

**Prüfung von Böden
hinsichtlich umweltrelevanter Schadstoffe
sowie Einstufung von Böden nach LAGA
BSAG Betriebshof Gröpelingen, Bremen**

Projekt Nr.: 2538-16

Auftraggeber: Bremer Straßenbahn AG
Flughafendamm 12
28199 Bremen

Auftragnehmer: Ingenieurgeologisches Büro
underground
Plantage 20
28215 Bremen

Sachbearbeiter: Dipl.-Geol. A. Malkwitz

Datum: 18.08.2016

Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang	3
2. Bodenaufbau	4
3. Auswertung der Ergebnisse	5
3.1 Gefährdung der menschlichen Gesundheit	6
3.2 Gefährdung des Grundwassers	7
3.3 Verwertung anfallenden Bodenaushubes nach den Richtlinien der LAGA	9
4. Beurteilung und Zusammenfassung	12

Anlagen:

Anlage 1: Lageplan

Anlage 2: Prüfbericht des Labors

Anlage 3: Zuordnungswerte der LAGA

1. Vorgang

Der Betriebshof der BSAG in Gröpelingen soll umgestaltet werden. Dafür sollen umfangreiche Umbaumaßnahmen durchgeführt werden.

Der momentane Bestand im vorderen, der Oslebshauer Landstraße zugewandte Teil des Betriebshofes soll größtenteils rückgebaut werden. Die Werkhalle soll dann im hinteren Grundstücksteil neu errichtet werden.

Um zu prüfen, ob Schadstoffe im Untergrund im Bereich des Grundstückes großflächig vorhanden sind, wurde das Ingenieurgeologische Büro underground von der Bremer Straßenbahn AG mit einer Baugrunduntersuchung und einer Prüfung von Böden hinsichtlich umweltrelevanter Schadstoffe sowie Einstufung von Böden nach LAGA beauftragt.

Das Untersuchungskonzept wurde dabei vom Auftraggeber vorgegeben.

Die Baugrunduntersuchung wird in einem gesonderten Bericht vorgelegt. In der vorliegenden Untersuchung wurden die angetroffenen Böden hinsichtlich organoleptischer Auffälligkeiten geprüft.

Potentielle Kontaminationsherde im Bestand wurden im Rahmen einer Ortsbegehung vor Beginn der geotechnischen Arbeiten lokalisiert. Dazu gehören zwei im Lageplan verzeichnete 30.000 Liter Heizöltanks im Bereich der Kleinrammbohrungen KRB 07, KRB 11 und KRB 12, sowie ein Leichtflüssigkeitsabscheider und Schlammfang im Bereich der Kleinrammbohrung KRB 03.

Eine historische Recherche zu dem Grundstück lag nicht vor und war nicht Teil des Auftrages.

Um das Grundstück zu untersuchen wurden insgesamt 22 Kleinrammbohrungen bis maximal 11,00 m Tiefe niedergebracht.

Organoleptische Auffälligkeiten wurden vor allem in Form von Bauschuttanteilen in der Auffüllung festgestellt.

Einmal, im Bereich der Kleinrammbohrung KRB 09 wurden in Tiefen zwischen 5,30 m u. GOK und 5,50 m u. GOK organoleptische Auffälligkeiten hinsichtlich Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) festgestellt. Zwei Proben aus dieser Tiefe wurden hinsichtlich MKW und BETX untersucht.

Für die Einschätzung der Belastung der Auffüllung und der gewachsenen Böden wurden insgesamt sieben Mischproben aus den Kleinrammbohrungen zusammengestellt und nach den Richtlinien der LAGA untersucht.

2. Bodenaufbau

Der Bodenaufbau stellt sich folgendermaßen dar:

Unterhalb einer Pflasterversiegelung, bzw. einer Betonversiegelung im Bereich der Halle, gelegentlich auch einer Mutterbodenabdeckung folgt eine überwiegend sandige, selten schluffige Auffüllung, die im oberflächennahen Bereich auch Bauschuttlagen enthält (KRB 02 bis KRB 22). Diese Auffüllung reicht bis in Tiefen von maximal 4,60 m u. GOK. Einmal, im Bereich der Kleinrammbohrung KRB 01 fehlt sie auch ganz.

Zur Tiefe folgen Sande mit wechselnden Schluffanteilen, in die geringmächtige Lagen von organischen Böden (Auelemm) eingeschaltet sein können.

Die Ansatzpunkte der Bohrungen sind dem Lageplan (Anlage 1) zu entnehmen.

Aus den Proben der Kleinrammbohrungen wurden insgesamt 7 Mischproben zusammengestellt.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Mischprobe

Bezeichnung Entnahmetiefe / [m u. GOK]			
MP 01	MP 02	MP 03	MP 04
KRB 02 / 0,20-0,60	KRB 02 / 0,60-1,90	KRB 01 / 0,70-3,40	KRB 09 / 0,20-0,50
KRB 03 / 0,20-0,50	KRB 03 / 0,50-0,90	KRB 02 / 1,90-3,30	KRB 10 / 0,00-0,60
KRB 04 / 0,30-0,50	KRB 03 / 1,20-2,40	KRB 03 / 2,40-5,70	KRB 11 / 0,08-0,30
KRB 06 / 0,20-0,40	KRB 04 / 0,50-0,80	KRB 04 / 0,80-1,80	KRB 12 / 0,08-0,30
	KRB 05 / 0,08-0,30	KRB 05 / 0,50-1,30	KRB 13 / 0,40-0,60
	KRB 06 / 0,40-1,60		KRB 14 / 0,20-0,50

