

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-ing@geo-log.de



# Entwässerungsplanung WA 67, WA 70 und BI 39

## Regenrückhaltebecken, Grabenherstellung zur Schunter, SW-Kanalisation, RW-Kanalisation


### Baugrunderkundungen und Schadstoffuntersuchungen

Auftraggeber:



Steinweg 26  
38 100 Braunschweig

Auftragnehmer:

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

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Andreas Heumann

Bericht Nr.:

**09259-K**

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>	
<b>I</b>	<b>Vorgang / Aufgabenstellung</b>	<b>5</b>
<b>II</b>	<b>Durchführung der Untersuchungen</b>	<b>6</b>
<b>III</b>	<b>Verwendete Unterlagen</b>	<b>7</b>
<b>IV</b>	<b>Baugrundverhältnisse</b>	<b>7</b>
	4.1 Schichtenaufbau und -verbreiterung	8
	4.2 Klassifizierung der Bodenarten	9
<b>V</b>	<b>Grundwassersituation</b>	<b>11</b>
	5.1 Allgemein	11
	5.2 GW-Spiegellage	11
	5.3 Durchlässigkeit der untersuchten Böden	13
<b>VI</b>	<b>Ergebnisse der geotechnische Untersuchungen im Straßenraum</b>	<b>14</b>
	6.1 Fahrbahnaufbau „Forststraße“ (Startgrube Bahnquerung)	14
	6.2 Fahrbahnaufbau „Am Mühlenkamp“	15
<b>VII</b>	<b>Baugrundbeurteilung und Hinweise für grabenlose Bauweise</b>	<b>16</b>
	7.1 Allgemeine Planungshinweise	16
	7.2 Beurteilung des Baugrundes	17
	7.3 Hinweise zur Bauausführung	19
	7.5 Qualitätssicherung für grabenlose Bauweise	19
<b>VIII</b>	<b>Baugrundbeurteilung und Hinweise für offene Bauweise</b>	<b>20</b>
	8.1 Beurteilung der Baugrundsituation für den Kanalbau	20
	8.2 Hinweise zur Ausführung der Baugruben und Gräben	21
	8.3 GW-Haltungsmaßnahmen	23
<b>IX</b>	<b>Hinweise zur Bauausführung Graben und Regenrückhaltebecken</b>	<b>24</b>
	9.1 Hinweise zur Herstellung des Regenrückhaltebeckens	24
	9.2 Hinweise zum Neubau des Entwässerungsgrabens	26

<b>X</b>	<b>Allgemeine Hinweise und Empfehlungen</b>	<b>27</b>
10.1	Auftriebssicherheit	27
10.2	Beurteilung betonangreifender Wässer	27
10.3	Wiederverwendung des Aushubbodens	27
<b>XI</b>	<b>Aktuelle abfallrechtliche Situation in Braunschweig</b>	<b>28</b>
<b>XII</b>	<b>Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen</b>	<b>29</b>
12.1	Asphaltschichten (Forststraße)	29
12.2	Pflasterdecke (Am Mühlenkamp)	29
12.3	Ungebundene Tragschicht + Auffüllung (Forststraße, Am Mühlenkamp)	30
12.4	Untergrund	30
<b>XIII</b>	<b>Verwertung von humosem Oberboden („Mutterboden“)</b>	<b>31</b>
13.1	Bewertung der chemischen Analysen	32
13.2	Hinweise zur Verwertung	32
<b>XIV</b>	<b>Hinweise für die Entsorgung</b>	<b>33</b>
<b>XV</b>	<b>Hinweise zur Qualitätssicherung</b>	<b>34</b>

## Anlagenverzeichnis

<b>Anlage 1</b>	Lagepläne
<b>Anlage 2</b>	Bohrprofilschnitte
2.1	Bohrprofilschnitt A – A' „Bahnquerung“
2.2	Bohrprofilschnitt B – B' „Graben“
2.3	Bohrprofilschnitt C – C' „Regenrückhaltebecken Süd“
2.4	Bohrprofilschnitt D – D' „Regenrückhaltebecken Mitte“
2.5	Bohrprofilschnitt E – E' „Regenrückhaltebecken Nord“
2.6	Bohrprofilschnitt F – F' „Am Mühlenkamp“
<b>Anlage 3</b>	Schichtenverzeichnisse
<b>Anlage 4</b>	Bodenmechanische Laborversuche
4.1 – 4.2	Körnungslinien nach DIN 18 123
4.3	Glühverlust nach DIN 18 128
<b>Anlage 5</b>	Untersuchung des Straßenaufbaus
<b>Anlage 6</b>	Zuordnung nach LAGA (TR Boden)
6.1	Probenliste der Asphalt - und Bodenproben und zusammenfassende Schadstoffbewertung
6.2	Schadstoffbewertung der Aushubmaterialien als „Boden“, Untersuchung auf Schadstoffe, Zusammenstellung der Analyseergebnisse nach LAGA (TR Boden) Stand 05.11.2004.
<b>Anlage 7</b>	Chemische Analyseberichte
7.1	Asphalt (Prüfbericht 123 208 der BIOLAB Umweltanalysen GmbH)
7.2	Boden (Prüfbericht 2009-00344 des Labors der Stadtentwässerung Braunschweig GmbH)
7.3	Wasser (Prüfbericht 2009-00371 des Labors der Stadtentwässerung Braunschweig GmbH)
<b>Anlage 8</b>	Grundwasserganglinie
<b>Anlage 9</b>	Fotodokumentation

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

## I Vorgang / Aufgabenstellung

<b>Auftraggeber</b>	Stadtentwässerung Braunschweig GmbH. Beauftragung am 25.09.2009.
<b>Planungsbüro</b>	Behrendt Ingenieure, 38170 Vahlberg
<b>Untersuchungsort</b>	Forststraße, Schunterniederung sowie Am Mühlenkamp in Braunschweig-Bienrode.
<b>Untersuchungen</b>	Erkundung der geplanten Kanaltrassen und der Bereiche für RRB und Gräben sowie Schadstoffuntersuchungen - der Asphaltsschichten, - der ungebundenen Straßenausbaustoffe, - des Aushubmaterials.
<b>Anlass der Untersuchungen</b>	Im Rahmen der Entwässerungsplanung WA 67, WA 70 und BI 39 in Braunschweig-Bienrode sind nachfolgende Maßnahmen geplant: <ol style="list-style-type: none"><li>1. <u>Südliche Bahnquerung</u> der Bahnstrecke 1902 „Braunschweig Hbf. – Gifhorn“ zwischen der Hermann-Blenk-Straße und der Forststraße: Neubau eines Regenwasserkanals 2 x DN 800 STZ, L = 18,5 m bzw. L = 23,5 m in geschlossener Kanalbauweise.</li><li>2. <u>Ausgleichs-/ Ersatzfläche zwischen Regenrückhaltebecken und „südliche Bahnquerung“</u>: Neubau eines Regenwasserkanals DN 1.600 StB, L = 113,5 m in offener Kanalbauweise.</li><li>3. <u>Regenrückhaltebecken</u> RRB (L = 100 m / B = 113 m): Neubau westlich „An der Bahn“.</li><li>4. Anlage eines <u>Entwässerungsgrabens</u> (L = 278 m) zwischen RRB und der Vorflut „Schunter“.</li><li>5. <u>„Am Mühlenkamp“</u> Neubau eines Regen- und Schmutzwasserkanals DN 300 StB und DN 200 STZ, L = 70 m in offener Kanalbauweise</li></ol>

## II Durchführung der Untersuchungen

<b>Datum</b>	23.10.2009 bis 29.10.2009
<b>Untersuchungsumfang</b>	<p><b>Bohrungen und Sondierungen</b></p> <p>für die Bahnquerung:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 1 x Oberflächenbohrung (OB),</li><li>- 1 x Kleinrammbohrung (KRB),</li><li>- 2 x Leichte Rammsondierung (DPL),</li><li>- 1 x Baggerschurf (SCH).</li></ul> <p>für den Kanalneubau Bahn – Regenrückhaltebecken (RRB):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 2 x Kleinrammbohrung (KRB).</li></ul> <p>für den Neubau RRB und Entwässerungsgraben:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 2 x Oberflächenbohrung (OB),</li><li>- 11 x Kleinrammbohrung (KRB),</li><li>- 3 x Ausbau KRB zu temporären Grundwassermessstellen (GWM).</li></ul> <p>für den Kanalneubau „Am Mühlenkamp“:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 1 x Oberflächenbohrung (OB),</li><li>- 1 x Kleinrammbohrung (KRB).</li></ul>
	<p><b>Bodenmechanische Laborversuche</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 3 x Korngrößenverteilung nach DIN 18123,</li><li>- 1 x Glühverlust nach DIN 18 128.</li></ul>
<b>Datum</b>	<p><b>Chemische Analytik</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 1 x PAK-Analyse am Asphalt „Forststraße“</li><li>- 1 x LAGA-Analyse (Boden) an den ungeb. Tragschichten</li><li>- 2 x LAGA-Analyse (Boden) am Oberboden,</li><li>- 2 x LAGA-Analyse (Boden) am Untergrund (anstehender Boden),</li><li>- 1 x Betonaggressivität (Wasser).</li></ul>

### III Verwendete Unterlagen

Für die Durchführung der Geotechnischen Untersuchungen standen uns nachfolgende Unterlagen zur Verfügung:

