

## **BAUGRUND-GUTACHTEN**

zur Erschließung des Wohngebietes  
„Mathe II“ in Hohnhorst

### **Auftraggeber**

GBG Grundstücksgesellschaft mbH  
Marktplatz 1  
31675 Bückeburg

### **Auftrag vom**

19.09.2017

### **Projekt**

Erschließung des Wohngebietes  
„Mathe II“ in Hohnhorst

### **Projektnummer**

G4667282

### **Datum**

25.01.2018

### **Ausfertigung**

PDF



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung und Rahmensituation</b> .....	<b>3</b>
1.1	Standortbeschreibung .....	3
1.2	Vorgehensweise und Untersuchungsumfang.....	3
1.2.1	Sondierarbeiten .....	3
1.2.2	Laboranalysen .....	4
<b>2</b>	<b>Untersuchungsergebnisse</b> .....	<b>5</b>
2.1	Geologische Rahmensituation.....	5
2.2	Bodenprofil und Baugrund.....	5
2.3	Grundwasser und Bemessungswasserstand .....	6
2.4	Standfestigkeit und Tragfähigkeit .....	6
2.5	Alllasten .....	7
<b>3</b>	<b>Bodenmechanische Laboranalysen</b> .....	<b>8</b>
3.1	Kornverteilungsanalysen .....	8
3.2	Wassergehaltsbestimmungen .....	8
3.3	Deklarationsanalysen .....	9
<b>4</b>	<b>Bautechnische Eigenschaften</b> .....	<b>10</b>
4.1	Bodenklassifizierung .....	10
4.2	Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeit.....	12
4.3	Bodenmechanische Kennwerte.....	12
<b>5</b>	<b>Kanalbau</b> .....	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Straßenbau</b> .....	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Versickerung</b> .....	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>Bautechnische Hinweise zum Regenrückhaltebecken</b> .....	<b>17</b>
<b>9</b>	<b>Allgemeine Hinweise zur Gründung von Wohnbebauung</b> .....	<b>17</b>
9.1	Erdarbeiten, Verbau, Wasserhaltung .....	17
9.2	Bauwerksabdichtung .....	18
9.3	Allgemeine Hinweise zur Gründung .....	19
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>20</b>

## Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Lagepläne mit Untersuchungspunkten
- Anlage 2: Schichtenverzeichnisse (DIN 14688-1)
- Anlage 3: Bodenprofile (DIN 4023) und Rammsondierungen (DIN 22476-2)
- Anlage 4: Bodenmechanische Laboranalysen (DIN 18121, DIN 18123)
- Anlage 5: Probennahmeprotokoll nach LAGA PN 98
- Anlage 6: Protokolle der chemisch-physikalischen Laboranalysen

## 1 Veranlassung und Rahmensituation

Die **GBG Grundstücksgesellschaft mbH** (Bückeberg) beabsichtigt, nach Planungen des **Ingenieurbüros Kruse** (Porta Westfalica) das Wohngebiet „Mathe II“ in Hohnhorst mit einer Gesamtfläche von ca. 16.000 m<sup>2</sup> für 18 Grundstücke straßenbau- und abwassertechnisch zu erschließen.

Im Zuge der weiteren Ausführungsplanung wurde das Ingenieurbüro **GeoAnalytik Dr. Loh** (Bünde) am 19.09.2017 beauftragt, auf der Grundlage eines Angebotes vom 15.09.2017 eine Baugrunduntersuchung durchzuführen. Dazu wurden die Boden- und Grundwasserverhältnisse unter Einhaltung des nach DIN 1997-2 für Linienbauwerke maßgebenden Aufschlussabstandes stichprobenartig geprüft und im Hinblick auf den Straßen- und Kanalbau beurteilt.

Für die Bearbeitung wurde folgende Unterlage zur Verfügung gestellt:

**U 1:** Städtebaulicher Entwurf zum Bebauungsplan Nr. 13 „Mathe II“, Planungsbüro REINOLD (Rinteln), 08.02.2016, Maßstab 1:1.000

Der Lageplan **U 1** wurde als Grundlage für den in Anlage 1 beigefügten Lageplan mit Kennzeichnung der Untersuchungspunkte genutzt.

Die Sondierarbeiten wurden am 11.10.2017 ausgeführt.

Die Untersuchungsergebnisse und die daraus abzuleitenden Konsequenzen für Planung, Ausschreibung und Ausführung des Erschließungsvorhabens sind Gegenstand des vorliegenden Berichtes.

### 1.1 Standortbeschreibung

Das bisher landwirtschaftlich genutzte, etwa 16.000 m<sup>2</sup> umfassende Erschließungsgebiet liegt in Hohnhorst im Ortsteil Ohndorf zwischen der Flütstraße und der Dammstraße.

Das Baufeld ist in nordwestliche Richtung geneigt, wobei zwischen den Sondierpunkten ein Höhenunterschied von etwa 2,4 m besteht.

Das Umfeld ist durch Wohnbebauung und landwirtschaftliche Nutzflächen gekennzeichnet.

### 1.2 Vorgehensweise und Untersuchungsumfang

#### 1.2.1 Sondierarbeiten

Das Bauvorhaben entspricht hinsichtlich Wohnbebauung nach DIN 1054 der geotechnischen Kategorie GK 1. Für den Kanalbau ist die geotechnische Kategorie GK 2 anzusetzen.

Zur Prüfung und Aufnahme des Bodenprofils wurden vier Rammkernsondierungen (RKS, DIN 22475-1) mit einem Bohrdurchmesser von 50 - 36 mm bis 5,0 m unter OK Gelände abgeteuft.

Die in den Sondierungen aufgeschlossenen Böden wurden organoleptisch auf eventuelle Belastungen sowie bodenuntypische Bestandteile geprüft und nach genetischen und ingenieurgeologischen Gesichtspunkten in Schichtenverzeichnissen nach DIN 14688-1 aufgezeichnet (vgl. Anlage 2).

Die Bodenprofile sind in Anlage 3 nach DIN 4023 graphisch dargestellt.

Aus den Sondierungen wurden 32 schichtenspezifische Bodenproben der Güteklasse 3 (DIN 1997-2 / DIN 22475-1) als Rückstellproben bzw. für labortechnische Analysen entnommen. Die Bodenproben werden bis 6 Monate nach Gutachtenerstellung im Probenlager des Ingenieurbüros *GeoAnalytik* Dr. Loh aufbewahrt und anschließend entsorgt.

Zur Ermittlung der Lagerungsdichte bzw. der Konsistenz und zur Beurteilung der Stand- und Scherfestigkeit und somit der Tragfähigkeit der Böden wurden parallel zu den Rammkernsondierungen vier leichte Rammsondierungen (DPM, DIN 22476-2) mit gleichen Endteufen ausgeführt. Die Rammsondierung gegenüber der Flütstraße 17 musste bei 1,0 m GOK auf einem Bohrhindernis eingestellt werden und konnte erst nach Umsetzen bis zur Endteufe ausgeführt werden.

Die Rammergebnisse wurden in Rammprotokollen aufgezeichnet, die als Ramm diagrams den entsprechenden Bodenprofilen in Anlage 3 gegenübergestellt sind.

Die Lage der Untersuchungspunkte ist dem Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen.

Die Daten der Sondierungen sind in Tabelle 1 dargestellt:

**Tabelle 1: Daten der Ramm- und Rammkernsondierungen**

DPL / RKS	Endteufe [m GOK]	Höhe [m rel.]	Lage des Ansatzpunktes
DPL 1a / -	1,0 / -	-2,52	gegenüber Flütstraße 17
DPL 1b / RKS 1	5,0 / 5,0	-2,52	gegenüber Flütstraße 17
DPL 2 / RKS 2	5,0 / 5,0	-1,74	geplanter Wendehammer
DPL 3 / RKS 3	5,0 / 5,0	-1,04	nördlich von Am Mathfeld 6
DPL 4 / RKS 4	5,0 / 5,0	-0,14	östlich von Flütstraße 8
<b>Summe:</b>	<b>21,0 / 20,0 lfdm</b>		

Der Untergrund wurde in den Rammsondierungen in 21,0 lfd. Metern und in den Rammkernsondierungen in 20,0 lfd. Metern aufgeschlossen und beurteilt.

Der vorgesehene Feldversuch zur Versickerung (Open-End-Test / OET) wurde aufgrund der bindigen und bereits oberflächennah feucht-nassen Böden nicht ausgeführt.

### 1.2.2 Laboranalysen

Zur Bodenklassifizierung und Beurteilung der bodenmechanischen Eigenschaften und Kennwerte wurden drei Bodenproben nach DIN 18123 hinsichtlich Kornverteilung geprüft.

Weiterhin wurde an vier Bodenproben nach DIN 18121 der natürliche Wassergehalt bestimmt.

Hinsichtlich Verwertung bzw. Entsorgung von Aushubböden wurden die anthropogen geprägten und die natürlich gewachsenen Böden in 2 Mischproben und einer Einzelprobe nach LAGA TR Boden im Feststoff (Tab. II. 1.2-4) untersucht.

## 2 Untersuchungsergebnisse

### 2.1 Geologische Rahmensituation

Das Untersuchungsgebiet liegt nach Aussagen der Geologischen Karte von Niedersachsen (Blatt 3622 Barsinghausen, 1:25.000) im Bereich quartärer Böden, wobei im Baufeld zunächst Lössablagerungen der Weichsel-Kaltzeit über Schmelzwasserablagerungen der Saale-Kaltzeit (Pleistozän) anstehen.

Der präquartäre, in den Sondierungen nicht aufgeschlossene Festgesteins-Untergrund besteht aus Sand- und Mergelsteinen der Unterkreide.

### 2.2 Bodenprofil und Baugrund

Der Mutterboden und die anthropogen geprägten Böden sind zunächst wie folgt zu beschreiben:

**Tabelle 2: Mutterboden und anthropogen geprägte Böden**

<b>Schicht 1:</b>	<b>bis <math>\geq</math> 0,30 - 0,70 m GOK</b>	<b>Mutterboden</b>	<b>Holozän / anthropogen</b>
Mutterboden (Schluff, schwach tonig, schwach sandig bis sandig, sehr schwach kiesig), braun bis dunkelbraun, humos / durchwurzelt, nicht tragfähig.			
<b>Schicht 2:</b>	<b>bis <math>\pm</math> 1,05 m GOK</b>	<b>Auffüllung</b>	<b>anthropogen</b>
nur in RKS 1: Sand, kiesig bis stark kiesig, hellgrau, schwach feucht, locker gelagert, bedingt tragfähig.			