Bezeichnung Entnahmetiefe / [m u. GOK]			
MP 05	MP 06	MP 07	
KRB 08 / 0,28-0,70	KRB 15 / 0,00-0,60	KRB 15 / 0,60-2,00	
KRB 09 / 0,50-1,20	KRB 16 / 0,10-0,50	KRB 16 / 0,50-2,00	
KRB 10 / 0,60-0,80	KRB 17 / 0,20-0,40	KRB 17 / 0,40-1,10	
KRB 11 / 0,50-1,90	KRB 19 / 0,80-1,00	KRB 18 / 0,30-1,70	
KRB 12 / 0,30-4,50	KRB 20 / 0,20-0,80	KRB 19 / 1,00-3,20	
KRB 13 / 0,60-2,40	KRB 21 / 0,20-0,60	KRB 20 / 0,80-4,60	
KRB 14 / 0,50-2,10	KRB 22 / 0,20-0,40	KRB 21 / 0,60-1,80	
		KRB 22 / 0,40-1,50	

3. Auswertung der Ergebnisse

Für die Bewertung des Gefährdungspotentials der festgestellten Schadstoffgehalte hinsichtlich des direkten Wirkungspfadades Boden-Mensch werden im Folgenden aufgrund der vorliegenden Nutzung der Fläche als öffentlich Umsteiganlage die Prüfwerte der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (i. F. BBodSchV) für Park- und Freizeitflächen herangezogen.

Für die Beurteilung der Schadstoffe kommt damit folgende Beurteilungsgrundlage zum Einsatz:

Prüfwerte nach dem Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)) sowie der zugehörigen Verordnung (Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV); Juli 1999)

Als Leitparameter für die Bewertung des Gefährdungspotential von PAK wird durch die BBodSchV die Konzentration des besonders kanzerogenen PAK-Einzelstoffes Benzo(a)pyren bewertet.

Für die Beurteilung einer möglichen Gefährdung des Grundwassers wurden die Orientierungswerte der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (i. F. LAWA) verwendet.

LAWA - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser:
Fachliche Empfehlungen der LAWA für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden, Januar 1994

Um die Entsorgung von Böden und die Kosten bei eventuellen Erdarbeiten besser einschätzen zu können, wurde eine Einstufung dieses Bodenmaterials in die Einbauklassen der LAGA vorgenommen (Kap. 3.3).

3.1 Gefährdung der menschlichen Gesundheit

Die Schwermetall- PCB- und Benzo(a)pyren-Gehalte der Mischproben sind in Tabelle 2 den Prüfwerten der BBodSchV gegenübergestellt.

Tabelle 2: Vergleich der Schwermetall- und Benzo(a)pyren-Gehalte der Proben mit den Prüfwerten der BBodSchV

Parameter [mg/kg TS]	Prüfwerte BBodSchV Park-und Freizeitflächen	Probenbezeichnung/Entnahmetiefe [m u. GOK]			
		MP 01 0,20-0,60	MP 02 0,08-2,40	MP 03 0,50-5,70	MP 04 0,00-0,60
Arsen	125	14	4,0	1,5	12
Blei	1.000	13	17	11	22
Cadmium	50	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,6
Chrom	1.000	8,9	9,6	3,4	58
Kupfer		4,6	6,6	2,9	32
Nickel	350	9,7	8,0	3,4	34
Quecksilber	50	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink		40	56	24	350
PCB ₆	2	n.n.	n.n.	n.n.	0,011
Benzo(a)pyren	1	0,017	0,014	0,008	0,083

Parameter [mg/kg TS]	Prüfwerte BBodSchV Park-und Freizeitflächen	Probenbezeichnung/Entnahmetiefe [m u. GOK]		
		MP 05 0,28-4,50	MP 06 0,00-1,00	MP 07 0,50-4,60
Arsen	125	2,8	13	2,5
Blei	1.000	12	9,8	13
Cadmium	50	< 0,1	0,1	0,1
Chrom	1.000	8,1	110	5,8
Kupfer		4,1	13	4,5
Nickel	350	5,6	74	4,7
Quecksilber	50	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink		29	34	30
PCB ₆	2	n.n.	n.n.	n.n.
Benzo(a)pyren	1	0,048	0,039	0,014

Erläuterungen:

BBodSchV: Prüfwerte nach der BBodSchV für den direkten Wirkungspfad Boden-Mensch, bei dessen Überschreitung bei der genannten Nutzung eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit möglich erscheint.



Überschreitung der Prüfwerte für Industrie- und Gewerbegrundstücke

Die nachgewiesenen Schadstoffkonzentrationen liegen durchgehend unterhalb der zugrunde gelegten Prüfwerte der BBodSchV für Park- und Freizeitflächen.

Eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch direkten Kontakt mit den anstehenden Böden ist nicht zu erkennen.

3.2 Gefährdung des Grundwassers

Im Folgenden werden die analysierten Schadstoffgehalte der untersuchten Proben den Orientierungswerten für Bodenbelastungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (i. F. LAWA) gegenübergestellt.

Die Ergebnisse dieses Vergleichs geben Hinweise, inwieweit eine Gefährdung des Grundwassers besteht. Bei Überschreitungen, insbesondere der Maßnahmen-schwellenwerte, besteht die Möglichkeit einer Verunreinigung des Grundwassers durch Austrag von Schadstoffen aus dem Boden.




In der nachfolgenden Tabelle 3 werden die Orientierungswerte der LAWA für Bodenbelastungen den Analyseergebnissen gegenübergestellt.

