS 1 bis RKS 13) bis in eine Tiefe von 3,0 bzw. 5,0 m niedergebracht. Im Zuge der geplanten Kanaltrassen (Regenwasser und Schmutzwasser) in der Ohrthausener Straße wurden 5 Aufschlüsse ausgeführt (RKS 1 bis RKS 5, einschließlich Asphaltkernentnahme). Im Bereich der Einmündungen vom Baugebiet „Holthöchte“ sowie von der Ohrthausener Straße in das Erschließungsgebiet wurden drei Aufschlüsse niedergebracht (RKS 6 bis RKS 8, auch hier teilweise mit Entnahme von Asphaltkernen). Innerhalb der Erschließungsfläche wurden 5 weitere Baugrundaufschlüsse abgeteuft (RKS 9 bis RKS 13).

Die jeweiligen Aufschlusspositionen wurden mittels GPS (Trimble GPS GeoXH) durch die Berichtersteller nach Lage (ETRS-Koordinaten) und Höhe (m NHN) vermessen.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist in Anhang 1.1 graphisch dargestellt sowie in Anhang 1.2 als Koordinatenverzeichnis aller ausgeführten Aufschlusspunkte abgelegt. Die entnommenen gestörten Bodenproben sowie die Feldprotokolle der Schichtenaufnahme wurden einer Kontrolle durch den Projektleiter unterzogen. Die entnommenen Proben wurden petrographisch und genetisch angesprochen.

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

3.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

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

Tabelle 1 Ausgeführte bodenmechanische Laboruntersuchungen

Probenbezeichnung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Kornverteilung (Trockensiebung)	Kornverteilung (kombinierte Sieb-Schlamm-Analyse)	Glühverlust	Wassergehalt
RKS 1/4	1,0-3,0		X		
RKS 3/2	1,0-2,4	X			
RKS 5/2	0,25-0,55	X			
RKS 5/3	0,55-0,65			X	
RKS 7/3	0,3-1,0			X	
RKS 7/4	1,0-2,0				X
RKS 9/2	0,3-0,5	X			
RKS 9/3	0,5-0,6				X
RKS 10/5	3,0-5,0		X		
RKS 11/2	0,8-1,2			X	
RKS 12/3	1,0-2,0	X			
RKS 13/3	1,3-1,7	X			
RKS 13/4	1,7-2,4		X		
RKS 13/7	3,4-4,6	X			

3.3 Chemische Bodenuntersuchungen

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

Zusätzlich wurde an vier ausgewählten Asphaltkernen eine Untersuchung auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Phenole (als Phenolindex im Eluat) hin untersucht. An einem Kern erfolgte zudem eine Untersuchung auf Asbest (qualitativ). Die Untersuchungen dienen einer Einstufung nach RUVA-StB hinsichtlich der Verwertungsmöglichkeiten des anfallenden Straßenaufbruchs.

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

Die Vorgehensweise bei der Probenahme und der Untersuchung deckt sich mit den Empfehlungen der „*Handreichung Qualifizierter Umgang mit mineralischen Abfällen und Ausbaustoffen im Straßenbau*“ (NLStbV-Niedersachsen, Stand: Nov. 2020).

Tabelle 2 Übersicht Probenzusammenstellung und chemische Analytik

Boden- / Schotter-Mischproben				
RKS/ Probe	Tiefe [m]	Analytik		Probenbezeichnung
Schotter – Mischprobe (Fahrbahn)				
1/0	0,1-0,2	LAGA TR Boden Mindestparameterumfang		MP 1 Schotter Fahrbahn
2/0	0,1-0,2			
3/0	0,09-0,14			
4/0	0,17-0,20			
5/0	0,13-0,15			
6/0	0,10-0,15			
Auffüllungs-Mischprobe (Fahrbahn)				
1/1	0,2-0,4	LAGA TR Boden Mindestparameterumfang		MP 2 Auffüllung Fahrbahn
2/1	0,2-0,3			
3/1	0,14-1,00			
4/1	0,2-0,4			
5/1	0,15-0,25			
6/1	0,15-0,25			
Oberboden-Mischprobe (Baugebiet)				
9/1	0,0-0,3	LAGA TR Boden Mindestparameterumfang		MP 3 Oberboden Baugebiet
10/1	0,0-0,4			
11/1	0,0-0,8			
12/1	0,0-0,5			
13/1	0,0-0,8			
Unterboden-Mischprobe (Baugebiet)				
9/2	0,3-0,5	LAGA TR Boden Mindestparameterumfang		MP 4 Unterboden Baugebiet
10/2	0,4-1,0			
11/2	0,8-1,2			
12/2	0,5-1,0			
13/2	0,8-1,3			

Asphaltproben (ASP) aus der vorhandenen Fahrbahn							
ASP	Schicht	Tiefe [cm]	Analytik				Probenbezeichnung
			PAK	Phenol- index	Asbest (qual.)	Asbest (quant.)	
3	gesamter Kern	0,0-9,0	X	X			ASP 3
4	gesamter Kern	0,0-17,0	X	X			ASP 4
5	gesamter Kern	0,0-13,0	X	X			ASP 5
6	gesamter Kern	0,0-10,0	X	X	X	ggf.	ASP 6

4 BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

4.1 Untersuchungsgebiet

Die Planungsfläche befindet sich im nördlichen Ortsteil von Grafeld südlich der Ohrthuser Straße. Der Ortsteil Grafeld liegt westlich der Gemeinde Berge in der Samtgemeinde Fürstenau im Landkreis Osnabrück.

Der Planungsbereich weist Höhen von ca. 27,0 m NN (RKS 5) bis 38,3 m NHN (RKS 12) auf. Die Fläche weist ein nach Nordwesten gerichtetes Gefälle auf.

Tabelle 3 Raumbezogene Daten

Bundesland	Niedersachsen
Kreis	Landkreis Osnabrück
Samtgemeinde	Fürstenau
Geländehöhe	ca. 27,0 bis 38,3 m NHN
Fläche B-Plan	~5,7 ha

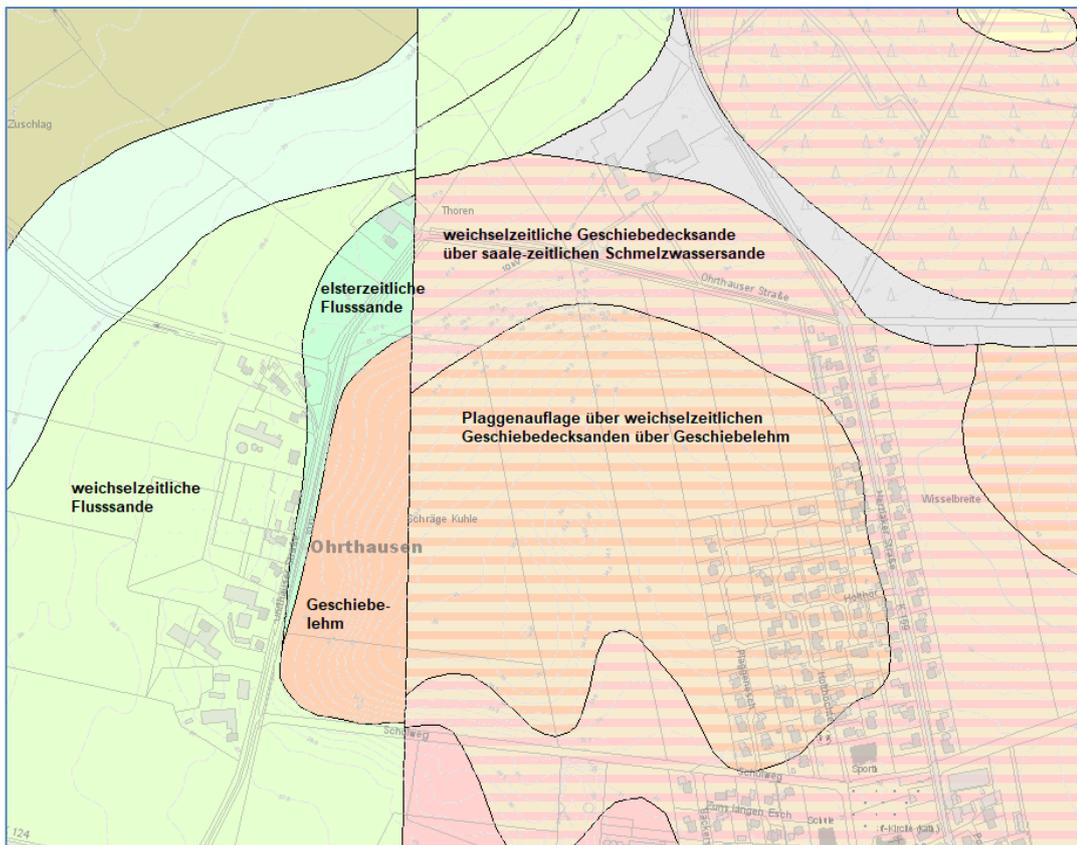
4.2 Erfasster Baugrundaufbau - Homogenbereiche

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

Baugrundgeologischer Überblick

Die geplante Erweiterung des Baugebiets Holthöchte befindet sich im Einflussbereich einer Stauchendmoräne, so dass im Schichtenaufbau mit kleinräumigen Wechseln zwischen sandigen, schluffigen und lehmigen Lagen zu rechnen ist. Der nachfolgende Kartenausschnitt zeigt die im Planungsbereich zu erwartenden geologischen Verhältnisse (geologischen Karte Maßstab 1: 25.000)

Abbildung 1 Zu erwartende geologische Verhältnisse im Planungsbereich (geologischen Karte Maßstab 1: 25.000)



Die erbohrte Schichtenfolge im Planungsbereich gibt die nachfolgende Tabelle zusammenfassend wieder. Die Differenzierung der geogenen Schichtfolge erfolgt hierbei nach sandigen, schluffigen und lehmigen Ablagerungen. Eine genaue stratigraphische Zuordnung ist nur schwer möglich.

Tabelle 4 Generalisierte baugrundgeologisch relevante Schichtenfolge im Planungsbereich

Stratigraphische Zuordnung		Bodengruppe nach DIN 18196	Schichtunterkante [m u. GOK]												
			RKS 1	RKS 2	RKS 3	RKS 4	RKS 5	RKS 6	RKS 7	RKS 8	RKS 9	RKS 10	RKS 11	RKS 12	RKS 13
			33,74 m NHN	29,62 m NHN	27,51 m NHN	28,10 m NHN	27,03 m NHN	33,66 m NHN	36,58 m NHN	37,70 m NHN	35,09 m NHN	32,97 m NHN	36,83 m NHN	38,33 m NHN	37,39 m NHN
Auffüllungen / anthropogene Deckschichten/ Holozäne Böden	Asphalt	A	0,1	0,1	0,09	0,17	0,13	0,1	---	---	---	---	---	---	---
	Schotter (Mineralgemisch)	[GW-GI], Steine	0,2	0,2	0,14	0,20	0,15	0,15	---	---	---	---	---	---	---
	humos-sandige Auffüllungen	[OH]	---	---	---	---	0,25	---	0,2	---	---	---	---	---	---
	sandige Auffüllungen ohne nennenswerte organische Anteile ¹⁾	[SU-SU*]	0,4	0,3	1,0	0,4	0,65	0,25	0,3	---	---	---	---	---	---
	humoser Oberboden	OH	---	---	---	---	---	---	---	1,0	1,0	0,3	0,4	0,8	0,5
weichselzeitliche / saalezeitliche / elsterzeitliche Ablagerungen	Sande	SE, SU, SU*, SI	0,7	1,5	---	2,45	---	---	---	1,7	0,5	1,0	2,7	3,7	1,7
	Lehm ²⁾	SU*, ST, ST*	3,0	---	---	3,0	---	---	>3,0	>3,0	0,6	2,0	3,8	>5,0	3,4
	Schluff	UL	---	1,8	---	---	---	---	---	---	---	>5,0	---	---	---
	Sande	SE, SU, SU*, SI	>5,0	>5,0	>5,0	>5,0	>5,0	>3,0	---	---	>5,0	---	>5,0	---	>5,0
Grundwasser / Stauwasser															
Stauwasser		m u. GOK	O	O	---	O	---	---	O	O	O	O	O	O	O
Grundwasser		m u. GOK	---	4,6	2,7	2,8	2,4	---	---	---	---	---	---	---	---
<p>Legende</p> <p>Allgemein</p> <p>--- nicht erfasst (nicht vorhanden oder Bohrtiefe zu gering)</p> <p>> Schichtunterkante wurde bis zur angegebenen Tiefe nicht durchörtert</p> <p>O Stauwasser nicht erbohrt, Ausbildung jedoch potenziell möglich</p> <p>Fußnoten</p> <p>¹⁾ Die sandigen Auffüllungen können schwach organisch ausgebildet sein und geringe Anteile an Straßenaufbruch, Schotter oder Bauschutt enthalten</p> <p>²⁾ Der Geschiebelehm kann lokal Anteile größerer Kornfraktionen aufweisen (Kies, Steine, bis hin zu Blöcken)</p>															

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

Tabelle 5 Baugrundgeologisch relevante Homogenbereiche im Planungsgebiet

Homogenbereich	Bezeichnung
A	Gebundene Deckschichten (Asphalt)
B	Schotter
C	humoser Oberboden / humos-sandige Auffüllungen
D	Böden unter Dominanz von Schluff
E	Lehm
F	Sande / sandige Auffüllungen

Homogenbereich A: Gebundene Deckschichten (Asphalt)

Der gebundene Oberbau besteht im Fahrbahnbereich (bei RKS 1 bis RKS 6) aus asphaltgebundenen Deck- und Tragschichten mit einer Mächtigkeit zwischen 0,09 bis 0,17 m (\varnothing 0,12 m). Nähere Angaben zu den Asphaltkernen sind den Protokollen im Anhang zu entnehmen (zur umwelttechnischen Beurteilung siehe Kapitel 8.1 und 8.2). Das Asphaltmaterial ist im Rahmen der Baumaßnahme zu separieren und fachgerecht zu verwerten / beseitigen.

Homogenbereich B: Schotter

In den im Fahrbahnbereich platzierten Bohrungen wurden unterhalb der Asphaltdecke Schotterlagen erbohrt. Hierbei handelt es sich überwiegend um ein Mineralgemisch (Bodengruppen [GW]-[GI] nach DIN 18196. Lokal wurden geringe Beimengungen an Asphaltbruch festgestellt. Die Mächtigkeit beträgt wenige Zentimeter bis 0,1 m.

Das Schottermaterial ist im Rahmen des Ausbaus ebenfalls zu separieren und fachgerecht zu verwerten.

Homogenbereich C: Humoser Oberboden / humos-sandige Auffüllungen

Die Schichtenfolge der im Erschließungsbereich abgeteufte Bohrungen begann durchweg mit einer 0,3 bis 1,0 m mächtigen Auflage aus humosem Oberboden. Im Bereich der Zuwegung (RKS 7) wird der humose Oberboden von 0,3 m mächtigen Lagen aus schwach humosen bis humosen Auffüllungen überlagert. Beim humosen Oberboden bzw. den humosen Auffüllungen handelt es sich überwiegend um schwach schluffige und mittelsandige Feinsande mit humoser Ausprägung, die den Bodengruppen OH bzw. [OH] zugeordnet werden können. Rollige Böden sind in der Regel ab ca. 3 M.-% und bindige Böden ab ca. 5 M.-% als organisch zu bezeichnen. Ab diesen Gehalten ist damit zu rechnen, dass die organische Substanz aus bautechnischer Sicht einen Einfluss auf das Korngerüst des Bodens hat (eingeschränkte Tragfähigkeit).

Homogenbereich D: Böden unter Dominanz von Schluff

Lokal wurden Böden unter Dominanz von Schluff angetroffen: RKS 2 (Tiefe 1,5 bis 1,8 m u. GOK) und RKS 10 (Tiefe 2,0 bis >5,0 m u. GOK). Hierbei handelt es sich vermutlich um Löss (ein äolisches Sediment aus Schluff und Sand, Bodengruppe UL). Der Feinkornanteil ($d < 0,06$ mm) wurde im Labor anhand von Kornverteilungsuntersuchungen (Probe RKS 10/5, Tiefe 3,0-5,0 m u. GOK) mit 58 % bestimmt (Bodengruppe UL-UM). Die Konsistenz der Lössablagerungen ist als steif zu bezeichnen. Diese Böden sind zudem stark strukturempfindlich und reagieren auf den Eintrag dynamischer Energie in Verbindung Wasser mit dem Verlust ihrer Konsistenz bis hin zur Verflüssigung.

Homogenbereich E: Lehm

Lehm in Form von saalezeitlichem Geschiebelehm wurde in den Bohrungen RKS 1, RKS 4 und RKS 7 bis RKS 13 angetroffen. Hierbei handelt es sich um ein schwach toniges bis toniges Sand-Schluff-Gemisch der Bodengruppen SU*, ST und ST*. Die Mächtigkeit der Geschiebelehmlagen schwankt zwischen 0,1 und >2,0 m. Der Geschiebelehm weist bei einer geringen bis mittleren Plastizität eine überwiegend steife Konsistenz auf. Im Bereich der Bohrungen RKS 7, RKS 8 und RKS 12 wurde die Unterkante des Lehms bis zur max. Bohrtiefe von 3,0 m bzw. 5,0 m u. GOK nicht durchörtert. Der Geschiebelehm ist ebenfalls als strukturempfindlich zu bezeichnen.

Homogenbereich F: Sande / sandige Auffüllungen

Unter dem Begriff Sande werden die erbohrten rolligen Schichtglieder insbesondere in Form von Geschiebedecksanden, Glazialsanden und Schmelzwassersanden zusammengefasst. Auf Grund der Lage der Planungsfläche im Einflussbereich einer Stauchendmoräne ist eine Differenzierung teilweise nur schwer möglich.

Die geogenen Sande und auch die sandigen Auffüllungen ohne nennenswerte organische Anteile (< 3 M.-%) sind überwiegend als Fein- und Mittelsande mit variierenden Schluffanteilen ausgebildet. Lokal weisen die Sande auch Anteile gröberer Kornfraktionen auf (Grobsand, Kies). Die Auffüllungen können neben Schotter- / Asphaltbruch auch geringe Anteile an anthropogenen Fremdstoffen (z. B. Bauschutt) enthalten. Die Sande können überwiegend den Bodengruppen SE, SU und SU*, vereinzelt auch SI zugeordnet werden. Mit Ausnahme der Bohrungen RKS 7, RKS 8, RKS 10 und RKS 12 wurden die Sande bis zur max. Bohrtiefe von 5,0 m u. GOK nicht durchörtert.

4.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Angaben des NIBIS-Bohrarchivs und der NLWKN Landesdatenbank

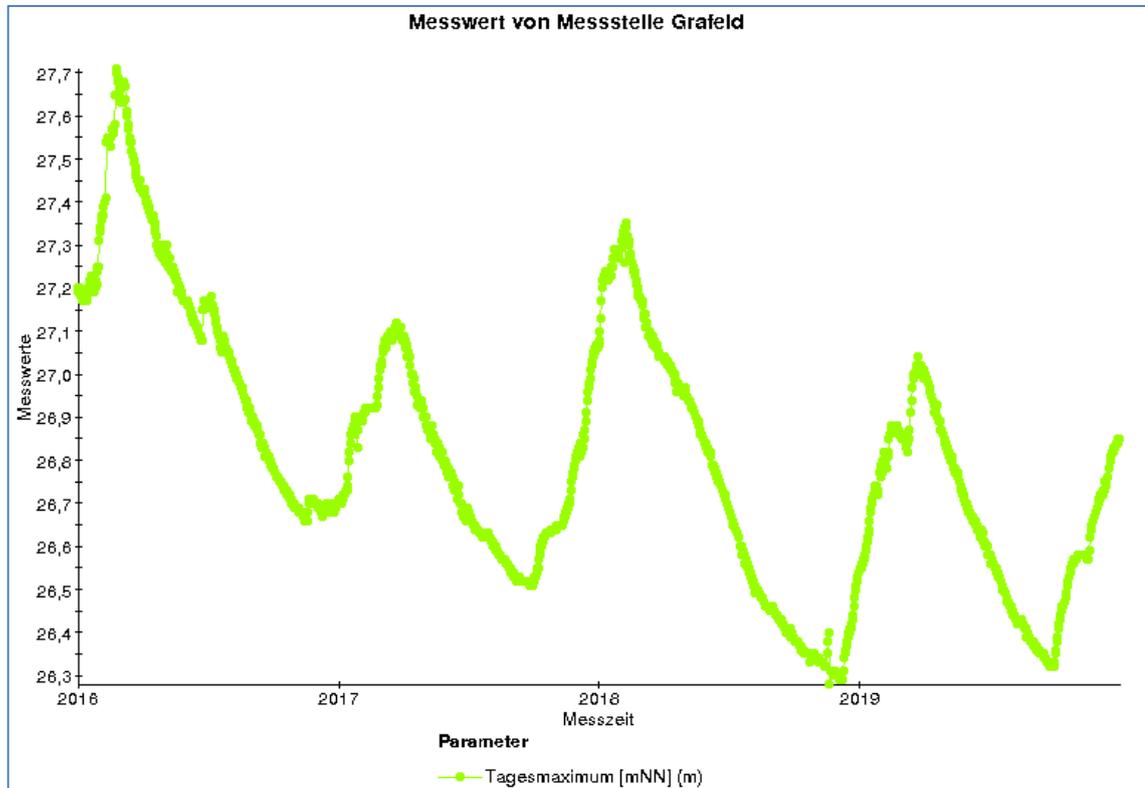
Der Grundwasserspiegel liegt gemäß der Kartengrundlage „NIBIS / Lage der GW-Oberfläche 1: 50.000“ im Erschließungsbereich zwischen 25,0 und 27,5 m NHN (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2 Lage der GW-Oberfläche (NIBIS 1: 50.000)



Circa 1 km südlich befindet sich die NLWKN Messstelle Grafeld. Im Zeitraum von 2016 bis 2019 wurde hier Grundwasserstände zwischen 26,3 und 27,7 m NHN gemessen (siehe Abbildung 3).

