

geo-log Ingenieurgesellschaft mbH  
Georg-Westermann-Allee 23a  
D – 38 104 Braunschweig  
Tel. 0531 – 700 96 - 0  
Fax 0531 – 700 96 - 29  
E-Mail: info@geo-log.de



# Erschließung Baugebiet “Kreuzstein“ in Lengede


## Baugrund- und Schadstoffuntersuchung

Auftraggeber:



Gemeinde Lengede  
Vallstedter Weg 1  
38268 Lengede

Auftragnehmer:

 **geo-log** Ingenieurgesellschaft mbH  
Georg-Westermann-Allee 23a  
38 104 Braunschweig

Bearbeiter:

Dipl.-Geoökol. Jochen Stender  
Dipl.-Geol. Hauke Dibbern

Bericht Nr.:

15329 K

**Text- und Anlagenband**  
Braunschweig, 13.10.2015

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>I Vorgang / Aufgabenstellung</b>	<b>5</b>
<b>II Durchführung der Untersuchungen</b>	<b>6</b>
2.1 Geotechnische Untersuchungen	6
2.2 Vermessungsarbeiten	6
2.3 Chemische Analytik	6
<b>III Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen</b>	<b>8</b>
3.1 Altbergbau und Erdfallgefährdung	8
3.2 Bezeichnung und Klassifizierung der auftretenden Böden	8
3.3 Untergrund: Neubaugebiet	9
3.4 Eignung der anfallenden Abtragsmassen für eine Wiederverwendung	10
3.5 Aufbau der Straßen, Wege und Nebenanlagen	11
3.5.1 Fahrbahn „Am Kreisel“ (im Kanalgraben)	11
3.5.1.1 Aufbau der Fahrbahn	11
3.5.1.2 Bewertung der Fahrbahn „Am Kreisel“ (im Kanalgraben)	12
3.5.2 Fahrbahn „Am Anger“	13
3.5.2.1 Aufbau der Fahrbahn „Am Anger“	13
3.5.2.2 Bewertung der Fahrbahn „Am Anger“	14
<b>IV Grundwassersituation</b>	<b>15</b>
4.1 Allgemein	15
4.2 Grundwasser-Spiegellagen	15
4.3 Durchlässigkeit der untersuchten Böden	16
<b>V Versickerung von Niederschlagswasser</b>	<b>17</b>
<b>VI Baugrundsituation</b>	<b>18</b>
6.1 Beurteilung der Baugrundsituation für den Kanalbau	18
6.2 Hinweise zur Ausführung der Baugruben und Gräben	19
6.2.1 Gründung	19
6.2.2 Verbau	20
6.2.2.1 Verbau im 1. BA (südlicher Teilabschnitt)	21
6.2.2.2 Verbau im 1. BA (nördlicher Teilabschnitt) und im 2. BA	21
6.2.3 Baugruben ohne Verbau	22
6.2.4 GW-Haltungsmaßnahmen	23

6.2.4.1	GW-Haltung im 1. BA (südlicher Teilabschnitt)	23
6.2.4.2	GW-Haltung im 1. BA (nördlicher Teilabschnitt) und im 2. BA	23
6.2.5	Stabilisierung der Grabensohle und Einsatz von Geovlies	24
6.2.6	Bettung	25
6.2.7	Auftriebssicherheit	25
6.2.8	Beurteilung betonangreifender Wässer	25
6.2.9	Wiederverwendung des Aushubbodens	26
6.3	Erschwernisse durch Fels im Untergrund	26
<b>VII</b>	<b>Verkehrsflächen im Neubaugebiet</b>	<b>27</b>
<b>VIII</b>	<b>Beurteilung der Baugrundsituation für Regenrückhaltebecken</b>	<b>30</b>
<b>IX</b>	<b>Vorschläge für weitere Untersuchungen / Leistungen</b>	<b>31</b>
<b>X</b>	<b>Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen</b>	<b>32</b>
10.1	Asphaltschichten	32
10.1.1	Fahrbahn „Am Kreisel“	33
10.1.2	Fahrbahn „Am Anger“	33
10.2	ungebundene Tragschichten	34
10.3	Oberboden	35
10.4	Untergrund	36
10.4.1	Lösslehm / Schwemmlehm	36
10.4.2	Sande und Kiese	36
10.4.3	Geschiebelehm / -mergel und Verwitterungslehm, verw. Fels	36
<b>XI</b>	<b>Hinweise und Empfehlungen zur Entsorgung</b>	<b>37</b>
<b>XII</b>	<b>Hinweise zur Qualitätssicherung</b>	<b>38</b>

# Anlagenverzeichnis

- Anlage 1**      **Lageplan mit Darstellungen der Aufschlusspunkte und der Schadstoffsituation**
- Anlage 2**      **Bohrprofilschnitte nach DIN 4023**
- 2.1      Bohrprofilschnitt A – A' Erschließungsgebiet West-Ost-Verlauf
  - 2.2      Bohrprofilschnitt B – B' Erschließungsgebiet West-Ost-Verlauf
  - 2.3      Bohrprofilschnitt C – C' Erschließungsgebiet West-Ost-Verlauf
  - 2.4      Bohrprofilschnitt D – D' Erschließungsgebiet Nord-Süd-Verlauf
- Anlage 3**      **Darstellung Fahrbahnaufbau und Schadstoffbelastung in Kennblättern**
- Anlage 4**      **Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022**
- Anlage 5**      **Bodenmechanische Kennwerte / Feld- und Laborversuche**
- 5.1      Bodenmechanische Kennwerte
  - 5.2      Messung der Tragfähigkeit mit dem Leichten Fallgewichtsgerät
  - 5.3      Korngrößenanalysen nach DIN 18123
- Anlage 6**      **Bewertungen der Schadstoffanalysen**
- 6.1      Probenlisten und zusammenfassende Schadstoffbewertungen für Asphalt, ungebundene Tragschichten, Untergrund und Oberboden
  - 6.2      ungebundenen Tragschichten und mineralische Auffüllungen
  - 6.3      Oberboden
  - 6.4      Untergrund = Lehme
  - 6.5      Untergrund = Sande
- Anlage 7**      **Chem. Analysenberichte 15-46157-001 bis 009, UCL GmbH: Asphalt und Boden**
- Anlage 8**      **Chem. Analysenbericht Nr. 122 157, Biolab Umweltanalysen GmbH: Betonaggressivität**
- Anlage 9**      **Nivellement**
- Anlage 10**      **Stellungnahme Altbergbau und Erdfallgefährdung**

**Dieser Bericht hat nur vollständig und incl. aller Anlagen Gültigkeit.**

# I Vorgang / Aufgabenstellung

<b>Auftraggeber</b>	Gemeinde Lengede über Ingenieurbüro König, Beratende Ingenieure GmbH
<b>Anlass der Untersuchungen</b>	Erschließung des Neubaugebietes „Kreuzstein“ in Lengede.
<b>Untersuchungsort</b>	<p>Das geplante Baugebiet „Kreuzstein“ befindet sich am nordwestlichen Ortsrand von Lengede auf landwirtschaftlichen Nutzflächen und ist unterteilt in einen 1. Bauabschnitt (südlicher Bereich) und einen 2. Bauabschnitt (nördlicher Bereich).</p> <p>Im Süden wird das Baugebiet „Kreuzstein“ begrenzt von der Bahnlinie zwischen Lengede und Ilsede bzw. den parallel dazu verlaufenden Weg „Am Anger“.</p> <p>Das Plangebiet befindet sich in Hanglage. Es fällt von Norden (ca. 83,0 m ü. NN) nach Süden (ca. 78,0 m ü. NN) auf einer Länge von rd. 350 m um insgesamt etwa 5 m ab.</p>
<b>Untersuchungen</b>	<p><b>Baugrunduntersuchungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>⇒ Erkundungen für den Kanalbau in offener Kanalbauweise</li><li>⇒ Erkundungen für den Neubau von Straßen und Wegen</li><li>⇒ Erkundungen zur Versickerung von Regenwasser</li><li>⇒ Vorerkundungen zur Anlage eines Regenrückhaltebeckens</li><li>⇒ Erfassung und Beprobung von angrenzenden Fahrbahnen und Wegen: „Am Kreisel“ und „Am Anger“</li></ul> <p><b>Schadstoffuntersuchungen</b> (vgl. Kap. 2.3):</p> <p>Das Untersuchungskonzept sieht gem. der geplanten Baumaßnahmen die repräsentative Beprobung und chemischen Analysen (PAK und Asbest im Asphalt und LAGA-Analysen im Boden) an den nachfolgend genannten Schichten und Bauteilen vor:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>⇒ Asphalt-schichten der angrenzenden Verkehrsflächen „Am Anger“ und „Am Kreisel“ sowie der unterlagernde ungeb. Fahrbahnaufbau</li><li>⇒ Oberboden der landwirtschaftlichen Flächen, getrennt nach den beiden Bauabschnitten</li><li>⇒ Untergrund (gesamtes Plangebiet):<ul style="list-style-type: none"><li>- Lösslehm und Schwemmléhm</li><li>- natürliche und aufgefüllte Sande und Kiese</li><li>- Geschiebelehm /-mergel und Verwitterungslehme</li></ul></li></ul>
<b>Erdfallgefährdung / Altbergbau</b>	Eine Stellungnahme vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover hinsichtlich Altbergbau und Erdfallgefährdung im geplanten Baugebiet liegt diesem Bericht vor (s. Kapitel 3.1 und Anlage 10).

## II Durchführung der Untersuchungen

### 2.1 Geotechnische Untersuchungen

<b>Datum</b>	26. und 27.08.2015
<b>Baugrundaufschlüsse</b>	<p>Untersuchungen zur Beurteilung und Probenentnahme:</p> <p><u>Neubaugebiet auf landwirtschaftlichen Nutzflächen:</u></p> <p>3 x Handschurf bis UK Oberboden und Messung der Tragfähigkeit mit dem Leichten Fallgewichtsgesetz nach TP BF-StB, T.8.3, 2012, vertieft durch Kleinrammbohrungen (<math>\varnothing</math> 50 - 60 mm) bis max. 7 m unter OK Gelände</p> <p>5 x Kleinrammbohrung <u>KRB</u> (<math>\varnothing</math> 50 - 60 mm) bis max. 7 m unter OK Gelände</p> <p>1 x Ausbau einer Kleinrammbohrung (KRB 6) zur temporären Grundwassermessstelle <u>GWM</u> 1" und Entnahme einer Grundwasserprobe</p> <p><u>Fahrbahn Am Anger:</u></p> <p>1 x Oberflächenbohrung <u>OB</u> (<math>\varnothing</math> 100 mm), vertieft durch Kleinrammbohrung <u>KRB</u> (<math>\varnothing</math> 50 - 60 mm) bis 7,0 m unter OK Fahrbahn</p> <p><u>Fahrbahn Am Kreisel:</u></p> <p>1 x Oberflächenbohrung <u>OB</u> (<math>\varnothing</math> 100 mm), vertieft durch Kleinrammbohrung <u>KRB</u> (<math>\varnothing</math> 50 - 60 mm) bis 5,0 m unter OK Fahrbahn</p>
<b>Bodenmechanische Feld- und Laborversuche</b>	<p><b>Tragfähigkeitsprüfungen</b></p> <p>Die Tragfähigkeiten wurden in den Schürfen mit dem Leichten Fallgewichtsgesetz nach TP BF-StB, Teil 8.3, 2012 gemessen:</p> <p><u>Untergrund im Baugebiet:</u></p> <p>- 3 x „Planum“ rd. 0,3 m u. OK Gelände</p> <p><b>Korngrößenanalysen</b> nach DIN 18123</p> <p>- 3 x am Untergrund (Sande und Kiese)</p>

### 2.2 Vermessungsarbeiten

<b>Vermessung</b>	Nach Fertigstellung der Aufschlussarbeiten wurden die Aufschlusspunkte durch unser Büro in der Lage und in der Höhe eingemessen ( <u>ohne</u> Angabe Koordinaten).
-------------------	--

### 2.3 Chemische Analytik

<b>Teergehalt am Asphalt</b> (Bestimmung PAK und Phenolindex)	1 x an den Asphaltsschichten der Fahrbahn „Am Kreisel“ 1 x an den Asphaltsschichten der Fahrbahn „Am Anger“
--	--

<b>Asbestgehalt im Asphalt</b>	1 x Bestimmung nach BIA 7487/TRGS 517 und Bewertung nach WHO gemeinsam an allen Asphaltsschichten
<b>LAGA (TR Boden)</b>	LAGA - Analysen nach TR Boden, Tabelle II. 1.2-1: Mindestuntersuchung für Bodenmaterial bei unspezifischem Verdacht:  1 x ungebundene Tragschichten der Fahrbahnen 1 x Oberboden / Mutterboden 1. Bauabschnitt 1 x Oberboden / Mutterboden 2. Bauabschnitt 1 x Untergrund: Lösslehm und Schwemmlern 1 x Untergrund: natürliche und lokal aufgefüllte Sande 1 x Untergrund: Geschiebelehm / -mergel und Verwitterungslehme bis max. 5,0 m unter OK Gelände
<b>Grundwasser</b>	Untersuchung einer Grundwasserprobe (KRB/GWM 6) auf Betonaggressivität nach DIN 4030 T1.