Tabelle 3: Vergleich der Schadstoffgehalte der Proben mit den Orientierungswerten der LAWA für Bodenbelastungen

Parameter [mg/kg TS]	Orientierungswerte der LAWA für Bodenbelastungen		Probenbezeichnung Entnahmetiefe [m u. GOK]			
	Prüfwert- bereich	Maßnahmen- schwellen- wertbereich	MP 01 0,20-0,60	MP 02 0,08-2,40	MP 03 0,50-5,70	MP 04 0,00-0,60
PAK _{gesamt}	2 - 10	10 - 100	0,226	0,191	0,099	0,688
Naphtalin	1 - 2	5	0,006	0,002	< 0,001	0,007
LHKW	1 - 5	5 - 25		n.n.	n.n.	
LHKW _{karz.}	0,1 - 1	0,1 - 5		n.n.	n.n.	
PCB, gesamt	0,1 - 1	1 - 10	n.n.	n.n.	n.n.	0,011
MKW, n-C ₁₀₋₄₀	300 - 1.000	1.000 -5.000	< 5	< 5	< 5	28
BTEX	2 - 10	10 – 30		n.n.	n.n.	
Benzol	0,1 - 0,5	5 - 10		< 0,01	< 0,01	

Parameter [mg/kg TS]	Orientierungswerten der LAWA für Bodenbelastungen		Probenbezeichnung Entnahmetiefe [m u. GOK]			
	Prüfwert- bereich	Maßnahmen- schwellen- wertbereich	MP 05 0,28-4,50	MP 06 0,00-1,00	MP 07 0,50-4,60	
PAK _{gesamt}	2 - 10	10 - 100	0,455	0,379	0,165	
Naphtalin	1 - 2	5	0,003	0,005	0,001	
LHKW	1 - 5	5 - 25	n.n.		n.n.	
LHKW _{karz.}	0,1 - 1	0,1 - 5	n.n.		n.n.	
PCB, gesamt	0,1 - 1	1 - 10	n.n.	n.n.	n.n.	
MKW, n-C ₁₀₋₄₀	300 - 1.000	1.000 -5.000	87	34	6	
BTEX	2 - 10	10 - 30	n.n.		n.n.	
Benzol	0,1 - 0,5	5 - 10	< 0,01		< 0,01	

¹⁾ PAK_{ges.}: Summe der PAK nach EPA ohne Naphtalin

	Prüfwertbereich der LAWA für Bodenbelastungen
	Maßnahmenschwelwertbereich der LAWA für Bodenbelastungen
	Überschreitung des Maßnahmenschwelwertbereiches der LAWA für Bodenbelastungen

Prüfwerte: Bei der Unterschreitung der Prüfwerte gilt ein Gefahrenverdacht in der Regel als ausgeräumt. Bei Überschreitungen ist eine weitere Sachverhaltsermittlung geboten.

Maßnahmenschwelwerte: Maßnahmenschwelwerte sind Werte, deren Überschreitung in der Regel weitere Maßnahmen, z. B. eine Sicherung oder eine Sanierung auslöst.

Die analysierten Schadstoffgehalte liegen sämtlich unterhalb der Prüfwertbereiche der LAWA für Bodenbelastungen,

3.3 Verwertung anfallenden Bodenaushubes nach den Richtlinien der LAGA

Aufgrund der Gehalte an bodenfremden Bestandteilen größer 10 M % wurden drei Mischproben nach den Richtlinien der LAGA für Bauschutt und Recyclingbaustoffe, entsprechend des Volluntersuchungsumfangs im Eluat und Feststoff im Labor Dr. Döring, Bremen untersucht wurden.

Vier der Mischproben enthielten nur sehr untergeordnet bodenfremde Bestandteile, so dass diese Proben nach den Richtlinien der LAGA M20 Boden, entsprechend des Volluntersuchungsumfangs im Eluat und Feststoff, im Labor Dr. Döring, Bremen untersucht wurden.

Im Folgenden wird die Belastung der Proben nach den Zuordnungswerten der LAGA in die jeweiligen Einbauklassen eingestuft. Die relevanten Zuordnungswerte sind im Anhang dieser Bewertung beigefügt.






Die Ergebnisse der Analysen der Mischproben MP 02, MP 03, MP 05 und MP 07, die nach den Richtlinien der LAGA M 20 für Boden im Vollumfang untersucht wurden, sind in Tabelle 4 aufgeführt und werden mit den Zuordnungswerten der LAGA verglichen.

Die Ergebnisse der Analysen der Mischproben MP 01, MP 04 und MP 06, die nach den Richtlinien der LAGA für Bauschutt und Recyclingbaustoffe im Vollumfang untersucht wurden, sind in Tabelle 5 aufgeführt und werden mit den Zuordnungswerten der LAGA verglichen.

Tabelle 4: Vergleich der Analysenergebnisse der Mischproben MP 02, MP 03, MP 05 und MP 07 mit den Zuordnungswerten der LAGA Boden M20