Abbildung 3 Grundwassermessstelle Grafeld 2016 bis 2019



Oberflächennahes Stau- und Schichtenwasser

Bei den Bohrarbeiten Ende September bis Ende Oktober wurde kein oberflächennahes Stauwasser oberhalb der gering durchlässigen Lagen (Schluff, Lehm) angetroffen. In Abhängigkeit von niederschlagsreicheren Perioden ist aufgrund der stauenden Wirkung eine saisonale und lokale Ausbildung von oberflächennahem Stauwasser möglich. Es ist dabei zu beachten, dass sich abhängig von der Morphologie der Lehm- / Schluffoberkante unterschiedliche Stauwasserstände einstellen können. Für das Stauwasser kann auf der Basis nach DIN EN 1997-1 kein geometrisch exakter Wert angegeben werden. Als Bemessungswasserstand für die geplanten Baumaßnahmen sollte eine mögliche Ausbildung von Stauwasser in Bereichen mit hoch anstehender Lehm- / Schluffoberkante (z.B. RKS 1, RKS 7, RKS 9, RKS 10) bis nahe unter Geländeoberkante berücksichtigt werden. In den sandigen Lagen innerhalb der Geschiebelehmabfolge kann sich zudem Schichtenwasser ausbilden. Dieses ist meist lokal begrenzt und „blutet“ beim Anschneiden in der Regel schnell aus. Aktuell wurde kein Schichtenwasser erfasst.

Grundwasser

Die sandigen Lagen unterhalb des Geschiebelehm (in der Regel Schmelzwassersande) bilden den örtlichen Hauptgrundwasserleiter. Der Grundwasserspiegel wurde zwischen 2,4 m (RKS 5) und 4,6 m u. GOK (RKS 2) erfasst. Bezogen auf die absolute Höhe lag der Grundwasserspiegel zwischen 24,6 m NHN (RKS 5) und 25,3 m NHN (RKS 4). In Bereichen, in denen das Grundwasser mit Lagen aus gering durchlässigen Schluff- oder Lehmlagerungen überdeckt ist (z.B. Bereich RKS 2), kann das Grundwasser leicht gespannt auftreten.

Unter Berücksichtigung jahreszeitlicher Grundwasserspiegelschwankungen sollte als Bemessungsgrundwasserstand ein Wert von 26,3 m NHN im Nordwesten und 27,7 m NHN im Südosten des Planungsgebietes berücksichtigt werden. Bei Eingriffen unterhalb des Bemessungswasserstandes kann ggf. eine geschlossene Bauwasserhaltung erforderlich werden. Hinweise zur Bauwasserhaltung befinden sich in Kapitel 8.2.

4.4 Rammsondierungen

Die Ausführung von Rammsondierungen zur Ermittlung der Lagerungsdichten anstehender, sandiger Schichtglieder war nicht Auftragsgegenstand. Die in der Tabelle 6 gemachten Angaben zur Lagerungsdichte wurden anhand des Bohrwiderstandes im Rahmen der Feldarbeiten abgeschätzt und dienen lediglich der Orientierung.

4.5 Charakteristische bodenmechanische Kennwerte

Im Folgenden werden den Homogenbereichen charakteristische bodenmechanische Kennwerte (Rechenwerte) für Erdarbeiten gemäß ATV-DIN 18 300 zugeordnet. Diese wurden unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse, in Anlehnung an die DIN 1055-2, an die EAB (Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben") und EAU (Empfehlungen Arbeitskreis Ufereinfassungen) sowie auf der Basis von Erfahrungswerten mit geologisch und bodenmechanisch vergleichbaren Böden abgeleitet und gewichtet. Die gebundenen Deckschichten (Asphalt) sowie die ungebundene Schottertragschicht und der humose Oberboden wurden in der Tabelle nicht mehr berücksichtigt, da von einem vollständigen Aushub ausgegangen wird.

Tabelle 6 Abgeschätzte charakteristische Bodenkennwerte für die angetroffene gründungsrelevante Schichtenfolge

Homogenbereich	Geologische Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Anteil an Steinen und Blöcken	Konsistenz / Lagerungsdichte	Reibungswinkel φ'_{k}	Erdfeuchte Wichte γ_k	Wichte unter Auftrieb γ'_{k}	undrainierte Scherfestigkeit $c_{u,k}$	statischer Steifemodul $E_{s,k}$	Durchlässigkeitsbeiwert	Bautechnische Eigenschaften			Organischer Anteil
											A1	A2	A3	
			[%]	⁵⁾	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[m/s]	²⁾			[M. %]
A	Gebundene Deckschichten (Asphalt)	A	n.b.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
B	Schotter	[GW], [GI], A	n.b.	mitteldicht, dicht	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
C	humoser Oberboden/humos-sandige Auffüllungen	OH	n.b.	locker	17,0-30,0	14-18	5-9	0	3-5	ca. $1 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-5}$	gering	mittel-hoch	F3	>3
D	Böden unter Dominanz von Schluff	UL-UM	0	steif ¹⁾	25,0-30,0	18-20	9-11	10-50	5-15	ca. $1 \cdot 10^{-8}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$	mittel-gering	mittel-hoch	F3	<5
E	Lehm	SU*-ST	n.b. ⁴⁾	steif ¹⁾	27,5-30	19-20	10-11	60-100	20-25	$<1 \cdot 10^{-7}$	gering	mittel	F3	<3
F	Sande (sandige Auffüllungen ³⁾)	SE, SU, SU*	0	locker, mitteldicht	32,0-35,0	18-19	9-10	0	25-40	ca. $1 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-4}$	gut-mittel	gering	F1, F3	<3

¹⁾ Strukturempfindlicher Boden, der beim Eintrag von dynamischer Energie in Verbindung mit Wasserzutritt zur Konsistenzverschlechterung neigt

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

³⁾ kann Anteile an Straßenaufbruch Schotter, Splitt oder Bauschutt enthalten

⁴⁾ Der Geschiebelehm kann lokal Anteile größerer Kornfraktionen aufweisen (Kies, Steine bis hin zu Blöcken)

⁵⁾ Die Lagerungsdichten wurden anhand des Bohrwiderstandes abgeschätzt

n.b. = nicht bestimmt

4.6 Wiederverwendung von anfallenden Böden

Für die anfallenden unterschiedlichen Bodenarten können hinsichtlich der bautechnischen Verwertbar- und Wiedereinbaubarkeit folgende Empfehlungen und Hinweise gegeben werden:

1. Anfallende humose / organische Böden (Bodengruppen OH) sind bautechnisch nicht für einen Wiedereinbau im Lasteinflussbereich der Verkehrsflächen geeignet.
2. Sandige, gering bzw. nicht humose Auffüllböden mit einem Schluffanteil von < 15% (Bodengruppe SE/SU) können, vorbehaltlich der chemischen Eignung unterhalb von Frostschutzschichten im Unterbau wiederverwendet werden. Ein Einbau von Sanden mit Schluffanteil > 5 M.-% innerhalb von Frostschutzschichten ist auszuschließen. Zur umwelttechnischen Einstufung wird auf Kapitel 8 verwiesen.
3. Stark schluffige Böden mit einem Feinkornanteil > 15 % (Bodengruppen SU*, UL-UM, ST z.B. stark schluffige Sande und Schluffe, Lehme) sind bautechnisch für einen Wiedereinbau nicht geeignet.
4. Anfallender Straßenaufbruch aus der Bestandsfahrbahn ist grundsätzlich zu separieren und entsprechend gesonderte auszuführender, umwelttechnischer Untersuchungen zu verwerten bzw. fachgerecht zu entsorgen.

5 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES UND HINWEISE FÜR DEN FAHRBAHN-AUSBAU

5.1 Baugrundbeurteilung und Hinweise für die Planung

Detaillierte Angaben zur Ausführung / Belastungsklasse etc. lagen zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens noch nicht vor und sind nach den vorliegenden Angaben Gegenstand einer Fortschreibung der Planung auf der Grundlage des hier vorgelegten Gutachtens.

Sowohl im Bereich der Bestandsfahrbahn als auch im Bereich des geplanten Baugebietes wurden unterhalb des gebundenen und ungebundenen Oberbaus bzw. unterhalb des humosen Oberbodens sandige Lagen erbohrt, die lokal eine schluffige Ausprägung aufweisen (Bodengruppe SU*). In einigen Bereichen wurden zudem Geschiebelehmungen bereits in einer Tiefenlage zwischen ca. 0,5 bis 1,0 m u. GOK erbohrt.

Im Bereich der RKS 5 wurden im Tiefenbereich von 0,15 bis 0,25 m u. GOK organisch ausgeprägte Auffüllungen erbohrt.

Organische Böden (humose Oberböden und organische Auffüllungen) sind als nicht ausreichend tragfähig einzustufen und müssen im Lasteinflussbereich der Verkehrsflächen ausgetauscht werden.

Sowohl die nachfolgenden geogenen als auch die aufgefüllten Sande ohne nennenswerte organische Anteile weisen eine ausreichende Tragfähigkeit auf.

Die Geschiebelehmungen mit steifer Konsistenz sind ebenfalls als ausreichend tragfähig einzustufen.

Die im Bereich der Bohrungen RKS 2 und RKS 10 erfassten, schluffigen Böden sind als mäßig bis ausreichend tragfähig einzustufen.

Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse empfehlen die Unterzeichner für die weitere Planung der Verkehrsflächen von einer **Gründung auf F3-Untergrund in der entsprechenden Belastungsklasse nach RStO 12** auszugehen.

Für die Vorbemessung der Lagenstärke des frostsicheren Oberbaus gehen die Unterzeichner zunächst von einer Belastungsklasse aus, die gemäß den Regeln der RStO 12 der Bk 1,0 (Wohnstraße) entspricht.

5.2 Hydrogeologische Verhältnisse

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

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

Aufgrund einer möglichen Ausbildung von Stauwasser bis < 2 m u. GOK sind **ungünstige Wasserverhältnisse nach ZTVE-StB** anzusetzen.

Auf Grund der fehlenden Überdeckung des Hauptgrundwasserleiters mit gering durchlässigen Schichten (Tonen, Geschiebelehm) mit einer Mächtigkeit von $> 2,0$ m, **ist gemäß TR-LAGA von ungünstigen hydrogeologischen Verhältnissen** auszugehen, daher kommen für den Einbau Böden bis zu Einbauklasse 1.1 in Frage.

5.3 Frostempfindlichkeit des Bodens

Die im Planumsbereich erfassten Lehme, Schluffe und lokal auch die Sande weisen erhöhte Feinkornanteile von teils > 15 % auf und sind somit der Frostempfindlichkeitsklasse F3 (frostempfindlich) zuzuordnen. Für die weitere Bemessung des ungebundenen und gebundenen Oberbaus ist (nach Abtrag der gebundenen und ungebundenen Tragschichten sowie der organischen / humosen Böden) von einem Rohplanum der Frostempfindlichkeitsklasse F3 im Sinne der RStO 12 auszugehen.

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

Im Planungsbereich sind im Bereich der Bestandsstraße zunächst die Asphaltdecke, die Tragschichten sowie die oberflächennah anstehenden sandigen Lagen (sandige Auffüllungen, etc.) bis zur vorgesehenen Mindestmächtigkeit des frostsicheren Oberbaus auszubauen, zu separieren und entsprechend der umwelttechnischen Einstufung fachgerecht zu verwerten / zu beseitigen.

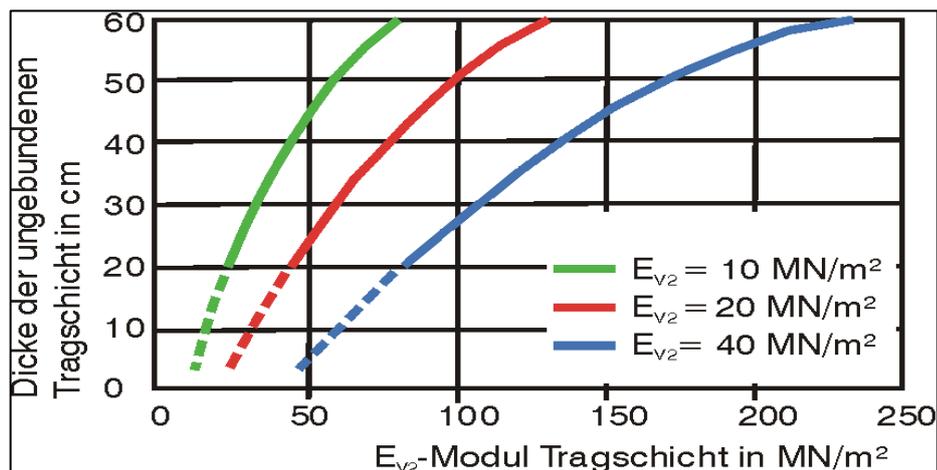
Im Bereich des Baugebietes sind die humosen Oberböden im Lasteinflussbereich der Verkehrsflächen vollständig auszubauen. Die erforderliche Austauschtiefe beträgt bis zu 1 m u. GOK.

Grundsätzlich ist auf der Oberfläche des Planums, das die Unterkante des Straßenoberbaues bildet, eine Mindesttragfähigkeit - ausgedrückt durch den Verformungsmodul (E_{v2}) - von $E_{v2} \geq 45$ MPa einzuhalten. Nach Abtrag der humosen Oberböden im Bereich des Baugebietes sowie der Asphaltdecke, der Schottertragschicht und eines Teils der sandigen Lagen bis zur vorgesehenen Mindestmächtigkeit des frostsicheren Oberbaus im Bereich der Bestandsstraße kann nach Ansicht der Unterzeichner davon ausgegangen werden, dass auf dem Roh- bzw. Ausgangsplanum eine Mindesttragfähigkeit, ausgedrückt durch den Verformungsmodul (E_{v2}) von $E_{v2} \geq 45$ MPa erreicht werden kann, so dass nach derzeitiger Einschätzung keine zusätzlichen Maßnahmen für eine Bodenverbesserung erforderlich sein werden.

Ggf. ist bei Nicht-Erreichen des geforderten E_{v2} -Wertes eine **umsichtige, statische Nachverdichtung** erforderlich (nur bei anstehenden sandigen Böden).

Sollte das geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ nicht erreicht werden und die Nachverdichtung erfolglos bleiben, wird im entsprechenden Bereich voraussichtlich ein Teilbodenaustausch erforderlich. Die Lagenstärke ist abhängig vom ermittelten E_{v2} -Wert und kann der nachfolgenden Abbildung 3 entnommen werden.

Abbildung 4 Verformungsmodul E_{v2} auf der Frostschuttschicht in Abhängigkeit von deren Dicke und vom Verformungsmodul auf dem Planum (aus: Floss, R. (2012): Handbuch ZTVE-StB Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau; verändert)



Für eine erforderliche Wiederauffüllung bis zum Planumsniveau kann Sandmaterial der Bodengruppen SE, SU eingesetzt werden. Bei diesem Einbau und der Verdichtung („Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und des Unterbaues im Straßenbau“ - Ausgabe 2003) des zusätzlichen Bodenaustauschs über gemischt körnigen Böden sind unbedingt Verdichtungsgeräte zu wählen, deren **Wirkungstiefe nicht über die erste Schüttlage hinaus in den ggf. wassergesättigten oder bindigen Untergrund** reichen. Der Eintrag von dynamischer Energie würde zu einer Verschlechterung der Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen führen und somit ein Aufweichen des Bodenmaterials bewirken.

Ferner sind die nachfolgenden Hinweise zu beachten:

- Die Arbeiten sind bei trockener Witterung auszuführen.
- Die Aushubsohlen sollten nicht unnötig mit Maschinen befahren werden.
- Nach Erreichen der Aushubtiefe ist die Oberkante umgehend mit dem Bodenaustauschmaterial abzudecken.
- Bei der Verdichtung ist strikt darauf zu achten, dass keine dynamische Energie in ggf. wassergesättigte, stark schluffige oder bindige Lagen (Geschiebelehm) eingetragen wird. Dies würde zur Verschlechterung der Lagerungsdichten / Konsistenzen führen.

Insbesondere in den Wintermonaten sowie nach ergiebigen Niederschlägen ist mit der Ausbildung von Stauwasser zu rechnen (zu wasserhaltenden Maßnahmen siehe Kapitel 8.2).

Dimensionierung des Oberbaus

Grundlage für die Dimensionierung des Straßenoberbaues des geplanten Ausbaus sind die Vorgaben der Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 12). Festzulegen sind dabei die Frostempfindlichkeit des vorgefundenen Untergrundes (RStO 12, Tab. 6) sowie örtliche Besonderheiten (RStO 12, Tab. 7), die eine Änderung (Mehr- oder Minderdicken) der Oberbaudicke erforderlich machen kann. Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf geländegleiche Ausbaubereiche. Aufgrund dieser Gegebenheiten wird empfohlen, zur Ermittlung der Ausgangswerte für die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von F3 Böden im Planumbereich auszugehen.

Tabelle 7 Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus (aus RStO 12, Tabelle 6) am Beispiel der Belastungsklasse Bk 1,0

Zeile	Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in cm für die Belastungsklasse Bk 1,0
3	F3	60

Tabelle 8 Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse (aus RStO 12, Tabelle 7)

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

Unter den o.g. Voraussetzungen kann gemäß RStO 12, Tabellen 6 und 7 für die Belastungsklasse Bk 1,0 auf der Basis o.g. Angaben eine **Mindestdicke von 65 cm** für den frostsicheren Straßenaufbau gewählt werden.

Beim Einbau und Verdichten sind die Hinweise des „Merkblattes für die Verdichtung des Untergrundes und des Unterbaues im Straßenbau“ – aktuelle Fassung zu beachten.

6 HINWEISE FÜR DIE HERSTELLUNG DER KANALISATION

6.1 Lage der Rohrsohlen

Nach den vorliegenden Informationen sollen die Kanäle in Tiefen zwischen 2 und 3 m zu liegen kommen. Je nach Tiefenlage und Bereich werden diese entweder in sandige Lagen oder in den bindigen Geschiebelehm einbinden.

Auf der Rohrsohle ist ein Mindestverformungsmodul von $E_{v2} > 45$ MPa nachzuweisen. Sollten die Rohrsohlen auf dem bindigen Geschiebelehm zu liegen kommen, wird ein zusätzlicher Bodenaustausch zur Schaffung eines Sandpolsters als Auflagefläche empfohlen (s.u.).

6.2 Baustoffe für die Leitungszone

Nach der DIN EN 1601 setzt sich die Leitungszone aus der Bettung, der Seitenverfüllung und der Abdeckung zusammen. Für die Leitungszone sind vorzugsweise Sande der Bodengruppe SE und stark sandige Kiese der Bodengruppe SW mit einem Größtkorn bis 22 mm und einem Sandanteil von $> 15\%$ sowie einem Ungleichförmigkeitsgrad $U \geq 10$ einzusetzen. Bei Aushub der Leitungsgräben anfallende sandige, gering bzw. nicht humose Auffüllböden mit einem Schluffanteil von $< 15\%$ (Bodengruppe SE/SU) können, vorbehaltlich der chemischen Eignung, unterhalb von Frostschutzschichten zur Rückverfüllung der Leitungsgräben wiederverwendet werden. Zur Verdichtungsfähigkeit wird die Ausführung von Probeverdichtungen empfohlen.

Zur umwelttechnischen Einstufung wird auf Kapitel 10 verwiesen.

6.3 Ausführung der Bettung

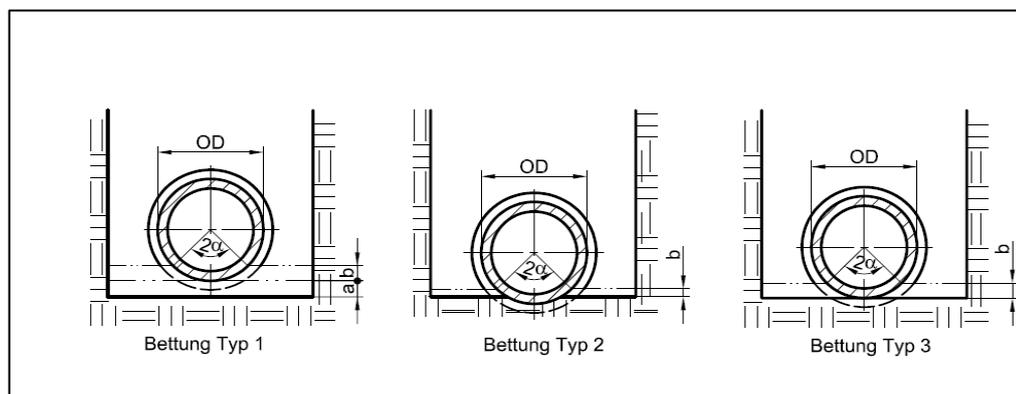
Die Bettung hat die Aufgabe, für eine gleichmäßige Druckverteilung unter dem Rohr im Auflagerbereich zu sorgen und Punktlagerungen, die zu Verformungen und Rissen führen können, zu vermeiden. Nach den vorliegenden Daten gehen die Unterzeichner davon aus, dass bei der Anlage der Grabensohlen entweder sandige Lagen oder bindige Geschiebelehme mit steifer Konsistenz angetroffen werden. Diese stellen keinen ausreichend geeigneten Untergrund für eine unmittelbare Rohrbettung dar, daher wird die Herstellung der Bettung nach **Bettungstyp 1** gemäß ATV-DVWK-A 139 und DIN EN 1610 empfohlen.