### III Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen

Ergebnisdarstellung	<u>Lageplan</u>	Anl. 1	Eintragung der Untersuchungspunkte
	<u>Bohrprofilschnitte</u>	Anl. 2.1- 2.4	Ergebnisdarstellung in Bohrprofilschnitten
	<u>Kennblätter</u>	Anl. 3.1 - 3.2	Aufbau der Straßen und Wege
	<u>Schichtenverzeichnisse</u>	Anl. 4.1 - 4.11	Bodenansprache nach DIN 4022 T1.
	<u>Stellungnahme LBEG</u>	Anl. 10	Stellungnahme Altbergbau und Erdfallgefährdung

#### 3.1 Altbergbau und Erdfallgefährdung

##### Baugebiet „Kreuzstein“

Das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie **LBEG** hat zum geplanten Bauvorhaben in der Stellungnahme vom 29.09.2015 (s. Anlage 10 ) zusammenfassend wie folgt Stellung genommen:

##### 1. Erdfallgefährdung:

Aus Sicht des Fachbereiches Bauwirtschaft besteht praktisch keine Erdfallgefahr (Gefährdungskategorie 1).

##### 2. Altbergbau

Aus Sicht des Fachbereiches Bergaufsicht CLZ bestehen keine Bedenken gegen eine Bebauung.

#### 3.2 Bezeichnung und Klassifizierung der auftretenden Böden

##### Geologischer Rahmen

regional-geologisch

- Anthropogene Ablagerungen
- Eiszeitliche Ablagerungen
- Verwitterungsböden
- Festgesteine der Unteren Kreide-Formation

Erkundete Böden und Gesteine

- A) Oberboden
- B) ungeb. Tragschichten / Auffüllungen
- C) Lösslehm / Schwemmlehm
- D) (glazi-)fluviatile Sande und Kiese
- E) Geschiebelehm / -mergel
- F) Verwitterungston des unterlagernden Mergelsteins
- G) Mergelstein

Für die aufgeführten Schichten können die in der **Anlage 5.1** dargestellten bodenmechanischen Kennwerte zugeordnet werden. Es handelt sich hierbei um charakteristische Werte im Sinne der DIN 1054, die in erdstatischen Berechnungen Verwendung finden können.



### 3.3 Untergrund: Neubaugebiet

#### Oberboden

##### ⇒ **Mutterboden der landwirtschaftlichen Flächen**

- erkundete Tiefe / Mächtigkeit: im Mittel 0,3 m
- Schluff mit Anteilen an Feinsand und lokal Ton, schwach humos
- Bodengruppe nach DIN 18 196 : [OU]
- Bodenklasse 1 nach DIN 18 300
- Frostempfindlichkeitsklasse: **F 3**

#### Untergrund = natürliche Böden

unmittelbar unter dem Oberboden besteht der Untergrund aus:

##### ⇒ **Lösslehm / Schwemtlehm**

- erkundete Tiefe: bis max. 4,2 m
- Schluff mit feinsandigen und tonigen Anteilen
- Bodengruppe nach DIN 18 196: UL
- Bodenklasse 4 nach DIN 18 300
- Konsistenz: steif, halbfest, im 1. BA **zur Tiefe hin weich**
- Frostempfindlichkeitsklasse: **F 3** → sehr frostempfindlich
- Durchlässigkeit (geschätzt):  $k_f \leq 10^{-7}$  m/s

##### ⇒ **(glazi-)fluviale Sande und Kiese**

- erkundete Tiefe: bis max. 7,0 m
- Sande mit kiesigen und schluffigen Anteilen
- lokal Kiese mit sandigen und schluffigen Anteilen
- lokal zwei Horizonte, getrennt durch Geschiebelehm
- Bodengruppe nach DIN 18 196: SE, SU, SU\*, lokal GW, GI
- Bodenklasse 3 u. 4 n. DIN 18 300, im Wasser lokal **Klasse 2**
- Frostempfindlichkeitsklasse **F 1 bis F 3** → nicht bis sehr frostempf.
- Durchlässigkeit (geschätzt):  $k_f = 1 \times 10^{-3}$  m/s bis  $< 1 \times 10^{-6}$  m/s

##### ⇒ **Geschiebelehm / -mergel**

- erkundete Tiefe: bis max. 6,8 m
- Schluff mit sandigen, kiesigen und tonigen Anteilen
- Lokal Ton mit schluffigen, sandigen und kiesigen Anteilen
- Bodengruppe nach DIN 18 196: UL lokal TL - TM
- Bodenklasse 4 nach Din 18 300
- Konsistenz: steif, lokal steif bis halbfest
- Frostempfindlichkeitsklasse: **F 3** → sehr frostempfindlich
- Durchlässigkeit (geschätzt):  $k_f \leq 10^{-7}$  m/s

##### ⇒ **Verwitterungston und -lehm**

- erkundete Tiefe: bis max. 7,0 m
- Schluff mit sandigen, tonigen und kiesigen Anteilen
- lokal Ton mit schluffigen und sandigen Anteilen
- Bodengruppe nach DIN 18 196: UL, TL, lokal TM
- Bodenklasse 4 nach DIN 18 300
- Konsistenz: halbfest, lokal steif bis halbfest, lokal fest
- Frostempfindlichkeitsklasse **F 3** → sehr frostempfindlich
- Durchlässigkeit (geschätzt):  $k_f \leq 10^{-7}$  m/s

Zur Tiefe hin wurde im zentralen und südl. Plangebiet **Fels** erkundet:

##### ⇒ **Mergelstein**

- Erkundete Tiefe: bis max. 6,1 m
- Mergelstein, entfestigt, z.T. schluffig zersetzt
- **Bodenklasse 4 bis 6** und **Klasse 6** nach DIN 18 300
- Frostempfindlichkeitsklasse **F 3** → sehr frostempfindlich
- Durchlässigkeit (geschätzt):  $k_f \leq 10^{-7}$  m/s

### Tragfähigkeit auf dem Planum

(siehe Anlage 5.2)

Messwert auf dem zukünftigen Planum (rd. 30 cm u. GOK):

- SCH 1:  $E_{vd} = 31,3 \text{ MN/m}^2$ , Lösslehm, halbfeste Konsistenz
- SCH 3:  $E_{vd} = 24,9 \text{ MN/m}^2$ , Lösslehm, halbfeste Konsistenz
- SCH 9:  $E_{vd} = 16,8 \text{ MN/m}^2$ , Schwemmléhm, steife Konsistenz

Die auf den Lehm gemessenen dynam. Verformungsmodule sind mit statischen Verformungsmodulen  $E_{v2}$  zwischen  $24 \text{ MN/m}^2$  (SCH 9) und  $47 \text{ MN/m}^2$  (SCH 1) vergleichbar.

Die geforderte Tragfähigkeit  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  wird nicht durchgängig erreicht.

Insbesondere bei feuchter Witterung sowie nach Zutritt von Tagwasser ist auf diesen wasserempfindlichen Böden davon auszugehen, dass die Konsistenz in einen ungünstigeren Zustand übergeht und die geforderte Tragfähigkeit  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  flächendeckend nicht erreicht wird.

## 3.4 Eignung der anfallenden Abtragsmassen für eine Wiederverwendung

Prinzipiell kann für die anfallenden Abtragsmaterialien von folgenden Eignungen ausgegangen werden:

Bodenart	Eignung
Oberboden	Andeckung von Seitenbereiche, Banketten, Böschungen und für die Geländegestaltung
natürliche und aufgefüllte Sande und Kiese	Als Erdbaustoff für die Verfüllung des Kanalgrabens (in der <u>Hauptverfüllung</u> ) geeignet.
Lösslehm, Schwemmléhm, Geschiebelehm / -mergel, Verwitterungston / -lehm und Mergelstein	Als Erdbaustoff für die Verfüllung des Kanalgrabens nach <u>Konditionierung mit hydraulischen Bindemitteln</u> geeignet. Die Bindemittelart und-menge sind in einer <u>Erstprüfung</u> zu ermitteln. In mind. steifer Konsistenz z.B. auch für einen Lärmschutzwall geeignet.  Die ausreichende Scherfestigkeit ist vor dem Einbau nachzuweisen. <u>Grundsätzlich empfehlen wir eine Qualitätssicherung im Erdbau.</u>

Es ist allgemein zu beachten, dass die bindigen anstehenden Böden wasserempfindlich sind.

Für den Wiedereinbau geeignetes Material kann durch unsachgemäÙe Zwischenlagerung vernässen und seine Wiedereinbaufähigkeit verlieren und erst nach Reduzierung des Wassergehaltes oder Stabilisierung wiederverwendet werden.

## 3.5 Aufbau der Straßen, Wege und Nebenanlagen

### 3.5.1 Fahrbahn „Am Kreisel“ (im Kanalgraben)

#### 3.5.1.1 Aufbau der Fahrbahn

<b>Untersuchungspunkte</b>	OB/KRB 11
<b>Bauweise</b>	<b>Asphalt-Bauweise:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Asphaltdeckschicht AD 0/8 <span style="float: right;">d = 4,5 cm</span></li> <li>– Asphalttragschicht AT 0/22 <span style="float: right;">d = 11,5 cm</span></li> </ul>
<b>Oberflächenmerkmale</b>	ohne Befund
<b>Dicke gebundener Oberbau</b>	16 cm
<b>Ungebundene Tragschichten</b>	<b>Schlacken (Kiese)</b> <span style="float: right;">d = 44 cm</span> <ul style="list-style-type: none"> <li>– erkundete Tiefe: 60 cm</li> <li>– <b>Kies</b>, sandig aus Schlacke</li> <li>– Bodengruppe nach DIN 18 196: [GW]</li> <li>– Bodenklasse 3 nach DIN 18 300</li> <li>– Frostempfindlichkeitsklasse: <b>F 1</b> → nicht frostempfindlich</li> </ul>
<b>Dicke Straßenoberbau gesamt</b>	60 cm
<b>Dicke frostsicherer Aufbau</b>	60 cm
<b>Untergrund = Kanalgrabenverfüllung</b>	<b>Kanalgrabenverfüllung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– erkundete Tiefe: 2,0 m unter OK Fahrbahn</li> <li>– <b>Sand</b>, stark schluffig, schwach kiesig (Rundkorn)</li> <li>– Bodengruppe DIN 18 196: SU*</li> <li>– Bodenklasse 4 nach DIN 18 300</li> <li>– Frostempfindlichkeitsklasse <b>F 3</b> → sehr frostempfindlich</li> </ul>
<b>Untergrund = natürliche Böden</b>	<b>Schwemmlehm</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– erkundete Tiefe: bis 4,2 m unter OK Fahrbahn</li> <li>– <b>Schluff</b>, feinsandig, schwach tonig</li> <li>– Bodengruppe DIN 18 196: UL</li> <li>– Konsistenz: weich bis steif, ab rd. 3,0 m weich</li> <li>– Bodenklasse 4 nach DIN 18 300</li> <li>– Frostempfindlichkeitsklasse <b>F 3</b></li> </ul> <b>fluviatile Sande</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– erkundete Tiefe: 3,5 m unter OK Fahrbahn</li> <li>– <b>Mittelsand</b>, feinsandig, grobsandig, schwach schluffig</li> <li>– Bodengruppe DIN 18 196: SU</li> <li>– Bodenklasse 3 nach DIN 18 300</li> <li>– Frostempfindlichkeitsklasse <b>F 1 bis F 2</b> → nicht bis gering frostempfindlich</li> </ul>
	<b>Geschiebemergel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– erkundete Tiefe: 6,0 m unter OK Fahrbahn</li> <li>– <b>Ton</b>, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig</li> <li>– Bodengruppe DIN 18 196: TL</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konsistenz: weich</li> <li>- Bodenklasse 4 nach DIN 18 300</li> <li>- Frostempfindlichkeitsklasse <b>F 3</b></li> </ul>
<b>Hydrologische Bedingungen</b>	<p>Die Beschreibung der Grundwassersituation stützt sich auf die im Zuge der Baugrunduntersuchung abgeteufte Kleinrammbohrungen.</p> <p>Zum Zeitpunkt der Erkundung wurde im Bereich „Am Kreisel“ Grundwasser bei 3,05 m u. OK Fahrbahn angetroffen.</p>