- /1/ „Entwässerungsplanung WA 70, WA 67, BI 39, SW-Kanalisation, RW-Kanalisation, Vorfluter und Regenrückhaltebecken – Ausführungsplanung“, Übersichtsplan, Anlage 1, Maßstab 1:50.000, Behrendt Ingenieure vom 26.11.2009
- /2/ „Entwässerungsplanung WA 70, WA 67, BI 39, SW-Kanalisation, RW-Kanalisation, Vorfluter und Regenrückhaltebecken – Ausführungsplanung“, Einzugsgebiet Regenrückhaltebecken, Anlage 2, Maßstab 1:2.500, Behrendt Ingenieure vom 26.11.2009
- /3/ „Entwässerungsplanung WA 70, WA 67, BI 39, SW-Kanalisation, RW-Kanalisation, Vorfluter und Regenrückhaltebecken – Ausführungsplanung“, Lageplan, Anlage 3.1 – 3.5, Maßstab 1:500, Behrendt Ingenieure vom 26.11.2009
- /4/ „Entwässerungsplanung WA 70, WA 67, BI 39 – Ausführungsplanung“, Längsschnitt, Anlage 4.1 – 4.4, Maßstab 1:500/1:50, Behrendt Ingenieure vom 26.11.2009
- /5/ „Entwässerungsplanung WA 70, WA 67, BI 39 – Ausführungsplanung“, Ablauf RRB, Anlage 5.1, Maßstab 1:50, Behrendt Ingenieure vom 26.11.2009
- /6/ „Entwässerungsplanung WA 70, WA 67, BI 39 – Ausführungsplanung“, Querprofile, Anlage 6.1 – 6.2, Maßstab 1:100, Behrendt Ingenieure vom 26.11.2009
- /7/ „Entwässerungsplanung WA 70, WA 67, BI 39 – Ausführungsplanung“, Regelprofile Kanäle, Anlage 7, Maßstab 1:25, Behrendt Ingenieure vom 26.11.2009
- /8/ „Entwässerungsplanung WA 70, WA 67, BI 39, Bahnquerung – Ausführungsplanung“, Anlage 8.1 – 8.6, Behrendt Ingenieure vom 26.11.2009
- /9/ „Entwässerungsplanung WA 70, WA 67, BI 39 – Ausführungsplanung“, Grunderwerbsplan, Anlage 9, Maßstab 1:500, Behrendt Ingenieure vom 26.11.2009

Darüber hinaus wurden die Ergebnisse aus eigenen Erkundungstätigkeiten im Umfeld der aktuell geplanten Baumaßnahme berücksichtigt:

- /10/ „Kanalbaumaßnahme „Altmarkstraße Süd“ in Braunschweig, OT Bienrode, Baugrunderkundungen und Schadstoffuntersuchungen“ Bericht Nr. 07509-K der geo-log Ingenieurgesellschaft mbH vom 22.02.2008
- /11/ „PL 2397: „Nördliche Querung“ (L 625) DN 300 STZ im Zuge der Kanalbaumaßnahme „Altmarkstraße“, 3. Bauabschnitt, Geotechnische Untersuchungen für den grabenlosen Rohrleitungsbau sowie Schadstoffuntersuchungen“, Bericht Nr.: 08398-K der geo-log Ingenieurgesellschaft mbH vom 30.01.2009
- /12/ „Kanalbaumaßnahme „Altmarkstraße“, 3. Bauabschnitt in Braunschweig, OT Bienrode, Ergänzende Schadstoffuntersuchungen“, Bericht Nr.: 08398-K/2 der geo-log Ingenieurgesellschaft mbH vom 02.02.2009

### IV Baugrundverhältnisse

<b>Ergebnisdarstellung</b>	<u>Lageplan</u>	(Anl. 1)	Darstellung der Aufschlusspunkte.
	<u>Bohrprofilschnitte</u>	(Anl. 2)	Ergebnisdarstellung in Bohrprofilen.
	<u>Schichtenverz.</u>	(Anl. 3)	Schichtenverzeichnisse n. DIN 4022.
	<u>Laborversuche</u>	(Anl. 4)	Körnungslinie nach DIN 18 123.

## 4.1 Schichtenaufbau und -verbreiterung

<b>Geologischer Rahmen</b>	regional-geologisch	Holozäne Ablagerungen sowie eiszeitliche Bildungen der Weichselkaltzeit
	zu erwartende Böden	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auffüllungen,</li> <li>- Oberboden (Holozän),</li> <li>- Auelehm (Holozän),</li> <li>- Niedermoortorfe (Holozän)</li> <li>- fluviatile Sande (Weichselkaltzeit).</li> </ul>
<b>Oberboden</b>	- Schichtgrenzen	bis max. 0,8 m u. GOK.
	- Petrographie	Sand, humos, einzeln schwach schluffig
	- Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>- grobkörnige Böden gem. DIN 18 196</li> <li>- Bodengruppe OH</li> <li>- setzungs- und sackungsempfindlich</li> <li>- lockere bis mitteldichte Lagerung</li> </ul>
<b>Auffüllung</b>	- Schichtgrenzen	bis 1,50 m u. GOK.
	- Petrographie	Mittel- und Feinsand, einzeln mit grobsandigen und schluffigen Anteilen
	- Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>- grobkörnige Böden gem. DIN 18 196</li> <li>- Bodengruppe SE – SW – SU</li> <li>- stark durchlässig – durchlässig gem. DIN 18 130</li> <li>- mitteldichte bis dichte Lagerung</li> </ul>
<b>Auelehm (nur im Bereich RRB + Entwässerungsgraben)</b>	- Schichtgrenzen	bis max. 3,1 m u. GOK.
	- Petrographie	Schluff, feinsandig, schwach tonig
	- Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>- feinkörnige Böden gem. DIN 18 196</li> <li>- Bodengruppe UL</li> <li>- schwach durchlässig gem. DIN 18 130</li> <li>- setzungsempfindlich, kann schon bei geringer Wasserzufuhr und bei gleichzeitiger dynamischer Beanspruchung mit Konsistenzverlust reagieren und die ohnehin geringe Tragfähigkeit verlieren</li> <li>- (durchlässig) - schwach durchlässig gem. DIN 18130</li> <li>- überwiegend weiche Konsistenz, untergeordnet breiig-weich Konsistenz</li> </ul>
<b>Niedermoortorfe (nur im Bereich RRB + Entwässerungsgraben)</b>	- Schichtgrenzen	bis max. 6,30 m u. GOK
	- Petrographie	Torfe, mäßig bis stark zersetzt, z. T. mit Pflanzenfasern
	- Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>- organische Böden gem. DIN 18196</li> <li>- Bodengruppe HN – HZ</li> <li>- Pflanzenstrukturen im Torf überwiegend noch deutlich erkennbar</li> <li>- weiche bis steife Konsistenz</li> </ul>



<b>Fluviatile Sande</b>	- Schichtgrenzen	bis max. 7,0 m u. GOK erkundet.
	- Petrographie	Mittelsande, z. T. Fein- und Grobsande, vereinzelt mit kiesigen und schluffigen Anteilen.
	- Eigenschaften	- grobkörnige Böden gem. DIN 18 196 - Bodengruppe SE – SW – SU - stark durchlässig – durchlässig gem. DIN 18 130 - mitteldichte bis dichte Lagerung

## 4.2 Klassifizierung der Bodenarten

Den aufgeführten Schichten können die im Folgenden dargestellten bodenmechanischen Kennwerte zugeordnet werden. Es handelt sich um charakt. Werte im Sinne der DIN 1054, die in erdstatischen Berechnungen Verwendung finden können.

<b>Oberboden</b>	Geologische Bezeichnung	Oberboden, Holozän	
	Bodengruppe (DIN 18196)	OU	
	Bodenklasse (DIN 18300)	1	
	Bodenart (ATV A 127)	G 4	
<b>Auffüllung</b>	Geologische Bezeichnung	Auffüllung, Holozän	
	Bodengruppe (DIN 18196)	[SE] – [SW] – [SU]	
	Bodenklasse (DIN 18300)	3	
	Bodenart (ATV A 127)	G 1 - G 2	
	Bodenklasse (DIN 18319)	LNE 2 – LNW 2	
	Verdichtbarkeitsklasse (ZTVA-StB 97/06)	V 1	
	Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB)	F 1	
	Wichte, erdfeucht	$\gamma_k = 17,5 - 21,0$	kN/m <sup>3</sup>
	Wichte, unter Auftrieb	$\gamma'_k = 9,5 - 11,0$	kN/m <sup>3</sup>
	Reibungswinkel	$\phi'_k = 30,0 - 32,5$	°
	Kohäsion	$c'_k = 0$	kN/m <sup>2</sup>
	Steifemodul	$E_{s k} = 20 - 45$	MN/m <sup>2</sup>
<b>Auelehm</b>	Geologische Bezeichnung	Auelehm, Holozän	
	Bodengruppe (DIN 18196)	UL	
	Bodenklasse (DIN 18300)	4	
	Bodenart (ATV A 127)	G 3	
	Bodenklasse (DIN 18319)	LBM 1	
	Verdichtbarkeitsklasse (ZTVA-StB 97/06)	V 3	
	Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB)	F 3	