Unter dem Mutterboden und der punktuellen Auffüllung ist als natürlich gewachsener Untergrund der folgende, mit allen Einschränkungen einer Verallgemeinerung gültige Baugrund zu erwarten:

**Tabelle 3: natürlich gewachsener Boden**

<b>Schicht 3:</b>	<b>bis <math>\geq</math> 1,05 - 1,50 m GOK</b>	<b>Lösslehm / Schwemmlöss</b>	<b>Pleistozän</b>
in RKS 2 - 4: Schluff, schwach tonig, (fein)sandig bis stark sandig, hellbraun bis braun, stark feucht bis nass, weichkonsistent, bedingt tragfähig. Bei Wassersättigung eingeschränkt standfest.			
<b>Schicht 4:</b>	<b>bis <math>\geq</math> 4,70 - 5,00 m GOK</b>	<b>Schmelzwasserablagerungen</b>	<b>Pleistozän</b>
Schluff, schwach tonig bis tonig, sandig bis stark sandig, schwach kiesig bis kiesig bzw. Sand, sehr schwach schluffig bis stark schluffig, sehr schwach kiesig bis stark kiesig, schwach humos bzw. Kies, sandig, schwach tonig, schwach schluffig, braun bis dunkelbraun bzw. hellbraun bis graubraun, feucht bis nass, weich- bis steifkonsistent bzw. locker bis dicht gelagert, bedingt bis ausreichend tragfähig.			
<b>Schicht 5:</b>	<b>bis ET 5,00 m GOK</b>	<b>Geschiebemergel</b>	<b>Pleistozän</b>
in RKS 1, 3 und 4: Schluff, sehr schwach tonig bis tonig, sandig, schwach kiesig, dunkelgraubraun, feucht bis stark feucht, steifkonsistent bis halbfest, ausreichend tragfähig.			

Das beschriebene Bodenprofil ist in Säulenprofilen nach DIN 4023 in Anlage 3 dargestellt.

Die Tiefenangaben entsprechen den in den Bodenaufschlüssen ermittelten Werten. Es kann erfahrungsgemäß nicht ausgeschlossen werden, dass außerhalb des Homogenbereichs der Sondierungen abweichende Schichtstärken und -folgen auftreten können, was insbesondere für anthropogen geprägte Böden gilt.

### 2.3 Grundwasser und Bemessungswasserstand

Die aus den Sondierergebnissen abzuleitenden Grundwasserverhältnisse sind in Tabelle 4 dargestellt:

**Tabelle 4: Grundwasserstände am 11.10.2017**

Sondierung	GW angebohrt / GW eingemessen [m GOK]	Bemerkungen
RKS 1	1,50 / 1,50	Bohrloch offen bis 3,00 m GOK
RKS 2	1,00 / 1,00	Bohrloch offen bis 2,20 m GOK
RKS 3	1,00 / 0,70	Bohrloch offen bis 2,00 m GOK
RKS 4	2,00 / 2,00	Bohrloch offen bis 2,30 m GOK

In den schwach bindigen bis bindigen Sandböden bzw. Lehm Böden wurde bei  $\geq 0,70$  m unter OK Gelände zusammenhängendes Grundwasser aufgeschlossen.

Somit ist für die Erdarbeiten ab Aushubtiefen  $\geq 0,70$  m unter OK Gelände mit wassergesättigten Böden zu rechnen. Dementsprechend werden für die kanalbautechnischen Tiefbauarbeiten Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich (vgl. Kap. 5).

Aufgrund der bindigen und somit wenig durchlässigen Böden, die bei Schicht- und Hangwasser sowie hinsichtlich versickernden Niederschlagswassers einen Wanneneffekt mit entsprechendem Wassereinstau und somit *von außen drückendes Wasser* bewirken können, ist der Bemessungswasserstand für die Bauwerksabdichtung nach DIN 18533-1 und den Erläuterungen zur WU-Richtlinie (DAfStb, Heft 555) mit der Geländeoberfläche gleichzusetzen.

Für die Statik ist der Bemessungswasserstand bei etwa 0,5 m unter OK Gelände anzusetzen.

### 2.4 Standfestigkeit und Tragfähigkeit

Aufgrund organischer Bestandteile ist Mutterboden nach DIN 18196 als Lastboden grundsätzlich ungeeignet und im Baufeld abzutragen.

Die Beurteilung der Stand- und Scherfestigkeit und damit der Tragfähigkeit der Böden durch Rammsondierungen (DPL, DIN 22476-2) und manuelle Prüfung der bindigen Böden nach DIN 14688-1 ergab unter Berücksichtigung der Wasserführung folgende Befunde:

#### Schicht 2: Auffüllung

Der kiesigen Sandböden sind locker gelagert und somit nur bedingt standfest und entsprechend tragfähig.

In diesen Böden ist ein Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  einzuhalten.

#### Schicht 3: Lösslehm

Die sandigen Schluff-Böden sind weichkonsistent und damit nur bedingt standfest und entsprechend tragfähig.

Die Standfestigkeit ist bei hohen Wassergehalten bzw. Wassersättigung eingeschränkt, wobei die Böden zum Fließen neigen können. In diesen Böden ist ein Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  einzuhalten.



#### Schicht 4: Schmelzwasserablagerungen

Die differenzierten Schmelzwasserablagerungen aus Lehmböden sowie nicht bindigen bis bindigen Sand- und schwach bindigen Kies-Böden sind weich- bis steifkonsistent bzw. locker bis dicht gelagert und damit bedingt bis überwiegend ausreichend standfest und entsprechend tragfähig.

Die Standfestigkeit der bindigen Böden kann bei hohen Wassergehalten bzw. Wassersättigung eingeschränkt sein.

In diesen Böden ist ein Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  einzuhalten. Ab steifer Konsistenz der bindigen Böden kann ein Böschungswinkel  $\beta \leq 60^\circ$  zulässig sein.

#### Schicht 5: Geschiebemergel

Die schwach kiesigen Lehmböden sind überwiegend steifkonsistent und damit ausreichend standfest und entsprechend tragfähig.

In diesen Böden ist ein Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  einzuhalten. Ab steifer Konsistenz der Böden kann ein Böschungswinkel  $\beta \leq 60^\circ$  zulässig sein.

Im Sinne der DIN 1054 kann i.d.R. ab steifer Konsistenz bindiger Böden bzw. mitteldichter Lagerung nichtbindiger Böden ausreichende Tragfähigkeit angenommen werden.

Somit ist auf der Grundlage der Sondierergebnisse zusammenfassend festzustellen, dass der Untergrund für die Rohrleitungen und Schächte voraussichtlich ausreichend tragfähig sein wird.

Für die Wohnbebauung ist bei unterkellelter Bauweise mit ausreichend bis überwiegend gut tragfähigem Baugrund zu rechnen. Bei nichtunterkellelter Bauweise wird voraussichtlich ausreichend tragfähiger Baugrund gegeben sein, wobei der Einbau von Gründungspolstern erforderlich werden kann.

Für die Planstraße stehen im Erdplanum Schluffböden bedingter Standfestigkeit an. Dementsprechend kann bereichsweise der Einbau einer dickeren Tragschicht oder einer Stabilisierungsschicht erforderlich werden.

Die Rammprotokolle und Rammdiagramme sind in Anlage 3 neben den entsprechenden Bodenprofilen dargestellt.

## 2.5 Altlasten

Am Bohrgut aus den Sondierungen und an der Geländeoberfläche waren keine Hinweise auf umwelt- und entsorgungsrelevante Bodenbelastungen und somit Altlasten festzustellen.

Dennoch ist grundsätzlich zu empfehlen, insbesondere bei Erdarbeiten in anthropogen geprägten Böden besonderes Augenmerk auf bodenuntypische Bestandteile sowie entsprechende Verfärbungen und Gerüche zu richten.

Für die Verwertung von Aushubböden sind die in Kap. 3.3 dargestellten Deklarationsanalysen zu beachten.

### 3 Bodenmechanische Laboranalysen

#### 3.1 Kornverteilungsanalysen

Zur Bodenklassifizierung und Beurteilung der bodenmechanischen Eigenschaften und Kennwerte wurden an drei Bodenproben Kornverteilungsanalysen (DIN 18123) ausgeführt:

**Tabelle 5: Kornverteilungsanalysen und Klassifizierung**

Probe	Kornverteilung [DIN 18123]	Bodengruppen [DIN 18196]
RKS 2/4 (1,70 - 2,70 m)	Kies, schwach tonig, schwach schluffig, schwach sandig	GU*
RKS 3/3 (0,95 - 1,50 m)	Schluff, sandig, schwach tonig	UL
RKS 4/2 (0,30 - 1,05 m)	Schluff, stark feinsandig, schwach tonig	UL

Die Lösslehme entsprechen „*feinkörnigen Böden*“ der Bodengruppe UL.

Die Schmelzwassersande sind als „*gemischt- bis grobkörnige Böden*“ den Bodengruppen SU\* - GU\* - SU - SE - SW zuzuordnen.

Die vollständige Kornverteilung mit prozentualen Massenanteilen (T/U/S/G) ist den Körnungslinien in Anlage zu entnehmen.

Aus der Kornverteilung sind rechnerisch nach USBR (UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION) folgende Durchlässigkeiten zu bestimmen:

**Tabelle 6: Durchlässigkeitsermittlung aus der Kornverteilung**

Probe	Bodengruppen	Durchlässigkeit k [m/s]	Bewertung [DIN 18130]
RKS 2/4	GU*	$1,3 \times 10^{-5}$	durchlässig
RKS 3/3	UL	$1,9 \times 10^{-7}$	gering durchlässig
RKS 4/2	UL	$2,4 \times 10^{-7}$	

Die Kies-Schluff-Böden sind im Sinne der DIN 18130 „*durchlässig*“.

Die Lehmböden sind „*gering durchlässig*“.

#### 3.2 Wassergehaltsbestimmungen

Die Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes nach DIN 18121 an vier Proben ergab folgende Werte:

**Tabelle 7: Wassergehaltsanalysen**

Probe	Bodengruppen	Wassergehalt [%]	Bewertung
RKS 1/3 (1,05 - 1,50 m)	SU*	12,22	feucht
RKS 2/2 (0,30 - 1,05 m)	UL	21,38	stark feucht
RKS 3/2 (0,30 - 0,95 m)	UL	23,62	
RKS 4/2 (0,30 - 1,05 m)	UL	22,39	

Die Böden oberhalb der wassergesättigten Bodenzone sind „*feucht bis stark feucht*“.

Die Laborprotokolle zu 3.1 und 3.2 sind in Anlage 4 beigelegt.

### 3.3 Deklarationsanalysen

Im Hinblick auf die Verwertung bzw. Entsorgung von Aushubböden wurden die anthropogen geprägten Böden und die natürlich gewachsenen Böden in zwei charakteristischen Mischproben und einer Einzelprobe im *Labor EUROFINS Umwelt West GmbH* (Wesseling) auf die Parameter nach LAGA M 20<sup>1)</sup> im Feststoff (Tab. II.1.2-4) analysiert.

Für die Analysen wurden folgende Mischproben gebildet:

**Tabelle 8: Zusammenstellung der Laborproben**

Laborproben:	RKS / Probe	Bereich [m GOK]
MP bindige Böden	1/3 + 1/5 + 2/2 + 2/3 + 3/2 + 3/3 + 4/2 + 4/3	0,30 - 2,40
MP Sandböden	1/6 + 2/4 + 2/5 + 3/4 + 3/5 + 3/6 + 4/4 + 4/5	1,50 - 3,80
RKS 1/2 Auffüllung	1/2	0,70 - 1,05

Die Laborergebnisse für die Lehm Böden und die bindigen Sande sind in Tabelle 9 den LAGA-Zuordnungswerten für Lehm Böden gegenübergestellt. Auffällige Befunde sind durch Fett-Druck hervorgehoben.

