

Milser Straße 37
33729 Bielefeld
Tel.: (0521) 977 10-0
Fax.: (0521) 977 10-20
info@ifua.de

Projekttitel:

**Sanierungsgebiet Handelshafen/Nessedock
"Umgestaltung Sägemühlenstraße,
Georgstraße, Am Dock, Nessestraße,
Industriestraße und Ledastraße"
Boden- und Baugrunduntersuchungen**

Auftraggeber:

Stadt Leer
Sonderprojekte und TUI

Bearbeitung:

Michael Bleier (Dipl.-Ing.)
Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)

Projekt-Nr.:

P 212132

Datum:

März 2013

Gesellschafter:

- Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Gefährdungsabschätzung für die Wirkungspfade Boden-Gewässer und Boden-Mensch sowie Sanierung (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 2, 4 und 5)
- Michael Bleier (Dipl.-Ing.)
- Petra Günther (Dipl.-Biol.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige für Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Pflanze/Vorsorge zur Begrenzung von Stoffeinträgen in den Boden und beim Auf- und Einbringen von Materialien sowie für Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 3 und 4)
Wirtschaftsmediatorin (IHK)
- Monika Machtolf (Dipl. Oec. troph.)

Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung und Zielsetzung	1
2.	Informationen zum Untersuchungsgelände	2
3.	Durchgeführte Untersuchungen	4
3.1.	Untersuchungskonzept	4
3.2.	Geländearbeiten und Probennahmen	5
3.3.	Durchgeführte Analytik	7
4.	Ergebnisse der Baugrunduntersuchung	10
4.1.	Bodenaufbau	10
4.2.	Grundwasser	11
4.3.	Bodenklassifikation, Bodenkennwerte	12
4.4.	Bautechnische Folgerungen	13
4.4.1.	Tragfähigkeit und Wiederverwendung der Böden	13
4.4.2.	Befestigte Verkehrsflächen	14
4.4.3.	Bodenaushub und Erdarbeiten	16
4.4.4.	Wiedereinbau und Verdichtungsanforderungen	17
4.5.	Kreuzung Bahntrasse / Sägemühlenstraße	18
4.6.	Spundwand im Bereich Uferpromenade	20
5.	Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen	21
5.1.	Zusammensetzung des Bodenmaterials	21
5.2.	Stoffliche Beschaffenheit	23
5.2.1.	Beschaffenheit des Auffüllungsbodens	23
5.2.2.	Beschaffenheit der Asphaltbeläge der Straßen	27
6.	Zusammenfassung	29

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Durchgeführte Sondierungen und Probennahmen_____	6
Tabelle 2:	Chemisch untersuchte Bodenproben_____	8
Tabelle 3:	Chemisch untersuchte Bohrkern (Asphaltproben) _____	9
Tabelle 4:	Boden- und Felsklassen_____	12
Tabelle 5:	Charakteristische Bodenkennwerte (beruhend auf Erfahrungswerten) _____	13
Tabelle 6:	Vorschläge für Schichtstärken für einen Verkehrsflächenaufbau gem. RStO 01, Asphaltbauweise mit Asphalt- und Schottertragschicht und Pflasterbauweise über F 3-Böden _____	15
Tabelle 7:	Charakteristische Bodenkennwerte von Auffüllmaterial. Die in der Tabelle angegebenen Scherparameter gelten für dränierte Böden _____	17
Tabelle 8:	Übersicht über die angetroffenen Auffüllungen in Hinblick auf Schadstoffe _____	22
Tabelle 9:	Analysenergebnisse der Bodenproben (Mischproben MP 1 bis MP 4 sowie Einzelprobe 9A-7) _____	24
Tabelle 10:	PAK-Ergebnisse der Bodenproben (Mischproben MP 1 bis MP 4, Einzelproben der Mischprobe MP 2 sowie Einzelprobe 9A-7) _____	25
Tabelle 10:	Analysenergebnisse der Bohrkern der Asphaltdecken_____	28

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1:	Übersichtslageplan
Anlage 2:	Ergebnisse der Baugrunduntersuchung
Anlage 3:	Analysenergebnisse, Prüfberichte 66511001, 66511002, 66511002N1, 66511003 und 66511004 der Eurofins Umwelt West GmbH

1. Veranlassung und Zielsetzung

Durch Sanierungssatzung vom 30.12.2006 sieht die Stadt Leer (Ostfriesland) vor, das als "Handelshafen / Nesse-Dock" bezeichnete Sanierungsgebiet durch städtebauliche Sanierungsmaßnahmen zu verbessern und umzugestalten.