	Wichte, erdfeucht	$\gamma_k = 18,0 - 21,0$	kN/m <sup>3</sup>
	Wichte, unter Auftrieb	$\gamma'_k = 8,0 - 11,0$	kN/m <sup>3</sup>
	Reibungswinkel	$\varphi'_k = 27,5 - 30,0$	°
	Kohäsion	$c'_k = 0 - 8$	kN/m <sup>2</sup>
	Steifemodul	$E_{s\ k} = 5 - 10$	MN/m <sup>2</sup>
<b>Niedermoortorfe</b>	Geologische Bezeichnung	Niedermoortorfe, Holozän	
	Bodengruppe (DIN 18196)	HN - HZ	
	Bodenklasse (DIN 18300)	2	
	Bodenart (ATV A 127)	-	
	Bodenklasse (DIN 18319)	LO	
	Verdichtbarkeitsklasse (ZTVA-StB 97/06)	-	
	Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB)	-	
	Wichte, erdfeucht	$\gamma_k = 11,0 - 15,0$	kN/m <sup>3</sup>
	Wichte, unter Auftrieb	$\gamma'_k = 1,0 - 5,0$	kN/m <sup>3</sup>
	Reibungswinkel	$\varphi'_k = 12,5 - 17,5$	°
	Kohäsion	$c'_k = 0 - 5$	kN/m <sup>2</sup>
	Steifemodul	$E_{s\ k} = 1 - 3$	MN/m <sup>2</sup>
	<b>fluviatile Sande</b>	Geologische Bezeichnung	Fluviatile Ablagerungen, Weichselkaltzeit
Bodengruppe (DIN 18196)		SE (untergeordnet SW, SU)	
Bodenklasse (DIN 18300)		3 (unter Wassersättigung 2)	
Bodenart (ATV A 127)		G 1 (- G 2)	
Bodenklasse (DIN 18319)		LNE 2 – LNE 3 – LNW 3	
Verdichtbarkeitsklasse (ZTVA-StB 97/06)		V 1	
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB)		F 1	
Wichte, erdfeucht		$\gamma_k = 17,5 - 21,0$	kN/m <sup>3</sup>
Wichte, unter Auftrieb		$\gamma'_k = 9,5 - 11,0$	kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel		$\varphi'_k = 30,0 - 32,5$	°
Kohäsion		$c'_k = 0$	kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul		$E_{s\ k} = 40 - 50$	MN/m <sup>2</sup>

## V Grundwassersituation

### 5.1 Allgemein

#### Hydrogeologische Situation

Im Untersuchungsgebiet wird die hydrogeologische Situation durch weichselzeitliche fluviatile Sande bestimmt. Die nächstgelegene Vorflut ist das Fließgewässer der „Schunter“.

Die Beurteilung der GW-Verhältnisse stützt sich auf die im Zuge der Baugrunderkundung bis in 5 m Tiefe unter OK Fahrbahn abgeteuften Kleinrammbohrungen, die GW-Beobachtungen in der eingerichteten temporären GW-Messstelle im Oktober 2009 und die nachfolgende Recherche.

Die nächsten zum Projektgebiet gelegenen amtlichen Grundwassermessstellen sind die Messstellen BI-007 und BI-005 (s. Anlage 8):

- BI-007 steht in der Straße „Dammwiese“, ca. 300 m nordwestlich des Untersuchungsabschnittes,
- BI-005 steht in der Straße „Maschweg“, Ecke „Waggumer Straße“, ca. 300 m nordöstlich des Untersuchungsabschnittes.

Die in diesen Messstellen im Zeitraum von 1991 bis zum April 2009 abgelesenen Wasserstände wurden uns vom Fachbereich Umwelt der Stadt Braunschweig zur Verfügung gestellt.

Die GW-Ganglinie erlaubt die Bestimmung des „Bemessungswasserstandes“ im Projektgebiet.

### 5.2 GW-Spiegellage

#### Ergebnisse der Grundwasserbeobachtungen

In den fluviatilen Sanden existiert ein lateral aushaltender Porengrundwasserleiter.

Hydrogeologisch ist von einer hydraulischen Verbindung zwischen dem Grundwasserleiter im Untersuchungsgebiet und dem Fließgewässer der Schunter auszugehen.

**In der Tendenz der GW-Messwerte ist ein deutliches Grundwassergefälle in westlicher Richtung zur Schunterniederung als Vorflut hin zu verzeichnen.**

<b>GW-Spiegellage</b>	<p>Vom 23.10. bis 27.10.2009 wurden folgende GW-Stände gemessen:</p> <p>Bahnquerung, RBB, Entwässerungsgraben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1,93 m u. GOK (= ca. 70,27 m NN) in der KRB 2,</li> <li>- 1,70 m u. GOK (= ca. 70,05 m NN) in der KRB 3,</li> <li>- 2,50 m u. GOK (= ca. 68,63 m NN) in der KRB 4,</li> <li>- 1,60 m u. GOK (= ca. 69,01 m NN) in der KRB 5,</li> <li>- 1,20 m u. GOK (= ca. 68,43 m NN) in der KRB 6,</li> <li>- 1,20 m u. GOK (= ca. 68,10 m NN) in der GWM 7,</li> <li>- 0,90 m u. GOK (= ca. 68,72 m NN) in der GWM 8,</li> <li>- 1,20 m u. GOK (= ca. 69,21 m NN) in der KRB 9,</li> <li>- 0,97 m u. GOK (= ca. 69,01 m NN) in der GWM 10,</li> <li>- 1,20 m u. GOK (= ca. 68,23 m NN) in der KRB 11,</li> <li>- 0,90 m u. GOK (= ca. 68,17 m NN) in der KRB 12,</li> <li>- 0,90 m u. GOK (= ca. 67,47 m NN) in der KRB 13,</li> <li>- 0,80 m u. GOK (= ca. 67,55 m NN) in der KRB 14,</li> <li>- 0,90 m u. GOK (= ca. 67,45 m NN) in der KRB 15.</li> </ul> <p>Am Mühlenkamp:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2,30 m u. GOK (= ca. 69,46 m NN) in der KRB 1.</li> </ul>		
<b>Grundwasser im Bereich des geplanten RW-Kanals zw. Bahnquerung und RRB</b>	<b>Grundwasserstand unter OK Gelände</b>	<b>Grundwasser im RW – Kanal</b>	
	1,60 – 2,50 m	0,3 m über Rohrsohle (RS) bis 1,7 m über RS	
<b>Grundwasser im Bereich des geplanten RW-Kanals zw. RRB und Entwässerungsgraben</b>	<b>Grundwasserstand unter OK Gelände</b>	<b>Grundwasser im RW – Kanal</b>	
	1,20 m	0,8 m über RS	
<b>Grundwasser im Bereich der geplanten Kanäle „Am Mühlenkamp“</b>	<b>Grundwasserstand unter OK Fahrbahn</b>	<b>Grundwasser im SW – Kanal</b>	<b>Grundwasser im RW – Kanal</b>
	2,38 – 2,14 m	0,6 m unter RS bis 0,5 m über RS	0,9 m bis 1,2 m unter RS
<b>Bemessungswasserstand für das Projektgebiet</b>	<p>Anhand der mehr als 15-jährigen Messreihen in den amtlichen Grundwassermessstellen BI-007 und BI-005 sind die mit den aktuellen Untersuchungen angetroffenen Grundwasserstände als mittlere Grundwasserstände einzustufen (vgl. Anlage 8).</p> <p><b>Auf Grundlage der vg. Messreihe liegt der HGW im Mittel um ca. 0,5 m über den aktuell eingemessenen Grundwasserständen.</b></p>		

### 5.3 Durchlässigkeit der untersuchten Böden

Im Projektbereich bilden die fluviatilen Sande den oberflächennahen Porengrundwasserleiter. Nach den Korngrößenanalysen (Anlage 4) weisen die Sande Feinanteile (< 0,063 mm) von ca. 1 % auf.

Für die Sande mit Feinanteilen von < 5 Gew.-% wurden nach der Methode von Beyer Durchlässigkeitsbeiwerte abgeleitet.

Für die Sande mit höherem Feinkornanteil wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte nach unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Bodenarten entsprechend DIN 18 130 abgeschätzt.

#### Durchlässigkeit

Sande mit Feinanteilen < 5 Gew.-%:

Durchlässigkeitsbeiwert nach Hazen:  $1,8 \times 10^{-4} \text{ m/s} - 6,3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$   
(„**stark durchlässig** bis **durchlässig**“).

Sande mit Feinanteilen < 10 Gew.-%:

$k_f = 1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-6}$   
(„**durchlässig**“).

Sande mit Feinanteilen > 10 Gew.-%:

$k_f < 1 \times 10^{-6}$   
(„**durchlässig** bis **schwach durchlässig**“).

## VI Ergebnisse der geotechnische Untersuchungen im Straßenraum

<b>Ergebnisdarstellung</b>	<u>Lageplan</u>	(Anl. 1)	Darstellung der Aufschlusspunkte.
	<u>Bohrprofilschnitt</u>	(Anl. 2)	Ergebnisdarstellung in Bohrprofilen.
	<u>Schichtenverz.</u>	(Anl. 3)	Schichtenverzeichnisse n. DIN 4022.
	<u>Laborversuche</u>	(Anl. 4)	Körnungslinie nach DIN 18 123.
	<u>Kennblätter</u>	(Anl. 5)	Untersuchung des Straßenaufbaus.
<b>Allgemeines</b>	Die Beurteilung des vorhandenen Fahrbahnaufbaus und der Baugrundsituation für die geplante Kanalbaumaßnahme beruht auf der Interpretation der dokumentierten Felduntersuchungen sowie der notwendigerweise zu treffenden Annahmen zwischen den Baugrundaufschlüssen.		