**Tabelle 9: Deklarationsanalysen an Lehm Böden und bindigen Sanden**

Parameter	Einheit	MP bindige Böden	MP Sandböden	LAGA-Grenzwerte		
				Z 0	Z 1	Z 2
<b>Feststoff</b>						
Cyanide <sub>ges.</sub>	[mg/kg]	< 0,5	< 0,5	-	3	10
TOC	[Masse%]	0,3	0,1	0,5	1,5	5
EOX	[mg/kg]	< 1,0	< 1,0	1	3	10
KW <sub>C10-C22</sub>	[mg/kg]	< 40	< 40	100	300	1.000
KW <sub>C10-C40</sub>	[mg/kg]	< 40	< 40	100	600	2.000
∑ BTEX	[mg/kg]	n.b.*	n.b.*	1	1	1
∑ LHKW	[mg/kg]	n.b.*	n.b.*	1	1	1
∑ PAK	[mg/kg]	n.b.*	n.b.*	3	3 (9)**	30
B(a)P	[mg/kg]	< 0,05	< 0,05	0,3	0,9	3
∑ PCB	[mg/kg]	n.b.*	n.b.*	0,05	0,15	0,5
Arsen	[mg/kg]	8,1	8,3	15	45	150
Blei	[mg/kg]	12	12	70	210	700
Cadmium	[mg/kg]	< 0,2	< 0,2	1	3	10
Chrom <sub>ges.</sub>	[mg/kg]	22	11	60	180	600
Kupfer	[mg/kg]	12	10	40	120	400
Nickel	[mg/kg]	19	18	50	150	500
Quecksilber	[mg/kg]	< 0,07	< 0,07	0,5	1,5	5
Thallium	[mg/kg]	< 0,2	< 0,2	0,7	2,1	7
Zink	[mg/kg]	43	38	150	450	1.500

\*nicht berechenbar bzw. unterhalb der Nachweisgrenze, \*\* in "hydrogeologisch günstigen Gebieten" bis 9 mg/kg

Die **natürlich gewachsenen Lehm- und Sand-Böden** sind abfallrechtlich vollkommen unauffällig und dementsprechend in die Wiedereinbauklasse **Z 0** einzustufen. Entsprechende Böden sind außerhalb von Bereichen mit statischen Anforderungen für einen *uneingeschränkten, offenen Wiedereinbau* geeignet.

<sup>1)</sup> LAGA 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II:- Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden, 05.11.2004)

Die Laborergebnisse für die aufgefüllten Kies-Sande sind in Tabelle 10 den LAGA-Zuordnungswerten für Sandböden gegenübergestellt. Auffällige Befunde sind durch Fett-Druck hervorgehoben.

**Tabelle 10: Deklarationsanalysen an nichtbindiger Auffüllung**

Parameter	Einheit	RKS 1/2 Auffüllung	LAGA-Grenzwerte		
			Z 0	Z 1	Z 2
		<b>Feststoff</b>			
Cyanide <sub>ges.</sub>	mg/kg	< 0,5	-	3	10
TOC	[Masse%]	0,3	0,5	1,5	5
EOX	[mg/kg]	< 1,0	1	3	10
KW <sub>C10-C22</sub>	[mg/kg]	< 40	100	300	1.000
KW <sub>C10-C40</sub>	[mg/kg]	< 40	100	600	2.000
Σ BTEX	[mg/kg]	n.b.*	1	1	1
Σ LHKW	[mg/kg]	n.b.*	1	1	1
Σ PAK	[mg/kg]	1,02	3	3 - (9)**	30
B(a)P	[mg/kg]	0,09	0,3	0,9	3
Σ PCB	[mg/kg]	n.b.*	0,05	0,15	0,5
Arsen	[mg/kg]	4,5	10	45	150
Blei	[mg/kg]	9	40	210	700
Cadmium	[mg/kg]	< 0,2	0,4	3	10
Chrom <sub>ges.</sub>	[mg/kg]	11	30	180	600
Kupfer	[mg/kg]	7	20	120	400
Nickel	[mg/kg]	11	15	150	500
Quecksilber	[mg/kg]	< 0,07	0,1	1,5	5
Thallium	[mg/kg]	< 0,2	0,4	2,1	7
Zink	[mg/kg]	25	60	450	1.500

\* nicht berechenbar bzw. unterhalb der Nachweisgrenze, \*\*in "hydrogeologisch günstigen Gebieten" bis 9 mg/kg

Auch die **aufgefüllten Kies-Sande** sind gemäß der Einzelprobe RKS 1/2 abfallrechtlich vollkommen unauffällig und dementsprechend in die Wiedereinbauklasse **Z 0** einzustufen. Entsprechende Böden bzw. Baustoffe sind für einen *uneingeschränkten, offenen Wiedereinbau* geeignet.

Das Probennahmeprotokoll und die Laborprotokolle zu 3.3 sind in Anlage 5 bzw. 6 beigefügt.

## 4 Bautechnische Eigenschaften

### 4.1 Bodenklassifizierung

Die in den Sondierungen aufgeschlossenen Böden sind hinsichtlich Bodenarbeiten (DIN 18915) und Landschaftsbauarbeiten (DIN 18320) sowie Erdarbeiten (DIN 18300), Bohrarbeiten (DIN 18301) und Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten (DIN 18304) in folgende Homogenbereiche einzuteilen:

Tabelle 11: Homogenbereiche

Homogenbereich		M	A	B 1
Ortsübliche Bezeichnung		Mutterboden	Auffüllung	nichtbindige Sande
Korngrößen- verteilung (DIN 18123)	≤ 0,06 mm	40 - 70	0 - 10	0 - 15
	> 0,06 - 2,0 mm	30 - 60	50 - 80	80 - 100
	> 2,0 - 63 mm	0 - 10	10 - 30	0 - 20
Bodengruppen (DIN 18196)		OU	SE - SW	SU - SE - SW
Massenanteil Steine/Blöcke (DIN 14688-1)	> 63 - 200 mm	0 - 2	0 - 5	0 - 5
	> 200 - 630 mm	0	0 - 2	0 - 2
	> 630 mm	0	0	0
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]		1,4 - 1,7	1,7 - 1,8	1,7 - 2,0
undr. Scherfestigkeit c <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup>		5 - 60	-	-
Wassergehalt [%]		10 - 25	2 - 5	2 - 18
Plastizitätszahl I <sub>p</sub>		1,0	-	-
Konsistenzzahl I <sub>c</sub>		0,50 - 0,75	-	-
Lagerungsdichte I <sub>d</sub> [%]		-	15 - 35	15 - 85
Organischer Anteil [%]		2 - 10	0 - 2	0 - 3
Einbauklasse nach LAGA M 20		nicht untersucht	Z 0	nicht untersucht

Fortsetzung Tabelle 11:

Homogenbereich		B 2	B 3
Ortsübliche Bezeichnung		bindige Sande / bindige Kiese	Lehmböden
Korngrößen- verteilung (DIN 18123)	≤ 0,06 mm	15 - 40	40 - 90
	> 0,06 - 2,0 mm	50 - 80	10 - 50
	> 2,0 - 63 mm	0 - 20	0 - 10
Bodengruppen (DIN 18196)		SU* - GU*	TL - UL - SU*
Massenanteil Steine/Blöcke (DIN 14688-1)	> 63 - 200 mm	0 - 5	0 - 5
	> 200 - 630 mm	0 - 2	0 - 2
	> 630 mm	0	0
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]		2,1 - 2,2	2,0 - 2,2
undr. Scherfestigkeit c <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup>		-	5 - 200
Wassergehalt [%]		8 - 23	10 - 25
Plastizitätszahl I <sub>p</sub>		0,00 - 0,50	0,05 - 0,23
Konsistenzzahl I <sub>c</sub>		0,50 - 1,00	0,50 - 1,00
Lagerungsdichte I <sub>d</sub> [%]		-	-
Organischer Anteil [%]		0 - 3	0 - 2
Einbauklasse nach LAGA M 20		Z 0	Z 0

In der Ausschreibung der Erdarbeiten sind die fünf Homogenbereiche M (Mutterboden), A (Auffüllung), B 1 (nichtbindige Sande), B 2 (bindige Sande / bindige Kiese) und B 3 (Lehmböden) anzuführen.

Hinsichtlich Lösen, Laden und Transportieren der Böden können die Homogenbereiche A und B 1 bis B 3 zu einem Homogenbereich zusammengefasst werden, wobei die abfallrechtlichen Merkmale zu beachten sind.

Mutterboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen ausgehoben wird, ist nach § 202 BauGB in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor „Vernichtung oder Vergeudung“ zu schützen.

Bei niederschlagsreicher Witterung mit anhaltender Aufweichung bzw. primärer Grundwassersättigung können die wasserempfindlichen, *fein- bis gemischtkörnigen Böden* (UL - SU\*) insbesondere bei mechanisch-dynamischer Beanspruchung (z.B. Baustellenverkehr, Transport) fließende Eigenschaften annehmen und ggf. in freien Anschnittsflächen (z.B. Böschungen) ausfließen.

Für wassergesättigte bzw. fließgefährdete Böden mit Konsistenzzahlen  $I_c \leq 0,25$  kann somit zusätzlich der Homogenbereich F (fließende Bodenarten) anzusetzen sein.

## 4.2 Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeit

Die Frostempfindlichkeit und die Verdichtbarkeit der Baustoffe und Böden ist nach ZTV E - StB 17 bzw. ZTV A - StB 12 wie folgt anzugeben:

**Tabelle 12: Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeit**

Schicht:	Frostempfindlichkeit	Verdichtbarkeit
Auffüllung	nicht bis mittel frostempfindlich = F 1 - F 2	gut verdichtbar = V 1
nichtbindige Sande		
bindige Sande	sehr frostempfindlich = F 3	mäßig bis weniger gut verdichtbar = V 2 - V 3
Lehmböden		

Die aufgefüllten Kies-Sande und die natürlich gewachsenen, nichtbindigen Sande sind insgesamt „*nicht bis mittel frostempfindlich*“ und „*gut verdichtbar*“ und damit für einen Wiedereinbau auch in Bereichen mit statischen Anforderungen geeignet. Die bautechnische Eignung sollte jedoch im örtlichen Befund kritisch geprüft werden.

Die bindigen, natürlich gewachsenen Sande und Lehmböden sind „*sehr frostempfindlich*“ und „*mäßig bis weniger gut verdichtbar*“ und daher für einen Wiedereinbau in Bereichen mit statischen Anforderungen nicht geeignet. Entsprechende Böden können jedoch mit Bindemitteln (Bodenverbesserung bzw. Bodenverfestigung) zu wiedereinbaufähigen Böden aufbereitet werden.

Im Falle eines Wiedereinbaus der Böden sind die ggf. ausschließenden abfallrechtlichen und umweltrelevanten Merkmale zu berücksichtigen.

## 4.3 Bodenmechanische Kennwerte

Für Standsicherheits- sowie Setzungs- und Grundbruchberechnungen können für die ungestörten Hauptbodenarten nach DIN 1055-2 bzw. EAU<sup>1)</sup> und EAB<sup>2)</sup> in erster Näherung die folgenden, mittleren bodenmechanischen Kennwerte als Rechenwerte angenommen werden:

**Tabelle 13: Bodenmechanische Kennwerte**

Bodengruppen	Wichte		Reibungswinkel cal. $\phi'$ [°]	Kohäsion cal. $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul cal. $E_s'$ [MN/m <sup>2</sup> ]
	$\gamma$	$\gamma'$			
SU - SE - SW, locker - mitteldicht	$\gamma$	17,0 - 19,0	30,0 - 32,5	0	20 - 80
	$\gamma'$	9,0 - 11,0			
SU - SE - SW, mitteldicht - dicht	$\gamma$	18,0 - 20,0	32,5 - 35,0	0	40 - 200
	$\gamma'$	10,0 - 12,0			
SU* - GU*, weich - steif	$\gamma$	21,0 - 21,5	27,5	0 - 2	10 - 30
	$\gamma'$	11,0 - 11,5			
SU* - GU*, steif - halbfest	$\gamma$	21,5 - 22,0	27,5	2 - 5	20 - 80
	$\gamma'$	11,5 - 12,0			
TL - UL, weich - steif	$\gamma$	20,0 - 20,5	27,5	0 - 2	3 - 5
	$\gamma'$	10,0 - 10,5			
TL - UL, steif - halbfest	$\gamma$	20,5 - 21,0	27,5	2 - 5	5 - 15
	$\gamma'$	10,5 - 11,0			

$\gamma$  = Wichte des erdfeuchten Bodens,  $\gamma'$  = Wichte unter Auftrieb

<sup>1)</sup> EAU, 2012: Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“, Häfen und Wasserstraßen. 11. Auflage, Ernst & Sohn, Berlin.