Sollten die Rohrsohlen im Bereich der Geschiebelehme zu liegen kommen, wird generell empfohlen, die Rohrsohlen, um etwa 0,3 m tiefer auszuheben und eine sandige Bettungsauflage einzubringen. Die in Kapitel 5.4 aufgeführten Hinweise zu den Erdarbeiten sind analog zu beachten.

Kommen die Rohrsohlen auf sandigen Lagen zu liegen, ist kein zusätzlicher Austausch erforderlich. Hier kann der Bettungstyp 3 zum Tragen kommen.

Auf Grund der Möglichkeit einer saisonalen Bildung von Stau- bzw. Schichtenwasser ist auf eine auftriebssichere Ausführung/Überdeckung zu achten. Je nach Lage / Tiefe der Rohrsohle sind die Bodenaustauscharbeiten unter dem Schutz einer temporären Bauwasserhaltung auszuführen (s. Kapitel 7.2).

Abbildung 5 Bettungstypen nach DIN EN 1610



6.4 Verfüllung des Rohrgrabens und Verdichtungsanforderungen

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 (aktuelle Fassung) entnommen werden. Im Bereich der Seitenverfüllung darf nur mit leichten Verdichtungsgeräten verdichtet werden. 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.

Verfüllmaterial für die Leitungszone, bestehend aus Bettung und Leitungszone oberhalb der Bettung

Die gesamte Leitungszone darf gemäß ZTV E-StB keine Bestandteile enthalten, die größer sind als 22 mm.

Verfüllmaterial:

- Sande (SE, SW, SI) wie stark sandige Kiese, sandige Kiese mit Sandanteil > 15% und Ungleichförmigkeitszahl $C_u \geq 3$.
- Brechsand-Split-Gemische mit Größtkorn 11 mm für Rohre < DN 900 und Größtkorn 20 mm für Rohre \geq DN 1000.

Die genannten Böden/Verfüllstoffe für die Leitungszone sind alles grobkörnige Böden/Verfüllstoffe nach DIN 18196 und gehören der Verdichtbarkeitsklasse V1 nach DWA-A 139 und ZTV A-StB sowie der Gruppe 1 (G1) nach ATV-DVWK-A 127 an.

Für das Herstellen, Rückverfüllen und Verdichten der Leitungsgräben gelten darüber hinaus insbesondere die Anforderungen der ZTVE-StB, Abschnitt 9. Die Abbildung 6 zeigt die Anforderungen an die zu erreichende Verdichtung im Bereich der Leitungszone.

Hauptverfüllung

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich nicht auf den eigentlichen Straßenaufbau (Oberbau), sondern nur auf den unter dem Oberbau befindlichen Teil der Hauptverfüllung. Die Hauptverfüllung darf gemäß DIN EN 1610 keine Bestandteile enthalten, die größer sind als

- 300 mm,
- die Dicke der Abdeckung,
- die Hälfte der zu verdichtenden Schicht,

Der jeweils geringere Wert ist maßgebend.

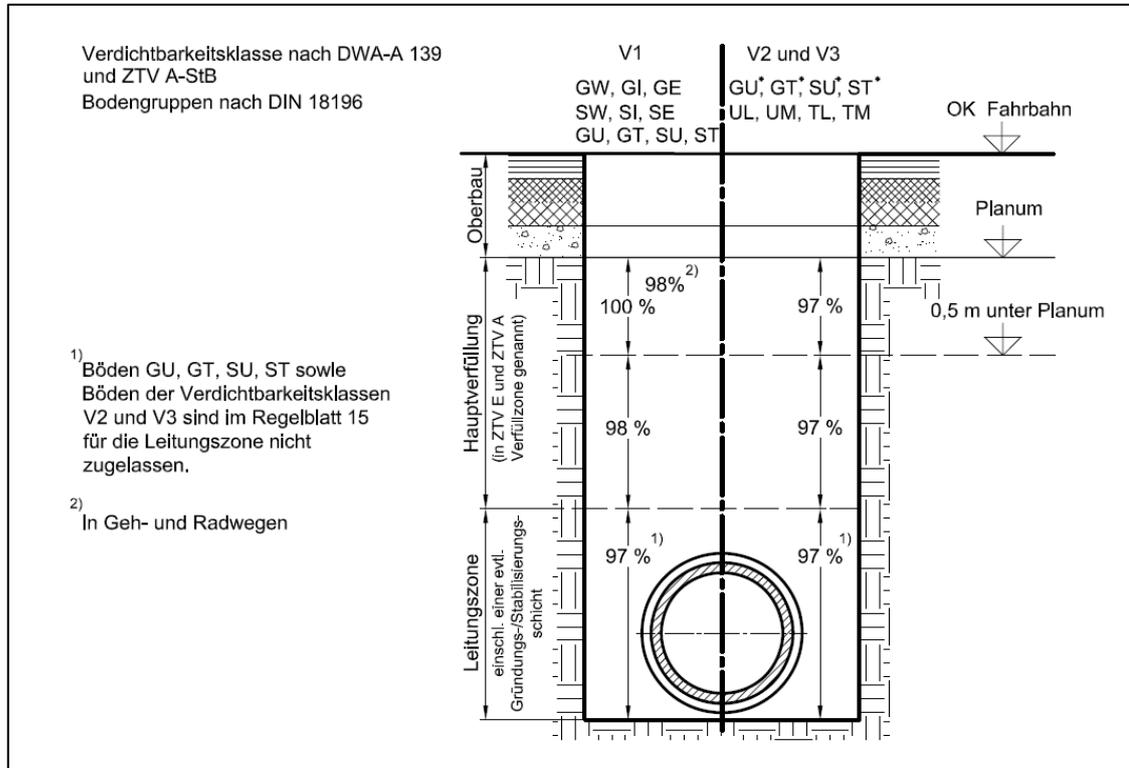
Für die Hauptverfüllung ist in der Regel Boden der Verdichtbarkeitsklasse V1 nach DWA-A 139 und ZTV A-StB zu verwenden, da er wegen der geringeren Wasser- und damit Witterungsempfindlichkeit leichter zu verdichten ist als Böden der Verdichtbarkeitsklassen V2 und V3.

Hinweis: Die Wiederverfüllung mit Böden der Verdichtbarkeitsklassen V2 und V3 wird im DWA-A 139 nicht empfohlen.

Der Verdichtungsgrad der oberen Bettungsschicht b muss laut DWA-A 139 mindestens dem Verdichtungsgrad der unteren Bettungsschicht a entsprechen. Der verfüllte Boden ist so zu verdichten, dass die in Abbildung 6 aufgeführten Lagerungsdichten erreicht werden. Bei Baugruben und Gräben außerhalb des Straßenkörpers ist mindestens die Lagerungsdichte des den Rohrgraben umgebenden Bodens einzuhalten, gemäß ZTV E-StB jedoch mindestens 97%.

Für die Bereiche oberhalb der Leitungszone gelten die Anforderungen entsprechend für den ungebundenen Oberbau gemäß RStO-12.

Abbildung 6 Verdichtungsanforderungen für unbefestigte Seitenstreifen sowie Leitungs-/ Rohrgräben gemäß ZTVE-StB, Abschnitt 9



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

6.5 Hinweise zur Grabensicherung und zur Verbautiefe

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

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

Es ist auszuschließen, dass nach dem Entfernen der Verbaulemente 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 GRÜNDUNGSTECHNISCHE BEURTEILUNG DER ANGETROFFENEN BAUGRUND-SCHICHTUNG

Nach dem Ergebnis der Untersuchungen stehen im Bereich des Baugebietes (RKS 9 bis RKS 13) humose Oberböden in einer Lagenstärke von 0,3 bis 0,8 m an. Diese Schichten sind aufgrund ihrer humosen Ausprägung für die Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet und sollten im Bereich von Bauwerken und Verkehrsflächen generell vollständig ausgetauscht werden.

Darunter schließen sich Sande bis in eine Tiefe zwischen 0,5 und 3,7 m u. GOK an. An die Sande schließt sich Geschiebelehm mit steifer Konsistenz an. Die Unterkante reicht bis in Tiefen zwischen 0,6 und >5,0 m u. GOK (in der Bohrung RKS 12 wurde der Geschiebelehm bis zur max. Bohrtiefe von 5,0 m u. GOK nicht durchörtert). In den übrigen Aufschlüssen folgen mit Ausnahme der Bohrung RKS 10 weitere Sandlagen mit teils schluffiger Ausprägung (Bodengruppe SU*). Sowohl die sandigen Lagen als auch der steife Geschiebelehm weisen ausreichende bis gute Tragfähigkeitseigenschaften auf.

Im Bereich der Bohrung RKS 10 wurden unterhalb der Geschiebelehmlagen Böden unter der Dominanz von Schluff erbohrt (feinsandige, schwach tonige Schluffe der Bodengruppe UL-UM). Die Schluffe weisen eine steife Konsistenz auf und sind als mäßig bis ausreichend tragfähig einzustufen.

Nach dem Ergebnis der Untersuchungen sind die Baugrundverhältnisse im Bereich des Bebauungsplanes als uneinheitlich einzustufen.

Unter der Maßgabe des vollständigen Austausches des humosen Mutterbodens, einer umsichtigen Nachverdichtung der freigelegten Sandoberkante sowie einer Auffüllung bis zur Gründungssohle mit gut verdichtungsfähigem Sand- / Kiessandmaterial, ist der erkundete Baugrund als **ausreichend tragfähig** für eine Flachgründung der geplanten Wohngebäude einzustufen und in der Lage geringe bis mittlere Lasten gemäß DIN 1054 aufzunehmen.

Der Aufwand für die Erdarbeiten wird voraussichtlich von den Witterungsverhältnissen abhängen. Bei einer Bauzeit in der Trockenperiode sind keine relevanten erdbautechnischen Schwierigkeiten zu erwarten. Eine anhaltende feuchte Witterung kann zur Ausbildung von Stauwasser führen, so dass geeignete Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden.

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

8 SONSTIGE BAUTECHNISCHE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN

8.1 Allgemeine Hinweise

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

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

8.2 Wasserhaltung

Bei geplanten Verlegetiefen der Kanäle von ca. 2,0 bis 3,0 m u. GOK kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass die Rohrsohlen zumindest temporär im grundwasser-gesättigten Bereich zu liegen kommen. Daher ist für den Zeitraum der Bauarbeiten der sichere Wasserabfluss des zutretenden Grundwassers jederzeit zu gewährleisten. Werden die notwendigen Entwässerungsmaßnahmen unterlassen, unsachgemäß oder nicht rechtzeitig ausgeführt, sind hierdurch unbrauchbar gewordene Baustoffe durch geeignete Maßnahmen zu verbessern oder zu ersetzen. Auf Abschnitt 4.6 der ZTVE-StB 09 wird hingewiesen.

Im Planungsabschnitt ist aus Sicht der Unterzeichner bei Bedarf eine abschnittsweise, geschlossene Bauwasserhaltung im Rahmen der Kanalarbeiten einzukalkulieren. Die Notwendigkeit des Einsatzes einer geschlossenen Bauwasserhaltung ist abhängig von den tatsächlichen Absetztiefen der Kanäle, von den lokal unterschiedlichen Grundwasserflurabständen sowie jahreszeitlich bedingten Grundwasserspiegelschwankungen. **Es wird empfohlen, unmittelbar vor Baubeginn den aktuellen Grundwasserstand durch Einrichtung mehrerer flacher Messstellen zu erfassen.**

Bei der Grundwasserentnahme ist sicherzustellen, dass über die Filterlanzen keinerlei Materialaustrag stattfindet, der zu schädlichen Bodenumlagerungen führt. Die Auswahl, Auslegung und Bemessung eines geeigneten Absenkverfahrens ist durch die mit den Arbeiten beauftragte Fachfirma auszuführen. **Die geschlossene Wasserhaltung kann im Bedarfsfall durch eine offene Wasserhaltung ergänzt werden, um eventuell anfallendes Niederschlagswasser im Arbeitsbereich aus der Baugrube zu befördern.** Um die Absenkungreichweiten so klein wie möglich zu halten, ist eine abschnittsweise, jeweils nur kurzzeitig laufende Bauwasserhaltung zu bevorzugen. Sofern nicht schon geschehen, wird die Ausführung einer voran- und nachgehenden Gebäudebeweissicherung für den unmittelbar angrenzenden Gebäudebestand empfohlen. Für die Bauwasserhaltung ist rechtzeitig vor Baubeginn ein entsprechender wasserrechtlicher Erlaubnisantrag bei der unteren Wasserbehörde des Landkreises Osnabrück zu stellen. Ebenso ist ein Antrag auf Einleiterlaubnis (bei Direkteinleitung in den Vorfluter über den Landkreis, bei Einleitung in den Oberflächenwasserkanal Samtgemeinde Bersenbrück) zu stellen.

8.3 Anforderungen an Liefermaterial für Füllsande und ungebundene Oberbauschichten

Zur Wiederauffüllung bzw. zur Aufhöhung unterhalb des Oberbaus sind grundsätzlich grobkörnige Materialien der Bodengruppe SE, SW, GE, GI, GW nach DIN 18196 zu verwenden. Für den ungebundenen Oberbau zu verwendende Bodenmaterialien unterliegen den Anforderungen gem. TL SoB-StB (aktuelle Fassung) für Schichten aus frostunempfindlichem Material der Baustoffgemische 0/2; 0/4; 0/5; 0/8; 0/11; 0/16; 0/22; 0/32; 0/45; 0/56 und 0/63. Für Kies- und Schottertragschichten sind die Baustoffgemische 0/32; 0/45; 0/56 zu verwenden. Eine ausreichende Verdichtbarkeit und Tragfähigkeit des Liefermaterials sind grundsätzlich zu gewährleisten. Für die einzuhaltenden Kornabstufungen und Lieferbedingungen gelten die Regeln der TL-Gestein-StB (Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau) sowie alle zugehörigen Begleitnormen und technischen Regeln.

Die Beurteilung der Eignung anfallender Bodenarten zur Verwendung als Bodenaustauschmaterial oder zur Verwendung als Bauwerkshinterfüllung kann nachfolgender Tabelle 9 entnommen werden.

Tabelle 9 Beurteilung der Materialeignung

Bodenart/ Bodengruppe	Beurteilung der Materialeignung			
	Boden- austausch	Frostschutz- schicht	Tragschicht	Hinterfüllung
Sand (SE)	+	Anforderungen gem. TL SoB-StB 20 müssen erfüllt sein	-	+
Sand (SU)	(+)	-	-	+
Sand (SU*)	-	-	-	-
- = nicht geeignet () = bedingt geeignet + = geeignet				

Für zusätzlich erforderliches Bodenmaterial sind die Anforderungen nachfolgend in Tabelle 10 zusammengestellt. Grundsätzlich gelten neben den Anforderungen der ZTV E-StB, die Technischen Lieferbedingungen für Böden und Baustoffe im Erdbau des Straßenbaus – TL BuB E-StB, TL SoB-StB FGSV.

Tabelle 10 Anforderungen an Liefermaterial

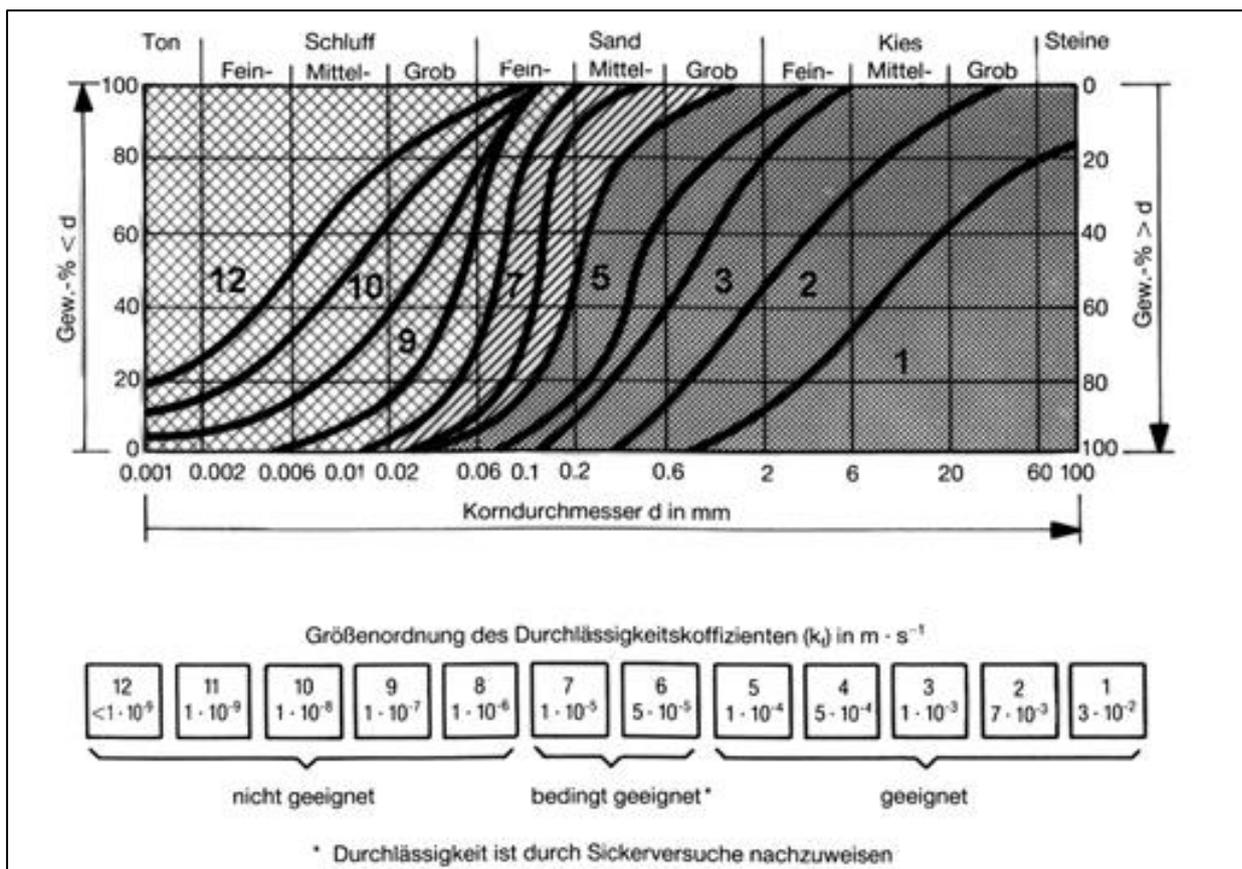
Verwendungszweck	Anforderungen
Schicht aus frostunempfindlichem Material	<p>Anforderungen gem. TL SoB-StB 20: Für Schichten aus frostunempfindlichem Material sind die Baustoffgemische 0/2; 0/4; 0/5; 0/8; 0/11; 0/16; 0/22; 0/32; 0/45; 0/56; 0/63 zu verwenden. Der Feinstkornanteil < 0,063 mm darf max. 5 M.-% (UF 5) bzw. 3 M.-% (UF 3 ^{*1}) betragen.</p> <p>Für die verwendeten Gesteinskörnungen gelten die TL Gestein-StB. Die Gesteinskörnungen müssen die für die Art der Schicht festgelegten Anforderungen nach Anhang E der TL Gestein-StB erfüllen.</p>
Frostschuttschicht	<p>Für Frostschuttschichten sind gem. TL SoB-StB 20 die Baustoffgemische 0/8; 0/11; 0/16; 0/22; 0/32; 0/45; 0/56; 0/63 zu verwenden. Bei örtlicher Bewährung können auch die Baustoffgemische 0/2; 0/4; 0/5 für Frostschuttschichten <u>unterhalb der oberen 20 cm</u> verwendet werden. Für die Korngrößenverteilung dieser Baustoffgemische gelten die Anforderungen der TL Gestein-StB, Tabelle 2, Zeile 9, 20a und 21a.</p>
Bodenaustausch für Unterbauschichten	<p>Das Material für einen Bodenaustausch muss grundsätzlich die Anforderungen hinsichtlich der Mindesttragfähigkeit für den Unterbau bis in Höhe Planum von $E_{v2} \geq 45$ MPa erfüllen. Es sind frostsichere Böden zu verwenden (s.o., zusätzlich Böden der Bodengruppen GE, GI, GW, SE, SI und SW nach DIN 18 196).</p>
Kies- und Schottertragschichten	<p>Anforderungen gem. TL SoB-StB 20: Für Kies- und Schottertragschichten sind die Baustoffgemische 0/32; 0/45; 0/56 zu verwenden.</p> <p>Für die verwendeten Gesteinskörnungen gelten die TL Gestein-StB. Die Gesteinskörnungen müssen die für die Art der Schicht festgelegten Anforderungen nach Anhang E der TL Gestein-StB erfüllen.</p>
Bauwerkshinterfüllung	<p>Es gelten die Anforderungen gemäß ZTV E-StB sowie „Merkblatt über den Einfluss von Hinterfüllungen auf Bauwerke“</p>
<p>Legende</p> <p>^{*1} Die Kategorie UF 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - gilt für Gemische nur wenn Grundwasser bis in Höhe des Planums aufsteigen kann und die Frostschuttschicht unmittelbar auf dem Planum aufliegt. - siehe ZTV Pflaster-StB, Abschnitt 1.4.2.2 	

9 HINWEISE ZUR ENTWÄSSERUNG / VERSICKERUNG

Gemäß DWA-Arbeitsblatt A 138 kommen für Versickerungsanlagen Lockergesteine in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s liegen.