Im östlichen Teil des Sanierungsgebietes sollen die Sägemühlenstraße, Georgstraße, Am Dock, Nessestraße, Industriestraße und Ledastraße (vgl. Anlage 1). umgestaltet werden. Die genannten Straßen sollen teilweise verlegt und neu ausgebaut werden; die Georgstraße als Hauptzufahrtstraße zur Nesse-Halbinsel soll dabei vollständig eingezogen werden.

Durch Boden- und Baugrunduntersuchungen soll zum einen der Untergrund der neu- bzw. auszubauenden Straßenabschnitte hinsichtlich seiner Tragfähigkeit überprüft werden. Zum anderen sollen im Hinblick auf die erforderlichen Tiefbauarbeiten mögliche Schadstoffbelastungen des Untergrundes ermittelt werden. Weiterhin soll die aktuell vorhandene Schwarzdecke der Straßen anhand von Bohrkernen auf Teerbestandteile (anhand des PAK-Gehaltes) untersucht werden.

Zusätzlich soll im Bereich der Uferpromenade an der Ledastraße anhand von zwei Sondierungen der anstehende tragfähige Untergrund im Hinblick auf den Bau einer neuen Uferbefestigung erkundet werden.

Mit den diesbezüglichen Untersuchungen wurde die IFUA-Projekt-GmbH seitens der Stadt Leer mündlich auf der Grundlage des Angebot P212153 vom 03.01.2013 beauftragt. Die Ergebnisse der Untersuchung legen wir hiermit vor.

2. Informationen zum Untersuchungsgelände

Das Untersuchungsgelände befindet sich im südlichen zentralen Stadtkernbereich von Leer innerhalb eines Gewerbegebiets am südöstlichen Ende des ehemaligen Handelshafens. Es umfasst die Sägemühlenstraße, die Straße "Am Dock", die Georgstraße, die Industriestraße, die Nessestraße sowie die Ledastraße (Uferpromenade des Handelshafens) sowie deren Kreuzungsbereiche. Das Untersuchungsgebiet grenzt mit der Georgstraße und der Ledastraße direkt an das Hafenbecken bzw. den Uferweg an. Parallel zur Sägemühlenstraße verläuft die Gleistrasse einer Industriebahn (siehe Anlage 1).

Die Straßenführungen sind in der Georgstraße sowie Teilen der Sägemühlenstraße drei- bis vierspurig, bei den übrigen Straßen zweispurig ausgelegt. Die Randbereiche werden bis auf wenige Ausnahmen durch Geh- und Radwege abgeschlossen. In den Kreuzungsbereichen Sägemühlenstraße / "Am Dock" und Nessestraße / Industriestraße befinden sich außerdem noch gepflasterte, zurzeit genutzte Parkplätze.

Sämtliche bestehende Verkehrswege sind mit Schwarzdecken versiegelt (asphaltiert). Darunter folgt vorwiegend eine Tragschicht aus granitischem Schottermaterial, selten aus Hartkalksteinschotter (HKS), mit einer Mächtigkeit von rd. 0,4 m bis max. 0,7 m. Häufig fehlt diese Schicht und wurde durch einen enggestuften Füllsand ersetzt.

Über die bestehenden Bauklassen liegen uns keine Informationen vor. Erfahrungsgemäß sind die Verkehrswege unter Berücksichtigung des bestehenden Straßenausbaus und der Nutzung innerhalb eines Gewerbegebiets in den Bauklassen III bis IV ausgelegt. Die untersuchten Geländeabschnitte liegen gemäß den vorliegenden Planungsunterlagen sowie dem durchgeführten Nivellement (siehe Anlage 2) auf Höhenniveaus zwischen rd. 5,3 m NHN ("Am Dock") und 2,3 m NHN (Kreuzungsbereich Nessestraße / Industriestraße). Die Höhendifferenz liegt bei rd. $\Delta = 3$ m. Dabei besteht ein leichtes Gefälle zwischen den nördlichen und südlichen Straßenverläufen.

Die überplanten Straßenabschnitte sind zwischen ca. 80 und 430 m lang. Eine Kilometrierung geht aus den Planungsunterlagen nicht hervor.