	Probenbezeichnung:							
	MP 02		MP 03		MP 05		MP 07	
	Feststoff [mg/kg TS]	Eluat [µg/L]	Feststoff [mg/kg TS]	Eluat [µg/L]	Feststoff [mg/kg TS]	Eluat [µg/L]	Feststoff [mg/kg TS]	Eluat [µg/L]
Trockenmasse [%]	74,8		92,9		87,2		95,0	
pH-Wert		8,3		7,6		8,0		8,9
Leitfähigkeit		54		26		93		107
Chlorid		1.500		3.500		8.800		16.000
Sulfat		12.000		1.400		5.700		4.000
Phenol-Index		< 10		< 10		< 10		< 10
TOC [%]	0,26		0,30		0,44		0,16	
MKW C10-22	< 5		< 5		12		< 5	
MKW C10-40	< 5		< 5		87		6	
Cyanid, gesamt	< 0,05	< 5	< 0,05	< 5	< 0,05	< 5	< 0,05	< 5
EOX	0,2		< 0,1		0,3		< 0,1	
BTEX	n.n.		n.n.		n.n.		n.n.	
LHKW	n.n.		n.n.		n.n.		n.n.	
Arsen	4,0	< 2,0	1,6	< 2,0	2,8	< 2,0	2,5	2,9
Blei	17	< 0,2	11	0,4	12	< 0,2	13	< 0,2
Cadmium	< 0,1	< 0,2	< 0,1	< 0,2	< 0,1	< 0,2	0,1	< 0,2
Chrom	9,6	< 0,3	3,4	1,0	8,1	< 0,3	5,8	< 0,3
Kupfer	6,6	2,4	2,9	4,4	4,1	< 2,0	4,5	< 2,0
Nickel	8,0	< 1,0	3,4	1,4	5,6	< 1,0	4,7	< 1,0
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Thallium	< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1	
Zink	56	< 2,0	24	8,2	29	< 2,0	30	< 2,0
PCB	n.n.		n.n.		n.n.		n.n.	
PAK _{EPA}	0,193		0,099		0,458		0,166	
Bap	0,014		0,008		0,048		0,014	
Einbauklasse	0		0		0		0	

Erläuterungen:






	Einbauklasse 0	uneingeschränkter offener Einbau
	Einbauklasse 1.1	eingeschränkter Einbau in technischen Bauwerken
	Einbauklasse 1.2	eingeschränkter Einbau in technischen Bauwerken unter hydrogeologisch günstigen Bedingungen
	Einbauklasse 2	Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherheitsmaßnahmen in technischen Bauwerken
	> Einbauklasse 2	keine Wiederverwertung nach den Richtlinien der LAGA möglich; Entsorgung oder Reinigung des Bodens

Alle Mischproben sind der Einbauklasse 0 zuzuordnen. Diese Böden können ohne Einschränkungen wieder eingebaut werden.

Tabelle 2: Vergleich der Analyseergebnisse mit den Zuordnungswerten der LAGA für Bauschutt und Recyclingbaustoffe

	Probenbezeichnung					
	MP 01		MP 04		MP 06	
	Feststoff [mg/kg TS]	Eluat [µg/L]	Feststoff [mg/kg TS]	Eluat [µg/L]	Feststoff [mg/kg TS]	Eluat [µg/L]
Trockenmasse [%]	95,4		96,8		94,7	
pH-Wert		9,1		8,9		9,1
Leitfähigkeit		54		89		97
Chlorid		720		5.300		6.000
Sulfat		3.500		6,100		14.000
Phenol-Index		< 10		< 10		< 10
MKW C10-22	< 5		< 5		< 5	
MKW C10-40	< 5		28		34	
EOX	0,1		0,2		< 0,1	
Arsen	14	3,0	12	3,0	13	4,2
Blei	13	< 0,2	22	0,2	9,8	< 0,2
Cadmium	< 0,1	< 0,2	0,6	< 0,2	0,1	< 0,2
Chrom	8,9	< 0,3	58	< 0,3	110	< 0,3
Kupfer	4,6	< 2,0	32	3,2	13	< 2,0
Nickel	9,7	< 1,0	34	< 1,0	74	< 1,0
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	40	< 2,0	350	< 2,0	34	< 2,0
PCB	n.n.		0,011		n.n.	
PAK _{EPA}	0,232		0,695		0,384	
Bap	0,017		0,083		0,039	
Einbauklasse	0		1		0*	

Erläuterungen:

	Einbauklasse 0	uneingeschränkter offener Einbau
	Einbauklasse 1.1	eingeschränkter Einbau in technischen Bauwerken
	Einbauklasse 1.2	eingeschränkter Einbau in technischen Bauwerken unter hydrogeologisch günstigen Bedingungen
	Einbauklasse 2	Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherheitsmaßnahmen in technischen Bauwerken
	> Einbauklasse 2	keine Wiederverwertung nach den Richtlinien der LAGA möglich; Entsorgung oder Reinigung des Bodens

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Analysen weist die Mischprobe MP 04 einen Zink-Gehalt auf, der eine Einstufung nach LAGA in die Einbauklasse 1 zulässt. Ein eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherheitsmaßnahmen in technischen Bauwerken ist somit möglich.

Alle weiteren Mischproben sind der Einbauklasse 0* zuzuordnen. Diese Böden können ohne Einschränkungen unterhalb des durchwurzelten Bereiches (ca. 0,5 m) wieder eingebaut werden.

4. Beurteilung und Zusammenfassung

Auf dem Grundstück wurden 22 Kleinrammbohrungen niedergebracht.

Im Zuge der Untersuchungen wurden nur untergeordnet organoleptische Auffälligkeiten vor allem in Form von Bauschutt in der Auffüllung festgestellt. Weder an den potentiellen Kontaminationsherden noch in der Auffüllung wurden während der Arbeiten besondere Hinweise auf Verunreinigungen wie Gerüche und Verfärbungen festgestellt.

Einzige Ausnahme bildet hier die Kleinrammbohrung KRB 09. Hier wurden in Tiefen zwischen 5,30 m u. GOK und 5,50 m u. GOK organoleptische Auffälligkeiten hinsichtlich MKW festgestellt.

Für die Einschätzung der Belastung der Auffüllung und der gewachsenen Böden wurden insgesamt sieben Mischproben aus den Kleinrammbohrungen zusammengestellt untersucht.

Der Vergleich mit den Prüfwerten der BBodSchV für Industrie- und Gewerbegrundstücke zeigt, dass die nachgewiesenen Schadstoffkonzentrationen durchgehend unterhalb der zugrunde gelegten Prüfwerte der BBodSchV liegen.

Eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch direkten Kontakt mit den anstehenden Böden ist nicht zu erkennen.

Im Ergebnis des Vergleiches der Proben mit den Orientierungswerten der LAWA für Bodenbelastungen zeigt sich, dass alle analysierten Schadstoffgehalte unterhalb der Prüfwerte der LAWA für Bodenbelastungen liegen.

Die Analytik der Proben aus der Kleinrammbohrung KRB 09 zeigen mit max. 56 mg/kg TS MKW keine besonderen Auffälligkeiten.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse wird eine Gefährdung für das Grundwasser durch Austrag von Schadstoffen als unwahrscheinlich angesehen.

Dennoch sollten im Bereich der Heizöltanks weitere geotechnische Untersuchungen ausgeführt werden.

Der Vergleich der Schadstoffgehalte mit den Werten der Richtlinie der LAGA entspricht dem vorgefundenen Bild der Auffüllung. Die Schadstoffgehalten der Mischproben sind überwiegend in die Einbauklasse 0 bzw. 0* einzuordnen.

Einmal wurden Schadstoffgehalte festgestellt die eine Einordnung in die Einbauklasse 1 erfordern.

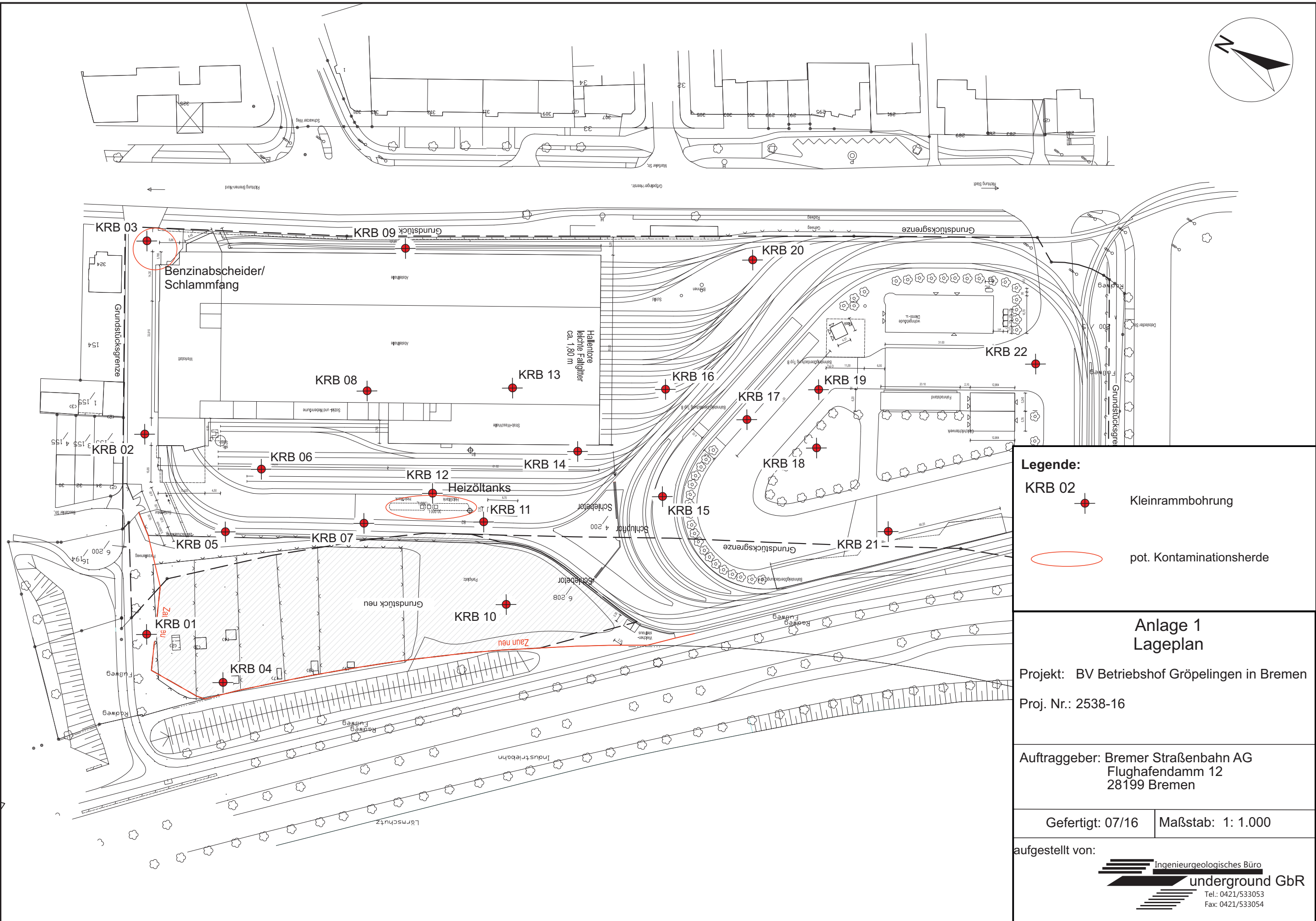
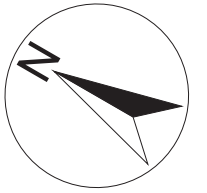
Generell ist festzustellen, dass die Ergebnisse lediglich als Anhaltspunkte für die Ermittlung der Kosten einer Entsorgung von Böden, die bei Erdarbeiten anfallen, sein können. Nach Öffnen der Versiegelung sollte die Auffüllung flächig in Augenschein genommen werden und auffällige Bereiche begutachtet und beprobt werden.