<sup>2)</sup> EAB, 2012: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“. 5. Auflage, Ernst & Sohn, Berlin.

Die angegebenen Steifemodule entsprechen Schätzwerten und bedürfen bei Anwendung in Grenz- und Zweifelsfällen einer analytischen Überprüfung und Bestätigung.

## 5 Kanalbau

Planungshöhen lagen bei Berichtserstellung nicht vor.

Der Kanalgraben-Aushub sollte grundsätzlich am Tiefpunkt beginnend im Rückwärtseinschnitt von OK Gelände erfolgen.

In Oberflächennähe stehen unter dem Mutterboden bzw. den anthropogen geprägten Böden zunächst weichkonsistente Schluffböden bedingter Tragfähigkeit an. Darunter sind überwiegend ausreichend tragfähige, mehr oder minder bindige Sand- und Lehmböden zu erwarten.

Für den Kanalbau sind somit ab 2,0 m unter OK Gelände ausreichend tragfähige Böden gegeben. In geringerer Tiefe kann ggf. ein Austausch weicher Lehmböden in  $d \geq 10 - 20$  cm durch verdichtete Füllsande erforderlich werden.

Beim Aushub von Leitungsgräben und Baugruben ist die DIN 4124 maßgebend. Gräben und Gruben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m sind zur Gewährleistung der Standsicherheit mit ausreichendem Böschungswinkel anzulegen oder zu sichern.

Gräben und Gruben können in nicht bindigen bzw. bindigen, mindestens weichkonsistenten Böden mit einem Böschungswinkel  $\beta \leq 45^\circ$  (DIN 4124) hergestellt werden. In bindigen, mindestens steifkonsistenten Böden kann ein Böschungswinkel von  $\beta \leq 60^\circ$  zulässig sein.

Bei größeren Böschungswinkeln ist gemäß DIN 1997-1 bzw. DIN 1054 die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen.

In allen Bereichen, die keine Abböschung zulassen und tiefer als 1,25 m auszuheben sind, werden zur Sicherung Verbaumaßnahmen erforderlich.

Bei Aushubtiefen  $\geq 0,7$  m GOK ist mit dem Anschnitt mehr oder minder wassergesättigter Böden zu rechnen und dementsprechend auch mit zunehmendem Wasserandrang.

Bei Aushubtiefen  $\geq 0,3$  m in die grundwassergesättigte Bodenzone ist eine vorlaufende Grundwasserabsenkung erforderlich. Aufgrund der überwiegend bindigen Böden ist eine geschlossene Wasserhaltung über Vakuum-Sauglanzen angezeigt. Grundwasserabsenkungen sind bis  $\geq 0,5$  m unter die Aushubsohle auszuführen.

Bei der Planung und Ausschreibung von Wasserhaltungsarbeiten ist die DIN 18305 maßgebend.

Grabensohlen sind stets wasserfrei zu halten und gegen Auflockerung bzw. Aufweichen sowie Entfestigung zu schützen. Entfestigte bzw. aufgeweichte Böden sind zu entfernen und durch verdichtetes Mineralgemisch (z. B. 0/32 mm oder gleichwertig) zu ersetzen.

In den hier anstehenden Böden werden senkrechte Grabenwände nicht standfest sein, sodass der ohne Ramm- und Pressarbeiten bzw. ausschließlich drückend einzubringende Grabenverbau im Sinne der DIN 4124 im Absenkverfahren auszuführen ist. Der vorausseilende Bodenaushub ist auf maximal 0,5 m zu begrenzen.

Unter Ansatz einer hinreichenden Entwässerung der Böden können als Grabenverbau übliche Verbauboxen und Kanaldielen eingesetzt werden.

Bei der Planung und Ausführung von Verbauarbeiten ist die DIN 18303 maßgebend.

Für die Auswahl der Baustoffe für Rohr-Auflager, -Einbettung und -Überschüttung sind die Vorgaben der DIN 1610 (*Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, 1997) und des ATV-DVWK-Arbeitsblattes A 139 (*Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, GFA, Juni 2001) maßgebend.

Die Bettung der Kanalrohre kann nach DIN 1610 gemäß Typ 1 (Regelausführung) erfolgen.

Als Füllböden sind grundsätzlich nur wasserunempfindliche und verdichtbare Böden bzw. (Kies-) Sande mit einem Schluffanteil  $\leq 5\%$  einzubauen.

Bindige Aushubböden können mit Bindemitteln (Bodenverbesserung) zu wiedereinfähigen Böden aufbereitet werden.

Bei der Verfüllung der Leitungszone ist durch manuelle Verdichtung sicherzustellen, dass die Zwickel unter dem Rohr (obere Bettungsschicht) mit verdichtetem Baustoff standfest verfüllt sind. Die Abdeckung der Rohrleitung ist bis mindestens 30 cm über den Rohrscheitel mit steinfreiem Material auszuführen (Größtkorn 20 mm,  $U \leq 6$ , Verdichtbarkeitsklasse V1).

Die maschinelle Verdichtung (Grabenwalze, Plattenverdichter) sollte erst nach Einbau von mindestens 30 cm Füllboden über dem Rohrscheitel erfolgen. Dabei ist die Verdichtung nach Art eines Dachprofils zuerst an den beiden Grabenrändern und anschließend in der Leitungsachse auszuführen.

Unter Verkehrsflächen ist die Hauptverfüllung des Kanalgrabens ausschließlich mit nichtbindigen, frostsicheren und verdichtungsfähigen Schüttgütern (z. B. Mineralgemisch 0/32 mm) auszuführen.

Die Verfüllung und Verdichtung mittels Grabenwalze sollte grundsätzlich in Lagen von  $\leq 30$  cm erfolgen, wobei eine Proctordichte von  $D_{Pr} \geq 97\%$  zu erreichen ist. In der Hauptverfüllung ist für „*grobkörnige Böden*“ eine Proctordichte von  $D_{Pr} \geq 98\%$  zu erzielen. In den oberen 50 cm der Hauptverfüllung ist eine Proctordichte von  $D_{Pr} = 100\%$  nachzuweisen.

Während der Ausführung ist eine regelmäßige Eigenkontrolle der Verdichtung der Seiten- und der Hauptverfüllung durch Rammsondierungen (DIN 22476-2: DPL<sub>10</sub>) zu empfehlen.

Darüber hinaus ist nach Fertigstellung der Hauptverfüllung und der frostsicheren Tragschicht eine Kontrolle der Verdichtung und der Tragfähigkeit durch Plattendruckversuche (DIN 18134) zu empfehlen, wobei die Verdichtungsziele der RStO 12 und ZTV E-StB 17 maßgebend sind.

Zur Vermeidung von Sackungen und / oder Setzungen in der Verbauzone ist durch schrittweises Ziehen des Verbaus mit entsprechend intensiver Verdichtung der Verfüllung eine kraftschlüssige Verzahnung zwischen Füllboden und Grabenwand zu erzielen. Der Grabenverbau ist so zu entfernen, dass Beschädigungen und Lageveränderungen der Rohrleitung ausgeschlossen sind.

## 6 Straßenbau

Das Baufeld liegt in der Frosteinwirkungszone I. Oberflächennah bzw. im Erdplanum stehen „sehr frostempfindliche“ Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 an.

Für den Verkehrsflächenbau ist auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse in Anlehnung an die RStO 12 (*Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen*, FGSV 499) und die ZTV A StB 12 (*Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen*, FGSV 976) wie folgt zu empfehlen:

Unter Ansatz von F3-Böden und ausgehend von den Belastungsklassen Bk0,3 und Bk1,0 für Wohnwege und Wohnstraßen ist nach RStO 12 ein frostsicherer Oberbau wie folgt zu wählen:

**Tabelle 14: Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus**

Frostempfindlichkeitsklasse	Bk0,3	Bk1,0
F 3	$d \geq 50$ cm	$d \geq 60$ cm

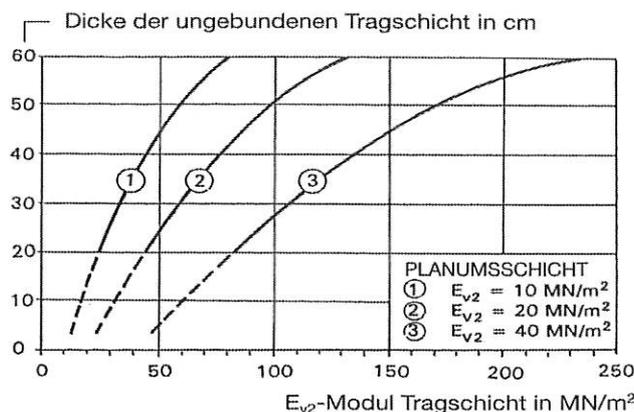
Auf F3-Böden ist für die Belastungsklasse Bk0,3 ein frostsicherer Oberbau in einer Gesamtstärke von  $d \geq 50$  cm zu empfehlen. Für die Belastungsklasse Bk1,0 ist ein frostsicherer Oberbau von  $d \geq 60$  cm angezeigt.

Aufgrund der ungünstigen Wasserverhältnisse ist eine Mehrdicke des frostsicheren Oberbaus von  $d \geq 5$  cm angezeigt.

Auf OK Untergrund (Planum) ist in Anlehnung an die ZTV E-StB 17 bzw. RStO 12 vor dem Tragschicht-Aufbau durch statische Plattendruckversuche (DIN 18134) ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> nachzuweisen.

Für die in Oberflächennähe weichkonsistenten Schluff-Sand-Böden ist davon auszugehen, dass die o.g. Mindest-Tragfähigkeit nicht gegeben sein wird.

Bei unzureichender Standfestigkeit bzw. Tragfähigkeit bzw. bei weichplastischen Böden ist gemäß Abbildung 1 (vgl. Floss, R., 2011: *Handbuch ZTV E-StB, Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau*) eine Erhöhung der Tragschichtdicke erforderlich:



**Abb. 1:** Tragschichtdicke in Abhängigkeit vom  $E_{v2}$  auf dem Erdplanum

Alternativ kann zur Stabilisierung bzw. für die Beständigkeit der Tragschicht der Einbau eines Geogitters oder besser der Einbau einer Stabilisierungsschicht (0/100,  $d \geq 15 - 20$  cm) unter der Tragschicht erforderlich sein. Weiterhin ist eine mit  $d = 20$  cm anrechenbare Verfestigung der Standortböden mit Bindemitteln machbar.

Die Herstellung des Oberbaus sollte mit frostsicheren und verdichtungsfähigen Baustoffen erfolgen (z.B. STS 0/45 und FSS 0/32).