Neben der Umgestaltung und dem bereichsweisen Neubau der genannten Verkehrsflächen werden einzelne Abschnitte der Straßen auch vollständig eingezo- gen. Zur besseren Übersicht wurden die zu untersuchenden Straßenabschnitte in 6 Teilbereiche unterteilt (siehe Anlage 1):

- Bereich 1: Kreuzung Nessestraße / Industriestraße: Rückbau und Verle- gung des Kreuzungsbereichs, Verlegung der Kreuzung nach Osten in den Bereich der aktuellen Grünfläche bzw. auf das Telekom-Gelände. Rückbau bestehender Geh- und Radwege und spätere Anordnung an den geplanten Straßenverlauf.
- Bereich 2: Sägemühlenstraße / Kreuzung Georgstraße: Verschwenkung/ Begradigung der Sägemühlenstraße zum neuen Kreuzungsbereich "Am Dock", Aufhebung des derzeitigen 4-spurigen Abschnitts in Höhe der Leda Yacht-service GmbH.
- Bereich 3: Kreuzung Sägemühlenstraße / "Am Dock": Verlegung der Kreu- zung um ca. 40 m nach Osten, Erweiterung um eine weitere Zufahrt.
- Bereich 4: Straße "Am Dock": Ausbau und Erweiterung auf zwei Spuren. Verschwenkung des Einmündungsbereichs zur Georgstraße auf den derzei- tigen KIK-Parkplatz.
- Bereich 5: Georgstraße: Vollständiger Rückbau zwischen Ledastraße und Sägemühlenstraße, Ersetzung durch eine Grünanlage mit Rad- und Geh- weg. Ausbau eines Kreisverkehrs im Kreuzungsbereich Georgstraße / Le- dastraße / "Am Dock". Entstehung eines Parkplatzes mit rd. 9 Stellplätzen im Bereich Georgstraße 24 (voraussichtlich Verbundsteinpflaster). Zufahrt erfolgt von der Sägemühlenstraße und wird gemäß Planungsunterlagen as- phalziert.
- Bereich 6: Ledastraße: Umbau der Ledastraße im Bereich eines künftigen Hotels im derzeitigen Speichergebäude. Erweiterung der Uferpromenade Ledastraße in das Hafenbecken um voraussichtlich einige Meter. Verset- zung bzw. der Neubau einer Spundwand geplant.

3. Durchgeführte Untersuchungen

3.1. Untersuchungskonzept

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden nach Abstimmung mit der Stadt Leer, Frau Hinrichs und Herrn Stegmann, vom 21.12.2012 die folgenden Untersuchungen vorgesehen.

- In den Straßenbereichen, die aktuell und künftig als Straße (um-)genutzt werden sollen, wurden Kleinrammbohrungen zur Entnahme von Bodenproben sowie schwere Rammsondierungen zur Ermittlung der Lagerungsdichte vorgesehen. Aus diesen Bohrungen sollten Proben des Untergrundes (Boden, Tragschicht, Auffüllung) entnommen werden; ausgewählte Einzel- und Mischproben hieraus sollten im Hinblick auf die Tragfähigkeit des Untergrundes beurteilt werden. Darüber hinaus sollten die möglichen Schadstoffe des gegebenenfalls bei Tiefbauarbeiten anfallenden Aushubmaterials untersucht werden.
- Aus den zurück zu bauenden Asphaltdecken der verschiedenen Straßenabschnitte sollten Bohrkerne zur Beurteilung des jeweiligen Teergehaltes entnommen werden.
- Zur Beurteilung der möglichen Schadstoffgehalte wurde vorgesehen, abschnitt- und schichtweise zusammengestellte Mischproben auf die Parameter nach LAGA M20, Tab. II.1.2-2 (Feststoff, ohne LHKW, BTEX) zu analysieren. Die aus der Asphaltdecke der Straßen entnommenen Bohrkerne sollten auf die Parameter PAK und Asbest analysiert werden.
- Zur Beurteilung des Baugrundes waren alle Proben des Untergrundes visuell bodenphysikalisch zu beurteilen. An ausgewählten Einzelproben sollten Sieb- bzw. kombinierte Sieb-/Schlammanalysen durchgeführt werden.
- Im Bereich der Uferpromenade an der Ledastraße wurde vorgesehen, zwei weitere Sondierungen bis in den anstehenden tragfähigen Untergrund abzutiefen, um den Ausbau der Uferpromenade beurteilen zu können. Soweit möglich, sollte auch das im Hafenbecken anstehende Sediment vom Ufer beprobt werden.

3.2. Geländearbeiten und Probennahmen

Die Geländearbeiten und Bodenprobennahmen wurden im Unterauftrag durch die Fa. GeoLogik, Münster, am 10.-11.01. und am 14.-15.01.2013 durchgeführt. Die Einweisung und gutachterliche Überwachung erfolgte durch die IFUA-Projekt-GmbH, Herrn Bleier.