Die Bestimmung der k_f -Werte aus der Kornsummenkurve unter Anwendung der Formel nach HAZEN ($k_f = 0,0116 \cdot d_{10}^2$) ist nur bei rolligen Böden (Sande) mit einer Ungleichförmigkeitszahl $U < 5$ ($U = d_{60}/d_{10}$) zulässig. Für die Bestimmung der k_f -Werte bei bindigen und stark schluffigen Böden (z.B. Geschiebelehm) mit einer Ungleichförmigkeitszahl $U > 5$ kann die nachfolgende Abbildung hilfsweise herangezogen werden.

Abbildung 7 Korngrößenbereiche und Durchlässigkeiten der Lockergesteine (aus RAS-Ew 2005, Bild 59)



In der nachfolgenden Tabelle sind die nach HAZEN aus den Siebanalysen bzw. aus der Bodenansprache ermittelten k_f -Werte zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 11 Aus den Siebanalysen nach HAZEN bzw. aus Bodenansprache / Sieblinie ermittelte k_f -Werte

RKS/ Probe	Tiefe [m u. GOK]	Bezeichnung	Bodengruppe DIN 18196	Durchlässig- keitsbeiwert k_f [m/s]	Bestimmungs- methode	Korrekturfaktor nach DWA-A 138	Bemessungs- kf-Wert [m/s]
1/4	1,0-3,0	Lehm	SU*-ST	$1 \cdot 10^{-7}$	BA+SL	1	$1 \cdot 10^{-7}$
3/2	1,0-2,4	Sand	SU*	$1 \cdot 10^{-5}$	BA+SL	1	$1 \cdot 10^{-5}$
5/2	0,25-0,55	Sand	SU	$1 \cdot 10^{-5}$	BA+SL	1	$1 \cdot 10^{-5}$
9/2	0,3-0,5	Sand	SU*	$1 \cdot 10^{-6}$	BA+SL	1	$1 \cdot 10^{-6}$
10/5	3,0-5,0	Schluff	UL-UM	$1 \cdot 10^{-7}$	BA+SL	1	$1 \cdot 10^{-7}$
12/3	1,0-2,0	Sand	SU*	$1 \cdot 10^{-6}$	BA+SL	1	$1 \cdot 10^{-6}$
13/3	1,3-1,7	Sand	SU	$2,4 \cdot 10^{-5}$	HA	0,2	$4,8 \cdot 10^{-6}$
13/4	1,7-2,4	Lehm	SU*-ST	$1 \cdot 10^{-7}$	BA+SL	1	$1 \cdot 10^{-7}$
13/7	3,4-4,6	Sand	SU*	$1 \cdot 10^{-5}$	BA+SL	1	$1 \cdot 10^{-5}$
Legende							
BA + SL	Bodenansprache + Sieblinie						
HA	nach HAZEN						

Die granulometrisch aus den Kornverteilungen nach HAZEN ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) gelten lediglich für wassergesättigte Grundwasserleiter mit horizontaler Strömungsrichtung wie im Falle einer Grundwasserabsenkung. Für die Dimensionierung von etwaigen Versickerungsanlagen, die vertikale Strömungen in wasserungesättigten Schichten abbilden, ist gemäß DWA-A 138 ein sog. Bemessungs- k_f -Wert zugrunde zu legen. Dieser ergibt sich aus der Multiplikation der k_f -Werte aus der Sieblinienauswertung mit einem empirischen Korrekturfaktor von 0,2. Bei Abschätzung des k_f -Wertes nach Bodenansprache (unter Berücksichtigung der Abb. 6) beträgt der Korrekturfaktor 1 (siehe Tabelle 11 oben).

Der Bemessungs- k_f -Wert der Sande liegt mit $k_f \geq 1 \cdot 10^{-6}$ gerade noch innerhalb und der der Lehme und Schluffe mit $k_f < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s außerhalb des zulässigen Bereichs nach DWA-Arbeitsblattes A 138.

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

Auf Grundlage der Bohrdaten und unter Berücksichtigung der Regelwerke kann die Beurteilung der Versickerungsverhältnisse in 3 Kategorien erfolgen:

- Günstige Versickerungsverhältnisse (s. Tabelle 12, grüne Markierung): Bereiche, in denen der Sickerraum ≥ 1 m beträgt und eine ausreichende Versickerungsleistung gewährleistet ist (Bemessungs- k_f -Werte $> 1 \cdot 10^{-6}$ m/s).
- Eingeschränkte Versickerungsverhältnisse (Tabelle 12, gelbe Markierung): In Bereichen mit Deckschichten um 1 m und Grundwasser / potenzieller Stauwasserbildung um 1 m u. GOK mit geringen k_f -Werten (im Grenzbereich der Zulässigkeit nach DWA-A 138), kann von eingeschränkten Versickerungsmöglichkeiten ausgegangen werden (z.B. Bereiche mit oberflächennah anstehendem Geschiebelehm um 1 m mit k_f -Werten $< 1 \cdot 10^{-7}$ und potenzieller Stauwasserausbildung bis in die Versickerungszone von ≤ 1 m u. GOK).

- Ungünstige Versickerungsverhältnisse (Tabelle 12, rote Markierung): Bereiche mit unzureichendem Sickerraum und ungünstigen Grundwasserverhältnissen (z.B. Bereiche mit Lehm dicht unterhalb der Geländeoberkante).

Auf Grundlage der Bohrdaten werden die Versickerungsverhältnisse in die o.g. Kategorien eingeteilt und in der nachfolgenden Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12 Versickerungsverhältnisse im Bereich der Bohransatzpunkte (ausgehend vom Geländeniveau ohne Berücksichtigung von Dammschüttungen)

Bereich / RKS	Bedingung 1 Bemessungs kf-Wert > $1 \cdot 10^{-6}$ m/s			Bedingung 2 Sickerraum > 1 m		
	günstig	ein- geschränkt	ungünstig	günstig	ein- geschränkt	ungünstig
1			X			X
2	X			X		
3	X			X		
4	X			X		
5	X			X		
6	X			X		
7	X				X	
8	X			X		
9			X			X
10	X				X	
11	X			X		
12	X			X		
13	X			X		

Legende
günstige Versickerungsverhältnisse
eingeschränkte Versickerungsverhältnisse
ungünstige Versickerungsverhältnisse

10 ABFALL-UND VERWERTUNGSTECHNISCHE HINWEISE FÜR ANFALLENDEN STRABENAUFBRUCH UND ANFALLENDE BÖDEN

10.1 Vorhandene Asphaltdecken

Für eine umwelttechnische Beurteilung wurden aus der Bestandsfahrbahn Asphaltkerne entnommen. Die Entnahmeprotokolle sind dem Anhang beigefügt. Bei den Asphaltaufschlüssen ergaben sich beim Lackschnelltest (vgl. Kernprotokolle in Anhang 2.3) keine Hinweise auf teerhaltige Asphaltlagen.

Zur Überprüfung möglicher teerhaltiger Anteile erfolgte an vier ausgewählten Kernen eine analytische Untersuchung auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK, Parameterumfang nach EPA) und Phenole (als Phenolindex im Eluat). Ferner wurde an einem Kern eine qualitative Bestimmung auf Asbestfasern vorgenommen. Diese Untersuchungen dienen der Beurteilung der Verwertungsfähigkeit des anfallenden Straßenaufbruchs gemäß der „Richtlinie für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau“ (RuVA-StB 01, Fassung 2005). Die untersuchten Proben aus der vorhandenen Asphaltdecke ergaben die nachfolgend in Tabelle 13 zusammengefassten Ergebnisse.

Tabelle 13 Ergebnisse der chemischen Asphaltuntersuchungen

Probenbezeichnung	Ergebnis der chem. Analysen			Verwertungs- klasse nach RuVA-StB*
	Σ PAK (EPA) [mg/kg TS]	Phenolindex [µg/l]	Asbest (quantitativ) [Masse-%]	
ASP 3 gesamter Kern (9,0 cm)	0,32	<10	---	A
ASP 4 gesamter Kern (17,0 cm)	2,72	<10	---	A
ASP 5 gesamter Kern (13,0 cm)	0,32	<10	---	A
ASP 6 gesamter Kern (10,0 cm)	1,08	<10	n.n.	A

Legende
 --- = nicht untersucht
 n.n. = nicht nachweisbar
 * Verwertungsklassen nach RuVA-StB:
 • Verwertungsklasse A (PAK < 25 mg/kg TS, Phenolindex < 100 µg/l)
 • Verwertungsklasse B (PAK > 25 mg/kg TS, Phenolindex < 100 µg/l)
 • Verwertungsklasse C (PAK > 25 mg/kg TS, Phenolindex > 100 µg/l)

Alle untersuchten Kerne sind der Verwertungsklasse A (PAK < 25 mg/kg TS, Phenolindex < 100 µg/l) zuzuordnen.

Bei der Untersuchung auf Asbestfasern (qualitativ) wurden keine Spuren von Asbest nachgewiesen. Eine zusätzliche Quantifizierung nach dem BIA-Verfahren 7487 war nicht notwendig.

10.2 Folgen für die Verwertung des Asphaltaufbruchs

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

Tabelle 14 Verwertung Asphaltaufbruch

Probe	Verwertungs- klasse RuVA-StB	Asbest > 0,1 M.-%	AW- Abfallschlüssel	Gefährlicher Abfall	Entsorgung	Verwertung
ASP 3 gesamter Kern (9,0 cm)	A	nein	170302 ¹⁾	nein	a	1
ASP 4 gesamter Kern (17,0 cm)	A	nein	170302 ¹⁾	nein	a	1
ASP 5 gesamter Kern (13,0 cm)	A	nein	170302 ¹⁾	nein	a	1
ASP 6 gesamter Kern (10,0 cm)	A	nein	170302 ¹⁾	nein	a	1
<p><u>Legende</u></p> <p>--- nicht untersucht</p> <p>¹⁾ Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 170301 fallen</p> <p>1 Als Zuschlagsstoff im Straßenbau möglich</p> <p>a Im vereinfachten Verfahren (nicht andienungs- und nachweispflichtig)</p>						

10.3 Probenahme und Untersuchungsumfang für Bodenmischproben

Für die abfalltechnische Bewertung wurde eine Mischprobenbildung von bau- und verwertungstechnisch gleichartigen Schichten durchgeführt. Die Mischprobenzusammenstellung aus den Einzelproben der Rammkernsondierbohrungen erfolgte schicht- und tiefenbezogen (vgl. auch Tab. 2 in Kapitel 3.3). Dieses Vorgehen dient im Sinne der LAGA-Richtlinie und der Handreichung (s.u.) der Voreinschätzung der zu erwartenden Verwertungs-/ Entsorgungsklassen. Die endgültige Deklaration sollte aus Haufwerken im Rahmen der Bauausführung erfolgen.

Zur orientierenden Ersteinschätzung der abfalltechnischen Verwertbarkeit des beim Ausbau der Straßen anfallenden Bodenaushubs wurden insgesamt 4 Mischproben erstellt:

- MP 1 Schotter Fahrbahn,
- MP 2 Auffüllung Fahrbahn,
- MP 3 Oberboden Baugebiet,
- MP 4 Unterboden Baugebiet.

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

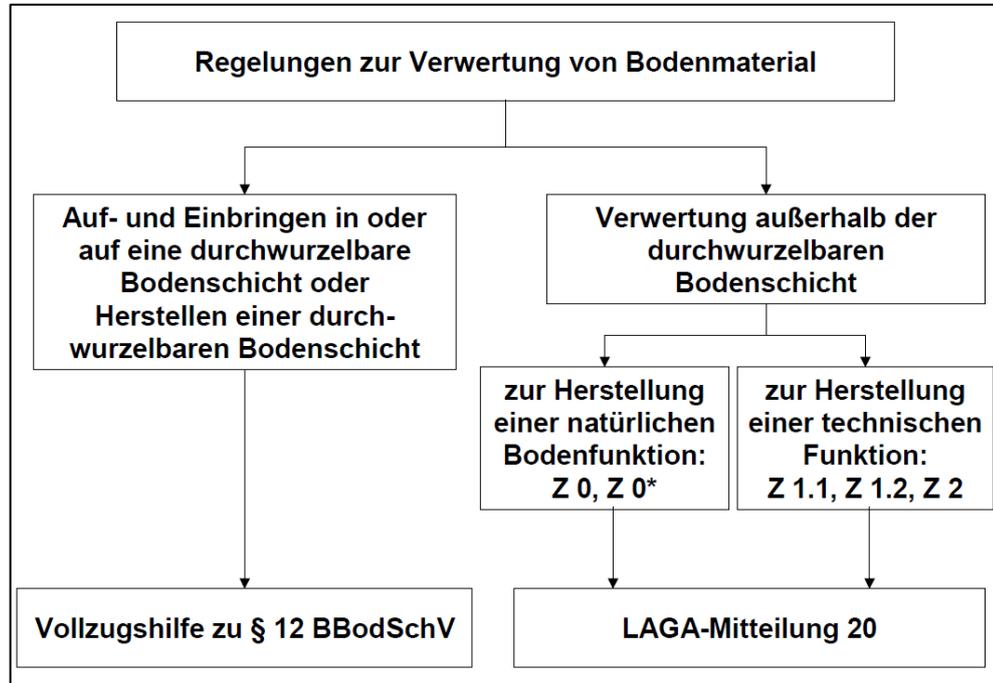
Die Analysenjournalen der Laboratorien Dr. Döring GmbH, Bremen, sind in Anhang 4.2 beigefügt. Eine Zusammenfassung der Analysendaten gibt die in Anhang 4.1 beigefügte tabellarische Übersicht.

10.4 Beurteilungsgrundlagen für Bodenuntersuchungen

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

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

Abbildung 8 Überblick über die Regelungen zur Verwertung von Bodenmaterial
(aus LAGA TR Boden 2004, Teil II: Abb. II.1.2-1)



LAGA TR Boden 2004

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

Für die in Kapitel 9.5 vorgenommene Bewertung werden die aktualisierten Zuordnungswerte für die abfallrechtliche Bewertung der untersuchten Bodenproben verwendet. In Anhang 4.1 befindet sich eine Übersicht mit den Zuordnungswerten (Stand 05.11.2004) für die Materialklasse „Boden“. Diese Einbauklassen berücksichtigen die Herkunft und Beschaffenheit der Abfälle sowie die Art des Einbaus und die Standortbedingungen am Einbauort.

Durch Beschränkungen der Einbaumöglichkeiten und organisatorische Sicherungsmaßnahmen soll eine großräumige Schadstoffverteilung verhindert werden. Diesem Aspekt trägt u.a. die hydrogeologische Charakterisierung der Standortbedingungen Rechnung.

Einbauklasse 0: Uneingeschränkte Verwertung

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

Einbauklasse 1: Eingeschränkter offener Einbau

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

Einbauklasse 2:

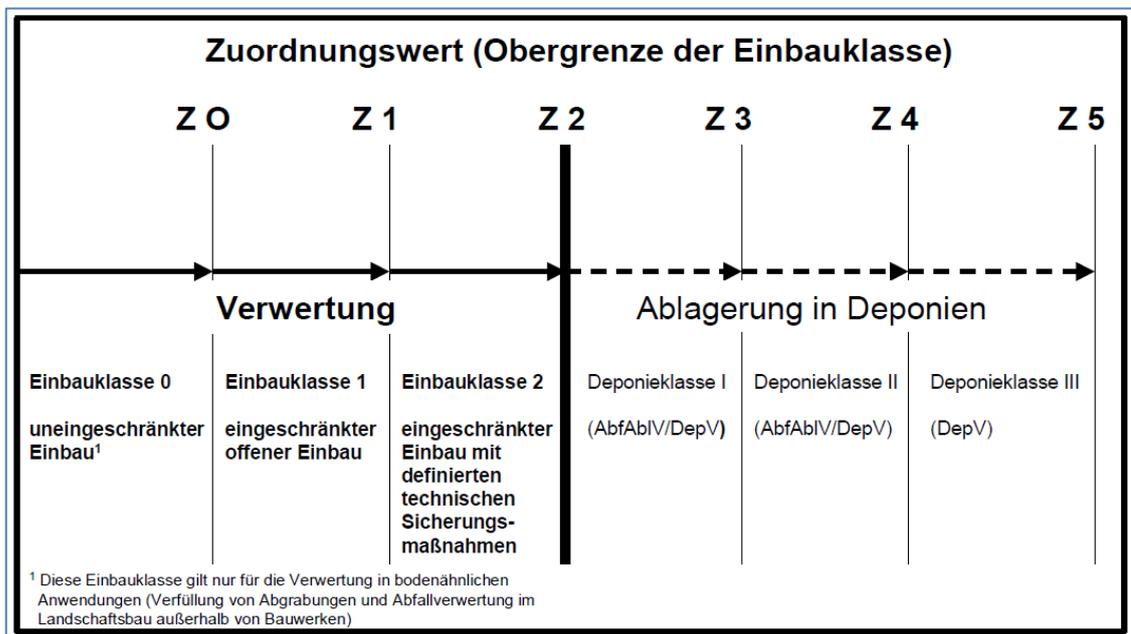
Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

Für die Einbauklasse 2 ist eine Verwertung in technischen Bauwerken dann zulässig, wenn das Material unterhalb von wasserundurchlässigen Deckschichten so eingebaut wird, dass es von Wasser nicht oder nur noch sehr geringfügig durchsickert werden kann. Durch die Anforderungen der TR-LAGA (Boden) wird hier der Einbau dahingehend eingeschränkt, dass das anfallende Bodenmaterial nur in technischen Bauwerken (z.B. Straßen, Wege, Verkehrs-, Industrie- Gewerbeflächen einschließlich Lärm- und Sichtschutzwällen einschl. Unterbau) unter einer wasserundurchlässigen Deckschicht (z.B. Pflaster, Asphalt, Beton) verwertet werden darf.

Der Abstand zwischen Schüttkörperbasis und dem höchsten zu 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.

Die nachfolgende Abbildung fasst die Einbauklassen nach LAGA zusammen.

Abbildung 9 Darstellung der Einbauklasse (Quelle: LAGA M20, Abbildung I.4-2)



10.5 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

Insgesamt wurden 4 Mischproben aus dem Schotter und dem Unterbau der vorhandenen Fahrbahn sowie dem Ober- und Unterboden aus dem Erschließungsbereich einer chemischen Analytik unterzogen. Die Analysenjournalen der Laboratorien Dr. Döring GmbH, Bremen, sind dem Anhang 4.2 zu entnehmen. Die Tabelle in Anhang 4.1 stellt einen Vergleich der Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen mit den Zuordnungswerten der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) dar. Darauf basierend wird die abfalltechnische Einstufung der Materialien vorgenommen.

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

Tabelle 15 Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der chemischen Analytik der Mischproben

Probenbezeichnung	Bewertungsgrundlage	Maßgeblicher Parameter	LAGA-Einstufung	
			ohne TOC	mit TOC
MP 1 Schotter Fahrbahn	LAGA TR Boden (Sand)	Kupfer, TOC	Z0*	Z1.1
MP 2 Auffüllung Fahrbahn		---	Z0	Z0
MP 3 Oberboden Baugebiet		TOC	Z0	Z2
MP 4 Unterboden Baugebiet		---	Z0	Z0

10.6 Folgen für die Verwertung von Bodenmaterial

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

Schottermaterial mit geringen organischen Anteilen der Zuordnungsklasse Z0* (mit TOC Z1.1)

Betrifft die Probe:

- MP 1 Schotter Fahrbahn

Das untersuchte Bodenmaterial der Probe MP 1 weist einen TOC-Gehalt von 0,84 M.-% auf, und ist auf Grund eines leicht erhöhten Kupfer-Gehaltes der Zuordnungsklasse Z0* nach LAGA TR Boden zuzuordnen (Zuordnungsklasse Z1.1 mit Berücksichtigung des TOC-Gehaltes). Für dieses Material empfiehlt sich ein Einbau in technischen Bauwerken z.B. im Unterbau. Eine Verwertung zur Verfüllung von Abgrabungen ist auf Grund des erhöhten TOC-Gehaltes nicht möglich. Eine Verwertung innerhalb der Maßnahme ist ebenfalls möglich. Der avisierte Verwertungsweg ist hinsichtlich bautechnischer Vorgaben zu prüfen (Kornverteilung etc.).