### 3.5.1.2 Bewertung der Fahrbahn „Am Kreisel“ (im Kanalgraben)

<b>Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus nach RStO 12</b>	<p>Die Mindestdicke des Oberbaus bei einem Untergrund aus F3-Böden beträgt zzgl. Mehr- / Minderdicken für eine Straße der Belastungsklasse <b>Bk1,0 - 3,2</b> :</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Tabelle 6, Zeile 2</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">60 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, A Frosteinwirkzone II</td> <td style="text-align: right;">+ 5 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, B keine besonderen Klimaeinflüsse</td> <td style="text-align: right;">± 0 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, C kein Grund- / Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum</td> <td style="text-align: right;">± 0 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, D Gradiente in Geländehöhe</td> <td style="text-align: right;">± 0 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, E Entwässerung der FB über Rinnen u. Abläufe</td> <td style="text-align: right;">- 5 cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;"><b><u>60 cm</u></b></td> </tr> </table> <p>Falls die Straßen in der Belastungsklasse <b>Bk0,3</b> geplant werden, verringert sich die Mindestdicke um 10 cm auf von <b>50 cm</b>.</p>	Tabelle 6, Zeile 2	60 cm	Tabelle 7, A Frosteinwirkzone II	+ 5 cm	Tabelle 7, B keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0 cm	Tabelle 7, C kein Grund- / Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum	± 0 cm	Tabelle 7, D Gradiente in Geländehöhe	± 0 cm	Tabelle 7, E Entwässerung der FB über Rinnen u. Abläufe	- 5 cm		<b><u>60 cm</u></b>
Tabelle 6, Zeile 2	60 cm														
Tabelle 7, A Frosteinwirkzone II	+ 5 cm														
Tabelle 7, B keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0 cm														
Tabelle 7, C kein Grund- / Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum	± 0 cm														
Tabelle 7, D Gradiente in Geländehöhe	± 0 cm														
Tabelle 7, E Entwässerung der FB über Rinnen u. Abläufe	- 5 cm														
	<b><u>60 cm</u></b>														
<b>Zustand</b>	<p><u>Zusammenfassung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der gebundene Oberbau ist in der Dicke und Ausbildung ausreichend</li> <li>Der ungebundene Oberbau entspricht in der Dicke und Ausbildung den Anforderungen der RStO.</li> <li>Eine ausreichende Frostsicherheit ist nicht gegeben.</li> <li>Der Untergrund ist nicht frostsicher, im Planumniveau jedoch unter optimalen Bedingungen ausreichend tragfähig</li> </ul>														
<b>Fazit</b>	<p>Der erfasste Fahrbahnaufbau im Bereich des Kanalgrabens entspricht den Bauweisen der RStO Tafel 1, Zeile 5 für die Belastungsklasse ≤ Bk1,8.</p>														

### 3.5.2 Fahrbahn „Am Anger“

#### 3.5.2.1 Aufbau der Fahrbahn „Am Anger“

<b>Untersuchungspunkte</b>	OB/KRB 10
<b>Bauweise</b>	<b>Asphalt-Bauweise:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Asphaltdeckschicht AD 0/8 d = 1,5 cm</li><li>– Asphalttragschicht AT 0/22 d = 4,5 cm</li></ul>
<b>Oberflächenmerkmale</b>	Unebenheiten, Risse und Flickstellen
<b>Dicke gebundener Oberbau</b>	rd. 6 cm
<b>Ungebundene Tragschichten</b>	<b>Schlacken (Kiese)</b> d = 24 cm <ul style="list-style-type: none"><li>– erkundete Tiefe: 30 cm</li><li>– <b>Grobkies</b>, mittelkiesig</li><li>– Schlacken</li><li>– Bodengruppe nach DIN 18 196: [GE]</li><li>– Bodenklasse 3 nach DIN 18 300</li><li>– Frostempfindlichkeitsklasse: <b>F 1</b> → nicht frostempfindlich</li></ul>
<b>Dicke Straßenoberbau gesamt</b>	40 cm
<b>Dicke frostsicherer Aufbau</b>	40 cm
<b>Untergrund = natürliche Böden</b>	<b>Schwemmlehm</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– erkundete Tiefe: bis 2,4 m unter OK Fahrbahn</li><li>– <b>Schluff</b>, schwach feinsandig, schwach tonig</li><li>– Bodengruppe DIN 18 196: UL</li><li>– Konsistenz: steif, ab rd. 1,5 m weich</li><li>– Bodenklasse 4 nach DIN 18 300</li><li>– Frostempfindlichkeitsklasse <b>F 3</b> → sehr frostempfindlich</li></ul> <b>fluviatile Sande</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– erkundete Tiefe: 3,5 m unter OK Fahrbahn</li><li>– <b>Sand</b>, schluffig, schwach kiesig</li><li>– Bodengruppe DIN 18 196: SU*</li><li>– Bodenklasse 4 nach DIN 18 300</li><li>– Frostempfindlichkeitsklasse <b>F 3</b> → sehr frostempfindlich</li></ul> <b>Geschiebemergel</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– erkundete Tiefe: 6,8 m unter OK Fahrbahn</li><li>– <b>Ton</b>, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig</li><li>– Bodengruppe DIN 18 196: TM</li><li>– Konsistenz: steif</li><li>– Bodenklasse 4 nach DIN 18 300</li><li>– Frostempfindlichkeitsklasse <b>F 3</b> → sehr frostempfindlich</li></ul>
<b>Untergrund = natürliche Böden</b>	<b>Verwitterungslehm</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– erkundete Tiefe: bis 7,0 m unter OK Fahrbahn</li><li>– <b>Schluff</b>, tonig, schwach feinsandig</li><li>– Bodengruppe DIN 18 196: TL</li><li>– Konsistenz: steif bis halbfest</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bodenklasse 4 nach DIN 18 300</li> <li>- Frostempfindlichkeitsklasse <b>F 3</b> → sehr frostempfindlich</li> </ul>
<b>Hydrologische Bedingungen</b>	<p>Die Beschreibung der Grundwassersituation stützt sich auf die im Zuge der Baugrunduntersuchung abgeteufte Kleinrammbohrungen.</p> <p>Zum Zeitpunkt der Erkundung wurde im Bereich „Am Anger“ Grundwasser bei 2,4 m u. OK Fahrbahn angetroffen. In den bindigen Böden ist in niederschlagsreichen Perioden mit Stau-/ Schichtenwasser zu rechnen. Danach ist Grund-/Schichtenwasser zeitweise höher als 1,5 m unter Planum möglich.</p>

### 3.5.2.2 Bewertung der Fahrbahn „Am Anger“

<b>Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus nach RStO 12</b>	<p>Die Mindestdicke des Oberbaus bei einem Untergrund aus F3-Böden beträgt zzgl. Mehr- / Minderdicken für eine Straße der Belastungsklasse <b>Bk0,3</b> :</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Tabelle 6, Zeile 2</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">50 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, A Frosteinwirkzone II</td> <td style="text-align: right;">+ 5 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, B keine besonderen Klimaeinflüsse</td> <td style="text-align: right;">± 0 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, C Grund- / Schichtenwasser dauernd oder zeitweise ≤ 1,5 m u. Planum</td> <td style="text-align: right;">+ 5 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, D Gradiente in Geländehöhe</td> <td style="text-align: right;">± 0 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, E Entwässerung der FB über Mulden u. Gräben</td> <td style="text-align: right;">± 0 <u>cm</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;"><b><u>60 cm</u></b></td> </tr> </table> <p>Falls die Straßen in der Belastungsklasse <b>Bk1,0 – 3,2</b> geplant werden, erfolgt eine Erhöhung um 10 cm auf die Mindestdicke von <b>70 cm</b>.</p>	Tabelle 6, Zeile 2	50 cm	Tabelle 7, A Frosteinwirkzone II	+ 5 cm	Tabelle 7, B keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0 cm	Tabelle 7, C Grund- / Schichtenwasser dauernd oder zeitweise ≤ 1,5 m u. Planum	+ 5 cm	Tabelle 7, D Gradiente in Geländehöhe	± 0 cm	Tabelle 7, E Entwässerung der FB über Mulden u. Gräben	± 0 <u>cm</u>		<b><u>60 cm</u></b>
Tabelle 6, Zeile 2	50 cm														
Tabelle 7, A Frosteinwirkzone II	+ 5 cm														
Tabelle 7, B keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0 cm														
Tabelle 7, C Grund- / Schichtenwasser dauernd oder zeitweise ≤ 1,5 m u. Planum	+ 5 cm														
Tabelle 7, D Gradiente in Geländehöhe	± 0 cm														
Tabelle 7, E Entwässerung der FB über Mulden u. Gräben	± 0 <u>cm</u>														
	<b><u>60 cm</u></b>														
<b>Zustand</b>	<p><u>Zusammenfassung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der gebundene Oberbau ist in der Dicke und Ausbildung auch für die Bk.0,3 <u>nicht</u> ausreichend</li> <li>• Der ungebundene Oberbau entspricht in der Dicke und Ausbildung auch für die Bk.0,3 <u>nicht</u> den Anforderungen der RStO</li> <li>• Eine ausreichende Frostsicherheit ist <u>nicht</u> gegeben.</li> <li>• Der Untergrund ist nicht frostsicher und im Planumniveau als <u>nicht</u> ausreichend tragfähig zu bewerten</li> <li>• ungünstige hydrologische Bedingungen</li> </ul>														
<b>Fazit</b>	<p>Der erfasste Fahrbahnaufbau entspricht insgesamt nicht den Bauweisen der RStO Tafel 1 (mit Asphaltdecke) für die Bk0,3.</p>														

## IV Grundwassersituation

### 4.1 Allgemein

Die Beurteilung der GW-Verhältnisse stützt sich auf die im Zuge der Baugrunderkundung im August 2015 bis in max. 7,0 m Tiefe unter OK Gelände abgeteuften Kleinrammbohrungen.

Im Untersuchungsgebiet wird die hydrogeologische Situation von (glazi-)fluviatilen und Sanden sowie Lehmen und Tonen (Lösslehm, Geschiebelehm, Verwitterungston und / -lehm), teilweise in Wechsellagerung bestimmt. Zur Tiefe hin steht Mergelstein (Festgestein) an.