Zur Erkundung der Bodenbeschaffenheit und -schichtung sowie zur Entnahme von Bodenproben wurden im Bereich der geplanten Bauvorhaben insgesamt 19 Kleinrammbohrungen (KRB 1 bis KRB 19B) im Rammkernsondierverfahren DN 36 bis zu einer max. Tiefe von 7,0 m unter Geländeoberkante (GOK) niedergebracht. Zur Beurteilung der Lagerungsdichte wurden ergänzend insgesamt sieben Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 7) gem. DIN EN ISO 22476-2 bis maximal 6,0 m u. GOK ausgeführt.

Teilweise musste aufgrund von Bohrhindernissen um- und neu angesetzt werden. Zusätzliche Bohrungen wurden mit einem Index versehen (z. B. KRB 19A). Insgesamt wurde eine Strecke von 89,1 lfdm. erbohrt. Aus den Asphaltdecken wurden insgesamt 16 Bohrkern mit einem Kerndurchmesser DN = 60 und einer maximalen Kernstrecke von 0,30 m entnommen.

Die Ergebnisse der durchgeführten Aufschlusssondierungen wurden in Schichtenprofilen in Anlehnung an die DIN 4023 und DIN EN ISO 14688-1 und in Rammsondierdiagrammen gem. DIN EN ISO 22476-2 dargestellt. Die Schichtenverzeichnisse und Rammsondierprotokolle sind in Anlage 2, dort als Anlagen 3.2 und 3.3 beigefügt.

Die Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Ihre Lage ist im Lageplan, Anlage 1.2 verzeichnet. Als Bezugsniveau für die Bodenaufschlüsse wurden die im Lageplan gekennzeichneten Höhenpunkte KD 1 - KD 7 (Oberkanten Kanaldeckel) gewählt. Die Ergebnisse des Höhennivellements sind ebenfalls in der Anlage 2 dargestellt.

Aus den Kleinrammbohrungen wurden insgesamt 146 Mischproben entnommen. Die Bodenprobenahme erfolgte bei Schichtwechseln, jedoch spätestens meterweise oder bei organoleptischen (d. h. geruchlichen und/oder optischen) Auffälligkeiten.

Die an den einzelnen Bereichen durchgeführten Sondierungen und Probennahmen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 1: Durchgeführte Sondierungen und Probennahmen

Sondierung (KRB)	Sondiertiefe (m)	Anzahl entnommene Bodenproben	Schwere Rammsondierung (DHP)	Asphaltbohrkern (BK)	Bemerkung
Bereich 1: Kreuzung Nessestraße / Industriestraße					
KRB 13	3,00	7	--	--	Wasser bei 1,18 m
KRB 14	3,00	5	DHP 6	--	
--	--	--	--	K 9, K10	
KRB 15	0,40	1	--	K 11	Bohrhindernis
KRB 15A	1,20	3	--	--	Bohrhindernis
KRB 15B	1,10	4	--	--	
Bereich 2: Sägemühlenstraße / Kreuzung Georgstraße					
KRB 7	2,50	5	DHP 3	--	
--	--	--	--	K5, K6	
KRB 11	3,00	6	DHP 5	K 7	
KRB 12	3,00	7	--	K 8	
Bereich 3: Kreuzung Sägemühlenstraße / "Am Dock"					
KRB 5	2,50	5	--	K 3	
KRB 6	2,50	6	--	K 4	
KRB 8	0,70	2	--	--	Bohrhindernis
KRB 8A	2,50	6	DHP 4	--	
KRB 9	0,41	2	--	--	Bohrhindernis
KRB 9A	3,00	9	--	--	
KRB 10	3,00	6	--	--	
Bereich 4: Straße "Am Dock"					
KRB 1	2,70	6	DHP 1	--	
KRB 2	3,00	7	DHP 2	--	
KRB 3	3,00	8	--	K 1	
KRB 4	3,00	7	--	K 2	
Bereich 5: Georgstraße					
--	--	--	--	K 12, K23, K14	
Bereich 6: Ledastraße					
KRB 16	0,70	3	--	K 15	Bohrhindernis
KRB 16A	3,00	7	--	--	
KRB 17	1,20	5	--	K 16	Bohrhindernis
KRB 17A	3,00	6	--	--	
KRB 18	1,00	2	--	--	Bohrhindernis
KRB 18A	1,00	2	--	--	Bohrhindernis
KRB 18B	1,60	5	--	--	
KRB 19	0,60	1	--	--	Bohrhindernis
KRB 19A	6,60	13	DHP 7	--	

Die vorgesehene Probennahme aus dem Sediment des Hafenbeckens im Bereich der Uferpromenade an der Ledastraße konnte nicht durchgeführt werden, da die Uferbefestigung sich zum Hafenbecken hin neigt. Eine Probennahme in die Wasserfläche hinein war deshalb aufgrund des Abstandes zwischen der Kante der Promenade und der nächstgelegenen erreichbaren Stelle an der Sohle des Hafenbeckens technisch nicht möglich.