Bodenmaterial ohne nennenswerte organische Anteile der Zuordnungsklasse Z0

Betrifft die Probe:

- MP 2 Auffüllung Fahrbahn
- MP 4 Unterboden Baugebiet

Das untersuchte Bodenmaterial der Probe MP 4 weist Humusgehalte von < 1 % auf, hält die Vorsorgewerte für Sand ein und ist somit für die Herstellung einer Unterbodenschicht in der durchwurzelbaren Bodenschicht im Sinne der BBodSchV geeignet. Eine Verwertung im Sinne der LAGA TR Boden in bodenähnlichen Anwendungen ist ebenfalls denkbar. Ein Einbau in technischen Bauwerken z.B. in Schichten des Unterbaus ist bei bautechnischer Eignung möglich. Alternativ kann für das Unterbodenmaterial der Zuordnungsklassen Z0 eine Verwertung zur Verfüllung von Abgrabungen im Sinne der LAGA TR Boden angestrebt werden. Die Verfüllungen müssen außerhalb folgender (Schutz-)Gebiete liegen:

- festgesetzte, vorläufig sichergestellte oder fachbehördlich geplante Trinkwasserschutzgebiete, Zone I bis III,
- festgesetzte, vorläufig sichergestellte oder fachbehördlich geplante Heilquellenschutzgebiete, Zone I bis III,
- Wasservorranggebiete, die im Interesse der künftigen Wasserversorgung raumordnerisch ausgewiesen worden sind.

Humoses Oberbodenmaterial der Zuordnungsklasse Z0 (Z2 mit Berücksichtigung des TOC-Gehaltes)

Betrifft die Probe:

- MP 3 Oberboden Baugebiet

Beim Auf- oder Einbringen von humosen Oberbodenmaterial auf oder in den Boden sind die Vorgaben der Bundesbodenschutzverordnung insbesondere die dort genannten Vorsorgewerte zu beachten. Diese werden vom untersuchten Oberbodenmaterial eingehalten. Hierbei ist zu beachten, dass bei landwirtschaftlicher Folgenutzung im Hinblick auf künftige unvermeidliche Schadstoffeinträge durch Bewirtschaftungsmaßnahmen oder atmosphärische Schadstoffeinträge die Schadstoffgehalte in der entstandenen durchwurzelbaren Bodenschicht 70 Prozent der Vorsorgewerte nach Anhang 2 Nr. 4 nicht überschreiten sollen.

Im Hinblick auf die Auftragsmächtigkeit sind die Hinweise der Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV der LABO vom 11.09.2002 (Vollzugshilfe für das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden) zu beachten (insbesondere die Tab. II-2).

Eine externe Verwertung i.S. der LAGA TR Boden in technischen Bauwerken ist auf Grund des erhöhten TOC-Gehaltes nur sehr eingeschränkt möglich. Eine Verwertung i.S. der LAGA TR Boden zur Verfüllung von Abgrabungen ist auf Grund der erhöhten TOC-Gehalte ebenfalls ausgeschlossen (Verfüllung laut LAGA-Richtlinie nur bis TOC ≤ Z0* zulässig).

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

Tabelle 16 Verwertung/Entsorgung Bodenmaterial

Zuordnungsklasse LAGA TR-Boden (ohne TOC)	AVV-Abfall- schlüssel	Gefähr- licher Abfall	Ent- sorgung	Ver- wertung	Zugehörige Proben
Z0*	170504 ¹⁾	nein	a	4/5	- MP 1 Schotter Fahrbahn
Z0	170504 ¹⁾	nein	a	3/4/5	- MP 2 Auffüllung Fahrbahn - MP 4 Unterboden Baugebiet
Z0	170504 ¹⁾	nein	a	1/5	- MP 3 Oberboden Baugebiet
Legende					
AVV-Abfall- Schlüssel	¹⁾	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 170503 fallen			
Verwertung	1	Zuordnungsklasse Z0/Z0*			
	2	Verwertung im Sinne der BBodSchV: Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden			
	3	Zuordnungsklasse Z0/Z0*			
	4	Verwertung im Sinne LAGA TR Boden: Verfüllung von Abgrabungen			
	5	Zuordnungsklasse Z0/Z0*			
Entsorgung	a	Verwertung im Sinne LAGA TR Boden: Herstellung einer natürlichen Bodenfunktion			
	a	Verwertung innerhalb der Maßnahme			
Entsorgung	a	Im vereinfachten Verfahren (nicht andienungs- und nachweispflichtig)			

Hinweis

- Zur Verifizierung der o.g. Ergebnisse wird zusätzlich eine Beprobung und Analytik an Haufwerken empfohlen.
- Der gesamte organische Kohlenstoff oder TOC-Wert (englisch total organic carbon) ist ein Summenparameter in der Umweltanalytik und gibt die Summe des gesamten organischen Kohlenstoffs in einer Probe an. Er ist das Maß für den Gehalt an organischem Kohlenstoff und ist nicht als Schadstoff in eigentlichem Sinne anzusehen. Bei der Verwertung ist die Zulässigkeit jedoch insbesondere im Hinblick auf den erhöhten TOC-Gehalt und bautechnische Vorgaben zu prüfen, da organische Böden eine eingeschränkte Tragfähigkeit aufweisen.
- Weitere Hinweise für die Ausschreibung zum Umgang und zur Verwertung/Beseitigung anfallender mineralischer Abfälle im Straßenbau gibt darüber hinaus die *„Handreichung Qualifizierter Umgang mit mineralischen Abfällen und Ausbaustoffen im Straßenbau“*

11 HINWEISE FÜR DIE WEITERE PLANUNG

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

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

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

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

Hinweise zur Anwendung von Homogenbereichen gemäß VOB/C 2015

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

Cloppenburg, 17.11.2021

RP Geolabor und Umweltservice GmbH

Bearbeiter:
M. Sc. Dennis Schlömer

Prepus

i.A. 

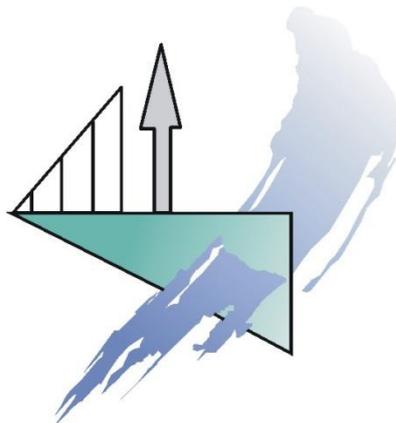
Anhang 1

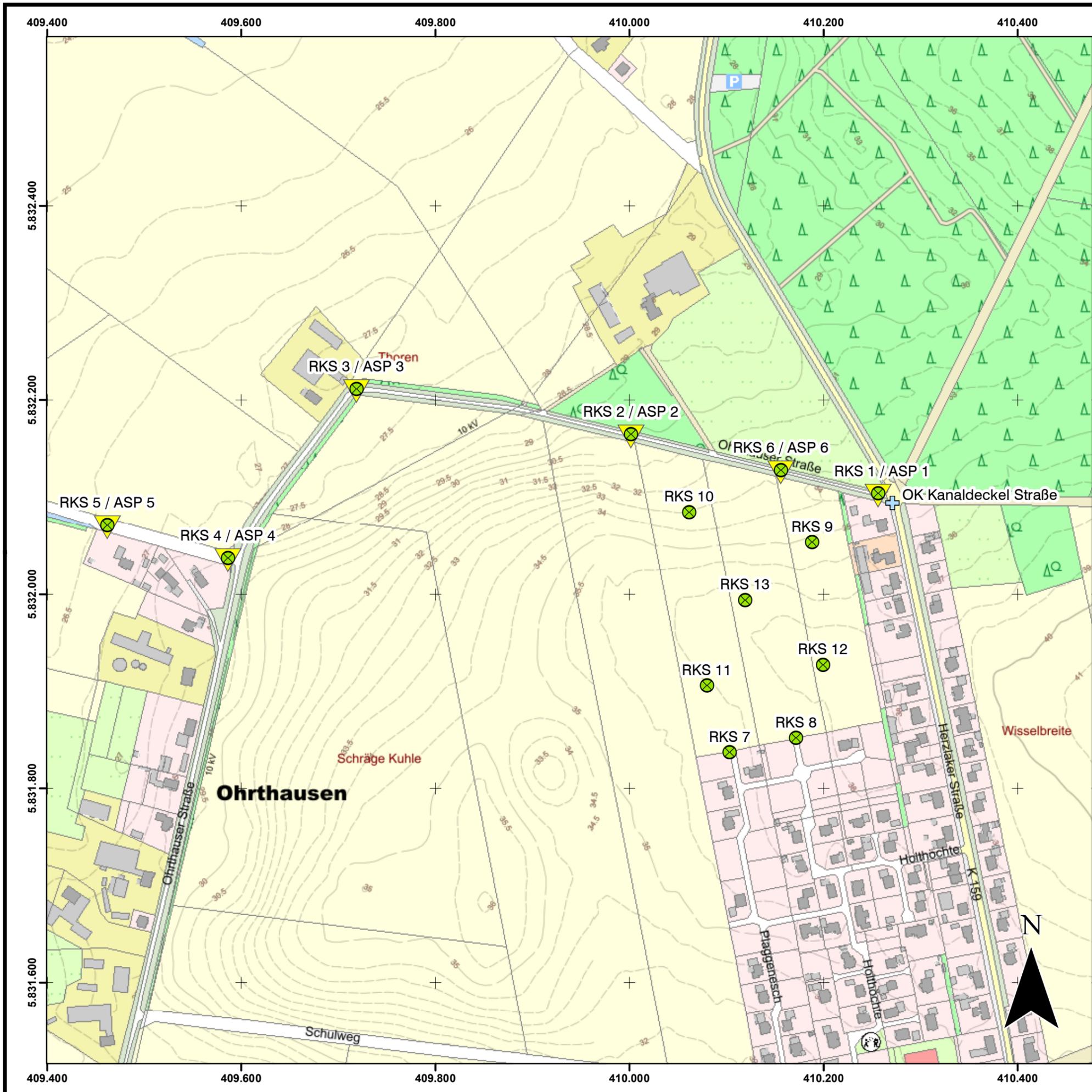
Karten und Pläne

Anhang 1.1

Lage der Bohraufschlüsse

(Maßstab 1: 4.000)





- Legende**
- Rammkernsondierung (RKS)
 - Asphaltprobe (ASP)
 - Höhenmesspunkt (HBP)

Projekt-Nr.	06-5524	Anhang-Nr.	1
Orientierende Baugrunderkundung B-Plan Holthöchte Grafeld			
Lage der Bohraufschlüsse			
Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung		Auftraggeber:	
© 2021		VR-Bank eG Osnabrücker Nordland Große Straße 31/33 49584 Fürstenau	
Maßstab	Plangröße		
1:4.000	A3		
Koordinatensystem ETRS 1989 UTM Zone 32N			
erstellt: 01.11.2021 Prepens	geändert:	geändert:	freigegeben: PL Schlömer

RP
Geolabor und Umweltservice GmbH
Niedriger Weg 47, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471 - 947570, Fax 04471 - 947580

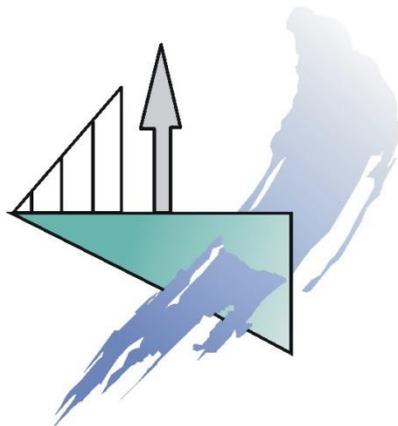
© 2021, RP Geolabor und Umweltservice GmbH

Anhang 1

Karten und Pläne

Anhang 1.2

Koordinatenverzeichnis der Aufschlusspunkte



Rechtswert^{*1}	Hochwert^{*1}	Name	m NHN
410256,31	5832103,83	RKS 1 + ASP 1	33,74
410001,63	5832164,77	RKS 2 + ASP 2	29,62
409718,75	5832211,57	RKS 3 + ASP 3	27,51
409586,31	5832037,42	RKS 4 + ASP 4	28,10
409462,12	5832071,45	RKS 5 + ASP 5	27,03
410156,06	5832127,98	RKS 6 + ASP 6	33,66
410103,11	5831837,31	RKS 7	36,58
410171,76	5831852,16	RKS 8	37,70
410188,42	5832053,72	RKS 9	35,09
410061,61	5832084,65	RKS 10	32,97
410079,78	5831905,91	RKS 11	36,83
410199,42	5831927,37	RKS 12	38,33
410119,21	5831994,31	RKS 13	37,39

*1 Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N

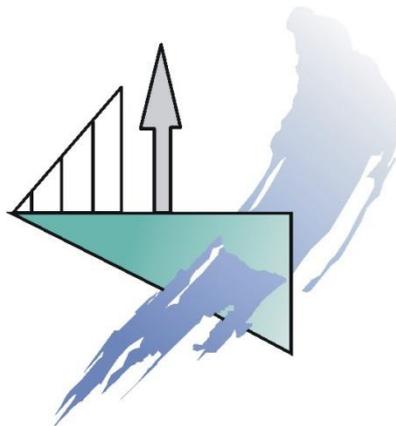
 = Vermessung ungenau

Anhang 2

Baugrundaufschlüsse und Felduntersuchungen

Anhang 2.1

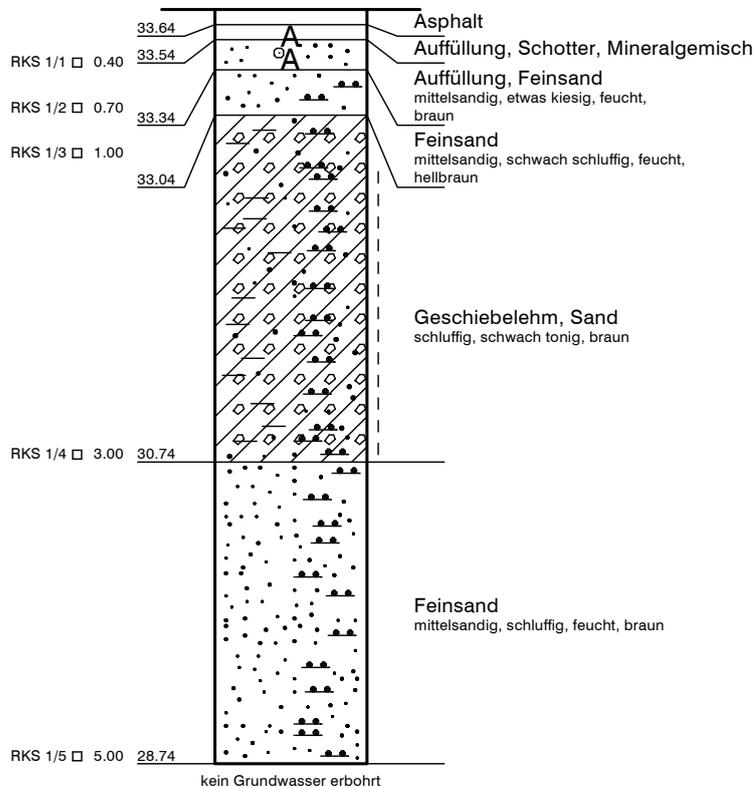
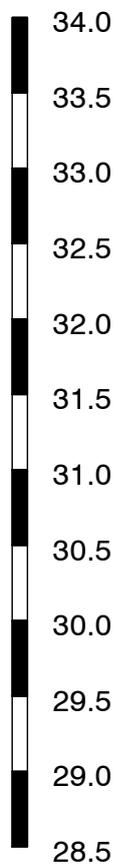
Darstellung der erbohrten Schichtenfolge gemäß DIN 4023



RKS 1

33,74 m NHN

m NHN



Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan Holthöchte Grafeld

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5524

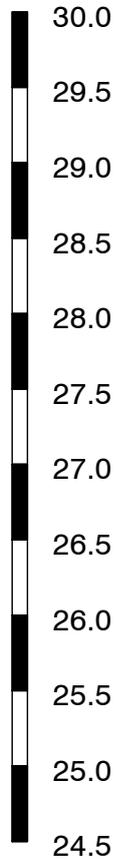
Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.09./27.-28.10.21

Maßstab: 1: 50

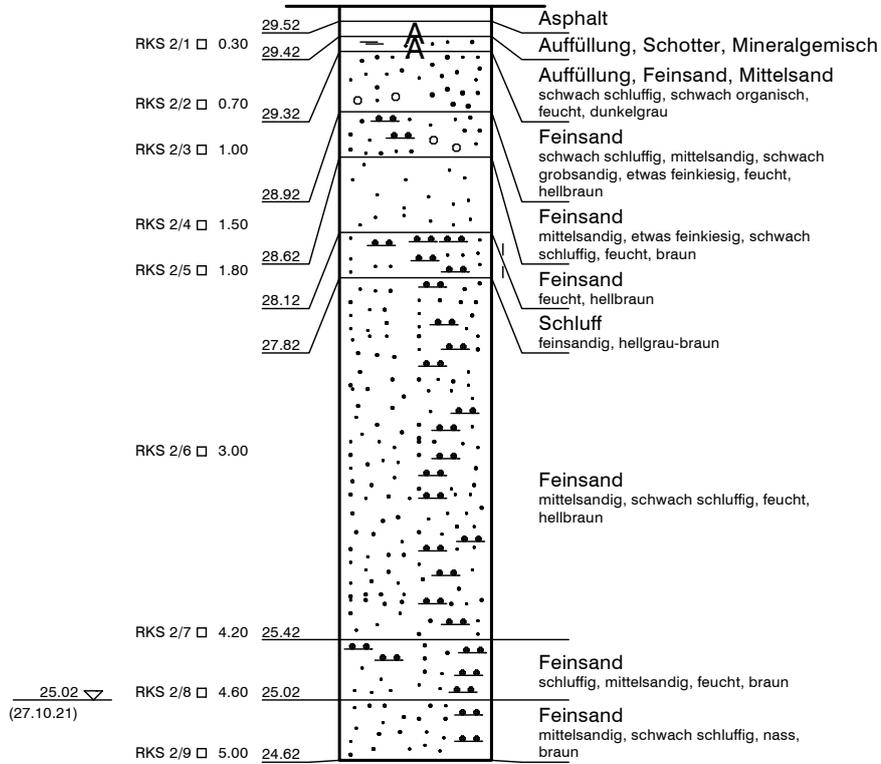
Bearbeiter: Herr Schlömer

m NHN

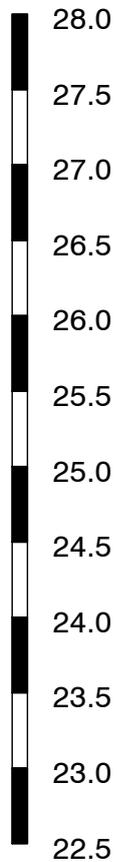


RKS 2

29,62 m NHN

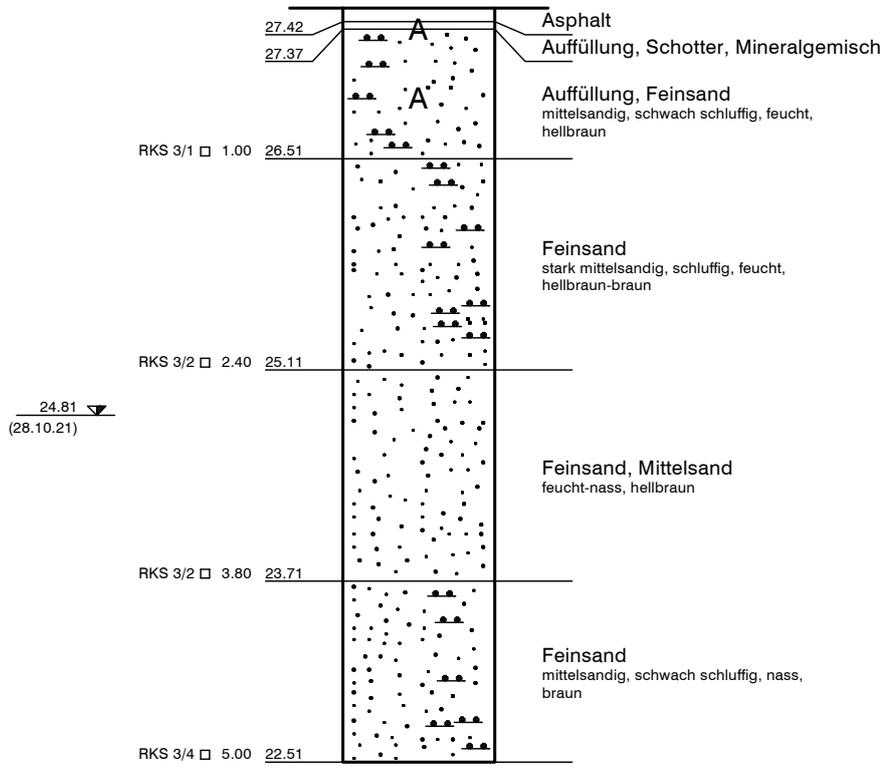


m NHN



RKS 3

27,51 m NHN



Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan Holthöchte Grafeld

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5524

Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.09./27.-28.10.21

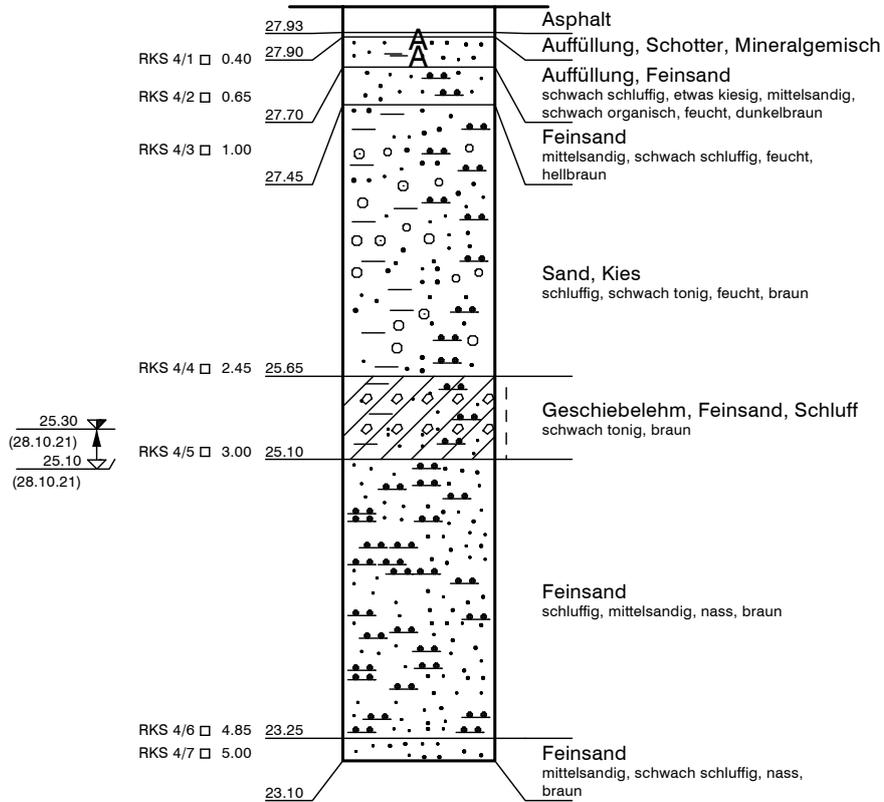
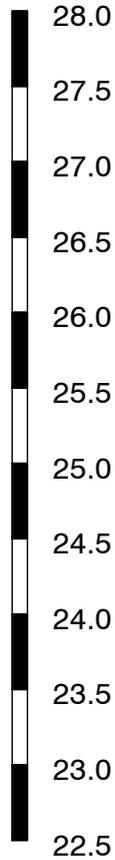
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Schlömer