Ingenieurgeologisches Büro
underground

- Malkwitz -

Anlage 1:

Lageplan



Legende:

KRB 02		Kleinrammbohrung
		pot. Kontaminationsherde

**Anlage 1
Lageplan**

Projekt: BV Betriebshof Gröpelingen in Bremen
 Proj. Nr.: 2538-16

Auftraggeber: Bremer Straßenbahn AG
 Flughafendamm 12
 28199 Bremen

Gefertigt: 07/16 Maßstab: 1: 1.000

aufgestellt von:

Ingenieurgeologisches Büro
underground GbR
 Tel.: 0421/533053
 Fax: 0421/533054

Anlage 2:

Prüfberichte des Labors

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 12 28357 Bremen

Ingenieurgeologisches Büro
underground
Plantage 20

28215 BREMEN

19. August 2016

PRÜFBERICHT 18081632

Auftragsnr. Auftraggeber: 2538-16
Projektbezeichnung: BV BSAG Betriebshof Gröpelingen
Probenahme: durch Auftraggeber
Probentransport: durch Laboratorien Dr. Döring GmbH am 10.08.2016
Probeneingang: 10.08.2016
Prüfzeitraum: 10.08.2016 – 19.08.2016
Probennummer: 38351 – 38359 / 16
Probenmaterial: Boden, Boden/Bauschutt
Verpackung: PE – Beutel, Weißglas
Bemerkungen: z.T. Eil- und Nachanalytik
Sonstiges: Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.

Analysenbefunde: Seite 3 - 9
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

Dr. Jens Krause
(stellv. Laborleiter)

M. Sc. Malte Haak
(Projektleiter)

Probenvorbereitung:

DIN 19747

Messverfahren:

Trockenmasse	DIN ISO 11465
TOC	DIN EN 13137
Kohlenwasserstoffe (GC;F)	DIN EN 14039
Phenol-Index	DIN 38409-H16
Cyanide (F)	DIN ISO 11262
Cyanide (E)	DIN 38405-13
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1
Arsen (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Blei (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Cadmium (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Chrom (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Kupfer (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Nickel (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Quecksilber (F; E)	DIN EN 1483 (E12)
Thallium (F; E)	DIN EN ISO 17294-2
Zink (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
PAK	DIN ISO 18287
PCB	DIN EN 15308
BTEX	DIN 38407-F9
LHKW	DIN EN ISO 10301 (F4,HS-GC/MS)
EOX	DIN 38414-S17
pH-Wert (W,E)	DIN 38404-C5
el. Leitfähigkeit	DIN EN 27888 (C8)
Eluat	DIN EN 12457-4
Aufschluss	DIN EN 13657

Labornummer	38351	38352	38353	38354
Probenbezeichnung	MP01	MP02	MP03	MP04
Entnahmetiefe	-	-	-	-
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Trockenmasse [%]	95,4	74,8	92,9	96,8
TOC [%]		0,26	0,30	
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₂₂	< 5	< 5	< 5	< 5
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₄₀	< 5	< 5	< 5	28
Cyanid, gesamt		< 0,05	< 0,05	
EOX	0,1	0,2	< 0,1	0,2
Arsen	14	4,0	1,6	12
Blei	13	17	11	22
Cadmium	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,6
Chrom	8,9	9,6	3,4	58
Kupfer	4,6	6,6	2,9	32
Nickel	9,7	8,0	3,4	34
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Thallium		< 0,1	< 0,1	
Zink	40	56	24	350
PCB 28	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 52	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 101	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 138	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,005
PCB 153	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,003
PCB 180	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,003
Summe PCB (6 Kong.)	n.n.	n.n.	n.n.	0,011
Naphthalin	0,006	0,002	< 0,001	0,007
Acenaphthylen	< 0,001	0,006	0,003	0,004
Acenaphthen	0,001	0,002	< 0,001	0,002
Fluoren	0,003	0,003	0,001	0,003
Phenanthren	0,029	0,020	0,007	0,034
Anthracen	0,005	0,006	0,002	0,010
Fluoranthren	0,035	0,030	0,016	0,065
Pyren	0,027	0,025	0,014	0,060
Benzo(a)anthracen	0,019	0,017	0,009	0,050
Chrysen	0,023	0,016	0,008	0,058
Benzo(b)fluoranthren	0,027	0,020	0,012	0,104
Benzo(k)fluoranthren	0,010	0,008	0,004	0,034
Benzo(a)pyren	0,017	0,014	0,008	0,083
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,013	0,011	0,006	0,079
Dibenzo(a,h)anthracen	0,003	0,002	0,001	0,015
Benzo(g,h,i)perylene	0,014	0,011	0,008	0,087
Summe PAK (EPA)	0,232	0,193	0,099	0,695

Labornummer	38352	38353	
Probenbezeichnung	MP02	MP03	
Entnahmetiefe	-	-	
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	
Benzol	< 0,01	< 0,01	
Toluol	< 0,01	< 0,01	
Ethylbenzol	< 0,01	< 0,01	
Xylole	< 0,01	< 0,01	
Trimethylbenzole	< 0,01	< 0,01	
Summe BTEX	n.n.	n.n.	
Vinylchlorid	< 0,01	< 0,01	
1,1-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	
Dichlormethan	< 0,01	< 0,01	
1,2-trans-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	
1,1-Dichlorethan	< 0,01	< 0,01	
1,2-cis-Dichlorethen	< 0,01	< 0,01	
Tetrachlormethan	< 0,01	< 0,01	
1,1,1-Trichlorethan	< 0,01	< 0,01	
Chloroform	< 0,01	< 0,01	
1,2-Dichlorethan	< 0,01	< 0,01	
Trichlorethen	< 0,01	< 0,01	
Dibrommethan	< 0,01	< 0,01	
Bromdichlormethan	< 0,01	< 0,01	
Tetrachlorethen	< 0,01	< 0,01	
1,1,2-Trichlorethan	< 0,01	< 0,01	
Dibromchlormethan	< 0,01	< 0,01	
Tribrommethan	< 0,01	< 0,01	
Summe LHKW	n.n.	n.n.	