Nach Fertigstellung des frostsicheren Oberbaus ist als Ausdruck ausreichender Verdichtung und Tragfähigkeit für die Belastungsklasse Bk0,3 auf OK Tragschicht durch Plattendruckversuche ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Für die Belastungsklasse Bk1,0 ist ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$  erforderlich.

Bei einer Kanalgrabenverfüllung aus bindemittelverbesserten Standortböden ist darauf zu achten, dass keine Verfestigung erfolgt, sodass schädliche Sattellagen vermieden werden, die erfahrungsgemäß zu grabenparallelen Rissen im Oberbau bzw. in der Asphaltdecke führen können. Dementsprechend ist im Erdplanum für die Straßentrasse auf homogen tragfähige Böden zu achten.

Für den Aufbau von Tragschichten in Verkehrsflächen ist zu empfehlen, nur im unteren Bereich (z.B. in Frostschutzschichten) entsprechend geeignetes bzw. gütegeschütztes RC-Mineralgemisch einzusetzen. Die oberen 0,3 m von Tragschichten sollten grundsätzlich aus natürlichem Mineralgemisch (STS 0/45) erstellt werden.

RC-Baustoffe sollten ggf. den „*Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau*“ (TL Gestein-StB 04, FGSV 613) bzw. dem RAL-Gütezeichen RAL-RG 501/1 entsprechen. Beim Einbau von RC-Baustoffen ist das „*Merkblatt über die Wiederverwertung von mineralischen Baustoffen als Recycling-Baustoffe im Straßenbau*“ (M RC, FGSV 616/3) zu beachten.

In Wasserschutzgebieten können die Einsatzmöglichkeiten von RC-Baustoffen eingeschränkt sein, was ggf. wasserrechtlich zu prüfen ist.

Bei der weiteren Planung und Ausführung sind insbesondere die ZTV E-StB 17, TL BuB E-StB 09, ZTV SoB-StB 04, ZTVT-StB 95, ZTV A-StB 12 und die RStO 12 maßgebend.

Bei Pflasterbauweisen sind weiterhin die TL Pflaster-StB 06, ZTV Pflaster-StB 06 sowie das Merkblatt M FP und die DIN 18318 (Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen) zu beachten.

## 7 Versickerung

Für die Bemessung und Ausführung von Versickerungsanlagen ist das Regelwerk „*Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser*“ (Arbeitsblatt ATV-DWA A 138) maßgebend. Danach sind Böden mit einer Durchlässigkeit von  $k \geq 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  für eine Versickerung grundsätzlich geeignet.

Auf der Grundlage von Erfahrungswerten und der aus den Kornverteilungsanalysen abzuleitenden Durchlässigkeiten (vgl. Anlage 4) ist davon auszugehen, dass die überwiegend bindigen Böden „*gering durchlässig*“ und somit für eine effektive Versickerung von Regenwasser nicht geeignet sind.

Weiterhin ist zwischen der Sohle einer Versickerungsanlage und dem Grundwasser ein filterwirksamer Sickerabstand von  $\geq 1 \text{ m}$  einzuhalten. Hinsichtlich Versickerung kann das Grundwasser somit einschränkend sein.

## 8 Bautechnische Hinweise zum Regenrückhaltebecken

Im nordwestlichen Baufeld soll auf einer Fläche von etwa 72 m<sup>2</sup> ein Regenrückhaltebecken (RRB, vgl. Lageplan) angelegt werden. Konkrete Planungsdaten lagen bei Berichtserstellung nicht vor.

Beim Bau von Regenrückhaltebecken ist das Arbeitsblatt DWA-A 117 „Bemessung von Regenrückhalteräumen“ zu beachten.

Im Bereich des RRB (vgl. RKS 2) sind bis  $\geq 1,7$  m unter OK Gelände „gering durchlässige“ Lehmböden zu erwarten. Darunter stehen schwach bindige und damit „durchlässige“ Kies-Sande an.

Der Aushub sollte im Rückwärtseinschnitt mit glattschneidigen Baggerlöffeln oder entsprechenden Schilden ausgeführt werden.

Bei Aushubtiefen  $\geq 1,0$  m GOK ist mit dem Anschnitt mehr oder minder wassergesättigter Böden zu rechnen und dementsprechend auch mit zunehmendem Wasserandrang.

Bei Aushubtiefen  $\geq 0,3$  m in die grundwassergesättigte Bodenzone ist eine vorlaufende Grundwasserabsenkung als geschlossene Wasserhaltung über Vakuum-Sauglanzen angezeigt. Grundwasserabsenkungen sind bis  $\geq 0,5$  m unter die Aushubsohle auszuführen.

Für eine ausreichende Standsicherheit sollten die Becken-Böschungen in einem Winkel von  $\leq 1:3$  ausgeführt werden.

Instabile, eventuell zum Ausfließen und / oder Abrutschen neigende Böschungsbereiche können durch Anschüttung mit Wasserbausteinen oder Mineralgemisch (z. B. 0/56 oder 0/100) stabilisiert werden, wobei die Böschungen in erster Näherung ausreichend standfest sein sollten.

Für das RRB kann eine Sohl- und Böschungsabdichtung als Tonabdichtung in einer Dicke von  $d = 30$  cm oder aus geosynthetischen Tondichtungsbahnen (GTD, z. B. NAUE Bentofix) ausgeführt werden.

Sollten Sohle und Böschungen des RRB in den „gering durchlässigen“ und somit wenig versickerungsfähigen Schluff-Böden liegen, kann auf eine Tonabdichtung u.U. verzichtet werden.

Zur weiteren Verringerung der Durchlässigkeit durch Vergelung (Bildung von Calcium-Silicat- und Calcium-Aluminat-Hydraten) kann ein Einfräsen von Bindemitteln (hier: Weißfeinkalk) in die natürlich anstehenden Lehmböden und anschließende Verdichtung ausreichend sein.

## 9 Allgemeine Hinweise zur Gründung von Wohnbebauung

### 9.1 Erdarbeiten, Verbau, Wasserhaltung

Oberboden ist vollständig aus dem Gründungsbereich zu entfernen.

Aufgrund der bindigen und somit wasserempfindlichen Böden ist insbesondere bei niederschlagsreicher Witterung eine Befestigung aller bauzeitigen Verkehrs-, Lager- und Kranstellflächen mit einer vor Kopf einzubauenden Mineralgemisch-Tragschicht in einer Stärke von  $d_T \geq 0,3 - 0,4$  m auf einem Geovlies zu empfehlen.

Ein Befahren des ungeschützten Erdplanums mit Radfahrzeugen ist zu vermeiden.



Der Bodenaushub sollte mit glattschneidigem Schild bzw. Baggerlöffel bis Rohplanum bzw. Gründungssohle ausgeführt werden. Unmittelbar anschließend sollte der Vor-Kopf-Einbau einer Sauberkeitsschicht aus Kies, Magerbeton oder gleichwertig erfolgen.

Gründungssohlen sind stets wasserfrei zu halten und gegen Auflockerung bzw. Aufweichen zu schützen. Breiig-weiche bzw. entsprechend aufgeweichte Böden sind nach örtlichem Befund aus dem Gründungsbereich zu entfernen und durch verdichtetes Mineralgemisch zu ersetzen.

Bindige Aushubböden sind zum Wiedereinbau in Bereichen mit statischen Anforderungen ohne Aufbereitung mit Bindemitteln (Bodenverbesserung bzw. Bodenverfestigung) nicht geeignet.

Nichtbindige Böden können auch in Bereichen mit statischen Anforderungen für einen Wiedereinbau geeignet sein, die bautechnische Eignung sollte jedoch im örtlichen Befund geprüft werden.

Bei nicht unterkellerten Bauweisen werden aufwendige Wasserhaltungsmaßnahmen voraussichtlich nicht erforderlich sein. Stau- bzw. Sickerwasser kann ggf. in einer bauzeitigen, offenen Wasserhaltung gefasst und abgeführt werden.

Bei unterkellerten Bauweisen ist bei Aushubtiefen  $\geq 0,7$  m GOK mit dem Anschnitt mehr oder minder wassergesättigter Böden zu rechnen und dementsprechend auch mit zunehmendem Wasserandrang.

Bei Aushubtiefen  $\geq 0,3$  m in die grundwassergesättigte Bodenzone ist eine vorlaufende Grundwasserabsenkung als geschlossene Wasserhaltung über Vakuum-Sauglanzen angezeigt. Grundwasserabsenkungen sind bis  $\geq 0,5$  m unter die Aushubsohle auszuführen.

Bei der Planung und Ausschreibung von Wasserhaltungsarbeiten ist die DIN 18305 maßgebend.

In nichtbindigen und bindigen, mindestens weickonsistenten Böden können Gruben und Gräben als geböschte Baugruben mit Böschungswinkel  $\beta \leq 45^\circ$  (DIN 4124) hergestellt werden. In mindestens steifkonsistenten Böden kann ein Böschungswinkel  $\beta \leq 60^\circ$  zulässig sein.

Auf der Grundlage der DIN 1997-1 und DIN 1054 ist bei größeren Böschungswinkeln die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen.

Baugruben-Böschungen sind zum Schutz vor witterungsbedingter Erosion mit Folien abzudecken.

In allen Bereichen, die keine Abböschung zulassen und mehr als 1,25 m unter OK Gelände auszuheben sind, werden Verbaumaßnahmen erforderlich. Bei der Planung und Ausführung von Verbauarbeiten ist die DIN 18303 maßgebend.

## 9.2 Bauwerksabdichtung

Bei der Bauwerksabdichtung sind die DIN 18195 (Abdichtung von Bauwerken) und die DIN 18533 (Abdichtung von erdberührten Bauteilen) maßgebend. Darüber hinaus ist die DIN 18336 (Abdichtungsarbeiten) zu berücksichtigen.

Durch Rinnen oder Gefälle ist Oberflächenwasser vom Gebäude abzuleiten.

Aufgrund der oberflächennah mit  $k \leq 10^{-4}$  m/s „gering durchlässigen“ Böden ist nach DIN 18533-1 die Wassereinwirkungsklasse W2-E (*drückendes Wasser*) anzusetzen und somit eine Bauwerksabdichtung nach W2.1-E gegen „mäßige Einwirkung von drückendem Wasser  $\leq 3$  m Eintauchtiefe“ auszuführen.

Alternativ kann bei einer Ausführung mit Dränung nach DIN 4095 die Wassereinwirkungsklasse W1-E (*Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser*) angesetzt und somit eine Bauwerksabdichtung nach W1.2-E gegen „Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung“ ausgeführt werden.

### 9.3 Allgemeine Hinweise zur Gründung

Nach DIN 1054 müssen Gründungssohlen frostfrei, mindestens aber 0,8 m unter OK Gelände liegen, was bei unterkellerten Bauweise von vornherein gewährleistet ist. Bei einer Gründung über eine lastabtragende Stahlbetonsohle sind die Frostschrüzen entsprechend tief auszuführen.

Im Sinne der DIN 1054 kann i.d.R. ab steifer Konsistenz bindiger bzw. mitteldichter Lagerung nichtbindiger Böden ausreichende Tragfähigkeit angenommen werden.

Hinsichtlich Wohnbebauung ist somit zunächst festzustellen, dass im Baufeld, insbesondere bei unterkellerten Bauweise, ausreichend bis gut tragfähiger Baugrund zu erwarten ist.