### 6.1 Fahrbahnaufbau „Forststraße“ (Startgrube Bahnquerung)

<b>Bauweise</b>	Asphalt: - Asphaltdeckschicht AD 0/8, d = 3 cm, - Asphalttragschicht AT 0/22, d = 6 cm, - Asphalttragschicht AT 0/22, d = 3 cm, - Makadamdeckschicht MakAD 0/5, d = 2 cm.
<b>Dicke der Asphaltdecke</b>	Dicke ⇒ 14 cm.
<b>Ungebundene Tragschichten</b>	Schottertragschicht d = 6 cm Grobkies, mittelkiesig (Naturstein und Schlacke) mit Feinkornanteilen von < 5 Gew.-%, Bodengruppe [GW] nach DIN 18 196,  Packlage d = 25 cm Steine, kiesig, (Naturstein) mit Feinkornanteilen von < 5 Gew.-%.
<b>Untergrund</b>	Auffüllung: d = 45 cm Mittelsand, grobsandig, schwach feinsandig, Bodengruppe [SE] nach DIN 18 196,  Fluviatile Sande der Bodengruppe SE nach DIN 18 196.
<b>Frostempfindlichkeit</b>	- STS: F 1 → nicht frostempfindlich - Packlage: F 1 → nicht frostempfindlich - Auffüllung: F 1 → nicht frostempfindlich - Untergrund: F 1 → nicht frostempfindlich
<b>Dicke Straßenoberbau gesamt</b>	45 cm.
<b>Dicke frostsicherer Oberbau</b>	entfällt, da im Untergrund F1-Böden anstehen

## 6.2 Fahrbahnaufbau „Am Mühlenkamp“

<b>Bauweise</b>	<p>Pflasterbauweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Betonpflaster, <span style="float: right;">d = 8 cm,</span></li> <li>- Pflasterbettung, <span style="float: right;">d = 3 cm,</span></li> </ul> <p>Feinsand, mittelsandig,          schwach grobsandig          mit Feinkornanteilen          von &lt; 5 Gew. -%,          Bodengruppe [SE] nach DIN 18 196.</p>
<b>Ungebundene Tragschichten</b>	<p>Schottertragschicht 0/32 <span style="float: right;">d = 6 cm</span>          Kies, sandig,          (Naturstein, gebrochen),          mit Feinkornanteilen          von &lt; 5 Gew. -%,          Bodengruppe [GW] nach DIN 18 196,</p> <p>Frostschuttschicht <span style="float: right;">d = 20 cm</span>          Mittelsand, grobsandig,          schwach feinsandig,          mit Feinkornanteilen          von &lt; 5 Gew. -%,          Bodengruppe [SE] nach DIN 18 196.</p>
<b>Untergrund</b>	<p>Auffüllung: <span style="float: right;">d = 1,20 cm</span>          Feinsand, mittelsandig,          schwach kiesig,          Bodengruppe [SE] nach DIN 18 196,</p> <p>Fluviatile Sande der Bodengruppe SE nach DIN 18 196.</p>
<b>Frostempfindlichkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pflasterbettung: <b>F 1</b> → nicht frostempfindlich</li> <li>- STS: <b>F 1</b> → nicht frostempfindlich</li> <li>- FSS: <b>F 1</b> → nicht frostempfindlich</li> <li>- Auffüllung: <b>F 1</b> → nicht frostempfindlich</li> <li>- Untergrund: <b>F 1</b> → nicht frostempfindlich</li> </ul>
<b>Dicke Straßenoberbau gesamt</b>	40 cm.
<b>Dicke frostsicherer Oberbau</b>	entfällt, da im Untergrund F1-Böden anstehen

## VII Baugrundbeurteilung und Hinweise für grabenlose Bauweise

### 7.1 Allgemeine Planungshinweise

#### Planung

Die Querung der vorhandenen Bahnstrecke 1902 „Braunschweig Hbf. – Gifhorn“ erfolgt nach der aktuellen Planung auf einer Länge von 18,5 m bzw. 23,5 m in grabenloser Bauweise durch 2 RW-Rohre mit einem Durchmesser von jeweils DN 800 STZ.

Mit einer Tiefenlage der Rohrsohle von 68,7 m NN ergibt sich eine Bodenüberdeckung im Bereich der Durchörterung von ca. 2 m. Somit ist die Mindestüberdeckungshöhe der Ril 836 für Rohrvortrieb eingehalten, die für Rohrvortriebsverfahren eine Bodenüberdeckung von  $h_B \geq 2 \times D_a$  fordert.

Der lichte Abstand zwischen den geplanten RW-Rohren beträgt 3,4 m und erfüllt die Forderung der Ril 836 hinsichtlich des Mindestabstandes zwischen benachbarten Querungen von 4 x Nenndurchmesser für Nenndurchmesser >DN 500 bis DN 1000 bei geschlossener Bauweise.

#### Anforderungen an die geotechnischen Untersuchungen

Die durchgeführten geotechnischen Untersuchungen erfüllen die Anforderungen folgender Richtlinien und Normen bzgl. der grabenlose Verlegung:

- DIN EN 12889,
- DWA-A 125 (Fassung 12 / 2008),
- Ril 836 und
- DIN 18 319.

Im Rahmen der Planung sind die grundsätzlichen Rohrleitungs- und Trassenlageparameter auf der Grundlage des vorliegenden Berichtes hinsichtlich ihrer Realisierbarkeit abzusichern.

Für eine grabenlose Bauweise müssen im Rahmen der Planung folgende Punkte erfasst worden sein:

- Exakte Raumlage des gesamten Leitungsbestandes.
- Historische Gründungs- und Fundamentsituation.
- Prüfung des Altlastenkatasters auf etwaige Altablagerungen bzw. Altstandorte.

#### Allgemeines

Die Beurteilung der vorhandenen Baugrundsituation für die geplante grabenlose Neuverlegung des RW-Kanals beruht auf der Interpretation der dokumentierten Feld- und Laboruntersuchungen sowie der notwendigerweise

zu treffenden Annahmen zwischen den Baugrundaufschlüssen.

Die Regelwerke und Technischen Baubestimmungen des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA) sind zu berücksichtigen und einzuhalten.

Leitungsquerungen sollen von vorhandenen oder geplanten Bauwerken wie z. B. Masten aller Art, Fundamenten und Ankern einen lichten Abstand von mindestens 2 m haben. Der horizontale Mindestabstand zwischen benachbarten Querungen soll nach Ril 836 bei geschlossener Bauweise für Nenndurchmesser >DN 500 bis DN 1000 mindestens 4 x Nenndurchmesser betragen.

Durch den Einbau von Querungen dürfen keine die Betriebssicherheit gefährdenden Gleislageänderungen auftreten.



## 7.2 Beurteilung des Baugrundes

### Beurteilung des Baugrundes für die Verlegung des RW-Kanals

- Mit der Durchörterung in der geplanten Tiefe werden Sande mit deutlich variierenden Fein-, Mittel- und Grobfraktionsanteilen (SE-Böden nach DIN 18196) durchfahren.
- Diese Sande weisen überwiegend eine mitteldichte Lagerung, z. T. mitteldicht-dichte Lagerung auf.
- Die Leitungstrasse sowie Start- und Zielgrube liegen im Grundwasser. Zur Zeit der Untersuchungen lag der GW-Spiegel ca. 0,9 m über geplanter Rohrsohle (mittlere Jahresgrundwasserstände).

Die Wahl des Rohrvortriebsverfahrens hängt unter anderem ab von

- dem geplanten Vortriebsrohr,
- der Nähe zu benachbarten Leitungen
- der Vortriebslänge,
- den Baugrundverhältnissen.

### Empfehlung der geeigneten Bauweise

Geplant ist der Rohrvortrieb von 2 Steinzeugrohren DN 800 unter der Bahnstrecke mit einer Länge von 18,5 m bzw. 23,5 m.

Gemäß Ril 836 bzw. DWA-A 125 ist hierfür eine EBA-Genehmigung erforderlich.

Bei GW-Verhältnissen, die nicht wesentlich über den angetroffenen liegen, erachten wir bei den vorliegenden geometrischen und bodenmechanischen Randbedingungen gemäß Arbeitsblatt DWA-A 125 (Fassung 12-2008) folgendes Rohrvortriebsverfahren als geeignet:

#### **Mikrotunnelbau**

gemäß DWA-A 125, Zi. 6.1.3.1.2.

Aufgrund der Wasserführung im Vortriebsniveau empfehlen wir aus wirtschaftlichen Gründen den Rohrvortrieb im Schutz einer geschlossenen Wasserhaltung.

Hierbei ist zu beachten, dass im Gegensatz zu den stark durchlässigen Mittel- und Grobsanden die im Schurf 1 angetroffenen Feinsande als „Fließsande“ nur bei Wahl eines geeigneten Entwässerungsverfahrens (w. z. B. verkieste OTO-Filter) sowie unter Bedingung eines ausreichenden zeitlichen Vorlaufes entwässert werden können.

Wir weisen darauf hin, dass die fachgerechte Entwässerung auch das Risiko von Auskesselungen innerhalb der „Fließsande“ minimiert.

Die Bodenklassifikationen nach DIN 18 319 „Rohrvortriebsarbeiten“ sind im Kap. 4.2 benannt.

## Setzungen beim Rohrvortrieb

Die Überdeckung bezogen auf die Schwellenoberkante beträgt 2,28 m. Bei dem gewählten steuerbaren Mikrotunnelbau beträgt der Überschritt i. d. R. ca. 10 mm bei Verwendung eines Steinzeug-Vortriebsrohres (Außendurchmesser: 970 mm).

Die Prognose der zu erwartenden Oberflächensetzungen erfolgt in Anlehnung an die Ril 836 in der Fassung von Dezember 1999.

Der aufzufahrende geologische Untergrund aus mitteldicht bis dicht gelagerten Sanden ist setzungsunempfindlich (Bodenkennziffer BK = 2,5). Die Auflockerung des umgebenden Untergrundes ist bei dem gewählten Rohrvortriebsverfahren gering.

Die Bestimmung der Setzungen infolge von Überschritt, Bodenverlust und allgemeiner Auflockerung sowie der Länge der Setzungsmulde erfolgte gemäß Ril 836.0700, Bild 6.

Demnach ist rechnerisch ein Größtwert der Setzung von 1,11 cm zu prognostizieren bei einer Länge der Setzungsmulde von 6,5 m.

Aufgrund der räumlichen Nähe der beiden geplanten Durchörterungen treten jedoch Überlagerungseffekte hinsichtlich der Oberflächensetzungen auf. Der vorgenannte Größtwert wird von der Überlagerung nicht beeinflusst, jedoch tritt eine Ausweitung der Setzungsmulde auf 10,9 m auf.

In Abhängigkeit vom zulässigen Grenzwert der Gleislageänderung können über die erforderlichen qualitätssichernden Maßnahmen hinausgehende, besondere bahnseitige und vortriebsbezogene Schutzmaßnahmen erforderlich werden. Die im konkreten Fall zulässigen Grenzwerte sind von der DB Netz AG festzulegen.