Labornummer	38351	38352	38353	38354
Probenbezeichnung	MP01	MP02	MP03	MP04
Entnahmetiefe	-	-	-	-
Dimension	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]
pH-Wert bei 20 °C	9,1	8,3	7,6	8,9
el. Leitfähigkeit [µS/cm] bei 25 °C	54	54	26	89
Phenol-Index	< 10	< 10	< 10	< 10
Cyanid, gesamt		< 5	< 5	
Chlorid	720	1.500	3.500	5.300
Sulfat	3.500	12.000	1.400	6.100
Arsen	3,0	< 2,0	< 2,0	3,0
Blei	< 0,2	< 0,2	0,4	0,2
Cadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom	< 0,3	< 0,3	1,0	< 0,3
Kupfer	< 2,0	2,4	4,4	3,2
Nickel	< 1,0	< 1,0	1,4	< 1,0
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zink	< 2,0	< 2,0	8,2	< 2,0

Labornummer	38355	38356	38357	
Probenbezeichnung	MP05	MP06	MP07	
Entnahmetiefe	-	-	-	
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	
Trockenmasse [%]	87,2	94,7	95,0	
TOC [%]	0,44		0,16	
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₂₂	12	< 5	< 5	
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₄₀	87	34	6	
Cyanid, gesamt	< 0,05		< 0,05	
EOX	0,3	< 0,1	< 0,1	
Arsen	2,8	13	2,5	
Blei	12	9,8	13	
Cadmium	< 0,1	0,1	0,1	
Chrom	8,1	110	5,8	
Kupfer	4,1	13	4,5	
Nickel	5,6	74	4,7	
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Thallium	< 0,1		< 0,1	
Zink	29	34	30	
PCB 28	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
PCB 52	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
PCB 101	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
PCB 138	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
PCB 153	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
PCB 180	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Summe PCB (6 Kong.)	n.n.	n.n.	n.n.	
Naphthalin	0,003	0,005	0,001	
Acenaphthylen	0,008	0,003	0,002	
Acenaphthen	0,002	0,001	< 0,001	
Fluoren	0,004	0,003	0,001	
Phenanthren	0,024	0,023	0,014	
Anthracen	0,012	0,007	0,003	
Fluoranthren	0,049	0,038	0,025	
Pyren	0,051	0,035	0,025	
Benzo(a)anthracen	0,032	0,033	0,013	
Chrysen	0,036	0,039	0,014	
Benzo(b)fluoranthren	0,042	0,059	0,022	
Benzo(k)fluoranthren	0,013	0,021	0,007	
Benzo(a)pyren	0,048	0,039	0,014	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,025	0,033	0,011	
Dibenzo(a,h)anthracen	0,028	0,006	0,001	
Benzo(g,h,i)perylene	0,081	0,039	0,013	
Summe PAK (EPA)	0,458	0,384	0,166	

Labornummer	38355		38357	
Probenbezeichnung	MP05		MP07	
Entnahmetiefe	-		-	
Dimension	[mg/kg TS]		[mg/kg TS]	
Benzol	< 0,01		< 0,01	
Toluol	< 0,01		< 0,01	
Ethylbenzol	< 0,01		< 0,01	
Xylole	< 0,01		< 0,01	
Trimethylbenzole	< 0,01		< 0,01	
Summe BTEX	n.n.		n.n.	
Vinylchlorid	< 0,01		< 0,01	
1,1-Dichlorethen	< 0,01		< 0,01	
Dichlormethan	< 0,01		< 0,01	
1,2-trans-Dichlorethen	< 0,01		< 0,01	
1,1-Dichlorethan	< 0,01		< 0,01	
1,2-cis-Dichlorethen	< 0,01		< 0,01	
Tetrachlormethan	< 0,01		< 0,01	
1,1,1-Trichlorethan	< 0,01		< 0,01	
Chloroform	< 0,01		< 0,01	
1,2-Dichlorethan	< 0,01		< 0,01	
Trichlorethen	< 0,01		< 0,01	
Dibrommethan	< 0,01		< 0,01	
Bromdichlormethan	< 0,01		< 0,01	
Tetrachlorethen	< 0,01		< 0,01	
1,1,2-Trichlorethan	< 0,01		< 0,01	
Dibromchlormethan	< 0,01		< 0,01	
Tribrommethan	< 0,01		< 0,01	
Summe LHKW	n.n.		n.n.	

Labornummer	38355	38356	38357	
Probenbezeichnung	MP05	MP06	MP07	
Entnahmetiefe	-	-	-	
Dimension	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	
pH-Wert bei 20 °C	8,0	9,1	8,9	
el. Leitfähigkeit [µS/cm] bei 25 °C	93	97	107	
Phenol-Index	< 10	< 10	< 10	
Cyanid, gesamt	< 5		< 5	
Chlorid	8.800	6.000	16.000	
Sulfat	5.700	14.000	4.000	
Arsen	< 2,0	4,2	2,9	
Blei	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Cadmium	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Chrom	< 0,3	< 0,3	< 0,3	
Kupfer	< 2,0	< 2,0	< 2,0	
Nickel	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Zink	< 2,0	< 2,0	< 2,0	

Labornummer	38358	38359		
Probenbezeichnung	KRB 9	KRB 9		
Entnahmetiefe	5,3-5,5 m	5,5-6 m		
Dimension	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]		
Trockenmasse [%]	83,4	83,7		
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₂₂	44	< 5		
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₄₀	56	< 5		
Benzol	< 0,01	< 0,01		
Toluol	< 0,01	< 0,01		
Ethylbenzol	< 0,01	< 0,01		
Xylole	< 0,01	< 0,01		
Trimethylbenzole	< 0,01	< 0,01		
Summe BTEX	n.n.	n.n.		