### 4.2 Grundwasser-Spiegellagen

GW-Spiegellagen (s. Anl. 2)	Grundwasser u. OK Gelände	Grundwasser in m u. NN	Bemerkung
KRB 1	5,50 m (angebohrt)	77,17 m NN (angebohrt)	gespanntes Grundwasser bei 77,17 m NN angebohrt, Anstieg auf 78,67 m NN nach Bohrende
	4,00 m (nach Bohrende)	78,67 m NN (Bohrende)	
KRB 2	4,40 m	7,61 m NN	freies Grundwasser
KRB 3	3,58 m	78,0 m NN	GW nach Bohrende, Schichtenwasser in Sandlagen ab 2,6 m
KRB 4	-	-	bis zur Bohrendtiefe 4,1 m u. OK Gelände <u>kein</u> Grundwasser erkundet
KRB 5	-	-	bis zur Bohrendtiefe 4,0 m u. OK Gelände <u>kein</u> Grundwasser erkundet
KRB 6	2,50 m (angebohrt)	76,25 m NN (angebohrt)	Absinken des GW-Spiegel nach Bohrende von 76,25 m NN auf 75,50 m NN
	3,25 m (nach Bohrende)	75,50 m NN (Bohrende)	
KRB 7	4,20 m (angebohrt)	75,69 m NN (angebohrt)	gespanntes Grundwasser bei 75,69 m NN angebohrt, Anstieg auf 77,04 m NN nach Bohrende
	2,85 m (nach Bohrende)	77,04 m NN (Bohrende)	
KRB 8	2,25 m	75,81 m NN	Grund-/Schichtenwasser nach Bohrende
KRB 9	2,30 m (angebohrt)	76,17 m NN (angebohrt)	gespanntes Grundwasser bei 76,17 m NN angebohrt, Anstieg auf 76,84 m NN nach Bohrende
	1,63 m (nach Bohrende)	76,84 m NN (Bohrende)	
OB / KRB 10	2,40 m (angebohrt)	76,97 m NN (angebohrt)	gespanntes Grundwasser bei 76,97 m NN angebohrt, Anstieg auf 77,47 m NN nach Bohrende
	1,90 m (nach Bohrende)	77,47 m NN (Bohrende)	
OB / KRB 11	4,20 m (angebohrt)	77,23 m NN (angebohrt)	gespanntes Grundwasser bei 77,23 m NN angebohrt, Anstieg auf 77,08 m NN nach Bohrende
	3,05 m (nach Bohrende)	77,08 m NN (Bohrende)	

## Bemessungswasserstand

Für die Ableitung eines Bemessungswasserstandes sind unter Beachtung der geplanten Bauzeit /-phase maximalen Grundwasserstände mit Sicherheitszuschlägen zu versehen. Daher wird aus hydrogeologischer Sicht ein Sicherheitszuschlag von  $\geq 0,5$  m empfohlen.

In niederschlagsreichen Zeiten ist mit **Stau- und Tagwasser in den Baugruben/-gräben und lokal auf der Geländeoberfläche** zu rechnen !!!

Auch wenn bei den Erkundungen in den oberen sandigen Schichten im nördlichen Plangebiet kein Wasser festgestellt worden ist, muss nach einer niederschlagsreichen Periode auch hier mit Stau-/Schichtenwasser gerechnet werden.

## 4.3 Durchlässigkeit der untersuchten Böden

### Lösslehm / Schwemtlehm / Geschiebelehm / Verwitterungslehm

Die erfassten Böden mit Feinanteilen (Körnung  $0,063$  mm)  $> 40$  Gew.-% wurden nach unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Böden nach DIN 18 130 als *schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig* ( $k_f \leq 1 \times 10^{-7}$  m/s) charakterisiert.

### (glazi-)fluviatile Sande und Kiese

#### 1. Fluviatile Sande und Kiese der Bodengruppen SE, SU und GI, GW

Exemplarisch für die Sande der Bodengruppe SE und der Kiese der Bodengruppe GI mit Feinanteilen (Körnung  $< 0,063$ mm)  $< 10$  Gew.-% wurde nach der Methode von Beyer Durchlässigkeitsbeiwerte berechnet (vgl. Anlage 5.3.1 und 5.3.2):

Bodengruppe **SU** (KRB 3)  $k = 7,0 \times 10^{-5}$  m/s  $\Rightarrow$  *durchlässig* nach DIN 18130

Bodengruppe **GI** (KRB 8)  $k = 3,1 \times 10^{-4}$  m/s  $\Rightarrow$  *stark durchlässig* nach DIN 18130

Für die fluviatilen Sande und Kiese mit teilweise schwach schluffigen Anteilen können im allgemein Durchlässigkeiten von  $5 \times 10^{-4}$  bis  $5 \times 10^{-5}$  m/s angesetzt werden.

#### 2. Fluviatile Sande mit schluffigen und stark schluffigen Anteilen der Bodengruppe SU\*

Für die Sande mit schluffigen Anteilen der Bodengruppe SU\* wurde die Wasserdurchlässigkeit nach unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Bodenarten nach DIN 18 130 abgeschätzt.

Bodengruppe **SU\***  $k \leq 1 \times 10^{-6}$  m/s  $\Rightarrow$  *schwach durchlässig* nach DIN 18130

### Verwitterungston

Die Tone wurden nach unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Böden nach DIN 18 130 als *sehr schwach durchlässig* ( $k_f \leq 1 \times 10^{-9}$  m/s) charakterisiert.

### Tonmergelstein

Der Mergelstein weist erfahrungsgemäß an der Oberfläche bzw. in seiner vergrusteten Zustandsform einen erhöhten Feinkornanteil von  $> 10$  Gew.-% auf. Erfahrungsgemäß kann der Tonmergelstein ebenfalls als schwach bis sehr schwach durchlässig nach DIN 18 130 ( $k_f < 1 \times 10^{-8}$  m/s) charakterisiert werden.



## V Versickerung von Niederschlagswasser

Gemäß Arbeitsblatt „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ DWA-A 138 sollten für Versickerungsanlagen zwei Voraussetzungen erfüllt sein:

1. Lockergesteine müssen eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aufweisen mit  $k_f$ - Werten zwischen  $1 \times 10^{-3}$  und  $1 \times 10^{-6}$  m/s.
2. Zum Schutz des Grundwassers muss ein Abstand zur Grundwasseroberfläche (**Mittlerer Höchster Grundwasserflurabstand MHGW**) von mind. 1 m gewährleistet sein.

Die Mächtigkeit des Sickertraums bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand sollte mind. 1 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Generell sind ausreichende Vorflutverhältnisse die Voraussetzung für die Wirksamkeit der Versickerung. Die aus dem Straßenbereich abfließenden Wässer sind über Versickerungsanlagen in das Grundwasser oder über Vorfluter-Einrichtungen bis in ein Gewässer weiterzuleiten.

### Bewertung aus bodenmechanischer Sicht

Die Bewertung der Versickerungsfähigkeit erfolgte anhand der Korngrößenzusammensetzung der ange-troffenen, bindigen Böden. Diesen wurden mit Hilfe der manuellen Bodenansprache nach DIN 4022 ermittelt.

An den Sanden und Kiesen mit Feinkornanteilen  $< 10$  Gew. % wurden beispielhaft an zwei repräsentativen Einzelproben die Durchlässigkeiten durch die Korngrößenanalyse nach DIN 18 123 ermittelt.

#### Gesamtes Plangebiet

Durchlässige, sandige Schichten mit  $k$ -Werten  $> 1 \times 10^{-6}$  m/s sind im ober-flächennahen, grundwasserfreien Bereichen nicht durchgängig vorhanden.

Oberflächennah stehen im grundwasserfreien Bereich *feinkörnige Böden* mit  $k$ -Werten von  $< 1 \times 10^{-6}$  m/s an. Eine direkte Versickerung in diese anstehenden Böden hinein ist **nicht möglich**.

## VI Baugrundsituation

### 6.1 Beurteilung der Baugrundsituation für den Kanalbau

#### Allgemeines

- ⇒ Die Beurteilung der Baugrundsituationen für die geplanten Linienbauwerke beruht auf der Interpretation der dokumentierten Felduntersuchungen sowie der notwendigerweise zu treffenden Annahmen zwischen den Baugrundaufschlüssen.
- ⇒ Die grundsätzliche Baugrundsituation ist in der Anlage 2 in Bohrprofil-schnitten nach DIN 4023 dargestellt.
- ⇒ Die Lasten der Linienbauwerke können bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen über eine Flachgründung in den natürlich anstehenden Baugrund abgeleitet werden. Voraussetzung: offene Bauweise mit mineral. Füllböden der BK 3 gemäß DIN 18 300.

#### Beurteilung

##### 1. Bauabschnitt (Süd-Hälfte des Baugebiets)

##### 1. Südlicher Teilabschnitt im 1. BA

- Untersuchungspunkte: KRB 6, KRB 8, KRB 9, OB/KRB 10 und OB/KRB 11
- ⇒ Die anstehenden Lehme stellen zur Tiefe hin (ab rd. 1,5 - 2,0 m Tiefe) in ihrer weichen Konsistenz **keine ausreichend standsichere** Grabenwandung dar und sind im Rohraufleger **nicht** ausreichend tragfähig.
  - ⇒ In der Kanalgrabensohle ist mit Stau- und Schichtenwasser zurechnen. Ab 2,3 m Tiefe sind grundwasserführende Schichten mit z. T. starken Durchlässigkeiten zu erwarten.
  - ⇒ Die Sande in der Grabenwandung der Bodengruppen SE und SU können unter Grundwassereinfluss zum **Ausfließen** neigen (**Bodenklasse 2** nach DIN 18300).

##### 1. Nördlicher Teilabschnitt im 1. BA

- Untersuchungspunkte: KRB 4, KRB 5 und KRB 7
- ⇒ Die natürlichen Lehme im Rohraufleger sind in ihrer überwiegend steifen bis halbfesten Konsistenz ausreichend tragfähig und stellen eine ausreichend standsichere Grabenwandung dar.
  - ⇒ Grundwasser wurde in diesem Bereich nicht erkundet, nur in KRB 7 wurde innerhalb des Geschiebelehms Schichtenwasser angetroffen.
  - ⇒ Ab  $\geq 3,0$  m Tiefe wurde Mergelstein erkundet => **Felsklasse 6** zur Tiefe hin ist das Auftreten von Boden-/Felsklasse 7 möglich.

#### Beurteilung

##### 2. Bauabschnitt (Nord-Hälfte des Baugebiets)

##### Untersuchungspunkte: KRB 1, KRB 2 und KRB 3

- ⇒ Die natürlichen Lehme im Rohraufleger sind in ihrer überwiegend steifen bis halbfesten Konsistenz ausreichend tragfähig.
- ⇒ Die erkundeten Sande stellen ein ausreichend tragfähiges Auflager dar.
- ⇒ Der erkundete Grundwasserspiegel liegt oberhalb oder mindestens auf Höhe der angenommenen Kanalgrabensohle.
- ⇒ Die Sande unterhalb des Geschiebelehms /-mergels ab  $\geq 4$  m Tiefe sind unter Grundwasser nicht standsicher und neigen zum **Ausfließen** neigen (**Bodenklasse 2** nach DIN 18300).

## 6.2 Hinweise zur Ausführung der Baugruben und Gräben

### Allgemeines

Eine Vorplanung für die Kanaltrassen liegt zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht vor. Es können daher nur Hinweise zum Kanalbau auf der Grundlage der erfassten Baugrundsituation gegeben werden.

Für die Herstellung der Rohrgräben (SW- und RW-Kanalisation) gibt die DIN EN 1610 (Verlegung u. Prüfung von Abwasserleitungen / und -kanälen) in Verbindung mit der DWA-A 139 den Rahmen vor.

In den Ausführungen wird davon ausgegangen, dass die Kanalisation im Straßenraum verlegt wird. Für die Verfüllung in Verkehrsflächen sind die Angaben der ZTVE-StB 09 sowie ZTVA-StB 12 bindend. In Verfüllräumen von Schächten ist analog zu verfahren.

Es werden im Folgenden Angaben zu kanalbaurelevanten Sachverhalten gemacht:

- Hinweise zur Gründung,
- Herstellung der Rohrgräben,
- Herstellung der Baugruben und Gräben,
- Grundwasserhaltungsmaßnahmen,
- Wiederverwendung des Aushubbodens.

### 6.2.1 Gründung

#### Allgemeine Hinweise

Die grundsätzliche Baugrundsituation ist in den Profilschnitten der Anlagen 2.1 bis 2.4 wiedergegeben.

Bei Kenntnis der Tiefenlage der Kanalsohlen kann aus ihnen entnommen werden, welche Bodenarten im Gründungsbereich der Rohrleitungen anstehen.

**Generell können die Lasten der Linienbauwerke bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen über eine Flachgründung in den Baugrund abgeleitet werden.**

Die Grabensohle muss eben und frei von Aushubboden sein sowie die für das Rohrauflager erforderliche Tragfähigkeit aufweisen.