## 7.3 Hinweise zur Bauausführung

<b>Schutz von Anlagen</b>	Die Trasse ist so zu planen, dass durch das Vortriebsverfahren Anlagen Dritter nicht gefährdet werden.
<b>Start- und Zielgruben</b>	<p>Die Start- und Zielgruben für den geplanten Rohrvortrieb zur Querung der Bahnstrecke sind nach DIN 4124, Okt. 2002 "Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau" herzustellen. Für die Bemessung ist der hohe Grundwasserstand zu berücksichtigen. Die Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch ist für alle Bauphasen nachzuweisen.</p> <p>Die Start- und Zielgruben sind gemäß den verfahrenstechnischen Erfordernissen zu dimensionieren.</p> <p>Art und Umfang der ggf. erforderlichen Wasserhaltung ist auf die aktuelle Grundwassersituation abzustimmen (s. Kap. 5). Neben der Verwendung einer geschlossenen Wasserhaltung besteht die Möglichkeit der Verwendung einer wasserdichten und auftriebssicheren Sohle in Verbindung mit einem wasserdichten Verbau.</p> <p>Die Start- bzw. Zielbaugrube ist nach den Einziehvorgängen als Rohrgraben zu nutzen. Die Verlegung des Rohres hat hier nach den Anforderungen der DIN EN 1610 und DWA-A 139 zu erfolgen.</p>
<b>Abbauwerkzeug</b>	Die Wahl des Abbauwerkzeuges ist auf die beschriebenen Baugrundverhältnisse auszurichten.

## 7.5 Qualitätssicherung für grabenlose Bauweise

Zur Gewährleistung einer hohen Ausführungsqualität des Rohrvortriebsverfahrens sind nachfolgende Anforderungen zu erfüllen:

- Mir der Durchführung des Rohrvortriebsverfahrens dürfen nur fachkundige Unternehmen beauftragt werden, die über erfahrenes Personal und geeignete Einrichtungen verfügen.  
Eine aussagekräftige Referenzliste über Projekten in gleichen Bodenverhältnissen ist Voraussetzung.
- Alle Einrichtungen und Betriebsweisen müssen den Unfallverhütungsvorschriften und im Übrigen den allgemein anerkannten sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Regeln entsprechen.
- Alle qualitätsrelevanten Vortriebstätigkeiten müssen in Art und Umfang schriftlich dokumentiert werden. Des Weiteren sind Bautagesprotokolle zu führen.
- Schon vor Beginn der Baumaßnahme ist eine Beweissicherung der vorhandenen baulichen Anlagen vorzunehmen.
- Zur Überwachung der Gleislage sind während der Durchörterung geodätische Lagemessungen zu veranlassen. Die Gleisanlagen sind während der Vortriebsarbeiten kontinuierlich zu beobachten und Veränderungen zu protokollieren.
- Gegebenenfalls ist während der Durchörterungsarbeiten für den RW-Kanal eine Langsamfahrstelle einzurichten.
- Nach Beendigung der Vortriebsarbeiten hat eine Nachkontrolle in Bezug auf Schäden zu erfolgen.
- Nach Beendigung der Vortriebsarbeiten muss ein Abschlussbericht gem. Kap. 8.7 sowie Bauakten nach RIL 809.0101 angefertigt und der DB AG übergeben werden.

## VIII Baugrundbeurteilung und Hinweise für offene Bauweise

### Planung

#### Ausgleichs-/ Ersatzfläche zwischen „südlicher Bahnquerung“ und Regenrückhaltebecken:

Die Verlegung des geplanten RW-Kanals erfolgt nach der aktuellen Planung auf einer Länge von 113,50 m mit einem Durchmesser DN 1.600.

#### Ablaufkanal zwischen Regenrückhaltebecken und Entwässerungsgraben:

Die Verlegung des geplanten RW-Kanals erfolgt nach der aktuellen Planung zwischen Regenrückhaltebecken und Entwässerungsgraben auf einer Länge von 9,30 m mit einem Durchmesser DN 500 und auf einer Länge von 29,00 m mit einem Durchmesser DN 1600.

#### „Am Mühlenkamp“:

Die aktuelle Planung sieht die Verlegung eines RW-Kanals DN 300 und eines SW-Kanals DN 200 auf einer Länge von 70 m vor.

## 8.1 Beurteilung der Baugrundsituation für den Kanalbau

### Allgemeine Beurteilung

- 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 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.

#### Kanalgrabensohle Bahnquerung – RRB:

- ⇒ Die anstehenden Sande sind ausreichend tragfähig.
- ⇒ Grundwasser angetroffen.

#### Kanalgrabensohle RRB – Entwässerungsgraben:

- ⇒ Die anstehenden Sande sind gering bis mäßig tragfähig.
- ⇒ Grundwasser angetroffen.

#### „Am Mühlenkamp“:

- ⇒ Die anstehenden Sande sind ausreichend tragfähig.
- ⇒ Grundwasser in der Tiefenlage des geplanten SW-Kanals angetroffen.

## 8.2 Hinweise zur Ausführung der Baugruben und Gräben

### Allgemeine Hinweise

- Die Baugruben und Gräben sind entsprechend den Anforderungen der DIN 4124, Okt. 2002 "Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau" herzustellen.
- Die Grabensohle muss eben und frei von Aushubboden sein sowie eine für das Rohraufleger erforderliche Tragfähigkeit aufweisen.

### 8.2.1 Verbau

Entsprechend der Grabentiefe ist ein Baugrubenverbau entsprechend DIN 4124, Abschnitt 4.3 auszuführen. In der Straße „Am Mühlenkamp“ ist darüber hinaus die Lage im Straßenraum zu beachten.

### Allgemeine Hinweise

- Die Wahl des Verbauelementes n. DIN 4124 ist auf die angetroffenen Bodenarten abzustimmen.
- Für die Bemessung des zu verwendenden Verbaus sind die im Kapitel 4 genannten bodenmechanischen Kennwerte unter Berücksichtigung des entsprechenden Wandreibungswinkels anzusetzen.
- Die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben sind bei der Bemessung des Verbaus zu berücksichtigen.
- Die Verbauelemente müssen aufgrund des überwiegend sandigen Untergrundes bis auf die Grabensohle geführt werden.
- Ein kraftschlüssiger Einbau des Verbauelementes zwischen der Grabenwandung und Verbauelement ist zu gewährleisten.
- Ein Nachbrechen des in der Grabenwandung anstehenden Bodens ist zu vermeiden. Damit verbundenes „Auskesseln“ außerhalb der Verbauelemente führt häufig zum Nachbrechen der Straßendecke.
- Aus Sicherheitsgründen muss der Verbau mindestens 10 cm über dem Grabenrand überstehen, um ein Herabfallen von Steinen oder Straßenausbaumaterialien etc. zu verhindern.
- Es ist auszuschließen, dass nach dem Entfernen der Verbauelemente Auflockerungszonen verbleiben.
- Inwieweit durch die vorhandene Bauweise Auflockerungszonen auch außerhalb des vorhandenen Rohrgrabens aufgetreten sind, ist durch baubegleitende Erdbaukontrollprüfungen festzustellen.
- **Bei der Wahl eines zur Gewährleistung der Standsicherheit der Grabenwand geeigneten Verbauverfahrens sind die bauzeitlichen Grundwasserstände zu berücksichtigen, da die anstehenden Feinsande unter Wasserzutritt zum „Ausfließen“ neigen können.**

## 8.2.2 Stabilisierung der Grabensohle und Einsatz von Geovlies

Nach den Ergebnissen der Erkundung kann in dem Abschnitt zwischen

### RRB und Entwässerungsgraben

die Stabilisierung der Grabensohle erforderlich werden.

Hier ist lokal mit aufgeweichten organischen Böden in der Grabensohle zu rechnen.

Zur Stabilisierung der gering tragfähigen Sohle und zur Schaffung einer gut verdichteten Unteren Bettung empfehlen wir das Vorhalten eines Teilbodenaustausches.

#### Stabilisierung der Grabensohle

- Werden organische Böden in der Grabensohle angetroffen, sind diese auszubauen und durch grobkörniges Material der Verdichtbarkeitsklasse V1 zu ersetzen.
- Die konkreten Abschnitte sowie die Dicke des Teilbodenaustausches sind im Zuge des Grabenaushubs festzulegen.  
Es ist jedoch für den Bereich zwischen RRB und Entwässerungsgraben zunächst ein Teilbodenaustausch von ca. 30 cm Dicke einzukalkulieren.
- Der grobkörnige Austauschboden ist mechanisch filterstabil durch Verwendung eines Geovliesstoffes einzubauen.

#### Empfehlung

Durch nicht sachgerechte Bauweisen kann die Tragfähigkeit in der Grabensohle verschlechtert werden. Auf eine entsprechend schonende Bauweise ist besonderer Wert zu legen.

In diesem Zusammenhang ist eine ausreichend dimensionierte GW-Haltung unerlässlich. Die Wasserhaltung ist an die Tiefe des Bodenaustausches anzupassen.

Als Bodenaustauschmaterial empfehlen wir aufgrund seiner günstigen Verdichtungseigenschaft einen Kies 16/32mm (TL-SoB StB 2004), der aufgrund seiner bodenmechanischen Beschaffenheit unverdichtet eingebaut wird.

Für die Gewährleistung der erforderlichen mechanischen Filterstabilität zwischen anstehendem Baugrund und dem kiesigen Teilbodenaustausch und für das Entgegenwirken von Verdrückungen des grobkörnigen Bodens in den Untergrund hinein, empfehlen wir in der Grabensohle ein Geotextil (GRK 3 mit einem Flächengewicht von  $\geq 150 \text{ g/cm}^2$ ) zu verlegen.