Bei nichtunterkellerten Bauweise kann der Einbau eines Gründungspolsters bzw. einer Schotter- oder Kies-Tragschicht erforderlich werden.

Für eine konkrete Gründungsberatung mit Ermittlung der zulässigen Bodenpressung und hinsichtlich Bauwerksabdichtung sind Einzelfalluntersuchungen im jeweiligen Baufeld zu empfehlen.

## 10 Zusammenfassung

Die **GBG Grundstücksgesellschaft mbH** plant das Wohngebiet „Mathe II“ in Hohnhorst straßenbau- und abwassertechnisch zu erschließen.

Die geotechnische Untersuchung ergab unter dem Oberboden bzw. den anthropogen geprägten Böden zunächst überwiegend weichkonsistente Schluffböden. Darunter folgen bis zur Endteufe mehr oder minder bindige, locker bis dicht gelagerte bzw. weich- bis steifkonsistente Sand- und Schluffböden in inhomogener Schichtung über steifkonsistenten Lehm Böden.

Für die Rohrleitungen und Schachtbauwerke ist ausreichend tragfähiger Baugrund zu erwarten. In Oberflächennähe kann ggf. ein Austausch weicher Lehm Böden durch verdichtete Füllsande erforderlich werden.

Für die Erdarbeiten ist mit wassergesättigten Böden zu rechnen. Dementsprechend können für die kanalbau- und gründungstechnischen Tiefbauarbeiten Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden

Die überwiegend bindigen Böden sind für eine effektive Versickerung von Regenwasser nicht geeignet.

Für den Verkehrsflächenbau ist ein frostsicherer Aufbau unter Ansatz „*sehr frostempfindlicher, mäßig bis weniger gut verdichtbarer*“ Böden angezeigt.

Für die Wohnbebauung ist insbesondere bei unterkellerten Bauweise eine gute Tragfähigkeit gegeben. Bei nichtunterkellerten Bauweise kann der Einbau von Gründungspolstern erforderlich sein.

Die Aushubböden sind abfallrechtlich vollkommen unauffällig und können somit als Z 0-Böden verwertet werden.

Bindige Aushubböden sind ohne bodenverbessernde Maßnahmen für einen Wiedereinbau in Bereichen mit statischen Anforderungen nicht geeignet. Nichtbindige Sande werden bautechnisch geeignet sein.

Die beschriebenen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sind während der Bauausführung zu kontrollieren. Nach DIN 1997-1 sollte der Baugrundsachverständige im Hinblick auf eine eventuell erforderliche Anpassung der Beratung zur Prüfung und ggf. Abnahme der freigelegten Böden im Erdplanum und in der Grabensohle bzw. in der Gründungssohle angefordert werden. Eine entsprechende Prüfung ist insbesondere auch bei Boden- und Grundwasserverhältnissen erforderlich, die von der vorliegenden Beschreibung abweichen.

Mit dem vorliegenden, die Ergebnisse einer Voruntersuchung nach DIN 1997-1 beschreibenden Bericht sind Aufgabenstellung und Auftragsumfang vollständig erfüllt. Im Bericht nicht dargestellte Themen bedürfen ggf. einer gesonderten Untersuchung und Bearbeitung im Sinne einer Hauptuntersuchung nach der o.g. Norm.

Bünde, den 25.01.2018

- GeoAnalytik -



Dr. Hartmut Loh

  
Johanna Hertel, M. Sc. Geow.

# Anlage 1

Lageplan mit Untersuchungspunkten



<b>GBG Grundstücksgesellschaft mbH</b> Marktplatz 1 31675 Bückeberg	<b>Erschließung des Wohngebietes</b> <b>"Mathe II" in Hohnhorst</b> <b>Lageplan mit Untersuchungspunkten</b>	
	Projekt-Nr.: G4667282 Datei: G4667282-LP.bop Datum: 12.10.2017	Maßstab: ohne
<b>GEOMATIK</b> <b>Dr. Ing. H. Loh</b> Fahreschweg 32, 32257 Bünde Tel.: 05223 - 522 130; Fax: 05223 - 522 132		<b>Anlage: 1</b>

## **Anlage 2**

Schichtenverzeichnisse (DIN 14688-1)







Ing.-Büro GeoAnalytik Dr. Loh, Bünde  
 Auftraggeber: GBG Grundstücksgesellschaft mbH  
 Bohrverfahren: rammend Datum: 11.10.2017  
 Durchmesser: 50 - 36 mm

Projekt: Erschließung "Mathe II" in Hohnhorst

## Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1

Anlage: 2.4  
 Aufschluss: RKS 3  
 Projektnr.: G4667282

Name des qualifizierten Technikers: T. Jording

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.30	Mutterboden, Schluff, schwach sandig	braun	weich	leicht bohrbar	31/0.30	stark feucht - nass
0.95	Mutterboden Holozän Schluff, feinsandig	hellbraun	weich	leicht bohrbar - mäßig schwer bohrbar	312/0.95	stark feucht
1.50	Lößlehm Pleistozän Schluff, schwach tonig, sandig	hellbraun	weich	leicht bohrbar	313/1.50	stark feucht - nass, GW (1.00), GW in Ruhe (0.70)
1.90	Lößlehm Pleistozän Sand, schluffig, sehr schwach kiesig	hellbraun - braun	weich	leicht bohrbar	314/1.90	nass
4.30	Schmelzwassersand Pleistozän Sand, kiesig - stark kiesig, schluffig - stark schluffig	hellbraun - braun ++	steif	mäßig schwer bohrbar - schwer bohrbar	315/2.70 316/3.50 317/4.30	nass Bohrloch offen bis 2.00 m GOK
4.90	Schmelzwassersand Pleistozän Sand, sehr schwach kiesig - schwach kiesig	hellbraun ++	mitteldicht gelagert - dicht gelagert	mäßig schwer bohrbar - schwer bohrbar	318/4.90	nass
	Schmelzwassersand Pleistozän					



Ing.-Büro GeoAnalytik Dr. Loh, Bünde Auftraggeber: GBG Grundstücksgesellschaft mbH Bohrverfahren: rammend Datum: 11.10.2017 Durchmesser: 50 - 36 mm Projekt: Erschließung "Mathe II" in Hohnhorst		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Anlage: 2.6 Aufschluss: RKS 4 Projektnr.: G4667282	
Name des qualifizierten Technikers: T. Jording							
1	2	3	4	5	6	7	
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge	
0.30	Mutterboden, Schluff, sandig  Mutterboden Holozän	braun - dunkelbraun  O	weich	leicht bohrbar	417/0.30	stark feucht	
1.05	Schluff, stark sandig, schwach tonig  Lößlehm Pleistozän	hellbraun - braun  O	weich	leicht bohrbar	412/1.05	stark feucht	
1.80	Schluff, sandig - stark sandig, schwach kiesig  Schmelzwassersand Pleistozän	braun  O	weich	leicht bohrbar	413/1.80	stark feucht	
4.70	Sand, kiesig - stark kiesig, schluffig - stark schluffig  Schmelzwassersand Pleistozän	hellbraun - braun  +	weich - steif	mäßig schwer bohrbar - schwer bohrbar	414/2.70 415/3.70 416/4.70	stark feucht - nass, GW (2.00), GW in Ruhe (2.00) Bohrloch offen bis 2.30 m GOK	
5.00	Schluff, sehr schwach tonig, sandig, schwach kiesig  Geschiebemergel Pleistozän	dunkelgraubraun  +	steif	mäßig schwer bohrbar - schwer bohrbar	417/5.00	feucht - stark feucht	

## **Anlage 3**

Bodenprofile (DIN 4023) und  
Rammsondierungen (DIN 22476-2)



W

E

m rel.

0.00

-1.00

-2.00

-3.00

-4.00

-5.00

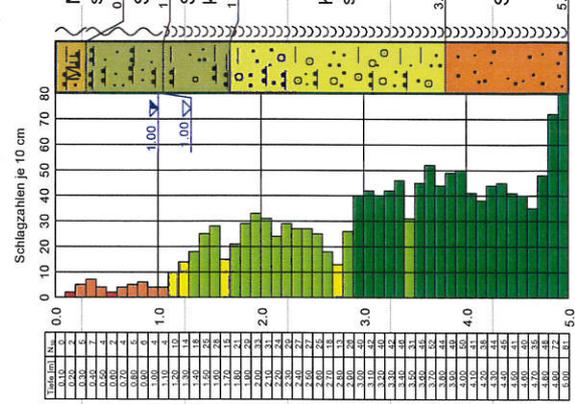
-6.00

-7.00

-8.00

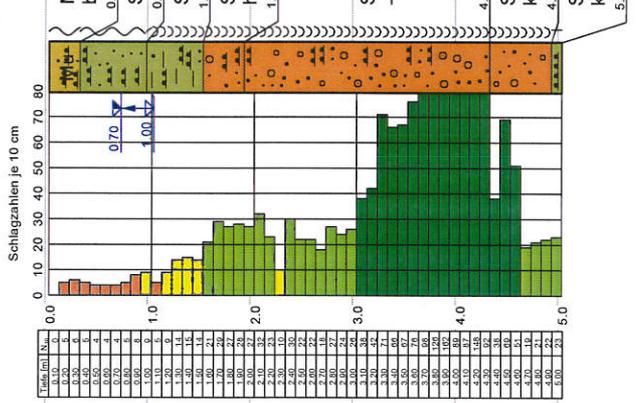
### DPL 2 / RKS 2

-1.74 m / -1.74 m rel.



### DPL 3 / RKS 3

-1.04 m / -1.04 m rel.



**Konsistenz**

- breiig
- weich
- steif
- halbsteif
- fest

**Signaturen und Bodenarten**

- steif - halfest
- weich
- naß
- Schluff
- Sand
- Kies
- Mu
- Mutterboden

GBG Grundstücksgesellschaft mbH Marktplatz 1 31675 Bückeberg <b>GEOANALYTIK</b> Dr. Hartmut Loh Fahreschweg 32, 32257 Bünde Tel.: 05223 - 522 130, Fax: 05223 - 522 132	Erschließung des Wohngebietes "Mathe II" in Hohnhorst	
	Bodenprofile und Rammsondierungen	
	Projekt-Nr.: G4667282 Maßstab: rel. / rel.	Datei: G4667282-2.bop Datum: 22.01.2018
	<b>Anlage: 3.2</b>	

## **Anlage 4**

Bodenmechanische Laboranalysen  
(DIN 18121, DIN 18123)