RKS 4

28,10 m NHN

m NHN



Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan Holthöchte Grafeld

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5524

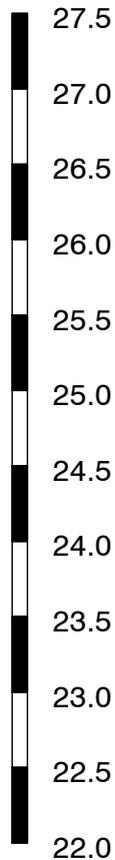
Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.09./27.-28.10.21

Maßstab: 1: 50

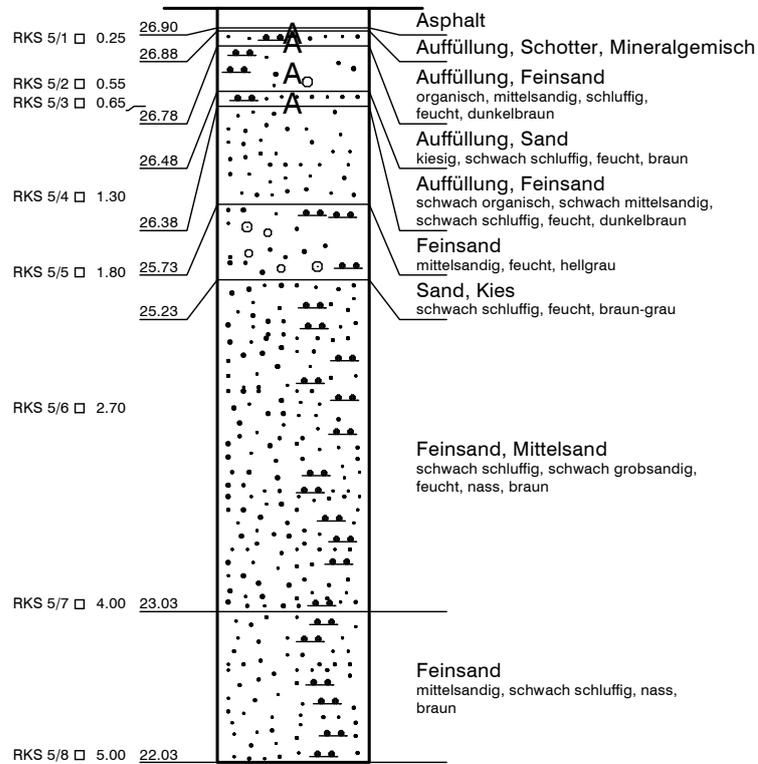
Bearbeiter: Herr Schlömer

m NHN



RKS 5

27,03 m NHN



Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan Holthöchte Grafeld

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5524

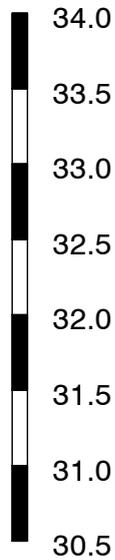
Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.09./27.-28.10.21

Maßstab: 1: 50

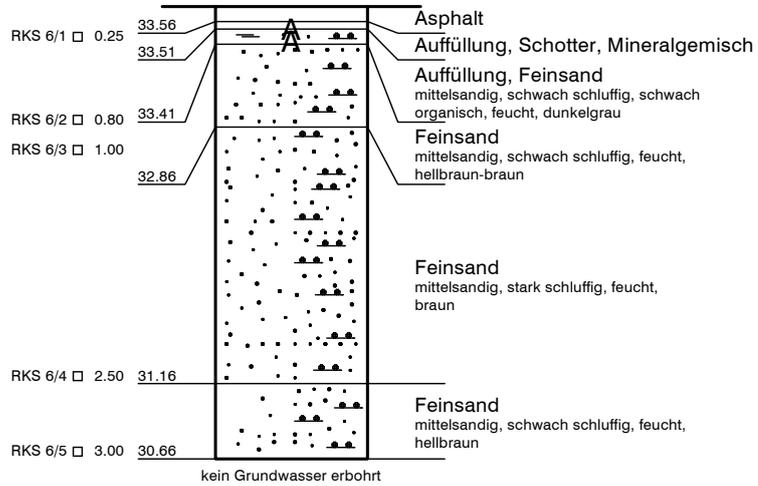
Bearbeiter: Herr Schlömer

m NHN



RKS 6

33,66 m NHN



Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan Holthöchte Grafeld

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5524

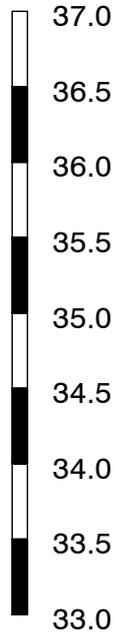
Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.09./27.-28.10.21

Maßstab: 1: 50

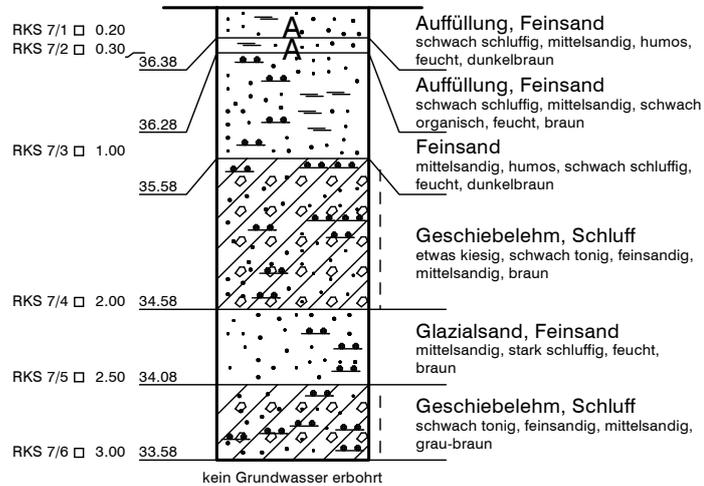
Bearbeiter: Herr Schlömer

m NHN



RKS 7

36,58 m NHN



Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan Holthöchte Grafeld

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5524

Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.09./27.-28.10.21

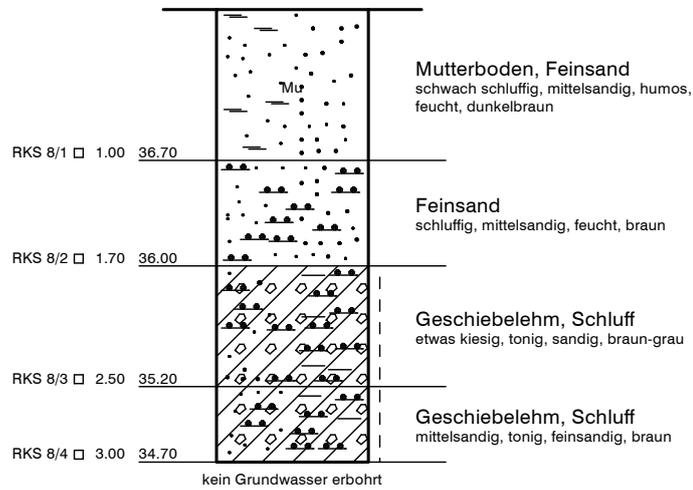
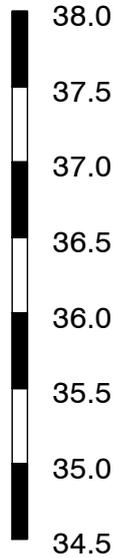
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Schlömer

RKS 8

37,70 m NHN

m NHN



Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan Holthöchte Grafeld

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5524

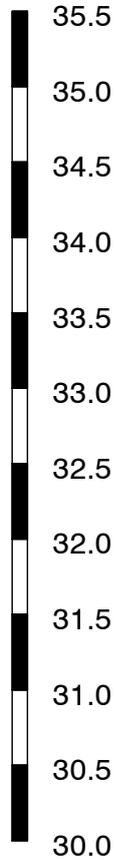
Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.09./27.-28.10.21

Maßstab: 1: 50

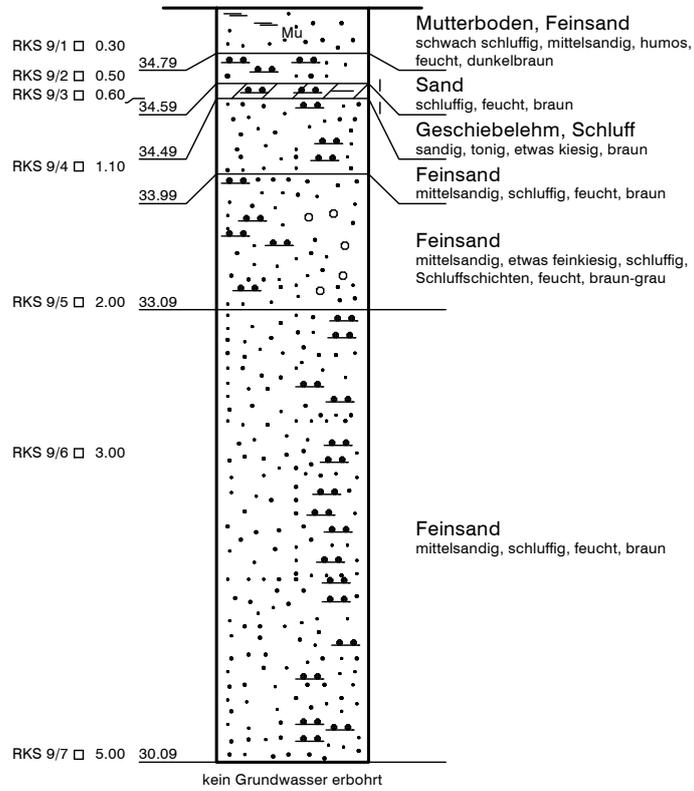
Bearbeiter: Herr Schlömer

m NHN



RKS 9

35,09 m NHN



Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan Holthöchte Grafeld

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5524

Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.09./27.-28.10.21

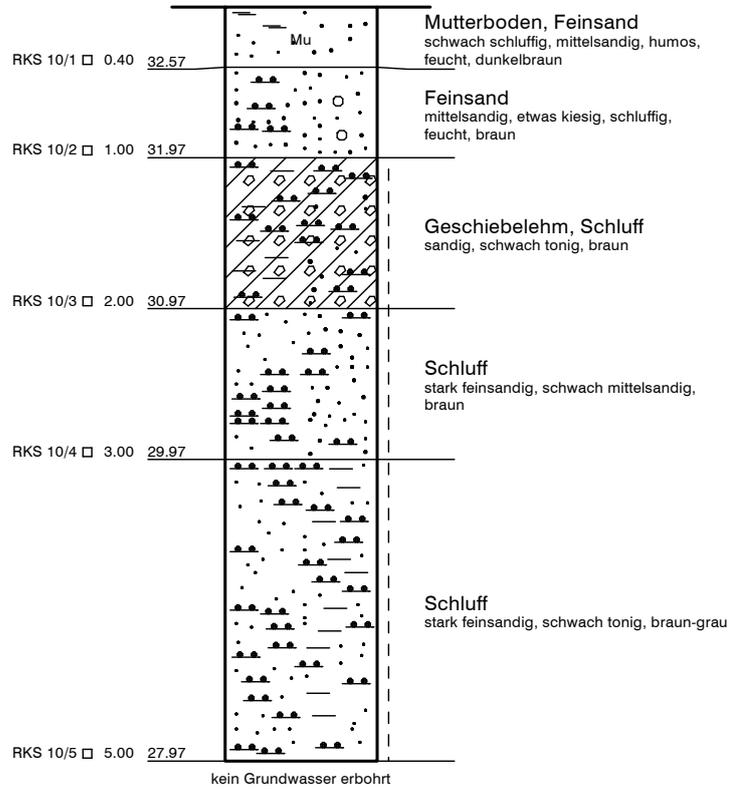
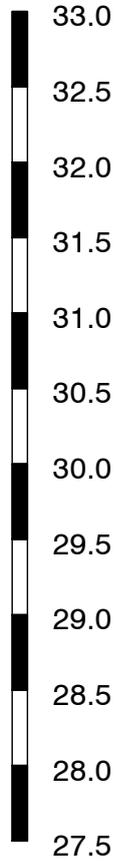
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Schlömer

RKS 10

32,97 m NHN

m NHN



Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan Holthöchte Grafefeld

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5524

Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.09./27.-28.10.21

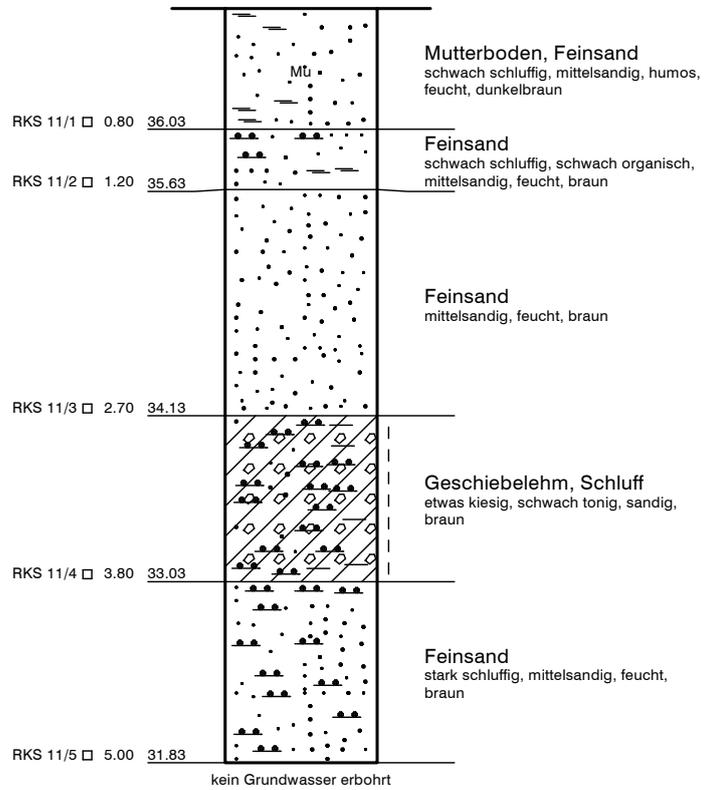
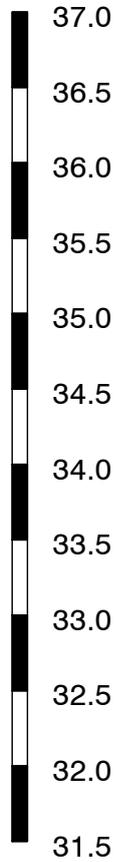
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Schlömer

RKS 11

36,83 m NHN

m NHN



Bauvorhaben:

Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan Holthöchte Grafeld

Planbezeichnung:

Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5524

Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.09./27.-28.10.21

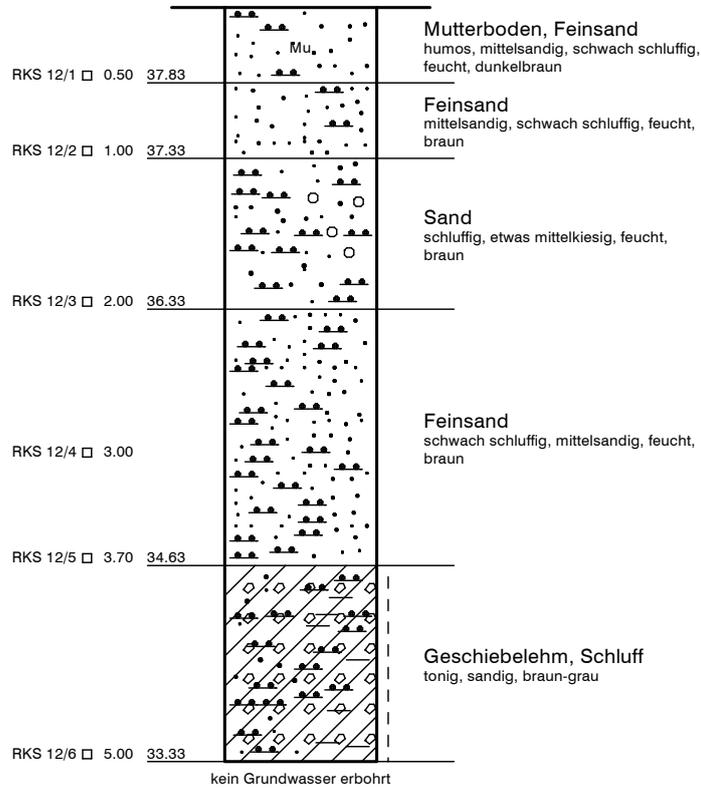
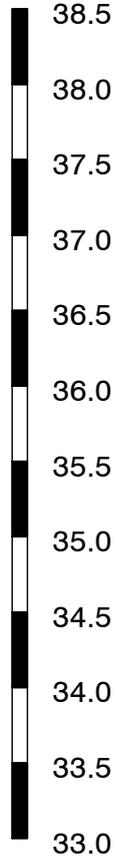
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Schlömer

RKS 12

38,33 m NHN

m NHN



Bauvorhaben:
 Orientierende Baugrunderkundung
 B-Plan Holthöchte Grafeld

Planbezeichnung:
 Graphische Darstellung der
 Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5524

Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.09./27.-28.10.21

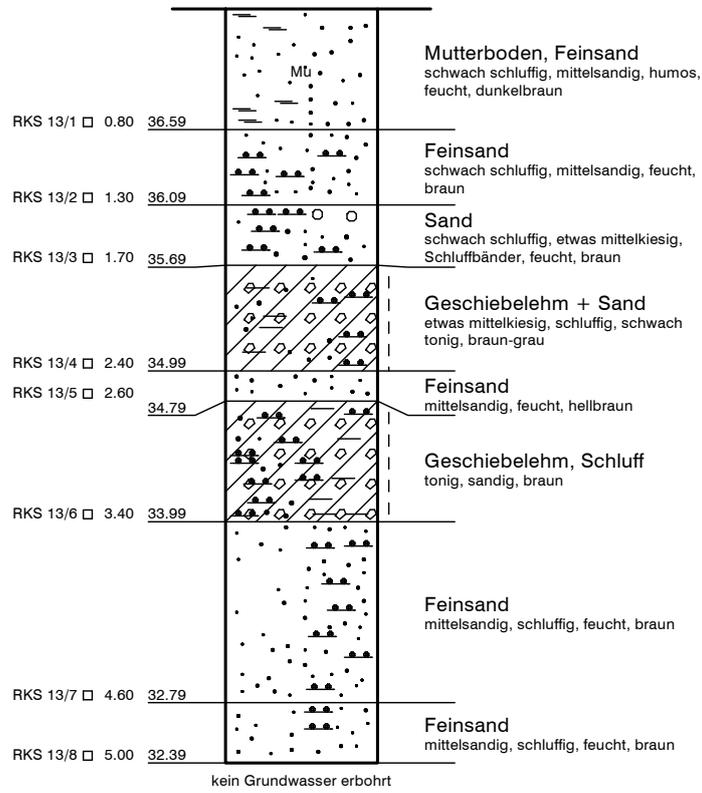
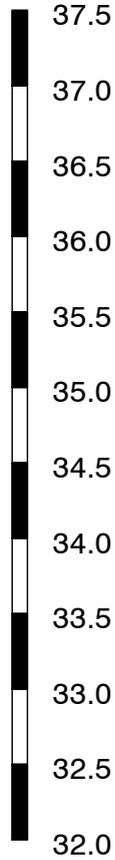
Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Schlömer