## 8.2.3 Bettung

#### Allgemeine Hinweise

- Für die Herstellung der Bettung gibt die DIN EN 1610 (Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen) den verbindlichen Rahmen vor.
- Zur Stabilisierung der Rohrsohle ist eine Bettung gemäß Typ 1 der DIN EN 1610 herzustellen.
- 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.

## 8.3 GW-Haltungsmaßnahmen

Um eine ordnungsgemäße Bodenverdichtung zu ermöglichen und um ein fachgerechtes Rohraufleger sowie eine dichte Rohrverbindung herstellen zu können, ist der Rohrgraben während der Verlegearbeiten unbedingt wasserfrei zu halten.

Aus diesem Grund und um ein „Ausfließen“ der Sande aus der Grabenwand zu verhindern bzw. auch um einen hydraulischen Grundbruch während der Absenkung auszuschließen, sind die GW – Haltungsmaßnahmen sorgfältig zu planen.

Die erfasste hydrogeologische Situation macht eine GW - Haltung erforderlich.

### Grundwasserstand

#### Kanalgrabensohle Bahnquerung – RRB:

Grundwasser steht zumindest bereichsweise im Niveau der geplanten Grabensohle des RW-Kanals.

#### Kanalgrabensohle RRB – Entwässerungsgraben:

Grundwasser steht im Bereich des geplanten Grabens des RW-Kanals.

#### „Am Mühlenkamp“:

Grundwasser steht im Bereich der geplanten Grabensohle des SW-Kanals und ist auch im Einflussbereich der Grabensohle des RW-Kanals (siehe Kap. 5) zu erwarten.

### Empfehlung

Art und Umfang der GW-Haltung sind auf die aktuelle GW-Situation abzustimmen.

Liegen die bauzeitigen Wasserstände im Bereich der Aushubsohle, empfehlen wir, eine „**geschlossene GW-Haltung**“ zu betreiben.

Aufgrund der petrographischen Ausbildung der Böden (Feinsande und feinsandige Mittelsande) empfehlen wir dann den Einbau einer Entwässerung durch Einwegfilter, wie z.B. Filtersystem „OTO“ oder vergleichbaren Systeme.

Absenkungsziel: 0,5 m u. Grabensohle ⇒ Kontrolle durch Fremdprüfung.

**Die Entscheidung darüber wäre dann mit der örtl. BÜ abzustimmen.**

## IX Hinweise zur Bauausführung Graben und Regenrückhaltebecken

### Planung

#### Regenrückhaltebecken:

Westlich der Straße „An der Bahn“ ist der Neubau eines Regenrückhaltebeckens mit den Abmessungen 100 m x 113 m vorgesehen. Für das Regenrückhaltebecken ist als Umfassung ein Damm aus einem Erdbaustoff vorgesehen. Die Dammkrone soll bei 71,20 mNN liegen, die Sohle des RRB bei 68,10 m NN.

Um das RRB umlaufend ist eine Drainage im Bereich der Grundwasser-Wechselzone geplant, die das gefasste Wasser in den Entwässerungsgraben einleitet.

#### Entwässerungsgraben:

Die aktuelle Planung sieht zwischen RRB und der Vorflut „Schunter“ die Anlage eines 278 m langen Entwässerungsgrabens vor.

Die Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung sind entsprechend der Bauaufgaben in die nachfolgenden Abschnitte untergliedert:

- Hinweise zur Herstellung des Regenrückhaltebeckens,
- Hinweise zum Neubau des Entwässerungsgrabens.

### 9.1 Hinweise zur Herstellung des Regenrückhaltebeckens

<b>Allgemeine Hinweise und Empfehlungen</b>	Hinsichtlich der Bemessung und baulichen Ausbildung des Regenrückhaltebeckens wird eine Abstimmung mit der unteren Wasserbehörde empfohlen.
<b>Grundwasserhaltung</b>	<p>In Abhängigkeit von der Tiefenlage des geplanten Regenrückhaltebeckens und dem aktuell zum Ausführungszeitpunkt vorliegenden Grundwasserstand kann eine Wasserhaltung erforderlich werden.</p> <p>Dabei ist aufgrund der bereichsweise eingeschalteten, grobkörnigen und gut durchlässigen Sande ein maßgeblicher <math>k_f</math>-Wert von</p> $k_f = 2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ <p>zugrunde zu legen.</p>
<b>Tragfähigkeit im Bereich der Beckensohle</b>	<p>Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundungen stehen im Bereich der voraussichtlichen Sohle des RRB fluviatile Ablagerungen (Auelehme und fluviatile Sande) an, die aufgrund ihrer Genese <b>lateral und vertikal in ihrer Kornzusammensetzung und insbesondere in ihren Feinkornanteilen stark variieren</b>. Die Lehme weisen eine jahreszeitlich veränderliche Konsistenz auf.</p> <p>Des Weiteren können partiell im Bereich der Aushubsohle vereinzelt Torfe angetroffen werden.</p> <p>Insgesamt sind die sandigen Partien als ausreichend tragfähiger Baugrund, die Auelehme und Torfe als ein nur gering bis mäßig tragfähiger Baugrund einzustufen.</p>



### **Vorgehensweise für die Aushubsohle**

Die Aushubebene ist sauber abzuziehen und zu glätten. Auflockerungen in der Aushubsohle sind dabei möglichst zu vermeiden (siehe Abschnitt ‚Schonende Bauweise‘).

Zur Vereinheitlichung der Baugrundverhältnisse sind die bindig ausgebildeten Auelehme und Torfe tieferreichend auszuheben und durch geeignetes, verdichtungsfähiges Bodenaustauschmaterial zu ersetzen. Dies ist insbesondere für den Bereich des Ablaufschachtes zu beachten, um unzulässige Setzungen und Schiefstellungen zu vermeiden.

**Für den Bereich des Ablaufschachtes wird eine Abnahme der Aushubsohle durch den Baugrundgutachter empfohlen.**

Der Bodenaustausch ist aus einem nichtbindigem, gebrochenen Erdbaustoff (z.B. Gesteinskörnung 0/45) herzustellen, der lagenweise einzubringen und sorgfältig zu verdichten ist.

### **Herstellung der Böschungen bzw. des Dammes**

In der Baufläche des RRBs sowie der Dammaufstandsflächen ist der Oberboden auszuheben und seitlich zur Wiederverwendung zu lagern (siehe Kap 13).

Beim Herstellen der RBB-Böschungen bzw. des umschließenden Dammes mit einer maximale Böschungsneigung von 1 : 3 einzuhalten.

Hinsichtlich der Herstellung der jeweiligen Dammschüttlagen wird auf die ZTVE-StB 09 hingewiesen.

Die zu erwartenden Setzungen des Untergrundes unter Dammauflast werden nach Herstellung der Dämme überwiegend eingetreten sein.

Es wird empfohlen, den Damm des RRBs überhöht herzustellen und nach Abklingen der Sofort- und Primärsetzungen nachzuprofilieren.

### **Schonende Bauweise**

Bei Wassergehaltserhöhung und / oder Eintrag von dynamischer Energie können die Auelehme und Torfe unmittelbar in eine bodenmechanisch ungünstigere Zustandsform übergehen und ihre ohnehin geringe Tragfähigkeit vollständig verlieren.

Daher sind in Anlehnung an die ZTVE-StB 09 im Zuge der Baumaßnahme nachfolgende Maßnahmen zu beachten:

- Das Erdplanum ist schonend zu behandeln und v. a. vor Witterungseinflüssen zu schützen.
- Die Größe der freizulegenden Flächen ist den zu erwartenden Witterungsverhältnissen anzupassen.
- Freigelegte Flächen sind möglichst umgehend zu überbauen.
- Das Erdplanum muss ein ausreichendes Quergefälle sowie eine ausreichende Ebenheit aufweisen.
- Baugeräte und Bauweise sind auf die Empfindlichkeit des Lösslehms abzustimmen.

### Hydraulische Betrachtungen

Im Rahmen der Gutachtenerstellung wurden exemplarisch hydraulische Betrachtungen für den Bemessungsfall „Maximale Füllung des RRBs bei 70.95 mNN“ durchgeführt.

Dabei wurde, auf sicherer Seite liegend, für den anstehenden Untergrund ein Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 2 \times 10^{-4}$  m/s zugrunde gelegt.

Unter Berücksichtigung der geplanten Drainage am äußeren Dammfuß des RRBs ist auf der Grundlage der durchgeführten Berechnungen keine Anhebung des Grundwasserspiegels im Bereich der angrenzenden unterkellerten Wohnbebauung gegenüber der natürlich vorherrschenden Grundwasserganglinie zu erwarten.

Voraussetzung hierfür ist eine dauerhafte Betriebsfähigkeit der geplanten Drainageeinrichtungen.

## 9.2 Hinweise zum Neubau des Entwässerungsgrabens

### Allgemeine Hinweise

Der Graben ist entsprechend den Anforderungen der DIN 4124, Okt. 2002 "Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau" herzustellen.

### Herstellung des Entwässerungsgrabens

In der Baufläche ist der Oberboden auszuheben und seitlich zur Wiederverwendung zu lagern (siehe Kap 13).

Beim Herstellen der Grabenböschungen in den anstehenden Auelehmen und fluviatilen Sanden ist nach durchgeführten Böschungsbruchbetrachtungen an bemessungsrelevanten Querschnitten gemäß DIN 4084 eine maximale Böschungsneigung von 1 : 1,5 einzuhalten.

## X Allgemeine Hinweise und Empfehlungen

### 10.1 Auftriebssicherheit

Die im Zuge der geplanten Baumaßnahme zu errichtenden Bauwerke sind unter Berücksichtigung der dokumentierten Grundwasserstände sowie des angegebenen Bemessungswasserstandes auftriebssicher herzustellen.

### 10.2 Beurteilung betonangreifender Wässer

Die Schachtbauwerke und Rohrleitungen können in Abhängigkeit der Grundwasserstände zumindest zeitweise im Einflussbereich des Grundwassers liegen. Es ist sicherzustellen, dass die Betonbauwerke nicht durch betonangreifende Grundwässer geschädigt werden.