GeoAnalytik Dr. H. Loh

Fahrschweg 32  
32257 Bünde

Tel.: 052223 - 522130, Fax: 052223 - 522132

Bearbeiter: S.Amelung

Datum: 04.01.2018

# Körnungslinie

GBG Grundstücksgesellschaft mbH

Erschließung "Mathe II" in Hohnhorst

Prüfungsnummer: G4667282

Probe entnommen am: 11.10.2017

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse

Datei  
G4667282-1.kvs

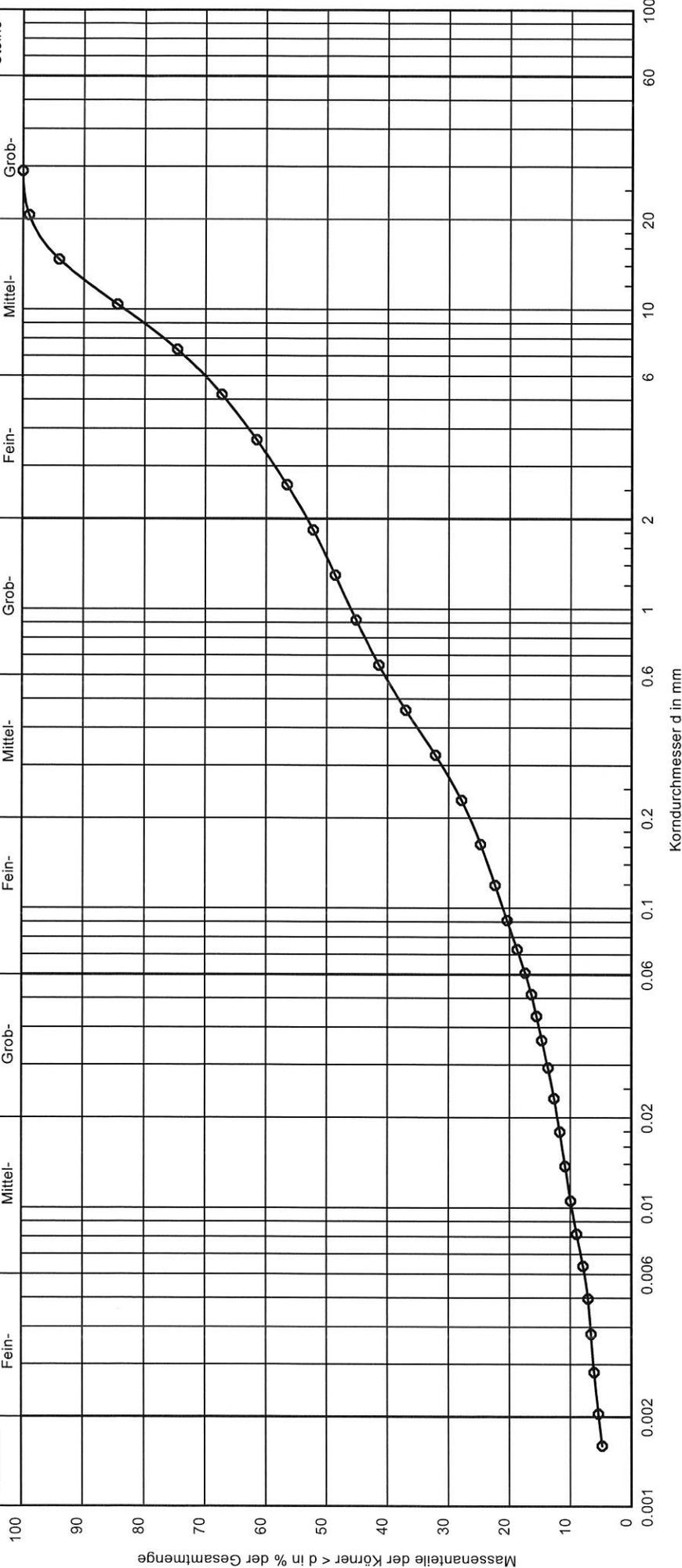
## Schlammkorn

Fein- Mittel- Grob-

## Siebkorn

Fein- Mittel- Grob-

Steine



Bezeichnung:

Bodenart:

Tiefe:

k [m/s] (USBR):

U/Cc

T/U/S/G [%]:

Bodengruppe:

RKS 2/4

G, t, u, fs, ms, gs'

1,70 - 2,70 m

1,3 · 10<sup>-5</sup>

308,0/2,1

5,3/12,1/35,9/46,7

GU\*

Bemerkungen:

k [m/s] (Hazen): keine Gültigkeit

k [m/s] (Beyer): keine Gültigkeit

Bericht:  
G4667282  
Anlage:  
4.1

GeoAnalytik Dr. H. Loh

Fahreschweg 32  
32257 Bünde

Tel.: 05223 - 522130, Fax: 05223 - 522132

Bearbeiter: S.Amelung

Datum: 04.01.2018

# Körnungslinie

GBG Grundstücksgesellschaft mbH

Erschließung "Mathe II" in Hohnhorst

Prüfungsnummer: G4667282

Probe entnommen am: 11.10.2017

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse

Datei  
G4667282-2.kvs

## Schlammkorn

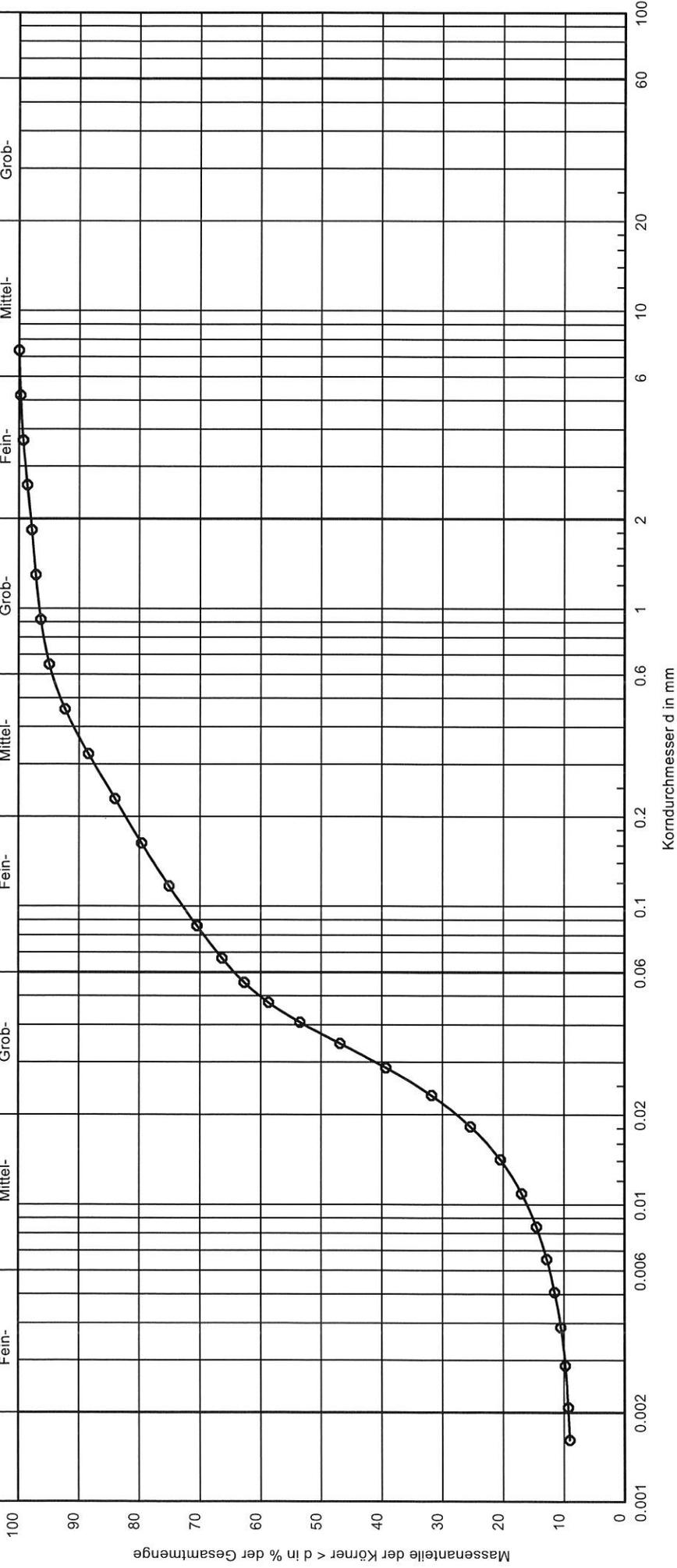
Fein- Mittel- Grob-

## Siebkorn

Fein- Mittel- Grob-

Fein- Mittel- Grob-

Steine



Bezeichnung:

RKS 3/3

Bodenart:

U, fs, t, ms'

Tiefe:

0.95 - 1.5 m

k [m/s] (USBR):

$1.9 \cdot 10^{-7}$

U/Cc

15.4/3.0

T/U/S/G [%]:

9.3/55.1/33.6/2.0

Bodengruppe:

UL

Bemerkungen:

k [m/s] (Hazen): keine Gültigkeit

k [m/s] (Beyer): keine Gültigkeit

Bericht:  
G4667282  
Anlage:  
4.2

GeoAnalytik Dr. H. Loh  
 Fahreschweg 32  
 32257 Bünde  
 Tel.: 05223 - 522130, Fax: 05223 - 522132

Bearbeiter: S.Amelung

Datum: 04.01.2018

# Körnungslinie

## GBG Grundstücksgesellschaft mbH

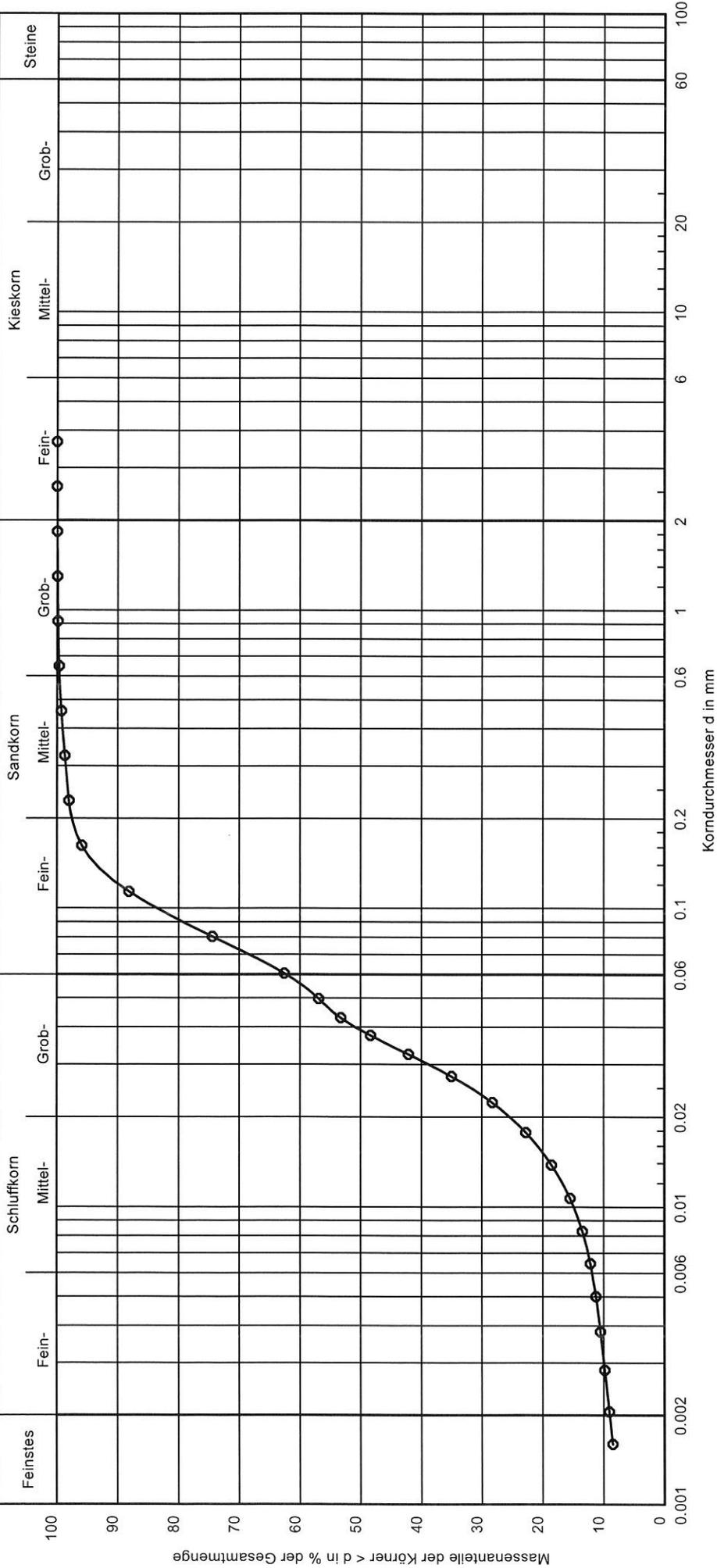
### Erschließung "Mathe II" in Hohnhorst