3.3. Durchgeführte Analytik

Die bodenmechanischen Untersuchungen sowie die hierauf aufbauende Baugrundbeurteilung erfolgten im Unterauftrag durch das Büro Geologik, Münster. Die chemischen Untersuchungen der Bodenproben wurden im Unterauftrag durch das Labor Eurofins Umwelt West GmbH durchgeführt.

Die entnommenen Bodenproben wurden im bodenmechanischen Labor einer genauen Bodenansprache unterzogen. Des Weiteren erfolgte eine Abschätzung bodenmechanischer Kennwerte der einzelnen Bodenhorizonte zur Durchführung erdstatischer Berechnungen. Anhand von neun Bodenproben wurden außerdem Kornverteilungskurven nach DIN 18123 angefertigt und der Wassergehalt nach DIN 18121 bestimmt. Des Weiteren wurde anhand von zwei Bodenproben der Organikgehalt mittels Glühverlust gem. DIN 18128 ermittelt. Die Ergebnisse sind der Anlage 2, dort als Anlage 4 beigefügt.

Die chemischen Untersuchungen der entnommenen und zur Analytik ausgewählten Proben wurden im Unterauftrag durch das Labor Eurofins Umwelt West GmbH, Wesseling durchgeführt.

Von den insgesamt 146 entnommenen Bodenproben wurde 7 Proben (Misch- oder Einzelproben) nach Auffälligkeiten, Art des Boden- bzw. Auffüllungsmaterials sowie nach räumlicher Lage für die Analytik ausgewählt. In Abhängigkeit von dem bereichs- bzw. schichtenweise festgestellten Auffüllungsmaterial wurden aus jeweils mehreren Einzelproben insgesamt 3 Mischproben gebildet und zur Beschreibung der allgemeinen Schadstoffsituation des Auffüllungsmaterials auf ein umfangreicheres Parameterprogramm (siehe Tabelle 2) analysiert. Eine weitere Mischprobe (MP 4) wurde zur Ermittlung möglicher Schadstoffbelastungen des Bodens unterhalb des Gleisbettes der Industriebahn analysiert.

Darüber hinaus wurden drei Einzelproben ausgewählt, um einen konkreten Schadstoffverdacht auszuräumen. Die Einzelproben 7-1 wurde aus dem Schotter des Gleisbettes der Industriebahn im Bereich der Weiche an der Einmündung "Am Dock" in die Sägemühlenstraße entnommen. Die Probe wurde im Hinblick auf die Verwertung des Schottermaterials auf die Parameter entsprechend der Altschotterrichtlinie der DB-AG analysiert. Die Untersuchung dieser Probe erfolgte entsprechend der Richtlinie in der Fraktion <22,4 mm.

Die Probe 8-1 wurde aus dem Boden/Schottergemisch aus dem weiter östlich verlaufenden Gleisbereich entnommen und ausschließlich im Hinblick auf mögliche Verunreinigungen durch die Teerölimprägnierung der Bahnschwellen auf PAK analysiert.

Die Einzelprobe 9A-7 wurde aus der Sondierung KRB 9 auf der Grünfläche vor dem Pumpwerk der Stadtwerke aus einer Tiefe von 2,20-2,70 m entnommen; hier wurde als Auffüllungsbestandteil einmalig neben Beton- und Ziegelbruch auch Löschkalk angetroffen.

Aus der Mischprobe MP 2 wurden aufgrund eines auffälligen PAK-Gehaltes (siehe Kap. 5.2.1) nachträglich einige an der Mischprobe beteiligten Einzelproben (Proben 4-2, 4-3, 8-2, 8A-3, 13-2) auf die PAK nachuntersucht.

Eine Übersicht über die untersuchten Proben ist der nachfolgenden Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Chemisch untersuchte Bodenproben

Probe	Lage / Bereich	Mischprobe aus Einzelproben			Analytik
		Sondierung	Teufe	Einzelprobe(n)	
MP 1	obere Schicht, Auffüllung mit Bestandteilen aus Schlacke	KRB 1	0,08-0,30	1-2	LAGA M20 2004, Tab. II1.2-2 (Feststoff) ohne BTEX, LHKW
		KRB 2	0,23-0,30	2-1	
		KRB 3	0,20-0,25	3-1	
MP 2	Auffüllungsmaterial bis ca. 2 m mit Bestandteilen aus Beton-, Ziegelbruch, Schlacke	KRB 4	0,60-0,70	4-2 *	LAGA M20 2004, Tab. II1.2-2 (Feststoff) ohne BTEX, LHKW * Nur auf PAK nachuntersuchte Einzelproben
		KRB 4	0,70-1,20	4-3 *	
		KRB 8	0,23-0,70	8-2 *	
		KRB 8A	0,75-1,10	8A-3 *	
		KRB 13	0,20-0,40	13-2 *	
		KRB 16A	1,00-1,70	16A-5	
		KRB 16A	1,70-2,30	16A-6	
		KRB 17	0,70-1,00	17-3	
		KRB 17	1,10-1,20	17-5	
KRB 17A	0,90-1,60	17A-4			