#### Grundsätzliche Beurteilung

Für die überschlägige Beurteilung wurden Verlegetiefen von < 5 m zugrunde gelegt.

- ⇒ Die anstehenden bindigen Böden stellen bei mindestens steifer Konsistenz eine ausreichend tragfähige Kanalgrabensohle dar
- ⇒ Die häufig **aufgeweichten Lösslehme und Schwemmlehme sind nicht ausreichend tragfähig.**
- ⇒ Grundwasser steht als Stau-/Schichtenwasser, aber auch als freies bzw. gespanntes Grundwasser mit Grundwasserspiegelnhöhen in rd. 1,6 - 4,4 m unter OK Gelände und somit in Abhängigkeit von der Tiefenlage der geplanten Kanäle oberhalb der geplanten Kanalgrabensohlen an.

## 6.2.2 Verbau

### Allgemeine Hinweise zum Verbau

Die Baugruben und Gräben sind entsprechend den Richtlinien der DIN 4124, Dez. 2012 "Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau" herzustellen.

Die Angaben in der DIN 4124 gelten nicht, wenn besondere Einflüsse wie Zufluss von Schichtenwasser, starke Erschütterungen, etc. die Standsicherheit gefährden.

- ⇒ Die Wahl des Verbauelementes nach DIN 4124 ist auf die angetroffenen Bodenarten abzustimmen.
- ⇒ Für die Bemessung des zu verwendenden Verbaus sind die im Kap. 5.1 genannten bodenmechanischen Kennwerte unter Berücksichtigung des entsprechenden Wandreibungswinkels anzusetzen.
- ⇒ Die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben sind bei der Bemessung des Verbaus zu berücksichtigen.
- ⇒ Ein kraftschlüssiger Einbau des Verbauelementes zwischen der Grabenwandung und Verbauelement ist zu gewährleisten.
- ⇒ Ein Nachbrechen des in der Grabenwandung anstehenden Bodens ist zu vermeiden
- ⇒ Aus Sicherheitsgründen muss der Verbau mindestens 10 cm über dem Grabenrand überstehen, um ein Herabfallen von Steinen oder schadstoffbelasteten Straßenausbaumaterialien etc. zu verhindern.
- ⇒ Betreten von nicht gesicherten Böschungskanten ist untersagt.
- ⇒ Es ist auszuschließen, dass nach dem Entfernen der Verbauelemente Auflockerungszonen verbleiben.

**Bei der Wahl eines zur Gewährleistung der Standsicherheit der Baugruben / Grabenwand geeigneten Verbauverfahrens sind die bauzeitlichen Grundwasserstände zu berücksichtigen.**

### 6.2.2.1 Verbau im 1. BA (südlicher Teilabschnitt)

Anwendungsbereich:

- **Südlicher Teilabschnitt des 1. Bauabschnitts** (KRB 6, KRB 8, KRB 9, OB/KRB 10 u. OB/KRB 11)

**Empfehlung:** „Dragbox“

(System  
EMUNDS + STAUDINGER)

**Schleppbox** (Randgestütztes System). **Grabentiefe max. 4 m.**

Verfahren:

An der Vorderkante der Verbauplatten im sog. „Schleppbox-Grabenverbau“ (z. B. „Dragbox“ von E + S) befinden sich Schneideschuhe. Nach Abschluss der Rohrverlegung wird die Schleppbox mit der Schleppplatte für den nächsten Arbeitsakt nach vorne gezogen.

**Alternative vorhalten**

(Doppel) - Gleitschienensystem

Wegen der zur Tiefe hin aufgeweichten Lehme (Schwemmlöss in weicher Konsistenz) und der unterlagernden überwiegend wassergesättigte Sande, die zum „**Ausfließen**“ neigen, empfehlen wir zur Gewährleistung der Standsicherheit der Grabenwand Verbauelemente im Absenkverfahren zumindest einzusetzen.

**Rahmengestütztes System** (Linearverbau) ⇒ **Absenkverfahren**

Es empfiehlt sich ein (Doppel) – Gleitschienensystem **zumindest vorzuhalten**.

Der Verbau kann dann als Doppel – Gleitschienensystem oder vergleichbare Elemente in Kombination mit einem Kammerdielenverbau hergestellt werden.

Das Erfordernis sollte baubegleitend durch die örtliche Bauüberwachung geprüft werden.

### 6.2.2.2 Verbau im 1. BA (nördlicher Teilabschnitt) und im 2. BA

Anwendungsbereiche

- **Nördlicher Teilabschnitt des 1. Bauabschnitts**(KRB 4, 5 und 7).
- **2. Bauabschnitt** (KRB 1 bis 3)

**Empfehlung:** Einstellverfahren

Die Grabensohlen und Teile der Grabenwandungen liegen in bindigen öden (Lösslehm, Geschiebelehm, Verwitterungslehm/ -ton), die in ihren mindestens steifen Konsistenzen als ausreichend standsicher zu bewerten sind.

Die den Geschiebelehm überlagernden Sande liegen voraussichtlich oberhalb des Grundwasserspiegels und sind in ihrer mitteldichten Lagerung damit ebenfalls als ausreichend standsicher zu bewerten.

Zur Gewährleistung der Standsicherheit der Grabenwand empfehlen wir hier Verbauelemente im **Einstellverfahren** (z.B. „Kriings - Verbau“). Die Verbauelemente sind **unmittelbar nach dem Einstellen in den Kanalgraben hinein** kraftschlüssig zur Grabenwand herzustellen.

**Alternative:** „Dragbox“

(System  
EMUNDS + STAUDINGER)

**Schleppbox** (Randgestütztes System). **Grabentiefe max. 4 m.**

Verfahren: siehe Kapitel 6.2.2.1

### 6.2.3 Baugruben ohne Verbau

#### Allgemeine Hinweise zum Verbau

Nicht verbaute Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt werden. Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit sind bei Baugrubentiefen bis 5 m und unter der Voraussetzung, dass keine Wasserzutritte und weiche Böden vorhanden sind folgende Böschungswinkel einzuhalten:

**bindige Böden:**  $\beta \leq 60^\circ$

**nicht bindige Böden**  $\beta \leq 45^\circ$

**Festgestein**  $\beta \leq 80^\circ$

Wegen der aufgeweichten Lehme und Schichtwasserführung ab teilweise 1,5 m Tiefe ist im südlichen Teil des 1. Bauabschnittes eine geböschte Bauweise nicht zu empfehlen.

Bei geböschten Baugruben und Gräben sind sowohl für ggf. seitlich zu lagernden Aushubboden als auch für Baufahrzeuge Mindestabstände zur Böschungskante gem. DIN 4124 (2012-01) einzuhalten.

## 6.2.4 GW-Haltungsmaßnahmen

Allgemein:

### Südlicher Teil im 1. Bauabschnitt:

Im südlichen Bereich des 1. Bauabschnitts liegen die Grabensohlen in Abhängigkeit von den tatsächlichen Verlegtiefen im Schichten- oder Grundwasser (gemessene Wasserstände 1,5 bis 3,25 m unter OK Gelände). Ab  $\geq 2,3$  m Tiefe werden in diesem Bereich grundwasserführende Schichten (Sande und Kiese), im **Bohrprofil-schnitt C orange** und **gelb** koloriert dargestellt, angeschnitten. Sie sind zum Teil stark wasserdurchlässig.

Auch in den überlagernden Schichten ist in Abhängigkeit von Niederschlagsereignissen mit Schichten- oder Tagwässern in den offenen Kanalgräben zu rechnen.

### 2. Bauabschnitt und Nördlicher Teil im 2. Bauabschnitt

Im 2. Bauabschnitt und im nördlichen Teil des 1. Bauabschnitts ist in den lehmigen Böden besonders zur Tiefe hin das Auftreten von Schichten- / Stau- und Tagwässern zu erwarten (gemessene Wasserstände 2,85 – 4,4 m Tiefe). Grundwasserführende Schichten mit hohen Durchlässigkeiten wurden nur im 2. BA in  $> 4$  m Tiefe angetroffen.

**Generell gilt, dass die Entscheidung der geeigneten Wasserhaltung in Abhängigkeit der bauzeitigen Wasserstände zu treffen ist und auch baubegleitend mit der örtlichen BÜ abzustimmen ist.**

### 6.2.4.1 GW-Haltung im 1. BA (südlicher Teilabschnitt)

#### Empfehlung

für den Fall, dass der freie Grundwasserspiegel deutlich oberhalb der Kanalgrabensohle liegt

#### ⇒ geschlossene GW-Haltung

Sofern die grundwasserführenden Schichten oberhalb der Kanalgrabensohle liegen ist aufgrund der guten hydraulischen Durchlässigkeit der anstehenden Sande und Kiese in  $\geq 2,3$  m Tiefe ist voraussichtlich eine **geschlossene Wasserhaltung erforderlich**.

Zur Bemessung der GW-Haltung ist von einer Wasserdurchlässigkeit von  **$k = 5 \times 10^{-4}$  m/s** auszugehen.

Lokal (KRB 8) wurde sandiger Kies (Bodengruppe GW, GI) angetroffen. Hier ist mit einer höheren Durchlässigkeit  **$k \geq 1 \times 10^{-3}$  m/s zu rechnen**.

#### Hinweis:

Aufgrund der petrographischen Ausbildung der Böden (Sande mit schluffigen Beimengungen (vgl. Anlagen 2.1 bis 2.4) muss der Einsatz von **Filtersystemen mit kiesiger Ringraumverfüllung** (z.B. Modell „OTO“ oder vergleichbare Systemen) vorgehalten und bei Bedarf eingesetzt werden.

### 6.2.4.2 GW-Haltung im 1. BA (nördlicher Teilabschnitt) und im 2. BA

#### Empfehlung

Für den Fall von Schichten- und Tagwasserzutritten in den lehmigen Böden in der Baugruben

Für den Fall, dass freies Grundwasser max. 0,1 – 0,2 m über der Grabensohle liegt

#### ⇒ offene GW-Haltung

→ Hierbei ist in den betreffenden Kanaltrassenabschnitten eine dem Baufortschritt mitzuführende Drainage anzulegen, die das Wasser abschnittsweise über Pumpensümpfe abführt.

→ **Die besonderen Anforderungen zur Herstellung der Bettung sind zu beachten! Hier empfehlen wir den Einbau einer Körnung 16/32 und den Einsatz von Vlies gem. Ausführungen im nachfolgenden Kapitel 6.2.5.**

## 6.2.5 Stabilisierung der Grabensohle und Einsatz von Geovlies

Grundsätzlich können die anstehenden Lehme unter Grund-/Schichten oder Tagwassereinfluss im gesamten Plangebiet aufgeweichte Partien aufweisen. Eine ausreichende Tragfähigkeit im Rohraufleger ist dann nicht gegeben.

### 1. Empfehlung einer Stabilisierung der Grabensohle:

#### - 1. Bauabschnitt, südlicher Teil (s. Bohrprofilschnitt C):

- ⇒ Das Rohraufleger befindet sich im Schwemmlöss / Lösslehm mit einer weichen Konsistenz
- ⇒ Das Rohraufleger liegt in aufgeweichten Partien des Geschiebe- oder Verwitterungslehms

### 2. Vorhalten einer Stabilisierung der Grabensohle und bei Bedarf ausführen

- 1. Bauabschnitt, nördlicher Teil (s. Bohrprofilschnitt B)
- 2. Bauabschnitt (s. Bohrprofilschnitt A)

Im nördlichen Teil des 1. Bauabschnitts und im 2. Bauabschnitt liegen die bindigen, lehmigen Böden in einer überwiegend steifen bis halbfesten Konsistenz vor. Hier ist nur lokal bei aufgeweichten Partien bedarfsweise eine Stabilisierung der Grabensohle erforderlich.

Wir empfehlen, zur Stabilisierung der gering tragfähigen Sohle einen **Bodenteilaustausch**.