Eine aus der temporären Grundwasser-Messstelle GWM 10 entnommene Grundwasserprobe wurde nach DIN 4030 auf Betonaggressivität untersucht.

Das analysierte Grundwasser ist aufgrund des festgestellten Gehaltes an kalkhaltiger Kohlensäure von 62,4 mg CO<sub>2</sub>/l als „**stark betonangreifend**“ nach DIN 4030 einzustufen (Anlage 7.3).

### 10.3 Wiederverwendung des Aushubbodens

#### Allgemeines

In der Leitungszone der SW- und RW-Kanäle ist ausschließlich qualifiziertes Liefermaterial zu verwenden.

Eine Wiederverwendung des anfallenden grobkörnigen Aushubbodens erachten wir nur im Bereich der Hauptverfüllung der SW- und RW-Kanäle und nur unter günstigen Voraussetzungen als sinnvoll.

Generell ist eine mögliche Wiederverwendung des Aushubbodens nur bei fachgutachterlicher Begleitung zu empfehlen.

#### Fluviatile Sande

Den anfallenden, grob- und gemischtkörnigen Aushubboden (fluviatile Sande) der Bodengruppe SE / SU nach DIN 18196 erachten wir aus geotechnischer Sicht für eine Wiederverwendung in Erdbauwerken bzw. in der Hauptverfüllung der Kanalgräben als prinzipiell geeignet.

#### Auelehm

Den anfallenden, unaufbereiteten fein- und gemischtkörnigen Aushubboden (Auelehm) erachten wir aus geotechnischer Sicht für eine Wiederverwendung in Erdbauwerken bzw. in Kanalgräben als ungeeignet.

Der Auelehm ist als setzungsempfindlicher Boden einzustufen, der schon bei geringer Wasserzufuhr und insbesondere bei gleichzeitiger dynamischer Beanspruchung mit Konsistenzverlust reagiert und seine Tragfähigkeit verliert.

Soll dieser bindige Boden dennoch z.B. als Dammbaustoff am Regenrückhaltebecken Verwendung finden, sind spezielle Bauweisen vorzusehen, die der Witterungs- und Setzungsempfindlichkeit des Materials Rechnung tragen (z. B. Bodenverbesserung).

## XI Aktuelle abfallrechtliche Situation in Braunschweig

### a) Untersuchung und Bewertung Asphaltsschichten

Das Untersuchungskonzept beachtet für die Entwässerungsplanung WA 67, WA 70 und BI 39 in Braunschweig- Bienrode als gültiges Regelwerk die

„Hinweise zur umweltverträglichen Verwertung von teerhaltigen Straßenbaustoffen in Niedersachsen (5/1994)“ des NLO und NLStBV.

Weiterhin wird zur Bewertung der Ergebnisse das „Merkblatt zur Entsorgung von teerhaltigem Straßenaufbruch“ Stand 12/05 herangezogen.

### b) Untersuchung und Bewertung der ungebundenen Tragschichten und des Bodens

Die Schädlosigkeit der Verwertung von mineralischen Abfällen wurde bisher auf der Grundlage der LAGA -Mitteilung 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln“ (Stand: 06.11.1997) bewertet.

Gemäß dem sog. „Tongrubenurteil“ vom 14.04.2005 stellt das BVerwG fest, dass die LAGA-Mitteilung 20 (alt = Stand: 06.11.1997) als Bewertungsmaßstab ungeeignet ist, weil sie das Bodenschutzrecht nicht berücksichtigt.

Die überarbeitete LAGA-Mitteilung 20 mit der überarbeiteten Technischen Regel (TR) Boden (neu = Stand: 05.11.2004) wurde an das Bodenschutzrecht angepasst und stimmt in vollem Umfang mit der aktuellen Rechtslage und dem Urteil des BVerwG überein.

Die LAGA - Mitteilung 20 ist für Niedersachsen noch nicht rechtsverbindlich, zeigt aber einen Weg auf, wie in der Übergangszeit bis zum Inkrafttreten einer Bundesverwertungsverordnung für mineralische Abfälle die ordnungsgemäße und schadlose Verwertung von Böden und Bodengemischen bewertet werden kann.

Die Stadt Braunschweig hat zur sachgerechten und rechtskonformen Verwertung von mineralischen Abfällen die TR Boden (LAGA neu) als Entscheidungsgrundlage eingeführt.

#### **Folgerung für die Bewertung (Zuordnung der Abfälle zu einer Einbauklasse)**

1. Für teerhaltige Straßenausbaustoffe erfolgt in Niedersachsen wie bisher eine Einstufung in Verwertungsbereiche gemäß „Hinweise zur umweltverträglichen Verwertung von teerhaltigen Straßenausbaustoffen in Niedersachsen (5/1994)“ [Erlass des Nds. MU vom 22.06.1994 – Az.: 503.2-62813/16]  
In Bezug zur Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV wird mit Schreiben vom 26.04.2002 vom Nds. MU erneut betont:  
„Gemäß meinem Bezugserlass sind teerhaltige Straßenausbaustoffe und Bitumengemische, die weniger als 40 mg/kg PAK (EPA) aufweisen, als teerfrei unter dem Abfallschlüssel 17 03 02 einzustufen“.
2. Die Technischen Regeln der LAGA-Mitteilung 20 vom 06.11.1997 (= LAGA alt) gelten grundsätzlich fort für  
- Straßenaufbruch,  
- Bauschutt, etc.
3. Für die Beseitigung von teerhaltigem Straßenaufbruch auf Deponien der Klasse I und II gilt der Erlass des Nds. Umweltministeriums vom 30.01.2007 in Verbindung mit dem Schreiben vom 24.04.2008.
4. Für Bodenmaterialien erfolgt die Schadstoffbewertung auf der Grundlage LAGA neu.

**Sollte eine Entsorgung zur Deponierung der schadstoffbelasteten mineralischen Abfälle in Frage kommen, so sind gegebenenfalls zusätzliche chemische Analysen erforderlich.**

## XII Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen

Für den Bereich der Start- und Zielgrube sowie für die geplanten Leitungstrassen, den Bereich des RRBs und des Entwässerungsgrabens wurden Schadstoffuntersuchungen an folgenden Schichten durchgeführt:

- Asphaltsschichten (Forststraße),
- ungebundene Tragschicht + Auffüllung (Forststraße, Am Mühlenkamp),
- Untergrund (Bahnquerung + Kanaltrasse Bahn - RBB) sowie
- Untergrund (Neubau Regenrückhaltebecken + Entwässerungsgraben).

<b>Ergebnisdarstellung</b>	<u>Lageplan</u>	(Anl. 1)	- Darstellung der Aufschlusspunkte
	<u>Kennblätter</u>	(Anl. 5)	- Straßenaufbau und Schadstoffbelastung.
	<u>Zuordnung nach LAGA</u>	(Anl. 6)	- Probenliste und zusammenfassende Schadstoffbewertung - Untersuchung des Aushubmaterials auf Schadstoffe, Zusammenstellung der Analyseergebnisse nach LAGA (TR Boden): Stand 05.11.2004
	<u>Analysenberichte</u>	(Anl. 7)	- Chemische Analyseberichte

### 12.1 Asphaltsschichten (Forststraße)

<b>Asphalt</b> Schadstoffbelastung (MP 1): PAK: 870 mg/kg  bis 14 cm u . FOK	<u>Verwertungsbereich:</u>	<b>VB III</b>
	<u>Abfallschlüssel:</u>	<b>17 03 01</b>
	<u>Abfallbezeichnung:</u>	<b>Kohlenteerhaltige Bitumengemische</b>
	<u>Entsorgung:</u>	⇒ <b>gefährlicher Abfall</b> ⇒ Entsorgung im Begleitschienenverfahren ⇒ Dokumentation der Verwertung

### 12.2 Pflasterdecke (Am Mühlenkamp)

Die Fahrbahn der Straße „Am Mühlenkamp“ ist in Pflasterbauweise hergestellt.

Hinweis: Die Pflastersteine sind nicht chemisch analysiert worden. Sie waren nach organoleptischer Ansprache ohne Befund (sauber und ohne Teeranhaftungen).

Die Pflastersteine sind nach LAGA als unbelastet zu bewerten und können der Wiederverwendung als Baustoff zugeführt werden.

## 12.3 Ungebundene Tragschicht + Auffüllung (Forststraße, Am Mühlenkamp)

Ausbaustoffe: Die ungebundenen Tragschichten und Auffüllungen bestehen überwiegend aus  
- Steinen und Kiesen (gebrochener Naturstein sowie untergeordnet HOS) bzw.  
- Mittel- und Feinsand, z.T. mit Grobsand- und Kiesanteilen.

### Ungebundene Tragschichten + Auffüllung

Schadstoffbelastung  
(MP I):

Keine Schadstoffbelastung

bis max. 1,40 m u. FOK

Zuordnungswert LAGA:

Abfallschlüssel:

Abfallbezeichnung:

Entsorgung:

**Zuordnungswert Z 0  
(Technische Regel Boden)**

**17 05 04**

Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen

⇒ **nicht gefährlicher Abfall**

⇒ Entsorgung im vereinfachten  
Verfahren

## 12.4 Untergrund

Ausbaustoffe: Der Untergrund besteht überwiegend aus Fein- und Mittelsand, z.T. mit Grobsand- und Schluffanteilen, im Bereich des geplanten RRBs und des Entwässerungsgrabens untergeordnet aus Schluff, sandig, tonig.