RKS 13

37,39 m NHN

m NHN



Bauvorhaben:
Orientierende Baugrunderkundung
B-Plan Holthöchte Grafeld

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5524

Anhang-Nr.: 2

Datum: 21.09./27.-28.10.21

Maßstab: 1: 50

Bearbeiter: Herr Schlömer

	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



Bauvorhaben:
Orientierendes Baugrundgutachten
B-Plan Holthöchte Grafeld

Planbezeichnung:
Graphische Darstellung der
Bohrprofile gemäß DIN 4023

Projekt-Nr.: 06-5524

Anhang-Nr.:2

Datum: 21.09./27.-28.10.21

Maßstab: 1: 50

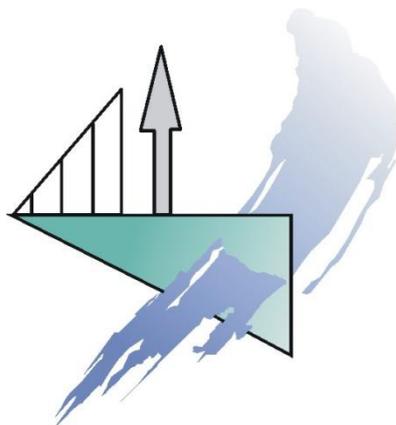
Bearbeiter: Herr Schlömer

Anhang 2

Baugrundaufschlüsse und Felduntersuchungen

Anhang 2.2

Protokolle der Asphaltkernaufnahme



Probenahmeprotokoll für Asphaltproben

Allgemeine Angaben		
Projektnummer	06-5524	
Projektbezeichnung	KG B-Plan Holthöchte Grafeld	
Angaben zur Probenahme		
Probenbezeichnung	ASP 1 bei RKS 1	
Probenahmeort	R410256,31 H5832103,83 (ETRS 1989 UTM Zone 32N)	
Probenahmedatum	21.09. / 27.10 -28.10.2021	
Probenahme durch	Haji	
Art der Probenahme	Kernbohrung (Ø 12 cm)	
Unterbau	Schotter	
Gesamtmächtigkeit	10,0 cm	
Anzahl der Lagen	3	
Schichtaufnahme Asphaltkern		
Schichtlagenstärke [cm]	Bezeichnung	Lackschnelltest
1,5	Asphaltdeckschicht	(-)
1,5	Asphaltbinderschicht	(-)
7,0	Asphalttragschicht	(-)
<u>Legende Lackschnelltest</u>		
+	positiv	
-	negativ	
+/-	indifferent	
Kernzustandsbeschreibung		
Farbe	grauschwarz	
Zustand	Kompakt	
Geruch	unauffällig	

06-5524

ASP 1



Probenahmeprotokoll für Asphaltproben

Allgemeine Angaben

Projektnummer	06-5524
Projektbezeichnung	KG B-Plan Holthöchte Grafeld
Angaben zur Probenahme	
Probenbezeichnung	ASP 2 bei RKS 2
Probenahmeort	R410001,63 H5832164,77 (ETRS 1989 UTM Zone 32N)
Probenahmedatum	21.09. / 27.10 -28.10.2021
Probenahme durch	Haji
Art der Probenahme	Kernbohrung (Ø 12 cm)
Unterbau	Granit / Schotter
Gesamtmächtigkeit	10,0 cm
Anzahl der Lagen	2

Schichtaufnahme Asphaltkern

Schichtlagenstärke [cm]	Bezeichnung	Lackschnelltest
2,0	Asphaltdeckschicht	(-)
8,0	Asphalttragschicht	(-)

Legende Lackschnelltest

- + positiv
- negativ
- +/- indifferent

Kernzustandsbeschreibung

Farbe	grauschwarz
Zustand	Kompakt
Geruch	unauffällig

06-5524

ASP 2



Probenahmeprotokoll für Asphaltproben

Allgemeine Angaben

Projektnummer	06-5524
Projektbezeichnung	KG B-Plan Holthöchte Grafeld

Angaben zur Probenahme

Probenbezeichnung	ASP 3 bei RKS 3
Probenahmeort	R409718,75 H5832211,57 (ETRS 1989 UTM Zone 32N)
Probenahmedatum	21.09. / 27.10 -28.10.2021
Probenahme durch	Haji
Art der Probenahme	Kernbohrung (Ø 12 cm)
Unterbau	Granit
Gesamtmächtigkeit	9,0 cm
Anzahl der Lagen	2

Schichtaufnahme Asphaltkern

Schichtlagenstärke [cm]	Bezeichnung	Lackschnelltest
2,0	Asphaltdeckschicht	(-)
7,0	Asphalttragschicht	(-)

Legende Lackschnelltest

- + positiv
- negativ
- +/- indifferent

Kernzustandsbeschreibung

Farbe	grauschwarz
Zustand	Kompakt
Geruch	unauffällig

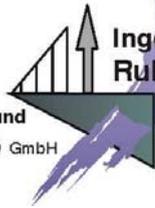
06-5524

ASP 3



Probenahmeprotokoll für Asphaltproben

Allgemeine Angaben		
Projektnummer	06-5524	
Projektbezeichnung	KG B-Plan Holthöchte Grafeld	
Angaben zur Probenahme		
Probenbezeichnung	ASP 4 bei RKS 4	
Probenahmeort	R409586,31 H5832037,42 (ETRS 1989 UTM Zone 32N)	
Probenahmedatum	21.09. / 27.10 -28.10.2021	
Probenahme durch	Haji	
Art der Probenahme	Kernbohrung (Ø 12 cm)	
Unterbau	Schotter	
Gesamtmächtigkeit	17,0 cm	
Anzahl der Lagen	3	
Schichtaufnahme Asphaltkern		
Schichtlagenstärke [cm]	Bezeichnung	Lackschnelltest
2,0	Asphaltdeckschicht	(-)
4,0	Asphaltbinderschicht	(-)
11,0	Asphalttragschicht	(-)
<u>Legende Lackschnelltest</u>		
+	positiv	
-	negativ	
+/-	indifferent	
Kernzustandsbeschreibung		
Farbe	grauschwarz	
Zustand	Bruchstücke	
Geruch	unauffällig	



06-5524

ASP 4



Probenahmeprotokoll für Asphaltproben

Allgemeine Angaben		
Projektnummer	06-5524	
Projektbezeichnung	KG B-Plan Holthöchte Grafeld	
Angaben zur Probenahme		
Probenbezeichnung	ASP 5 bei RKS 5	
Probenahmeort	R409462,12 H5832071,45 (ETRS 1989 UTM Zone 32N)	
Probenahmedatum	21.09. / 27.10 -28.10.2021	
Probenahme durch	Haji	
Art der Probenahme	Kernbohrung (Ø 12 cm)	
Unterbau	Schotter	
Gesamtmächtigkeit	13,0 cm	
Anzahl der Lagen	2	
Schichtaufnahme Asphaltkern		
Schichtlagenstärke [cm]	Bezeichnung	Lackschnelltest
2,0	Asphaltdeckschicht	(-)
11,0	Asphalttragschicht	(-)
<u>Legende Lackschnelltest</u>		
+ positiv		
- negativ		
+/- indifferent		
Kernzustandsbeschreibung		
Farbe	grauschwarz	
Zustand	kompakt	
Geruch	unauffällig	

06-5524

ASP 5



Probenahmeprotokoll für Asphaltproben

Allgemeine Angaben		
Projektnummer	06-5524	
Projektbezeichnung	KG B-Plan Holthöchte Grafeld	
Angaben zur Probenahme		
Probenbezeichnung	ASP 6 bei RKS 6	
Probenahmeort	R410156,06 H5832127,98 (ETRS 1989 UTM Zone 32N)	
Probenahmedatum	21.09. / 27.10 -28.10.2021	
Probenahme durch	Haji	
Art der Probenahme	Kernbohrung (Ø 12 cm)	
Unterbau	Schotter	
Gesamtmächtigkeit	10,0 cm	
Anzahl der Lagen	2	
Schichtaufnahme Asphaltkern		
Schichtlagenstärke [cm]	Bezeichnung	Lackschnelltest
2,0	Asphaltdeckschicht	(-)
8,0	Asphalttragschicht	(-)
<u>Legende Lackschnelltest</u>		
+ positiv		
- negativ		
+/- indifferent		
Kernzustandsbeschreibung		
Farbe	grauschwarz	
Zustand	Bruchstücke	
Geruch	unauffällig	

06-5524

ASP 6

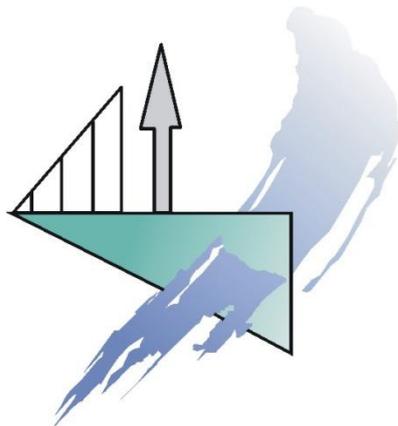


Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anhang 3.1

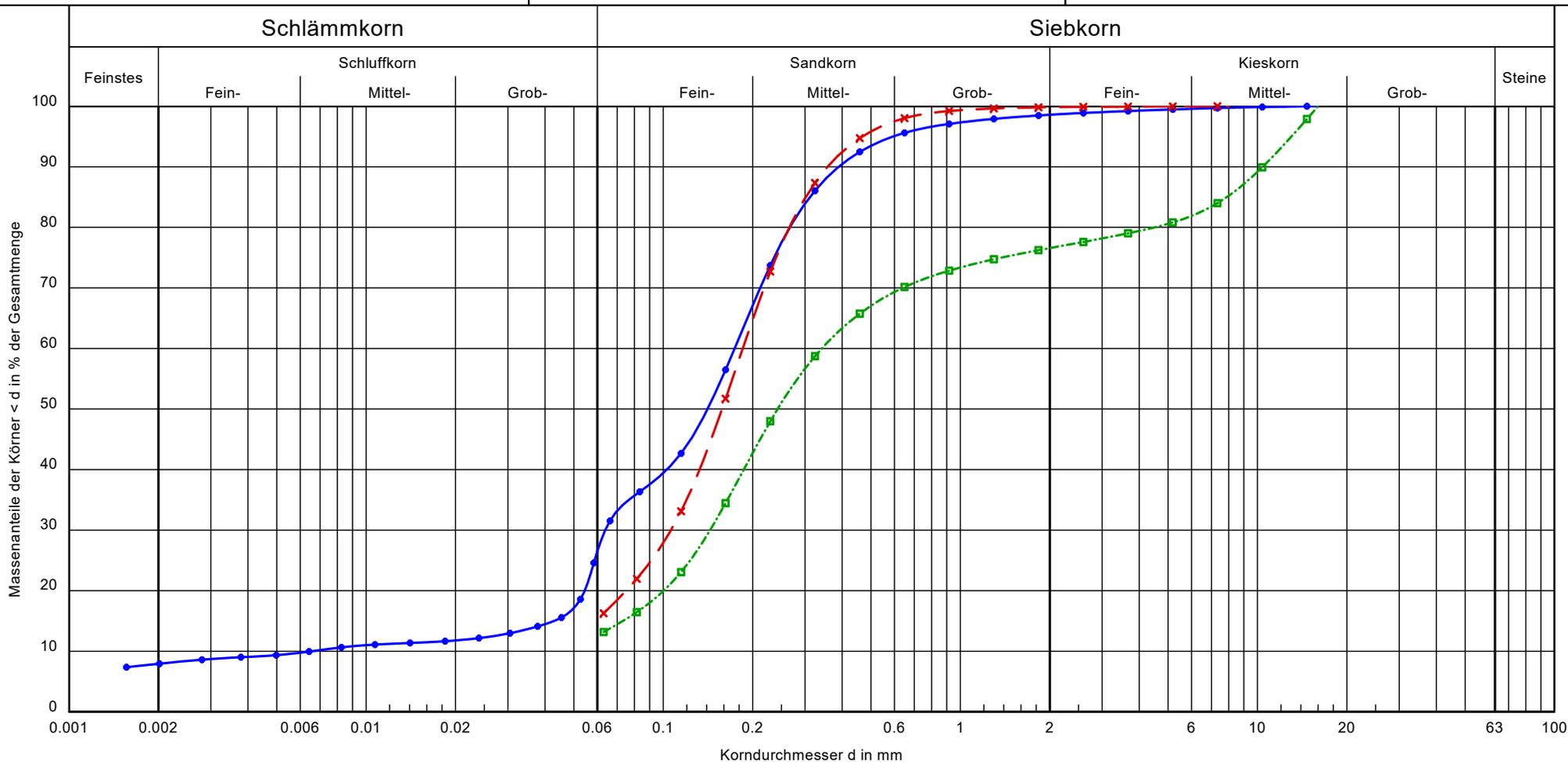
Kornverteilungen



Körnungslinie

KG B-Plan Holthöchte Grafeld

Projekt-Nr.: 06-5524
 Probe entnommen am: 21.09. / 27-28.10.2021
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 09.-10.11.2021 / Reinke



Probenbezeichnung:	RKS 1/4	RKS 3/2	RKS 5/2
Tiefe:	1,0-3,0m	1,0-2,4m	0,25-0,55m
Bodenart:	S, u, t'	fS, ms, u	S, mg, u', fg'
Bodengruppe:	ST	SU*	SU
k (m/s) (Hazen):	1×10^{-7}	1×10^{-5}	1×10^{-5}
U/Cc	26.6/3.6	-/-	-/-
Signatur:			
Kornkennzahl	1270	0280	0162
Anteile:	7.9/21.4/69.2/1.4	-/16.3/83.6/0.2	-/13.2/63.4/23.4

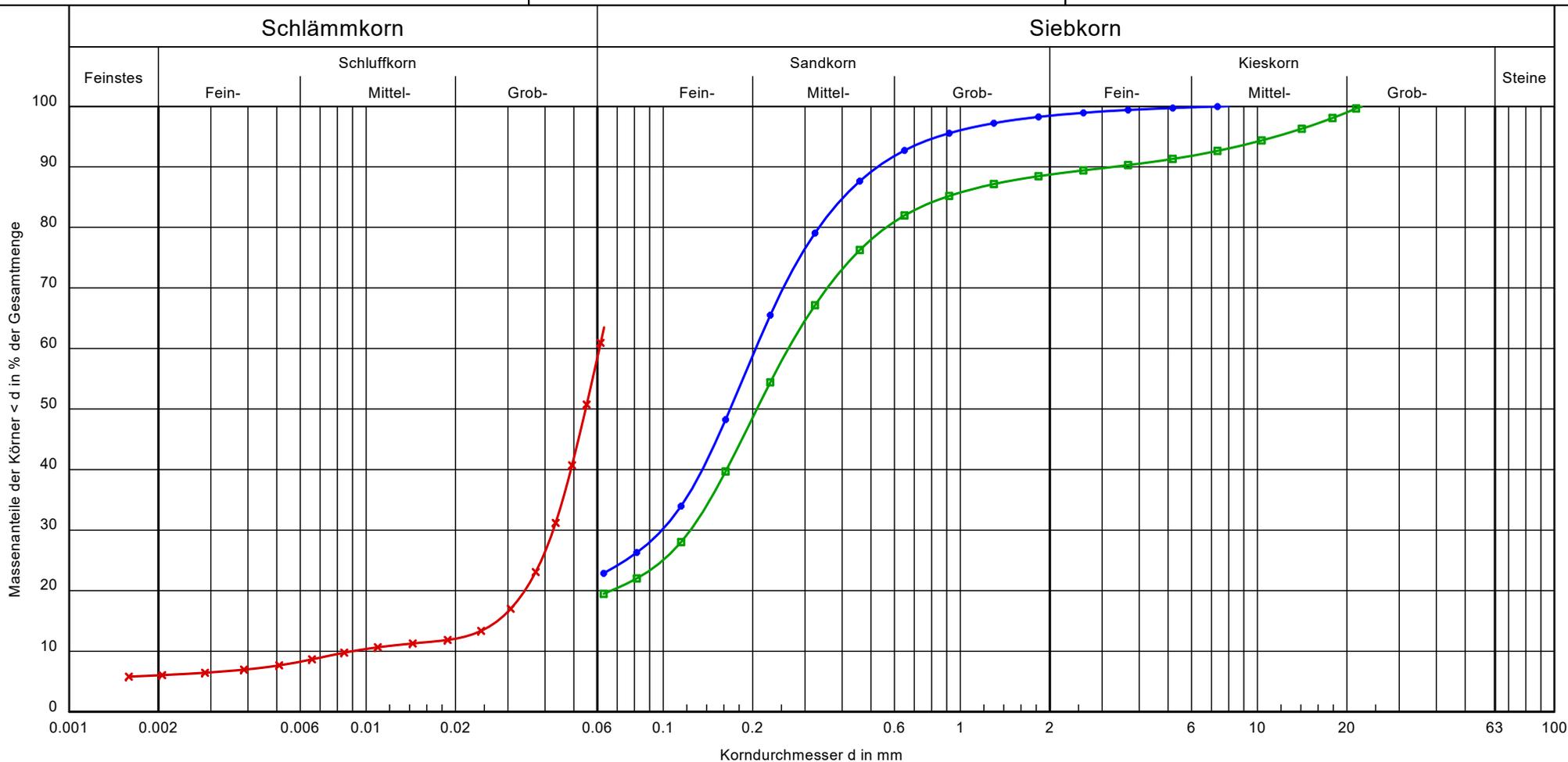
Bemerkungen:
Nassabtrennungen

Projekt-Nr.:
 06-5524
 Anhang:
 3

Körnungslinie

KG B-Plan Holthöchte Grafeld

Projekt-Nr.: 06-5524
 Probe entnommen am: 21.09. / 27-28.10.2021
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 09.-10.11.2021 / Reinke



Probenbezeichnung:	RKS 9/2	RKS 10/5	RKS 12/3
Tiefe:	0,3-0,5m	3,0-5,0m	1,0-2,0m
Bodenart:	S, u	U, fs, t'	S, u, mg'
Bodengruppe:	SU*	UL-UM	SU*
k (m/s) (Hazen):	~1x10 ⁻⁶	<1x10 ⁻⁷	~1x10 ⁻⁶
U/Cc	-/-	6.8/3.3	-/-
Signatur:			
Kornkennzahl	0280	1640	0271
Anteile:	- /22.9/75.6/1.6	6.0/57.1/36.9/ -	- /19.5/69.2/11.3

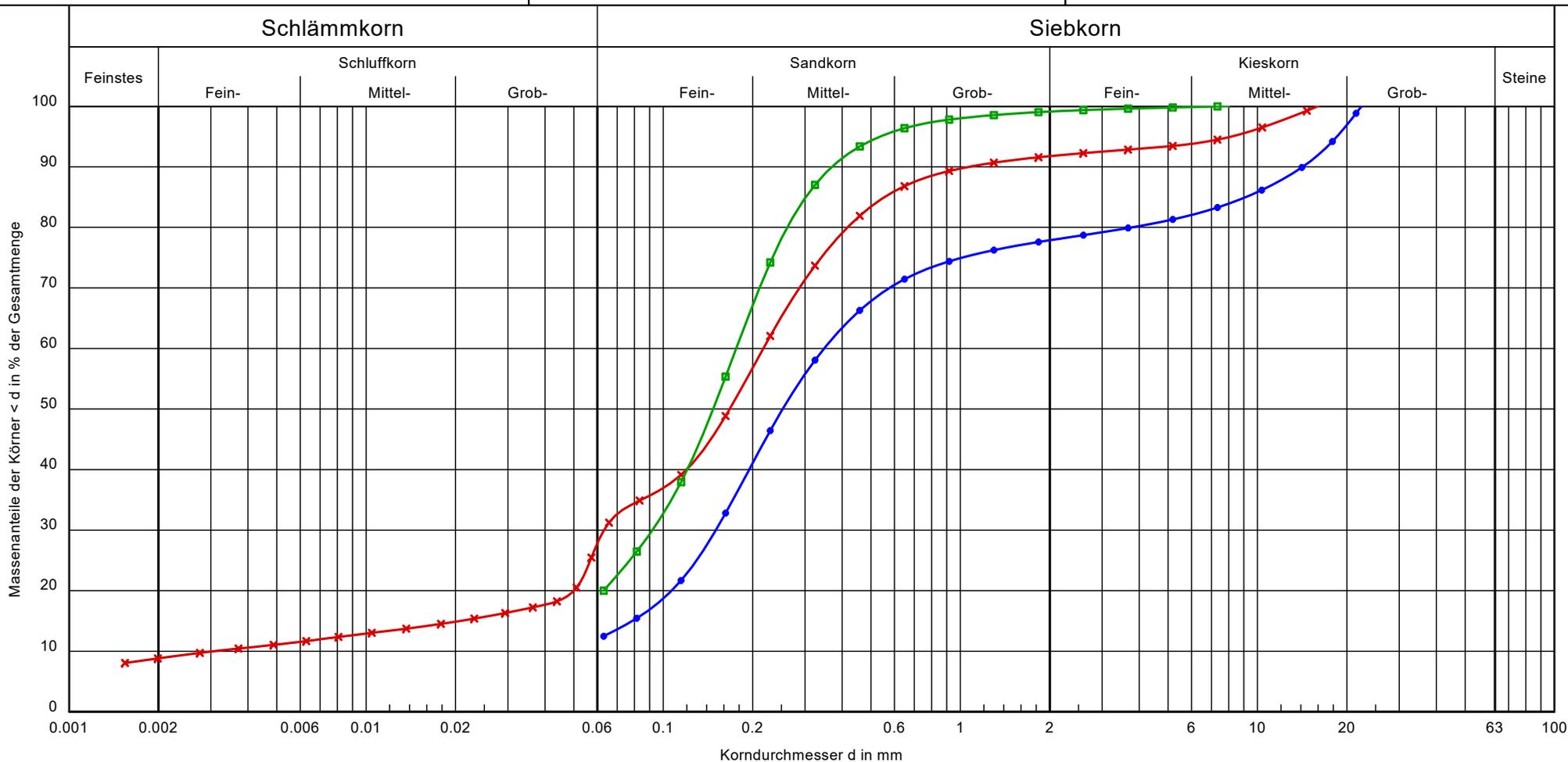
Bemerkungen:
Nassabtrennungen

Projekt-Nr.:
 06-5524
 Anhang:
 3

Körnungslinie

KG B-Plan Holthöchte Grafeld

Projekt-Nr.: 06-5524
 Probe entnommen am: 21.09. / 27-28.10.2021
 Art der Entnahme: gestört
 Datum: / Bearbeiter: 09.-10.11.2021 / Reinke