**Die Entscheidung der Stabilisierung ist baubegleitend mit der örtl. Bauüberwachung abzustimmen.**

#### Stabilisierung der Grabensohle

- Sobald Lehme mit Aufweichungen und Vernässungen in der Grabensohle angetroffen werden, sind diese für die Schaffung eines einheitlich tragfähigen Rohrauflegers und zur Schaffung einer gut verdichtbaren Unteren Bettung durch grobkörniges Material der Verdichtbarkeitsklasse V1 zu ersetzen.
- Als Bodenaustauschmaterial empfehlen wir einen „Ein-Korn-Boden“ wie z. B. einen Kies 16/32 mm (TL-SoB StB 2004), der aufgrund seiner bodenmechanischen Beschaffenheit unverdichtet eingebaut werden kann. Eine zusätzliche Verdichtung ist nicht erforderlich.
- Die konkreten Abschnitte sowie die Dicke des Teilbodenaustausches sind im Zuge des Grabenaushubs festzulegen.  
Zunächst kann von einem Teilbodenaustausch in einer Dicke von  $\geq 20$  cm ausgegangen werden.
- Durch nicht sachgerechte Bauweisen kann die Tragfähigkeit in der Grabensohle verschlechtert bzw. zerstört werden.  
**Auf eine schonende Bauweise ist besonderer Wert zu legen.**

#### Geovliesstoff

Für die Gewährleistung der Filterstabilität zwischen dem bindigen Boden und dem Teilbodenaustausch empfehlen wir, den Austauschboden in einen **Geovliesstoff** der Robustheitsklasse GRK 3 einzuschlagen (**unbedingt auch nach oben hin!**).

Auch zwischen Bettung und dem anstehenden Boden ist die mechanische Filterstabilität sicherzustellen.



## 6.2.6 Bettung

### Allgemeine Hinweise

- Für die Herstellung der Bettung gibt die DIN EN 1610 (Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen) den verbindlichen Rahmen vor.
- Die Gemeinschaftspublikation des DIN und der DWA 'Einbau, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; DIN EN 1610 und DWA-A 139 liefert eine übersichtliche Darstellung.
- Zur Stabilisierung der Rohrsohle ist eine Bettung gem. Typ 1 der DIN EN 1610 / DWA-A 139 herzustellen.
- Baustoffe für die Bettung sollen folgende Korngrößen enthalten:
  - Körnung  $\leq 22$  mm bei DN  $\leq 200$
  - Körnung  $\leq 40$  mm bei DN  $> 200$  bis DN  $\leq 600$

Wir empfehlen, auch für die Nennweiten  $> DN 600$  ein Material mit einem Größtkorn von 40 mm zu verwenden.

Wir empfehlen während niederschlagsreicher Jahreszeiten den Einbau eines Liefermaterials 0/22 mit Feinkornanteilen  $d < 0,063$  mm von max. 5%. Die Ungleichförmigkeit sollte  $C_u$  – Wert von  $\geq 6$  (Bodengruppe SW bzw. GW) aufweisen, auf jeden Fall jedoch deutlich  $C_u > 3$  (Bodengruppe SE bzw. GE) liegen.

- Die Dicke der Oberen Bettung muss den statischen Berechnungen entsprechen. Im Auflagerbereich der Rohre ist eine gleichmäßige Druckverteilung sicherzustellen. Dies betrifft insbesondere kritische Punkte wie Muffen und Kupplungen.
- Linien- und Punktlagerungen sind zu vermeiden.

### Empfehlung

- Bei der Wahl der Bettung sind auch die wechselnden GW-Stände zu beachten (siehe auch Kapitel 4.2 des Berichtes)
- ***Für die Bereiche mit Grundwasser in / bzw. unmittelbar unter der Kanalgrabensohle empfehlen wir, die untere Bettung analog zu den Ausführungen im Kapitel 6.2.5 aus einem „Ein-Korn-Gemisch“ wie z. B. Kies 16/32 mm herzustellen. Dieses wird unverdichtet eingebaut und in Vlies vollständig (auch oben) eingeschlagen.***

## 6.2.7 Auftriebssicherheit

Die Bauwerke sind unter Berücksichtigung der dokumentierten Wasserstände auftriebsicher herzustellen.

## 6.2.8 Beurteilung betonangreifender Wässer

Für die Bewertung der Betonaggressivität wurde eine Grundwasserprobe aus der temporären Messstelle bei der Kleinrammbohrung KRB/GWM 7 entnommen und nach DIN 4030, Teil 2 chemisch analysiert. Danach gilt das untersuchte Grundwasser als „**nicht betonangreifend**“ (vgl. Anlage 8).

## 6.2.9 Wiederverwendung des Aushubbodens

<b>Allgemeines</b>	<p>In der Leitungszone der gepl. Kanäle ist ausschließlich qualifiziertes Liefermaterial zu verwenden.</p> <p>Generell ist der Schutz der Aushubböden vor Witterungseinflüssen sind hierfür Voraussetzung.</p> <p>Bei einer Wiederverwendung geeigneter Aushubböden in der Hauptverfüllung sind Rahmenbedingungen wie die Möglichkeit der Zwischenlagerung von Aushubböden auf der Baustelle sowie der Schutz der Aushubböden vor Witterungseinflüssen vorzusetzen.</p> <p>Es ist allgemein zu beachten, dass die bindigen anstehenden Böden <u>wasserempfindlich</u> sind.</p> <p>Für den Wiedereinbau geeignetes Material kann durch unsachgemäße Zwischenlagerung vernässen und seine Wiedereinbaufähigkeit verlieren und erst nach Reduzierung des Wassergehaltes oder Stabilisierung wiederverwendet werden.</p>
<b>Oberboden</b>	<p>Die Oberböden sind für die Hauptverfüllung der Kanalgräben nicht geeignet.</p> <p>Sie können ggf. für die Andeckung von Seitenbereichen, Banketten, Böschungen und für die Geländegestaltung wiederverwendet werden.</p>
<b>Lehme</b> (Löss-, Schwemm-, Geschiebe-, Verwitterungslehm)	<p>Die anfallenden bindigen Aushubböden können nur nach Zusatz von <b>hydraulischen Bindemitteln</b> (z.B. Weißfeinkalk oder Mischbinder) in der Hauptverfüllung wiederverwendet werden. Die genannten Bodenarten sind in den Bohrprofilsschnitten in den Anlage 2.1 bis 2.4 <b>olivgrün</b>, <b>grau</b> und <b>blau</b> koloriert dargestellt.</p> <p>Art und Menge des Bindemittels sind durch den Bodengutachter in einer Erstprüfung zu ermitteln. Zunächst kann von einer erforderlichen Zugabe von ca. 3 – 4 M.-% ausgegangen werden</p>
<b>Sande und Kiese</b>	<p>Die anfallenden, sandigen und kiesigen Aushubböden der Bodengruppe nach DIN 18196: [SE], [SU], [SU*] und [GW] sind aus bodenmechanischer Sicht für eine Wiederverwendung in der Hauptverfüllung der Kanalgräben <u>geeignet</u>.</p> <p>Eine Wiederverwendung erfordert eine fachgutachterliche Begleitung.</p>

## 6.3 Erschwernisse durch Fels im Untergrund

In den geplanten Kanalgrabensohlen ist insbesondere im nördlichen Teil des 1. Bauabschnitts mit mürbem Festgestein (Tonmergelstein) der Bodenklasse 6 nach DIN 18300 zu rechnen (vgl. Kap. 3.3 und Anlage 5.1).

Die erkundete Verbreitung des Tonmergelsteins bzw. verwitterten Fels ist in den Bohrprofilsschnitten in den Anlagen 2.1 bis 2.4 **blau** koloriert und mit „Z“ Signatur dargestellt.

Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass der entfestigte, mürbe Fels (Ton- /Tonmergelstein, Schluff- und Sandstein mit entsprechend schweren Löffelbaggern mit Felszähnen gelöst werden kann.

Hinweis:

Auch wenn der Fels aufgrund seiner relativ geringen Druckfestigkeit der Felsklasse 6 zuzuordnen ist, können erfahrungsgemäß auch stärker karbonatisierte Kalkmergelsteine (Übergang zu Felsklasse 7) lokal unvermittelt auftreten, die nur noch mit Fels- und Presslufthämmern zu lösen sind.

## VII Verkehrsflächen im Neubaugebiet

<b>Oberbau – Allgemeines</b>	Die Dimensionierung des Oberbaus ist gemäß den Vorgaben der Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RstO 12) auszuführen.																					
<b>Hydrologische Verhältnisse</b>	<p>In niederschlagsreichen Perioden ist wegen des gering durchlässigen Untergrundes mit der Bildung von Stau- / u. Schichtenwasser zu rechnen.</p> <p>Daher ist für die Beurteilung des Straßenaufbaus mit Stauwasser &lt; 1,5 m unter OK Planum zu rechnen.</p>																					
<b>Frostsicherer Oberbau</b>	<p>Für die Anlage der Verkehrsflächen ist zu beachten, dass die oberflächennah anstehenden feinkörnigen Böden gemäß ZTVE-StB 09 der Frostempfindlichkeitsklasse <b>F 3</b> (sehr frostempfindlich) zuzuordnen sind und daher ein frostsicherer Oberbau vorzusehen ist.</p> <p>Die Mindestdicke des Oberbaus bei dem vorliegenden Untergrund aus F3-Böden beträgt zzgl. Mehr- / Minderdicken für eine Straße der Belastungsklasse <b>Bk1,0</b> bis <b>Bk3,2</b> :</p> <table data-bbox="624 824 1498 1084"> <tr> <td>Tabelle 6, Zeile 2</td> <td></td> <td>60 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, A</td> <td>Frosteinwirkzone II</td> <td>+ 5 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, B</td> <td>keine besonderen Klimaeinflüsse</td> <td>± 0 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, C</td> <td>Grund- / Schichtenwasser dauernd oder zeitweise ≤ 1,5 m u. Planum</td> <td>+ 5 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, D</td> <td>Gradiente in Geländehöhe</td> <td>± 0 cm</td> </tr> <tr> <td>Tabelle 7, E</td> <td>Entwässerung der FB über Rinnen u. Abläufe</td> <td><u>- 5 cm</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><b>65 cm</b></td> </tr> </table> <p>Falls die Straßen in der Belastungsklasse <b>Bk0,3</b> geplant werden, erfolgt eine Abminderung um 10 cm auf die Mindestdicke von <b>55 cm</b>.</p> <p><u>Hinweis:</u></p> <p>Generell sollte zur Vereinheitlichung des gesamten Straßenbaubereiches, ohne Berücksichtigung einer möglichen Minderdicke bei bereichsweise ungünstigen Wasserverhältnissen, durchgehend ein frostsicherer Oberbau mit einer Dicke des jeweiligen Ausgangswertes konzipiert werden.</p>	Tabelle 6, Zeile 2		60 cm	Tabelle 7, A	Frosteinwirkzone II	+ 5 cm	Tabelle 7, B	keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0 cm	Tabelle 7, C	Grund- / Schichtenwasser dauernd oder zeitweise ≤ 1,5 m u. Planum	+ 5 cm	Tabelle 7, D	Gradiente in Geländehöhe	± 0 cm	Tabelle 7, E	Entwässerung der FB über Rinnen u. Abläufe	<u>- 5 cm</u>			<b>65 cm</b>
Tabelle 6, Zeile 2		60 cm																				
Tabelle 7, A	Frosteinwirkzone II	+ 5 cm																				
Tabelle 7, B	keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0 cm																				
Tabelle 7, C	Grund- / Schichtenwasser dauernd oder zeitweise ≤ 1,5 m u. Planum	+ 5 cm																				
Tabelle 7, D	Gradiente in Geländehöhe	± 0 cm																				
Tabelle 7, E	Entwässerung der FB über Rinnen u. Abläufe	<u>- 5 cm</u>																				
		<b>65 cm</b>																				
<b>Entwässerung</b>	<p>Für die Entwässerung der Erschließungsstraßen haben die planerischen Grundsätze und allgemeinen Lösungsvorschläge der „Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil: Entwässerung RAS-Ew“ (Ausgabe 2015) Gültigkeit.</p> <p>Eine <b>Planumsentwässerung</b> sollte berücksichtigt werden.</p>																					
<b>Tragfähigkeitsbewertung</b>	<p>Das Planum der geplanten Verkehrsflächen wird von witterungs- und frostempfindlichen feinkörnigen Böden der Bodengruppe UL gebildet.</p> <p>Der nach ZTVE-StB 09 und RstO12 für einen ausreichend tragfähigen Untergrund geforderte statische Verformungsmodul <math>E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2</math> wird <u>nicht</u> bzw. nur mit Hilfe einer Bodenverbesserung erreicht.</p>																					

## Baugrundverbessernde Maßnahmen

Zur Schaffung eines ausreichend tragfähigen Planums sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Tragfähigkeitssteigerung ist der Schutz des Bodenmaterials vor Feuchtigkeit Zutritt während der Bauphase (s. Abschnitt „Schonende Bauweise“ sowie ZTVE-StB 09 „Schutz des Planums“).