Anlage 3:

Zuordnungswerte der LAGA

Böden mit bodenfremden Bestandteile > 10%

Zuordnungswerte Feststoff und Eluat für **Recyclingbaustoffe / nicht aufgearbeiteten** Bauschutt gem. Tab II.1.4-5 und Tab. II.1.4-6 der LAGA 2003

	Zuordnungswerte der LAGA Feststoff und Eluat Bauschutt							
	Z 0		Z 1.1		Z 1.2		Z 2	
	Feststoff [mg/kg TS]	Eluat [µg/l]	Feststoff [mg/kg TS]	Eluat [µg/l]	Feststoff [mg/kg TS]	Eluat [µg/l]	Feststoff [mg/kg TS]	Eluat [µg/l]
pH-Wert		7,0 - 12,5		7,0 - 12,5		7,0 - 12,5		7,0 - 12,5
Leitfähigkeit		500		1.500		2.500		3.000
Phenol-Index		< 10		10		50		100
Chlorid		10.000		20.000		40.000		150.000
Sulfat		50.000		150.000		300.000		600.000
MKW	100 ¹		300 ¹		500 ¹		1.000 ¹	
EOX	1		3		5		10	
Arsen ²	20	10		10		40		50
Blei ²	100	20		40		100		100
Cadmium ²	0,6	2		2		5		5
Chrom _{ges.} ²	50	15		30		75		100
Kupfer ²	40	50		50		150		200
Nickel ²	40	40		50		100		100
Quecksilber ²	0,3	0,2		0,2		1		2
Zink	120	100		100		300		400
PCB	0,02		0,1		0,5		1	
PAK _{EPA}	1		5 (20) ³		15 (50) ³		75 (100) ³	

Erläuterungen:

- 1) Überschreitung, die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar
- 2) Sollen Recyclingbaustoffe, z.B. Vorsiebmaterial und nicht aufgearbeiteter Bauschutt als Bodenmaterial in der Einbauklasse 1 verwendet werden, gelten die Zuordnungswerte der TR Boden
- 3) Im Einzelfall kann bis zu den in den Klammern genannten Werten abgewichen werden

Böden mit bodenfremden Bestandteile < 10%

Zuordnungswerte der LAGA M 20 **Boden** für Parameter im Feststoff Boden

	Zuordnungswerte der LAGA mg/kg TS					
	Z 0 Sand	Z 0 Lehm/Schluff	Z 0 Ton	Z 0*	Z 1	Z 2
TOC [%]	0,5 (1,0) ¹⁾	0,5 (1,0) ¹⁾	0,5 (1,0) ¹⁾	0,5 (1,0) ¹⁾	1,5	5
Kohlenwasserstoffe	100	100	100	200 (400) ²⁾	300 (600) ²⁾	1000 (2000) ²⁾
BETX	1	1	1	1	3	10
LHKW	1	1	1	1	3	10
EOX	1	1	1	1	3	10
Cyanid, gesamt					3	10
Arsen	10	15	20	15 (Ton 20)	45	150
Blei	40	70	100	140	210	700
Cadmium	0,4	1	1,5	1 (Ton 1,5)	3	10
Chrom _{ges.}	30	60	100	120	180	600
Kupfer	20	40	60	80	120	400
Nickel	15	50	70	100	150	500
Quecksilber	0,1	0,5	1	1	1,5	5
Thalium	0,4	0,7	1	0,7	1,5	5
Zink	60	150	200	300	450	1.500
PCB	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,5
PAK _{EPA}	3	3	3	3	3 (9) ³⁾	30
B(a)p	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	3

Erläuterungen:

- 1) Bei einem C/N-Verhältnis > 25% beträgt der Zuordnungswert 1-Masse-%
- 2) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit Kettenlängen von C10 bis C20. Der Gesamtgehalt (bestimmt nach E DIN EN 14039) C10 bis C40 darf den in Klammern aufgeführten Wert nicht überschreiten
- 3) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten >3 mg/kg TS und ≤ 9 mg/kg TS darf nur in Gebieten mit hydrologischen günstigen Deckschichten eingebaut

Zuordnungswerte der LAGA M 20 **Boden** für Parameter im Eluat

	Zuordnungswerte der LAGA Eluat Boden			
	Z 0 Eluat [µg/l]	Z 1.1 Eluat [µg/l]	Z 1.2 Eluat [µg/l]	Z 2 Eluat [µg/l]
pH-Wert	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,0 - 12,0	5,5 - 12,0
Leitfähigkeit [µS/cm]	250	250	1.500	2.000
Chlorid	30.000	30.000	50.000	100.000
Sulfat	20.000	20.000	50.000	200.000
Cyanid, gesamt	5	5	10	20
Phenol-Index	20	20	40	100
Arsen	14	14	20	60
Blei	40	40	80	200
Cadmium	1,5	1,5	3,0	6,0
Chrom _{ges.}	12,5	12,5	25	60
Kupfer	20	20	60	100
Nickel	15	15	20	70
Quecksilber	0,5	0,5	1,0	2,0
Zink	150	150	200	600