### 12.4.1 Untergrund (Bahnquerung + Kanaltrasse Bahn – RRB)

#### Untergrund

Schadstoffbelastung  
(MP III):

Keine Schadstoffbelastung

Zuordnungswert LAGA:

Abfallschlüssel:

Abfallbezeichnung:

Entsorgung:

**Zuordnungswert Z 0  
(Technische Regel Boden: Sand)**

**17 05 04**

Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen

⇒ **nicht gefährlicher Abfall**

⇒ Entsorgung im vereinfachten  
Verfahren

### 12.4.2 Untergrund (Neubau Regenrückhaltebecken + Entwässerungsgraben)

#### Untergrund

Schadstoffbelastung  
(MP V):

Keine Schadstoffbelastung

Zuordnungswert LAGA:

Abfallschlüssel:

Abfallbezeichnung:

Entsorgung:

**Zuordnungswert Z 0  
(Technische Regel Boden: Sand)**

**17 05 04**

Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen

⇒ **nicht gefährlicher Abfall**

⇒ Entsorgung im vereinfachten  
Verfahren

## XIII Verwertung von humosem Oberboden („Mutterboden“)

### Schutz von Oberboden

Gemäß § 202 BauGB *Schutz des Mutterbodens* 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 **hochwertigen Verwertung** zuzuführen.

Der Oberboden ist zu separieren und seitlich zur Wiederverwendung zu lagern. Der Zustand bzw. die Funktion darf durch die Zwischenlagerung nicht negativ beeinflusst werden.

### Anforderungen bei der Verwertung

Die LAGA Mitteilung 20 besitzt für die Verwertung von humosem Oberbodenmaterial bzw. „Mutterboden“ keine Gültigkeit (Zitat LAGA M, 20 TR Boden: „*Aufgrund seines Humusgehaltes eignet sich „Mutterboden“ (humoses Oberbodenmaterial) nicht für die von dieser Technischen Regel erfassten Verwertungsbereiche...*“). Die Verwertung von humosem Bodenmaterial ist vielmehr bodenschutzrechtlich zu beurteilen.

Für die Verwertung von organischem Oberboden sind die Anforderungen des § 12 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) zu beachten. Demnach sind folgende Verwertungswege für entsprechendes Bodenmaterial möglich/zulässig:

- das Auf- oder Einbringen auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht,
- die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht.

Die Zulässigkeit der genannten Verwertungsmöglichkeiten ist gegeben, wenn keine Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung gem. § 7 des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) und gem. § 9 der BBodSchV hervorgerufen wird. Das Entstehen einer schädlichen Bodenveränderung gilt in der Regel als ausgeschlossen, wenn die im Bodenmaterial ermittelten Schadstoffgehalte die Vorsorgewerte nach BBodSchV (Anhang 2, Nr. 4) für Metalle (Tab. 1) und organische Stoffe (Tab. 2) unterschreiten:

Parameter	Böden			Böden mit naturbedingt und großflächig siedlungsbedingt erhöhten Hintergrundgehalten
	Bodenart			
	Ton	Lehm / Schluff	Sand	
Cadmium	1,5	1	0,4	Unbedenklich, soweit eine Freisetzung der Schadstoffe oder zusätzliche Einträge nach § 9 Abs. 2 und 3 der BBodSchV keine nachteiligen Auswirkungen auf die Bodenfunktionen erwarten lassen
Blei	100	70	40	
Chrom	100	60	30	
Kupfer	60	40	20	
Quecksilber	1	0,5	0,1	
Nickel	70	50	15	
Zink	200	150	60	

Tab. 1: Vorsorgewerte für Metalle (in mg/kg Trockenmasse, Feinboden, Königswasseraufschluss).

Parameter (-gruppen)	Böden	
	Humusgehalt > 8%	Humusgehalt ≤ 8%
PCB <sub>6</sub>	0,1	0,05
Benzo(a)pyren	1	0,3
PAK <sub>16</sub>	10	3

Tab. 2: Vorsorgewerte für organische Stoffe (in mg/kg Trockenmasse, Feinboden).

**Sofern im Zuge der Errichtung oder des Umbaus von baulichen und betrieblichen Anlagen (humoses) Bodenmaterial am Entstehungsort zwischen- oder umgelagert wird, unterliegt es nicht den Regelungen des § 7 des BBodSchG, sofern es am Herkunftsort wiederverwendet wird.**

In Gebieten mit geogen oder siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffgehalten ist eine Verlagerung von (humosem) Bodenmaterial innerhalb des Gebietes zulässig, wenn die Schadstoffsituation am Ort des Aufbringens nicht nachteilig verändert wird (sog. „Verschlechterungsverbot“). Genannte Gebiete mit erhöhten Schadstoffgehalten können von der zuständigen Behörde festgelegt werden.

Sofern eine Verwertung von humosem Oberboden außerhalb des Ortes seiner Entstehung/Herkunft angestrebt oder notwendig wird, ist im Einzelfall zu prüfen, inwieweit die ermittelten Schadstoffkonzentrationen Auswirkungen auf relevante Wirkungspfade gem. BBodSchV (Boden-Mensch, Boden-Grundwasser) am Ort des Einbaus bzw. der Verwertung haben.

### 13.1 Bewertung der chemischen Analysen

#### Oberboden

#### Schadstoffbelastungen mit Überschreitung der Vorsorgewerte nach BBodSchV (Bodenart: Sand):

MP II: Zn = 68 mg/kg      **Geringfügige Überschreitung des Vorsorgewertes für Zink (60 mg/kg).**

MP IV:                      **Keine Überschreitungen der Vorsorgewerte.**

Die insgesamt geringfügigen Schwermetallbelastungen (siehe Anlage 7) sind als typische Belastungen der Schunterniederung zu charakterisieren.

### 13.2 Hinweise zur Verwertung

#### Verwertung Oberboden

Der untersuchte Oberboden wies z. T. erhöhte Konzentrationen für einzelne Schwermetalle auf. Die Vorsorgewerte der BBodSchV wurden nur in einem Fall für Zink geringfügig überschritten.

Die ermittelten Belastungen können auf die natürlichen Hintergrundbelastungen der Schunterniederung zurückgeführt werden.

Der Oberboden ist zu separieren und seitlich zur Wiederverwendung zu lagern. Der Zustand bzw. die Funktion des Oberbodens darf durch die Zwischenlagerung nicht negativ beeinflusst werden.

Anzustreben ist eine hochwertige Verwertung bzw. die Wiederverwendung als landwirtschaftlich genutzter Oberboden/Ackerkrume vor Ort. Eine nachteilige Veränderung der Schadstoffsituation vor Ort ist dabei nicht zu besorgen (Einhaltung des „Verschlechterungsverbot“).

Beim Aufbringen der humosen Oberböden auf die anliegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen sind zum Zwecke der Erhaltung der Ertragsfähigkeit der Böden Verdichtungen, Vernässungen und sonstige nachteilige Bodenveränderungen durch geeignete technische Maßnahmen sowie unter Berücksichtigung der Menge und des Zeitpunktes des Aufbringens zu vermeiden. Die Anforderungen der DIN 19731 (Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial; Fassung 5/98) sind zu beachten.

**Die Wiederverwendung der humosen Oberböden vor Ort ist mit der Umweltbehörde der Stadt Braunschweig abzustimmen.**



## XIV Hinweise für die Entsorgung

### Allgemein

- Nach Gebot des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes ist bei dem Entsorgungsweg eine Entsorgung zur Verwertung gegenüber einer Entsorgung zur Beseitigung nach Möglichkeit vorzuziehen.
- Der unter Berücksichtigung der Schadstoffbelastung und des Bauverfahrens günstigste Entsorgungsweg ist durch den Abfallerzeuger zu recherchieren.
- Gemäß Runderlass des Nds. MU vom Sept. 2005 ist eine Entsorgung kohlenteehaltiger Bitumengemische bis zu Belastungen von 1.000 mg/kg zur Deponierung zulässig, soweit die in Frage kommenden Deponien über eine entsprechende Genehmigung verfügt.
- Im Falle einer Deponierung sind die für die Deponien erforderlichen zusätzlichen Schadstoffparameter ergänzend zu untersuchen.

### Böden der Zuordnungsklasse Z 0

- Böden, die nach den TR Boden der LAGA neu der Einbauklasse Z 0 zuzuordnen sind, können im Geltungsbereich der Stadt Braunschweig auch im uneingeschränkten Einbau wieder verwendet werden.
- Als Verwertungsmöglichkeit ist z.B. auch zulässig:
  - Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen gemäß LAGA 20, Nr. II 1.2.3.2.In jedem Fall ist die Verwertung als Verfüllung von Abgrabungen mit der zuständigen Behörde der Stadt Braunschweig abzustimmen.

## XV Hinweise zur Qualitätssicherung

### Gefährlicher Abfall

Asphalt: VB III.

- Grundsätzlich sind für gefährliche Abfälle Entsorgungsnachweise zu beantragen.
- Der gefährliche Abfall ist im Begleitscheinverfahren zu entsorgen.
- Im Falle einer Deponierung sind zusätzliche deponie-spezifische Analysen erforderlich.
- Für Asphaltaufbruch, soweit eine Entsorgung zur Verwertung im Mischwerk als teerhaltige HGT in Frage kommt, ist ein Entsorgungsnachweis nur dann zu beantragen, wenn ein solcher nicht schon für das jeweilige Mischwerk für

„Baustellen in der Stadt Braunschweig“

vorliegt.

### Nicht gefährlicher Abfall

Boden: Z 1.2, Z 1.1, Z 0.

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

- Grundsätzlich ist der Entsorgungsweg zu dokumentieren.
- Der nicht gefährliche Abfall kann im vereinfachten Verfahren entsorgt werden (z.B. durch Übernahmeschein).

### Entsorgungsüberwachung

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

Wir empfehlen eine fachgutachterliche Begleitung und Überwachung der Entsorgung des „gefährlichen Abfalls (Aushubüberwachung)“ durch einen Bodengutachter.

Braunschweig, 09.12.2009

geo-log Ingenieurgesellschaft mbH



Dipl.-Geol. Dieter Grundke



Dipl.-Ing. Andreas Heumann