Probe	Lage / Bereich	Mischprobe aus Einzelproben			Analytik
		Sondierung	Teufe	Einzelprobe(n)	
MP 3	Auffüllungsmaterial ohne Fremdbestandteile	KRB 2	0,30-0,50	2-2	LAGA M20 2004, Tab. II1.2-2 (Feststoff) ohne BTEX, LHKW
		KRB 3	0,25-0,50	3-2	
		KRB 4	0,23-0,60	4-1	
		KRB 5	0,20-0,70	5-2	
		KRB 6	0,21-0,70	6-1	
		KRB 7	0,00-0,70	7-1	
		KRB 7	0,70-1,00	7-2	
		KRB 9	0,15-0,40	9-2	
		KRB 9A	0,15-0,50	9A-2	
		KRB 11	0,30-0,60	11-1	
		KRB 12	0,40-0,70	12-2	
		KRB 14	0,70-1,00	14-2	
		KRB 15A	0,40-0,70	15A-2	
		KRB 16A	0,40-0,60	16A-2	
MP 4	Boden unterhalb Gleisbett der Industriebahn	KRB 7	0,70-1,00	7-2	LAGA M20 2004, Tab. II1.2-2 (Feststoff) ohne BTEX, LHKW
1,00-1,40			7-3		
7-1	Schotter aus Gleisbereich	KRB 7	0,00-0,70	7-1	Parameter nach Altschotter- RiLi der DB
8-1	Boden/ Schotter aus Gleisbereich	KRB 8	0,00-0,23	8-1	PAK
9A-7	auffällige Einzelprobe	KRB 9A	2,20-2,70	9A-7	LAGA M20 2004, Tab. II1.2-2 (Feststoff) ohne BTEX, LHKW

Weiterhin wurden insgesamt 10 Bohrkern aus der Asphaltdecke der Straßen auf Teerbestandteile mittels Bestimmung der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) sowie auf mögliche Asbestanteile untersucht.

Tabelle 3: Chemisch untersuchte Bohrkern (Asphaltproben)

Probe	Analytik	Probe	Analytik
K 1	PAK	K 3	PAK, Asbest
K 6	PAK	K 4	PAK, Asbest
K 7	PAK	K 10	PAK, Asbest
K 9	PAK	K 14	PAK, Asbest
K 13	PAK	K 16	PAK, Asbest

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen mit Angabe der parameter-spezifischen Analyseverfahren und Bestimmungsgrenzen sind in der Anlage 3 dokumentiert.

4. Ergebnisse der Baugrunduntersuchung

4.1. Bodenaufbau

Die durch die Bodenuntersuchung in den überplanten Straßenbereichen ange-
 troffenen Befunde können wie folgt zusammengefasst werden:

Anthropogene Böden, Verfüllungen	
Schicht 1: Versiegelung bis rd. 0,3 m unter GOK	Aus Pflaster und Asphalt. Im Mittel ca. 17 cm mächtig, Versie- gelungen mit Pflaster (Parkplatzbereiche) besitzen eine Mäch- tigkeit von ca. 10 cm.
Schicht 2: Tragschicht bis max. 0,7 m unter GOK	Aus granitischem Schotter und / oder HKS sowie aus weitge- stufem Sand und Bauschuttresten (Betonbruch, Ziegelbruch, Schlackereste). Im Gleisbereich auch Gleisschotter (KRB 7, KRB 8). Stellenweise ist Splitt eingelagert. Feinkornanteile sind nicht oder nur untergeordnet vorhanden. Die Zusammenset- zung ist heterogen. Das Tragschichtmaterial fehlt an vielen Stellen und wurde durch den Boden der Schicht 3 ersetzt. Die Durchlässigkeit liegt erfahrungsgemäß bei ca. $k_f = 10^{-1}$ bis 10^{-4} m/s.
Schicht 3: Sand, Füllsand, anthropogen bis 0,4 / 2,9 m u. GOK	Unterhalb der Tragschicht, vielfach auch schon direkt unter der Versiegelung. Enggestufter Fein- bis Mittelsand, stellenweise mit Beton- und Ziegelbruchstücken sowie Splittresten, kaum Feinkornanteile. Mäßige Verdichtbarkeit aufgrund des enge- stuften Kornspektrums. Der Durchlässigkeitsbeiwert liegt bei rd. $k_f = 10^{-4}$ bis 10^{-6} m/s.
Schicht 4: bindige Auffüllun- gen, Mudde (umgelagert) bis 1,3 / 3,0 m u. GOK	Bis in Tiefen von 3 m u. GOK, insbesondere im Bereich der Sägemühlenstraße. Aus Schluffen und Tonen in Wechsellage- rung mit Fein- bis Mittelsanden und vereinzelt Kiesanteilen. Stellenweise mit höheren organischen Gehalten. Ablagerungen des ehem. Hafenbeckens. Konsistenzen zwischen weich bis steif, vereinzelt auch breiig bis weich (KRB 19A). Schwankender Durchlässigkeitsbeiwert je nach Feinkornanteil, erfahrungsgemäß zwischen $k_f = 10^{-7}$ und 10^{-9} m/s. Aufgrund seiner Konsistenz und des hohen Feinkorngehalts wird der Boden als nicht bzw. maximal mäßig verdichtbar ein- gestuft.
Geogene Böden	
Schicht 5: Sand bis 0,7 / 3,0 m u. GOK	Enggestufter Fein- bis Mittelsand mit nur geringen Feinkornan- teilen unterhalb anthropogener Böden. Zumeist erdfeuchtes Substrat, insbesondere in tieferen Lagen jedoch wassergesättigt. Der Durchlässigkeitsbeiwert liegt bei rd. $k_f = 10^{-4}$ bis erfahrungsgemäß 10^{-6} m/s. Nur mäßige Verdicht- barkeit.
Schicht 6: bindige Bodenzo- nen, Mudde ab 0,3 / 2,2 m u. GOK bis Endteufe	Die geogenen Sande werden hauptsächlich im Bereich der Sägemühlenstraße und der Nessestraße angetroffen. Die Se- dimente bestehen aus Schluffen und Tonen mit nur geringem Grobkornanteil > 0,063 mm. Aufgrund vereinzelt auftretender Organik (Organikgehalt von > 8 %) ist es dort als Mudde zu bezeichnen. Insgesamt weiche bis steife Konsistenz. Durchläs- sigkeitsbeiwert erfahrungsgemäß zwischen $k_f = 10^{-6}$ bis 10^{-9} m/s. Minimale Verdichtbarkeit.

Die Bodenschicht 6 wurde nur in der Bohrung 10 durchteuft. Die vorgefundene Baugrundsichtung deckt sich im Allgemeinen mit den Ausführungen der Geologischen Karte¹ und zeigt insbesondere im Bereich angrenzend an das Hafenbecken große Mächtigkeiten anthropogener Verfüllungen.

Lagerungsdichten

Mittels der schweren Rammsonde gem. DIN EN ISO 22476-2 wurde die Lagerungsdichte des Bodens untersucht. Daraus resultieren folgende Ergebnisse.

Bis etwa 1,0 m unter GOK ist der Boden mäßig bis gut verdichtet. Die Schlagwerte der schweren Rammsonde zeigen Schlagzahlen um $n_{10} = 5-10$, vereinzelt auch $n_{10} > 20$. Das weist auf eine Verdichtung und Konsolidation des Bodens innerhalb und kurz unterhalb der Tragschicht hin.

Ab ca. 1,0 m nehmen die Schlagwerte generell auf $n_{10} = 1-2$ Schläge ab. Dies zeigt sich sowohl in bindigen, als auch in sandigen / grobkörnigen Bodenzonen. Innerhalb des Grundwassers erfolgt eine Aufwertung der Schlagwerte in nicht bindigen Böden aufgrund eines geringeren Eindringwiderstands (vgl. DIN EN ISO 22476-2, Anhang D.6), so dass dort von einer knapp mitteldichten Lagerung ausgegangen werden kann. Insgesamt weisen die Sondierergebnisse jedoch auf eine allgemein schlechte Lagerung des Bodens bis in größere Tiefen hin.