## Varianten zur Verbesserung

Aus bodenmechanischer Sicht werden zunächst zwei geeignete Varianten zur Herstellung der neuen **Straßen** und **Rad-/ Gehwege** vorgeschlagen, die hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit zu bewerten sind:

### Variante 1:

- Einbau einer zusätzlichen „Tragfähigkeitsschicht“ unterhalb des Planums, d. h. Mehrauskofferung und Einbringen eines verdichtungsfähigen Materials (grobkörniger oder geeigneter gemischtkörniger Boden), der vorzugsweise gebrochene Körnung aufweisen sollte) in einer Dicke von 30 – 40 cm.
- Gut geeignet ist auch ein gröber körniges Material wie z.B. ein *Grob-schlag* der Körnung 0/100 aus Kalkstein o.ä. Die Dicke des tatsächlich notwendigen Teilbodenaustausches sollte baubegleitend auf einem Probefeld festgelegt werden

Bei diesem Einbau und der Verdichtung des zusätzlichen Bodenaustausches sind unbedingt Verdichtungsgeräte zu wählen, deren Wirkungstiefe nicht über die erste Schüttlage hinaus in den anstehenden gemischtkörnigen Untergrund reichen. Der Eintrag von dynamischer Energie würde eine Tragfähigkeitsverschlechterung und somit ein Aufweichen des Bodenmaterials bewirken.

### Variante 2:

- Alternativ zum Bodenaustausch kann zumindest aus geotechnischer Sicht auch eine Verbesserung mit hydraulischen Bindemitteln (Weißfeinkalk, Mischbinder) erfolgen. zumindest aus geotechnischer Sicht Art und Menge des Bindemittels sind durch den Bodengutachter in einer Erstprüfung zu ermitteln. Staub-Immissionen sind bei der Bauausführung zu berücksichtigen.

Auf das durch die baugrundverbessernden Maßnahmen geschaffene Planum kann dann planmäßig der frostsichere Oberbau der Erschließungsstraßen aufgebaut werden.

Eine Überprüfung der Tragfähigkeiten vor und während der Bauphase durch geeignete Erdbaukontrollprüfungen wird empfohlen.

Die im Zuge des geplanten Bauvorhabens erforderlichen Erdbauarbeiten sind generell gemäß ZTVE-StB 09 auszuführen.

Zusätzlich sollte das „Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und des Unterbaus im Straßenbau“ besondere Beachtung finden.

### **Tragfähigkeit des Oberbaus**

Die Tragfähigkeit auf dem Erdplanum ist unmittelbar vor Herstellung des Straßenoberbaus nachzuweisen.

Die eingebauten Tragschichten haben die Anforderungen bzgl. Tragfähigkeit und Verdichtungsgrad der RStO 12 und TL SoB-StB 04/07 zu erfüllen.

### **Schonende Bauweise**

Die im Niveau des Planums verbreitet anstehenden Verwitterungstone stellen einen strukturempfindlichen Boden dar. Bodenmechanisch sind diese Tone den Bodengruppen UM, TL, TM und TA nach DIN 18 196 zuzuordnen.

Diese Böden sind wasserempfindlich und können bei Wassergehaltserhöhung und/oder Eintrag dynamischer Energie unmittelbar ihre Tragfähigkeitseigenschaften fast vollständig verlieren.

Das Planum erfordert eine besonders schonende Bauweise und ist entsprechend den Anforderungen der ZTVE-StB 09 zu behandeln und v. a. vor Witterungseinflüssen zu schützen:

- Das Planum darf nur mit geeignetem Gerät befahren werden.
- Die Größe der freizulegenden Flächen ist in Abhängigkeit von den zu erwartenden Witterungsverhältnissen zu wählen.
- Freigelegte Flächen sind umgehend zu überbauen.
- Das Planum muss ein ausreichendes Quergefälle sowie eine ausreichende Ebenheit aufweisen. Ebenheit und geforderte Gradienten sind mit den in den ZTVE-StB 09 und TL SoB-StB 04/07 genannten Toleranzen herzustellen.

## VIII Beurteilung der Baugrundsituation für Regenrückhaltebecken

### Allgemeine Beurteilung

Eine Vorplanung für ein Regenrückhaltebecken liegt zum Zeitpunkt der Berichterstellung nicht vor.

Die Beurteilung der vorhandenen Baugrundsituation für ein geplantes Regenrückhaltebecken beruht auf der Interpretation der notwendigerweise zu treffenden Annahmen zwischen den Baugrundaufschlüssen.

**Es handelt sich in diesem Kapitel um allgemeine Empfehlungen, die eine detaillierte Baugrunderkundung nach DIN 4020 für das geplante Regenrückhaltebecken nicht ersetzt.**

Die grundsätzliche Baugrundsituation im Untersuchungsbereich ist in den Profilschnitten der Anlagen 2.3 wiedergegeben.

### Bewertung der Standortes

Ein möglicher Standort für ein Regenrückhaltebecken befindet sich im Südosten des Plangebietes.

Der oberflächennah bis 2,3 m Tiefe angetroffene Schwemmlehm ist bezüglich seiner Durchlässigkeit und Tragfähigkeit für die Herstellung eines Beckens nur bedingt geeignet. Schichtenwasser wurde ab einer Tiefe von 1,63 m (= 76,84 m NN) festgestellt.

Der Bemessungswasserstand kann mit einem Sicherheitszuschlag versehen zunächst bei 77,40 m NN angenommen werden.

Der Schwemmlehm wird von einem rd. 0,5 m mächtigen Horizont aus wasserführenden fluviatilen Sanden mit einem gespannten Grundwasserspiegel unterlagert, die kein Wasserrückhaltevermögen aufweisen.

Erst der Verwitterungslehm oder die ggf. auftretenden Geschiebemergel ab rund 2,8 m Tiefe sind bzgl. ihrer Durchlässigkeit für die Herstellung eines Beckens grundsätzlich geeignet.

Sofern die Beckensohle bis auf die anstehenden Verwitterungslehme und Geschiebemergel ab rd. Ab rd. 2,8 m Tiefe geführt wird, ist eine Abdichtung der Böschung im Bereich der anstehende Sande (im Bohrprofil-schnitt **orange** koloriert dargestellt) gegen drückendes Wasser erforderlich.

Auch im überlagernden Schwemmlehm sind Schichtwasserzutritte zu erwarten, die eine Abdichtung erfordern.

Bei der Baumaßnahme ist eine Grundwasserhaltung notwendig.

Weiterhin ist nach der ermittelten Grundwassersituation eine Auftriebssicherung erforderlich.

Aufgrund der heterogenen Baugrundverhältnisse mit ungünstigen Grundwasserverhältnissen im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens wird für die Ausführungsplanung eine detaillierte **Baugrunderkundung nach DIN 4020 empfohlen**.

### **Tragfähigkeit im Bereich der Beckensohle**

Nach den Ergebnissen der Vorerkundungen stehen im Bereich der voraussichtlichen Sohle des Regenrückhaltebeckens je nach Tiefenlage der Beckensohle aufgeweichte Schwemmlerme oder Verwitterungslehme und Geschiebemergel an.

Soll die Beckensohle nach der Fertigstellung für Wartungsarbeiten befahrbar sein, ist an der Beckensohle die Tragfähigkeit durch ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen.

Für die anstehenden Böden ist diese Tragfähigkeit erfahrungsgemäß nicht gegeben, so dass baugrundverbessernde Maßnahmen erforderlich werden würden. In diesem Zusammenhang wird auf die Ausführungen in Kapitel VII hingewiesen.

## **IX Vorschläge für weitere Untersuchungen / Leistungen**

### **Qualitätssicherung durch den AG**

Wir empfehlen eine Qualitätssicherung gem. ZTVE - StB 09, ZTV SoB -StB 04 und ZTV Asphalt-StB 07.

## X Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen

Ergebnisdarstellung	<u>Lageplan</u>	Anl. 1	Darstellung der Schadstoffsituationen
	<u>Kennblätter</u>	Anl. 3.1 – 3.2	Aufbau der Fahrbahn und Wege und Darstellung der Schadstoffbelastung
	<u>Schadstoffbewertung</u>		Zusammenstellung, Analysenergebnisse und Bewertung der Ausbaustoffe.
		Anl. 6.1 Anl. 6.2 Anl. 6.3 Anl. 6.4 Anl. 6.5	Probenliste der Asphalt- u. Bodenproben ungebundene Tragschichten / Auffüllung Oberboden Untergrund = Lehme Untergrund = Sande und Kiese
	<u>Analysenberichte</u>	Anl. 7.	Chem. Analysenberichte UCL GmbH

Die Verteilungen der unterschiedlichen Belastungen in den Asphaltsschichten und die LAGA - Zuordnungen der untersuchten Böden bzw. Ausbaustoffe sind in der Anlage 1 zeichnerisch dargestellt und in der Anlage 6.1 zusammengefasst.

Die Beschreibung der Schadstoffsituation in den folgenden Kapitel gliedert sich in die Bauteile:

- Kap. 10.1: Asphaltsschichten
- Kap. 10.2: ungebundene Tragschichten
- Kap. 10.3: Oberboden
- Kap. 10.4: natürlich anstehender Untergrund

Die Bewertung der Asphaltsschichten und die LAGA - Zuordnungen der untersuchten Böden sind in der **Anlage 1 zeichnerisch dargestellt** und in der Anlage 6 zusammengefasst.

### 10.1 Asphaltsschichten

Die Asphaltsschichten wurden vorab für die gezielte Festlegung des chemischen Analysenprogramms nach dem Schnellverfahren in Anlehnung an FGSV AP 27/2 auf carbostämmige Bindemittel überprüft. Die im Rahmen der Asbestuntersuchung erfolgte sensorische Ansprache der Gesteinsfraktion ergab bei allen Asphaltproben keine Hinweise auf asbesthaltige Mineralien in dem Zuschlagstoff. Somit wurden die Einzelproben zur Mischprobe 3 vereinigt und nach Verfahren BIA 7487/TRGS 517 (WHO) quantitativ auf Asbestfasern untersucht.

Im Hinblick auf eine mögliche Trennung von unterschiedlich mit Teer belasteten Asphaltsschichten erfolgten getrennte Teergehaltsanalysen an zwei Mischproben

- MP 1 (Fahrbahn „Am Kreisel“) und
- MP 2 (Fahrbahn „Am Anger“).



### 10.1.1 Fahrbahn „Am Kreisel“

Schadstoffbelastung <b>MP 1:</b>  PAK: 1,9 mg/kg Phenolindex: < 10 µg/l	<u>Tiefe:</u> 16 cm <u>Verwertungsklasse n. RuVA:</u> <b>A</b> <u>Abfallschlüssel:</u> <b>17 03 02</b> <u>Abfallbezeichnung:</u> Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen <u>Entsorgung:</u> ⇒ <b>Nicht gefährlicher Abfall</b> ⇒ Entsorgung zur Verwertung ⇒ Dokumentation der Verwertung
Asbestanteil: Mischprobe MP 3: < 0,008 M.-%	<b>Bewertung nach den Anforderungen des Arbeitsschutzes</b> Nach den Vorgaben der TRGS 517 sind Asphaltsschichten mit einem Anteil lungengängiger Asbestfasern gem. WHO < 0,008 M.-% als „ <b>asbestfrei</b> “ zu deklarieren. „Besondere Maßnahmen“ zum Arbeits- und Gesundheitsschutz sind <b>nicht erforderlich</b> .