Prüfungsnummer: G4667282  
 Probe entnommen am: 11.10.2017  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse

Datei  
 G4667282-3.kvs

### Schlammkorn

### Siebkorn



<b>Bezeichnung:</b>	RKS 4/2
<b>Bodenart:</b>	U, fs, t'
<b>Tiefe:</b>	0,30 - 1,05 m
<b>k [m/s] (USBR):</b>	$2,4 \cdot 10^{-7}$
<b>U/Cc</b>	18.1/3.2
<b>T/U/S/G [%]:</b>	9.0/53.3/37.6/0.1
<b>Bodengruppe:</b>	UL
<b>Bemerkungen:</b>	
k [m/s] (Hazen): keine Gültigkeit k [m/s] (Beyer): keine Gültigkeit	
<b>Bericht:</b> G4667282 <b>Anlage:</b> 4.3	

GeoAnalytik Dr. Loh  
 Fahreschweg 32, 32257 Bünde  
 Tel.: 05223 - 522 130  
 Fax.: 05223 - 522 132

Bericht: G4667282  
 Anlage: 4.4

**Wassergehalt** nach DIN 18 121

**GBG Grundstücksgesellschaft mbH**  
 Erschließung "Mathe II" in Hohnhorst

Bearbeiter: S.Amelung

Datum: 02.01.2018

Prüfungsnummer: G4667282  
 Entnahmestelle: vgl. Bezeichnung  
 Tiefe: vgl. Bezeichnung  
 Art der Entnahme: gestört  
 Bodenart: siehe Schichtenverzeichnis  
 Probe entnommen am: 11.10.2017

Probenbezeichnung:	RKS 1/3 1,05 - 1,50 m	RKS 2/2 0,30 - 1,05 m	RKS 3/2 0,30 - 0,95 m	RKS 4/2 0,30 - 1,05 m	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	136.00	100.70	94.10	112.60	
Trockene Probe + Behälter [g]:	122.20	84.60	77.90	93.70	
Behälter [g]:	9.30	9.30	9.30	9.30	
Porenwasser [g]:	13.80	16.10	16.20	18.90	
Trockene Probe [g]:	112.90	75.30	68.60	84.40	
Wassergehalt [%]	12.22	21.38	23.62	22.39	

Probenbezeichnung:					
Feuchte Probe + Behälter [g]:					
Trockene Probe + Behälter [g]:					
Behälter [g]:					
Porenwasser [g]:					
Trockene Probe [g]:					
Wassergehalt [%]					

Probenbezeichnung:					
Feuchte Probe + Behälter [g]:					
Trockene Probe + Behälter [g]:					
Behälter [g]:					
Porenwasser [g]:					
Trockene Probe [g]:					
Wassergehalt [%]					

Probenbezeichnung:					
Feuchte Probe + Behälter [g]:					
Trockene Probe + Behälter [g]:					
Behälter [g]:					
Porenwasser [g]:					
Trockene Probe [g]:					
Wassergehalt [%]					

## **Anlage 5**

Probennahmeprotokoll (LAGA PN 98)

## Probennahmeprotokoll nach LAGA PN 98

<b>Auftraggeber:</b>	GBG Grundstücksgesellschaft mbH, Marktplatz 1, 31675 Bückeberg
<b>Projektname:</b>	Erschließung des Wohngebietes „Mathe II“ in Hohnhorst
<b>Projektnummer:</b>	G4667282
<b>Abfallherkunft bzw. Probennahmeort:</b>	im Baufeld anstehend, Erschließungsgebiet Mathe II in Hohnhorst
<b>Datum:</b>	11.10.2017
<b>Zweck der Probenahme:</b>	Baugrunderkundung mit Deklarationsanalysen nach LAGA TR Boden
<b>Lagerungsdauer:</b>	archäologisch bzw. moderne anthropogene Genese / erdgeschichtlich
<b>vermutete Schadstoffe, potentielle Gefährdungen:</b>	keine konkreten Hinweise
<b>Einflüsse auf das Probenmaterial:</b>	keine witterungsbedingten Einflüsse, da Probenahme aus Rammkernsondierungen (in-situ)
<b>Probenbezeichnung: Allgemeine Beschreibung (Abfallart, Farbe, Geruch, etc.):</b>	<p><u>RKS 1/2:</u> anthropogen geprägte Böden (Sand, kiesig) mit Betonresten, hellgrau, stichfest, aus RKS 1.</p> <p><u>BMP Sandböden:</u> natürlich gewachsene Sande (Sand, schwach schluffig bis stark schluffig, schwach kiesig bis kiesig bzw. Kies, schluffig, sandig, schwach tonig), hellbraun bis braun, stichfest, aus RKS 1 bis 4.</p> <p><u>BMP bindige Böden:</u> natürlich gewachsene Lehmböden (Sand, schluffig, schwach tonig, schwach feinkiesig bzw. Schluff, sandig, schwach tonig), hellbraun bis braun, stichfest, aus RKS 1 bis 4.</p> <p>Die o.g. Böden sind organoleptisch unauffällig.</p>
<b>Probenahme-Gerät:</b>	Rammkernsonde
<b>Gesamtvolumen:</b>	unbekannt
<b>Form der Lagerung:</b>	anthropogene bzw. natürliche Schichtung
<b>Anzahl der Einzelproben:</b>	1
<b>Anzahl der Mischproben:</b>	2
<b>Anzahl der Einzelproben pro Mischprobe:</b>	8
<b>Rückstellproben:</b>	17
<b>Labor für chemische Untersuchungen:</b>	<i>Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling)</i>
<b>Probenversand:</b>	02.01.2018
<b>Lageskizze:</b>	vgl. Lageplan in Anlage 1
<b>Zeugen / Anwesende Personen:</b>	-
<b>Probennehmer / Qualifikation:</b>	Geotechniker T. Jording, Sachkundiger nach LAGA PN 98

— Dr. Ing. H. Loh — GeoAnalytik —

Telefon: 05223 - 522130 · Fax: 522132

Föhreschweg 32 · 32257 Bünde

25.01.18 i.H. v. J. Jording

Datum, Unterschrift, Stempel

## **Anlage 6**

Protokoll der chemisch-physikalischen Laboranalysen

Eurofins Umwelt Nord GmbH - Woltorfer Straße 77 C - 31224 - Peine

**GeoAnalytik Dr. Loh**  
**Fahreschweg 32**  
**32257 Bünde**

**Titel: Prüfbericht zu Auftrag 01800239**  
**Prüfberichtsnummer: AR-18-GE-000079-01**

**Auftragsbezeichnung: G4667282: GBG GmbH - Erschließung "Mathe II"**

**Anzahl Proben: 3**  
**Probenart: Boden**  
**Probenahmedatum: 02.01.2018**  
**Probenehmer: Auftraggeber**  
**Probeneingangsdatum: 04.01.2018**  
**Prüfzeitraum: 04.01.2018 - 09.01.2018**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Karsten Goldbach  
Prüfleiter

Digital signiert, 09.01.2018  
Martin Wieneke  
Prüfleitung

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		MP Bindige	MP	RKS 1/2
				Böden	Sandböden	Auffüllung		
				Probenahmedatum/ -zeit	02.01.2018	02.01.2018	02.01.2018	
Probennummer				018000871	018000872	018000873		
				BG	Einheit			

**Probenvorbereitung**

Probenmenge inkl. Verpackung	AN/f		DIN 19747:2009-07		kg	1,2	1,5	0,1
Fremdstoffe (Art)	AN/f	LG004	DIN 19747:2009-07			nein	nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN/f	LG004	DIN 19747:2009-07		g	0,0	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN/f	LG004	DIN 19747:2009-07			nein	ja	ja

**Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz**

Trockenmasse	AN/u	LG004	DIN EN 14346	0,1	Ma.-%	83,3	91,1	95,7
--------------	------	-------	--------------	-----	-------	------	------	------

**Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657**

Arsen (As)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,8	mg/kg TS	8,1	8,3	4,5
Blei (Pb)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2	2	mg/kg TS	12	12	9
Cadmium (Cd)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	22	11	11
Kupfer (Cu)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	12	10	7
Nickel (Ni)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	19	18	11
Thallium (Tl)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Quecksilber (Hg)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 12846	0,07	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07	< 0,07
Zink (Zn)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	43	38	25

**Anionen aus der Originalsubstanz**

Cyanide, gesamt	AN/f	LG004	DIN EN ISO 17380	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5
-----------------	------	-------	------------------	-----	----------	-------	-------	-------

**Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz**

TOC	AN/f	LG004	DIN EN 13137	0,1	Ma.-% TS	0,3	0,1	0,3
EOX	AN/f	LG004	DIN 38414-S17	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/f	LG004	DIN EN 14039 / LAGA KW 04	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/f	LG004	DIN EN 14039 / LAGA KW 04	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40

**BTEX aus der Originalsubstanz**

Benzol	AN/f	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN/f	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN/f	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN/f	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN/f	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN/f	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Probenbezeichnung		MP Bindige	MP	RKS 1/2	
				Böden	Sandböden	Auffüllung			
				Probenahmedatum/ -zeit	02.01.2018	02.01.2018	02.01.2018		
Probennummer		018000871	018000872	018000873					
				BG	Einheit				
<b>LHKW aus der Originalsubstanz</b>									
Dichlormethan	AN/f	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
trans-1,2-Dichlorethen	AN/f	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
cis-1,2-Dichlorethen	AN/f	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Chloroform (Trichlormethan)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
1,1,1-Trichlorethan	AN/f	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Tetrachlormethan	AN/f	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Trichlorethen	AN/f	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Tetrachlorethen	AN/f	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
1,1-Dichlorethen	AN/f	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
1,2-Dichlorethan	AN/f	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Summe LHKW (10 Parameter)	AN/f	LG004	DIN EN ISO 22155		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	
<b>PCB aus der Originalsubstanz</b>									
PCB 28	AN/f	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
PCB 52	AN/f	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
PCB 101	AN/f	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
PCB 153	AN/f	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
PCB 138	AN/f	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
PCB 180	AN/f	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/f	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	
PCB 118	AN/f	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Summe PCB (7)	AN/f	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	
<b>PAK aus der Originalsubstanz</b>									
Naphthalin	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Acenaphthylen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Acenaphthen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Fluoren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Phenanthren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,09	
Anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Fluoranthen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,22	
Pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,16	
Benzo[a]anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,10	
Chrysen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,09	
Benzo[b]fluoranthen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,13	
Benzo[k]fluoranthen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Benzo[a]pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,09	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,07	
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Benzo[ghi]perylen	AN/f	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	0,07	
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/f	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	1,02	
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/f	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	1,02	

## Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

<sup>1)</sup> nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

/u - Die Analyse des Parameters erfolgte in Untervergabe.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.