Probenbezeichnung:	RKS 13/3	RKS 13/4	RKS 13/7
Tiefe:	1,3-1,7m	1,7-2,4m	3,4-4,6m
Bodenart:	S, u', mg'	S, u, t', mg'	fS, u, ms
Bodengruppe:	SU	SU*-ST	SU*
k (m/s) (Hazen):	~2,4x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁷	1x10 ⁻⁵
U/Cc	-/-	71.0/6.0	-/-
Signatur:	●————●	×————×	■————■
Kornkennzahl	0172	1261	0280
Anteile:	- /12.5/65.4/22.1	8.8/21.1/61.8/8.3	- /20.0/79.1/0.9

Bemerkungen:
 Nassabtrennungen

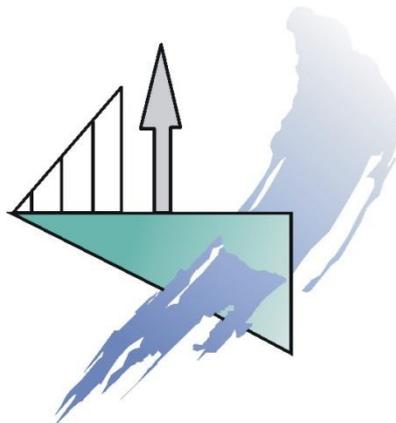
Projekt-Nr.:
 06-5524
 Anhang:
 3

Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen und chemischen Laboruntersuchungen

Anhang 3.2

Glühverluste





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

KG B-Plan Holthöchte Grafeld

Bestimmung des Glühverlustes

nach DIN 18128

Projekt-Nr.: 06-5524

Datum: 08.-09.11.2021

Ausgeführt: Reinke

Anhang: 3

Art der Entnahme: gestört

Entnahme am: 21.09. / 27-28.10.2021

Bezeichnung der Probe	RKS 5/3 0,55-0,65m		RKS 7/3 0,3-1,0m	
	0	18	19	15
Behälter Nr.	0	18	19	15
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	39,710	46,114	43,296	45,035
Geglühte Probe + Behälter $m_{Gl} + m_B$ [g]	39,33	45,716	42,625	44,375
Behälter m_B [g]	19,599	25,931	23,914	26,286
Massenverlust $\Delta m_{Gl} = m_d - m_{Gl}$ [g]	0,38	0,398	0,671	0,66
Trockene Probe m_d [g]	20,111	20,183	19,382	18,749
Glühverlust $v_{Gl} = \Delta m_{Gl} / m_d * 100$ [%]	1,89	1,97	3,46	3,52
		1,93		3,49

Bemerkungen:



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

KG B-Plan Holthöchte Grafeld

Bestimmung des Glühverlustes

nach DIN 18128

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5524

Art der Entnahme: gestört

Datum: 08.-09.11.2021

Entnahme am: 21.09. / 27-28.10.2021

Ausgeführt: Reinke

Bezeichnung der Probe	RKS 11/2 0,8-1,2m			
Behälter Nr.	2	14		
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	40,181	45,890		
Geglühte Probe + Behälter $m_{Gl} + m_B$ [g]	39,675	45,335		
Behälter m_B [g]	20,320	25,926		
Massenverlust $\Delta m_{Gl} = m_d - m_{Gl}$ [g]	0,506	0,555		
Trockene Probe m_d [g]	19,861	19,964		
Glühverlust $v_{Gl} = \Delta m_{Gl} / m_d * 100$ [%]	2,55	2,78		
		2,66		

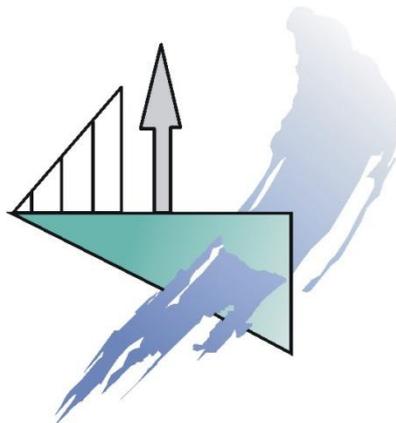
Bemerkungen:

Anhang 3

Protokolle der bodenmechanischen und chemischen Laboruntersuchungen

Anhang 3.3

Wassergehalt





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

KG B-Plan Holthöchte Grafeld

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

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5524
 Datum: 08.-09.11.2021
 Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
 Entnahme am: 21.09. / 27-28.10.2021

Bezeichnung der Probe	RKS 1/4 1,0-3,0m		RKS 5/3 0,55-0,65m	
	Behälter Nr.	38	14	0
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	20,549	20,646	40,828	47,294
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	18,880	19,192	39,710	46,114
Behälter m_B [g]	1,177	1,177	19,599	25,931
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	1,669	1,454	1,118	1,180
Trockene Probe m_d [g]	17,703	18,015	20,111	20,183
Wassergehalt $w = m_W/m_d * 100 \%$	9,428	8,071	5,559	5,847
	8,749		5,703	

Bemerkungen:



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

KG B-Plan Holthöchte Grafeld

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

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5524
Datum: 08.-09.11.2021
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 21.09. / 27-28.10.2021

Bezeichnung der Probe	RKS 7/3 0,3-1,0m		RKS 7/4 1,0-2,0m	
	Behälter Nr.	19	15	19
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	45,526	47,201	20,217	20,903
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	43,296	45,035	18,398	18,950
Behälter m_B [g]	23,914	26,286	1,187	1,183
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	2,230	2,166	1,819	1,953
Trockene Probe m_d [g]	19,382	18,749	17,211	17,767
Wassergehalt $w = m_W/m_d * 100$ %	11,506	11,553	10,569	10,992
	11,529		10,781	

Bemerkungen:



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

KG B-Plan Holthöchte Grafeld

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

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5524
Datum: 08.-09.11.2021
Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 21.09. / 27-28.10.2021

Bezeichnung der Probe	RKS 9/3 0,5-0,6m		RKS 10/5 3,0-5,0m	
	Behälter Nr.	601	82	800
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	21,218	21,153	17,023	17,110
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	19,426	19,231	15,510	15,794
Behälter m_B [g]	1,180	1,187	1,188	1,179
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	1,792	1,922	1,513	1,316
Trockene Probe m_d [g]	18,246	18,044	14,322	14,615
Wassergehalt $w = m_W/m_d * 100 \%$	9,821	10,652	10,564	9,004
	10,237		9,784	

Bemerkungen:



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

KG B-Plan Holthöchte Grafeld

Bestimmung des **Wassergehaltes**

durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

Anhang: 3

Projekt-Nr.: 06-5524
 Datum: 08.-09.11.2021
 Ausgeführt: Reinke

Art der Entnahme: gestört
 Entnahme am: 21.09. / 27-28.10.2021

Bezeichnung der Probe	RKS 11/2 0,8-1,2m		RKS 13/4 1,7-2,4m	
Behälter Nr.	2	14	1	44
Feuchte Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	41,738	47,548	21,190	21,139
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	40,181	45,890	19,373	19,401
Behälter m_B [g]	20,320	25,926	1,183	1,181
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_W$ [g]	1,557	1,658	1,817	1,738
Trockene Probe m_d [g]	19,861	19,964	18,190	18,220
Wassergehalt $w = m_W / m_d * 100 \%$	7,839	8,305	9,989	9,539
	8,072		9,764	

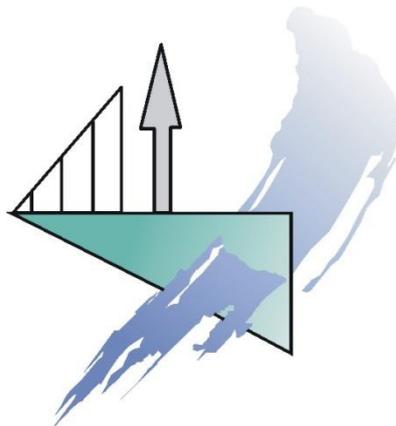
Bemerkungen:

Anhang 4

Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen

Anhang 4.1

Auswertung der Ergebnisse der Boden-Mischproben



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

Labornummer		168218	168219	168220	168221	LAGA-Kriterien (mg/kg) -Boden-						DepV (mg/kg)				BBodSchV (mg/kg)	
Probenbezeichnung		MP 1 Schotter Fahrbahn	MP 2 Auffüllung Fahrbahn	MP 3 Oberboden Baugebiet	MP 4 Unterboden Baugebiet	Zuordnungsklasse						Deponieklasse				Vorsorgewerte	
Feststoffe	Dimension	21.09 bis 28.10.2021	21.09 bis 28.10.2021	21.09 bis 28.10.2021	21.09 bis 28.10.2021	Z 0 (Sand)	Z0 (Lehm)	Z0 (Ton)	Z 0* ⁶⁾	Z 1	Z 2	DK 0	DK I	DK II	DK III	Sand	Lehm / Schluff
Summe MKW (C10-C22)	mg/kg TR	<5	<5	<5	<5	100	100	100	200	300	1000						
Summe MKW (C10-C40)	mg/kg TR	36	<5	10	<5				400	600	2000	≤500					
Summe BETX	mg/kg TR	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	1	1	1	1	1	1	≤6					
Benzo-(a)pyren	mg/kg TR	0,002	0,002	0,006	<0,001	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	3					0,3	0,3
Summe PAK	mg/kg TR	0,025	0,03	0,072	0,016	3	3	3	3	3 (9) ¹⁾	30	≤30				3	3
Summe PCB	mg/kg TR	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,5	≤1				0,05	0,05
Glühverlust	Masse-%	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.							≤3	≤3 ²⁾	≤5 ²⁾	≤10 ²⁾		
TOC	Masse-%	0,84	0,3	1,9	0,5	0,5 (1) ⁵⁾	0,5 (1) ⁵⁾	0,5 (1) ⁵⁾	0,5 (1) ⁵⁾	1,5	5	≤1	≤1	≤3	≤6		
EOX	mg/kg TR	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	1	1	1	3	10						
extrah. Lipophile Stoffe	Masse-%	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.							≤0,1	≤0,4	≤0,8	≤4		
Arsen	mg/kg TR	2,9	2	4,5	2	10	15	20	15 (20) ⁴⁾	45	150						
Blei	mg/kg TR	8,9	6	16	5,6	40	70	100	140	210	700					40	70
Cadmium	mg/kg TR	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,4	1,0	1,5	1 (1,5) ³⁾	3	10					0,4	1
Chrom	mg/kg TR	17	4,9	11	4	30	60	100	120	180	600					30	60
Kupfer	mg/kg TR	52	6,7	8,4	1,7	20	40	60	80	120	400					20	40
Nickel	mg/kg TR	8,8	4,2	2,9	2,2	15	50	70	100	150	500					15	50
Quecksilber	mg/kg TR	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,5	1,0	1	1,5	5					0,1	0,5
Thallium	mg/kg TR	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,4	0,7	1,0	0,7 ⁷⁾	2,1	7						
Zink	mg/kg TR	15	9,2	22	7,5	60	150	200	300	450	1500					60	150
Cyanide	mg/kg TR	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	---	---	---	---	3	10						
Summe LHKW	mg/kg TR	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	1	1	1	1	1	1						
Säureneutralisationskap.	mmol/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.												
AT ₄	mg O ₂ /g TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.												
Brennwert	kJ/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.												
Asbest (qualitativ)	---	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.												
Asbest (quantitativ)	Masse-%	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.												
Eluat	Dimension					LAGA-Kriterien (mg/l)						Deponieklassen nach DepV (mg/l)					
pH-Wert	-	8,6	8,1	7,6	7,2	Z 0/Z0*	Z1.1	Z1.2	Z 2			DK 0	DK I	DK II	DK III		
Leitfähigkeit	µS/cm	47	22	18	7	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12			5,5-13	5,5-13	5,5-13	4-13		
Cyanid, gesamt	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	250	250	1500	2000								
gelöste Feststoffe ges.	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,005	0,005	0,01	0,02								
DOC	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.							≤400	≤3000	≤6000	≤10000		
Phenolindex	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,02	0,02	0,04	0,1			≤50	≤50	≤80	≤100		
Chlorid	mg/L	0,42	1,1	0,38	0,12	30	30	50	100			≤0,1	≤0,2	≤50	≤100		
Sulfat	mg/L	1,8	2,3	0,77	0,22	20	20	50	200			≤80	≤1500	≤1500	≤2500		
Antimon	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.							≤100	≤2000	≤2000	≤5000		
Arsen	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002							≤0,006	≤0,03	≤0,07	≤0,5		
Barium	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,014	0,014	0,02	0,06			≤0,05	≤0,2	≤0,2	≤2,5		
Blei	mg/L	<0,0002	0,0003	0,0002	0,0005							≤2	≤5	≤10	≤30		
Cadmium	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,04	0,04	0,08	0,2			≤0,05	≤0,2	≤1	≤5		
Chrom, gesamt	mg/L	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0005	0,0015	0,0015	0,003	0,006			≤0,004	≤0,05	≤0,1	≤0,5		
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,0125	0,0125	0,025	0,06			≤0,05	≤0,3	≤1	≤7		
Fluorid	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.							≤0,01	≤0,1	≤0,5	≤1		
Kupfer	mg/L	0,006	0,0027	0,0021	<0,002							≤1	≤5	≤15	≤50		
Molybdän	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,02	0,02	0,06	0,1			≤0,2	≤1	≤5	≤10		
Nickel	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001							≤0,05	≤0,3	≤1	≤3		
Quecksilber	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,015	0,015	0,02	0,07			≤0,04	≤0,2	≤1	≤4		
Selen	mg/L	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	<0,0005	<0,0005	0,001	0,002			≤0,001	≤0,005	≤0,02	≤0,2		
Zink	mg/L	<0,002	<0,002	0,0042	0,003	0,150	0,150	0,200	0,600			≤0,01	≤0,03	≤0,05	≤0,7		

Einstufung nach LAGA TR Boden (Sand)	ohne TOC	Z0*	Z0	Z0	Z0
	mit TOC	Z1.1	Z0	Z2	Z0

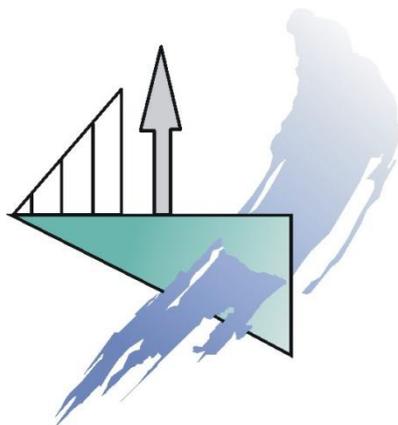
- 1) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.
- 2) Gilt nicht für Asphalt auf Bitumen- oder auf Teerbasis.
- 3) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg
- 4) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg
- 5) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.
- 6) maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2 der LAGA TR Boden)
- 7) Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg

Anhang 4

Protokolle der chemischen Laboruntersuchungen

Anhang 4.2

Prüfbericht des Labors



Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

RP Geolabor und Umweltservice
Niedriger Weg 47

49661 CLOPPENBURG

12. November 2021

PRÜFBERICHT 031121039

Auftragsnr. Auftraggeber: 06-5524
Projektbezeichnung: B-Plan Holthöchte Grafeld
Probenahme: durch Auftraggeber am 28.10.2021
Probentransport: durch Auftraggeber am 03.11.2021
Probeneingang: 03.11.2021
Prüfzeitraum: 03.11.2021 – 12.11.2021
Probennummer: 168218 - 168225 / 21
Probenmaterial: Boden, Asphalt, Schotter
Verpackung: Braunglas (0,5 L), PE-Dose
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:

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 15936: 2012-11
	Kohlenwasserstoffe (GC;F)	DIN EN 14039: 2005-1: i.V. mit LAGA KW/04: 2019-04
	EOX (F)	DIN 38414-17 (S17): 2017-01
	Aufschluss	DIN EN 13657: 2003-01
	Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08
	Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01
	PAK (F)	DIN ISO 18287: 2006-05
	Eluat	DIN EN 12457-4: 2003-01
	pH-Wert (E)	DIN EN ISO 10523: 2012-04
	el. Leitfähigkeit (E)	DIN EN 27888 (C8): 1993-11
	Chlorid (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Sulfat (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Trogeluat	RuVA-StB 01: 2005
	Phenol-Index, wdf.	DIN 38409-16-2 (H16): 1984-06
	Asbest	REM/EDX gemäß VDI 3866, Blatt 5: 2017-06

Labornummer	168218	168219	168220	168221
Probenbezeichnung	MP 1 Schotter Fahrbahn	MP 2 Auffüllung Fahrbahn	MP 3 Oberboden Baugebiet	MP 4 Unterboden Baugebiet
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Trockenmasse [%]	93,2	92,0	89,2	94,7
TOC [%]	0,84	0,30	1,9	0,50
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₂₂	< 5	< 5	< 5	< 5
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₄₀	36	< 5	10	< 5
EOX	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Arsen	2,9	2,0	4,5	2,0
Blei	8,9	6,0	16	5,6
Cadmium	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1
Chrom	17	4,9	11	4,0
Kupfer	52	6,7	8,4	1,7
Nickel	8,8	4,2	2,9	2,2
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	15	9,2	22	7,5
Naphthalin	< 0,001	< 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	0,002	0,002	0,003	0,004
Anthracen	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fluoranthren	0,002	0,005	0,006	0,007
Pyren	0,003	0,004	0,005	0,004
Benzo(a)anthracen	0,001	0,002	0,003	< 0,001
Chrysen	< 0,001	0,003	0,006	< 0,001
Benzo(b)fluoranthren	0,004	0,006	0,022	0,001
Benzo(k)fluoranthren	0,001	0,002	0,004	< 0,001
Benzo(a)pyren	0,002	0,002	0,006	< 0,001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,003	0,002	0,008	< 0,001
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,001	< 0,001	0,002	< 0,001
Benzo(g,h,i)perylene	0,007	0,002	0,007	< 0,001
Summe PAK (EPA)	0,025	0,030	0,072	0,016

Labornummer	168218	168219	168220	168221
Probenbezeichnung	MP 1 Schotter Fahrbahn	MP 2 Auffüllung Fahrbahn	MP 3 Oberboden Baugebiet	MP 4 Unterboden Baugebiet
Dimension	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]
pH-Wert bei 20 °C	8,6	8,1	7,6	7,2
el. Leitfähigkeit [µS/cm] bei 25 °C	47	22	18	7
Chlorid	420	1.100	380	120
Sulfat	1.800	2.300	770	220
Arsen	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Blei	< 0,2	0,3	0,2	0,5
Cadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,5
Kupfer	6,0	2,7	2,1	< 2,0
Nickel	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	< 2,0	< 2,0	4,2	3,0

Labornummer	168222	168223	168224	168225
Probenbezeichnung	ASP 3	ASP 4	ASP 5	ASP6
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Trockenmasse [%]	99,5	98,5	97,1	99,9
Asbest				nicht nachgewiesen
Naphthalin	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenaphthylen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenaphthen	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
Fluoren	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01
Phenanthren	0,02	0,07	0,02	0,10
Anthracen	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01
Fluoranthen	0,01	0,12	0,02	0,13
Pyren	0,01	0,25	0,03	0,13
Benzo(a)anthracen	< 0,01	0,31	0,03	0,11
Chrysen	< 0,01	0,39	< 0,01	0,08
Benzo(b)fluoranthen	0,02	0,69	0,03	0,14
Benzo(k)fluoranthen	< 0,01	0,12	0,01	0,04
Benzo(a)pyren	0,01	0,32	0,03	0,09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,04	0,11	0,05	0,05
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,01	0,04	< 0,01	0,02
Benzo(g,h,i)perylene	0,21	0,26	0,10	0,18
Summe PAK (EPA)	0,32	2,72	0,32	1,08

Labornummer	168222	168223	168224	168225
Probenbezeichnung	ASP 3	ASP 4	ASP 5	ASP6
Dimension	TROGELUAT [µg/L]	TROGELUAT [µg/L]	TROGELUAT [µg/L]	TROGELUAT [µg/L]
Phenol-Index, wdf.	< 10	< 10	< 10	< 10