### 10.1.2 Fahrbahn „Am Anger“

Schadstoffbelastung <b>MP 2:</b>  PAK: 0,8 mg/kg Phenolindex: < 10 µg/l	<u>Tiefe:</u> ≤ 6 cm <u>Verwertungsklasse n. RuVA:</u> <b>A</b> <u>Abfallschlüssel:</u> <b>17 03 02</b> <u>Abfallbezeichnung:</u> Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen <u>Entsorgung:</u> ⇒ <b>Nicht gefährlicher Abfall</b> ⇒ Entsorgung zur Verwertung ⇒ Dokumentation der Verwertung
Asbestanteil: Mischprobe MP 3: < 0,008 M.-%	<b>Bewertung nach den Anforderungen des Arbeitsschutzes</b> Nach den Vorgaben der TRGS 517 sind Asphaltsschichten mit einem Anteil lungengängiger Asbestfasern gem. WHO < 0,008 M.-% als „ <b>asbestfrei</b> “ zu deklarieren. „Besondere Maßnahmen“ zum Arbeits- und Gesundheitsschutz sind <b>nicht erforderlich</b> .

## 10.2 ungebundene Tragschichten

Die ungebundenen Tragschichten (schlackenhaltige Kiese) aus den Fahrbahnen „Am Kreisel“ und „Am Anger“ wurden in einer Mischprobe MP 4 nach dem Mindestumfang der LAGA (TR Boden) analysiert.

Die Zuordnung nach **LAGA > Z 2** erfolgte auf Grund des erhöhten Sulfat-Gehalts. Es handelt sich daher um nicht gefährlichen Abfall

Zuordnungskriterium <b>MP 4:</b>	<u>Gesamttiefe:</u>	≤ 60 cm Tiefe unter OK Fahrbahn
Sulfat: 250 mg/l	<u>Zuordnungswert TR Boden:</u>	> <b>Z 2</b> (Technische Regel Boden: Sand)
weitere Grenzwertüberschreitungen:	<u>Abfallschlüssel:</u>	<b>17 05 04</b>
PAK 4,0 mg/kg	<u>Abfallbezeichnung:</u>	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen
el. Leitfähigkeit 892 µS/cm	<u>Entsorgung:</u>	⇒ <b>nicht gefährlicher Abfall</b>
pH-Wert 11,1		⇒ Entsorgung zur gem. den Anforderungen der LAGA.
		⇒ Entsorgung im vereinfachten Verfahren
		⇒ Dokumentation des Entsorgungsweges.

## 10.3 Oberboden

Bei dem Oberboden aus den landwirtschaftlichen Nutzfläche handelt sich überwiegend um Schluffe mit sandigen und humosen Anteilen bis i. M. 30 cm Tiefe. Die Untersuchung erfolgte getrennt nach dem 1. Bauabschnitt (MP 5) und dem 2. Bauabschnitt (MP 6).

Benennung nach DIN 4022 ⇒ **schwach humos**.

Die Bewertung der Oberböden erfolgte nach den Regelwerken:

1. **Bundesbodenschutzgesetz** für den Fall einer Verwertung vor Ort z. B. zur Geländemodellierung.
2. **LAGA (TR Boden)** für den Fall einer möglichen Entsorgung

### 1. Bewertung nach Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)

**Einhaltung** der Vorsorgewerte der BBodSchV im 1 und 2. Bauabschnitt

Demnach ist das Auf- / Einbringen auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht und auch die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht zulässig.

### 2. Bewertung nach LAGA (TR Boden)

Die Zuordnung nach LAGA = Z 2 im 1. BA (MP 5) und nach LAGA = Z1.1 im 2. BA (MP 6) erfolgt ausschließlich wegen der organischen Anteile. Diese ist notwendig für den Fall einer Entsorgung zur Beseitigung auf einer Deponie, da für Deponien Grenzwerte für den zulässigen organischen / humosen Gehalt vorliegen. Ansonsten wurden die Z 0-Grenzwerte eingehalten.

<b>Oberboden 1. Bauabschnitt</b> Zuordnungskriterium <b>MP 5:</b> TOC-Gehalt 1,7 M.-%	<u>Gesamttiefe:</u> <u>Zuordnungswert TR Boden:</u> <u>Abfallschlüssel:</u> <u>Abfallbezeichnung:</u> <u>Entsorgung:</u>	i. M 30 cm unter OK Gelände erkundet. <b>Z 2</b> (Technische Regel Boden: Lehm) <b>17 05 04</b> Boden und Steine, die nicht unter 17 05 03 fallen ⇒ <b>nicht gefährlicher Abfall</b> ⇒ Entsorgung zur Verwertung ⇒ Entsorgung im vereinfachten Verfahren. ⇒ Dokumentation des Entsorgungsweges.
<b>Oberboden 2. Bauabschnitt</b> Zuordnungskriterium <b>MP 6:</b> TOC-Gehalt 1,4 M.-%	<u>Gesamttiefe:</u> <u>Zuordnungswert TR Boden:</u> <u>Abfallschlüssel:</u> <u>Abfallbezeichnung:</u> <u>Entsorgung:</u>	i. M 30 cm unter OK Gelände erkundet. <b>Z 1.1</b> (Technische Regel Boden: Sand) <b>17 05 04</b> Boden und Steine, die nicht unter 17 05 03 fallen ⇒ <b>nicht gefährlicher Abfall</b> ⇒ Entsorgung zur Verwertung ⇒ Entsorgung im vereinfachten Verfahren. ⇒ Dokumentation des Entsorgungsweges.

**Fazit:** Der Oberboden darf Vorort verbleiben.

## 10.4 Untergrund

### 10.4.1 Lösslehm / Schwemtlehm

Es handelt sich um den erkundeten Lösslehm und Schwemtlehm bis max. 4 m Tiefe im gesamten Plangebiet.

Schadstoffbelastung **MP 7:**

⇒ keine Belastung

<u>Gesamttiefe:</u>	max. 4,2 m Tiefe unter OK Gelände
<u>Zuordnungswert TR Boden:</u>	<b>Z 0</b> (Technische Regel Boden: Lehm / Ton)
<u>Abfallschlüssel:</u>	<b>17 05 04</b>
<u>Abfallbezeichnung:</u>	Boden und Steine, die nicht unter 17 05 03 fallen
<u>Entsorgung:</u>	⇒ <b>nicht gefährlicher Abfall</b> ⇒ Entsorgung zur Verwertung gem. den Anforderungen der LAGA. ⇒ Entsorgung im vereinfachten Verfahren

### 10.4.2 Sande und Kiese

Es handelt sich um die erkundeten (glazi-)fluviatilen Sande und Kiese sowie lokal aufgefüllten Sande des gesamten Plangebiets bis max. 5,0 m Tiefe unter OK Gelände.

Zuordnungskriterium **MP 9:**

Nickel 17,0 mg/kg

<u>Gesamttiefe:</u>	max. 5 m Tiefe unter OK Gelände
<u>Zuordnungswert TR Boden:</u>	<b>Z 1.1</b> (Technische Regel Boden: Sand)
<u>Abfallschlüssel:</u>	<b>17 05 04</b>
<u>Abfallbezeichnung:</u>	Boden und Steine, die nicht unter 17 05 03 fallen
<u>Entsorgung:</u>	⇒ <b>nicht gefährlicher Abfall</b> ⇒ Entsorgung zur Verwertung gem. den Anforderungen der LAGA. ⇒ Entsorgung im vereinfachten Verfahren

### 10.4.3 Geschiebelehm / -mergel und Verwitterungslehm, verw. Fels

Es handelt sich um den Geschiebelehm /-mergel, Verwitterungslehm und Mergelstein im gesamten Plangebiet bis max. 5 m Tiefe unter OK Gelände.

Zuordnungskriterium **MP 8:**

Sulfat 26,6 mg/l

<u>Gesamttiefe:</u>	max. 5 m Tiefe unter OK Gelände
<u>Zuordnungswert TR Boden:</u>	<b>Z 1.2</b> (Technische Regel Boden: Sand)
<u>Abfallschlüssel:</u>	<b>17 05 04</b>
<u>Abfallbezeichnung:</u>	Boden und Steine, die nicht unter 17 05 03 fallen
<u>Entsorgung:</u>	⇒ <b>nicht gefährlicher Abfall</b> ⇒ Entsorgung zur Verwertung gem. den Anforderungen der LAGA. ⇒ Entsorgung im vereinfachten Verfahren

## XI Hinweise und Empfehlungen zur Entsorgung

<b>Allgemein</b>	<p>Nach Gebot des Kreislaufwirtschaftsgesetzes KrWG ist eine Entsorgung zur Verwertung gegenüber einer Entsorgung zur Beseitigung nach Möglichkeit vorzuziehen.</p> <p>Der unter Berücksichtigung der Schadstoffbelastung und des Bauverfahrens günstigste Entsorgungsweg ist durch den Abfallerzeuger zu recherchieren.</p> <p>Bei Bedarf können wir auf der Grundlage der Deklarationsanalysen und einer aktuellen Marktrecherche auch den unter wirtschaftlichen und abfallrechtlichen Gesichtspunkten geeigneten Entsorgungsweg empfehlen.</p>
<b>Asphalt der Verwertungsklasse A</b>	<p>Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A sollte nach Möglichkeit als Zugabematerial für Heißmischgut wieder verwertet werden.</p> <p><i>Voraussetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Einhaltung des Erweichungspunktes RuK</li><li>- keine Beimengungen von der unterlagernden Auffüllung.</li></ul>
<b>Boden der Einbauklasse &gt; Z 2 wegen erhöhtem Sulfat-Gehalt</b>	<p>Die Einstufung ungebunden Tragschichten in den Fahrbahnen „Am Kreisel“ und „Am Anger“ in die Zuordnungsklasse nach LAGA &gt; Z 2 erfolgte ausschließlich aufgrund des erhöhten Sulfat-Gehaltes.</p> <p>Es handelt sich im nicht gefährlichen Abfall.</p>
<b>Boden der Einbauklasse Z 1.1 und Z 1.2</b>	<p>Verwertung unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen gemäß LAGA 20, Nr. II 1.2.3.3 möglich.</p>
<b>Boden der Einbauklasse Z 0</b>	<p>Verwertung unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen gemäß LAGA 20, Nr. II 1.2.3.2.</p>
<b>Oberboden</b>	<p>Gemäß § 202 BauGB <i>Schutz des Mutterbodens</i> ist Mutterboden bzw. Oberboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung und Vergeudung zu schützen und einer <b>hochwertigen Verwertung</b> zuzuführen.</p> <p>Der Oberboden ist zu separieren und seitlich zur Wiederverwendung zu lagern. Der Zustand bzw. die Funktion darf durch die Zwischenlagerung nicht negativ beeinflusst werden.</p> <p>Die Oberböden wurden nach den LAGA (TR Boden) = <b>Z 2</b> und <b>Z 1.1</b> zugeordnet.</p> <p>Die Zuordnung erfolgte ausschließlich aufgrund der organischen Anteile (TOC) im Oberboden. Bei den weiteren analysierten Parametern wurden die Grenzwerte für LAGA = Z 0 unterschritten.</p>

## XII Hinweise zur Qualitätssicherung

### Nicht gefährlicher Abfall

Asphalt: Verwertungsklasse A

Boden: LAGA  $\leq$  Z 2 und  
LAGA  $>$  Z 2 wegen Sulfat

Der Entsorgungsweg ist für nicht gefährliche Abfälle zu dokumentieren.

Die nicht gefährlichen Abfälle können im vereinfachten Verfahren entsorgt werden (z. B. durch Übernahmescheine).

### Entsorgungsüberwachung

Die Verwertung von Abfällen erfordert nach den Technischen Regeln der LAGA - Mitteilungen 20 eine Qualitätssicherung.

Für zu deponierende Abfälle sind entsprechend der Deponieverordnung baubegleitend Kontrollanalysen im Umfang von 1 x Analyse / 1.000 to. durchzuführen.

Braunschweig, 13.10.2015

**geo-log** Ingenieurgesellschaft mbH



Dipl.-Geol. Dieter Grundke



Dipl.-Geol. Hauke Dibbern