4.2. Grundwasser

Während der Außenarbeiten konnte nur in Aufschlussbohrung KRB 13 unmittelbar Grundwasser mittels Kabellichtlot erkundet werden. Im Großteil der Aufschlussbohrungen wurde kein Wasser angetroffen. In einigen Bohrungen war ein Einmessen von Grundwasser aufgrund des Zufallens des Bohrlochs nach dem Ziehen des Bohrgestänges nicht möglich. Teilweise konnte jedoch eine Beeinflussung durch Grundwasser am Feuchtegehalt des Bohrguts ermittelt werden (z. B. KRB 19A). Es ist aufgrund der Datenlage nicht zu klären, ob es sich um Stau- bzw. Schichtenwasser oder einen geschlossenen Porengrundwasserleiter handelt. Prinzipiell muss jedoch in unmittelbarer Nähe zu offenen

1) Geologische Übersichtskarte 1 : 200.000, Blatt CC 3110 Bremerhaven, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover 1975

Gewässern mit einem Grundwasserstand in Höhe des offenen Wasserspiegels gerechnet werden. Insbesondere in großkörnigen Sedimenten ist eine starke Korrespondenz zwischen dem Vorfluter und dem Grundwasserspiegel zu erwarten. Konkrete Angaben zu GW-Ständen lassen sich aus den vorgenannten Daten nicht ableiten. Hierzu sind Langzeitmessungen in entsprechend tief ausgebauten Messstellen durchzuführen.

4.3. Bodenklassifikation, Bodenkennwerte

Auf Basis der Probenbewertung und anhand der regionalgeologischen Zuordnung können für erdstatische Berechnungen die in Tabelle 4 aufgeführten charakteristischen Erfahrungswerte von Bodenkenngrößen gemäß DIN 18196, DIN 18300 und DIN 18301 sowie ZTVE-StB 09 verwendet werden. Für erdstatische Berechnungen können die in Tabelle 5 aufgeführten, charakteristischen Erfahrungswerte der Bodenkenngrößen verwendet werden.

Tabelle 4: Boden- und Felsklassen

Schichtfolge	Klassifikation der Boden- und Felsklassen gemäß			
	DIN 18196	DIN 18300*	DIN 18301	ZTVE** (Frostempfindlichkeit)
Schicht 2: Tragschicht	A [GW, SW]	3	BN 1	F 1
Schicht 3: Sand, Füllsand, anthropogen	A [SE, untergeordnet SW]	3	BN 1	F 1
Schicht 4: bindige Auffüllungen, Mudde (umgel.)	A [UL, TL, SU+, untergeordnet OU]	4	BB 2, untergeordnet BB 1	F 2 – F 3
Schicht 5: engestuftter Sand	SE, selten SW	3	BN 1	F 1
Schicht 6: bindige Böden, Mudde	TL, UL, OU	4	BB 2, untergeordnet BB 1	F 3

* Angaben beziehen sich auf die in den Aufschlüssen angetroffene Zusammensetzung und Konsistenz,

** F 1: nicht frostempfindlich F2: gering bis mittel frostempfindlich F 3: sehr frostempfindlich.

Tabelle 5: Charakteristische Bodenkennwerte (beruhend auf Erfahrungswerten)

Schicht	Feuchtwichte γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	Reibungs- winkel ϕ'_k [°]	Kohäsion C'_k [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
Schicht 2: Tragschicht	19-20 i. M. 19,5	10-11 i. M. 10,5	32,5-37,5 i. M. 35	0	30-60 i. M. 50
Schicht 3: Sand, Füllsand, anthropogen	17-19,5 i. M. 18,5	9-11 i. M. 10	30-35 i. M. 32,5	0	15-30 i. M. 20
Schicht 4: bindige Auffüllun- gen, Mudde (um- gel.)	15-18 i. M. 17	8-10 i. M. 9	22,5-27,5 i. M. 25	2-8 i. M. 5	5-10 i. M. 8
Schicht 5: engestuffer Sand	17-19,5 i. M. 18,5	9-11 i. M. 10	30-35 i. M. 32,5	0	15-35 i. M. 25
Schicht 6: bindige Böden, Mudde	14-17 i. M. 15	7-10 i. M. 8,5	22,5-27,5 i. M. 25	5-10 i. M. 8	5-10 i. M. 6

4.4. Bautechnische Folgerungen

4.4.1. Tragfähigkeit und Wiederverwendung der Böden

Die im Bereich der Verkehrsflächen anstehenden Böden bestehen oberflächen- nah aus überwiegend grobkörnigen Böden. Diese sind entweder als Schotter- tragschicht oder als enggestuffer Füllsand ausgebildet. Die Tragfähigkeit dieser Böden wird als mäßig bis gut erachtet, wobei eine optimale Verdichtung nur bei Böden mit einem weitgestuften Körnungsspektrum zu erzielen ist.

Die enggestuften Sande sind für eine optimale Verdichtung weniger geeignet, können jedoch als Rohplanum verwendet werden, sofern sie in ihrer Lagerung nicht durch Baustellenverkehr und / oder Witterungseinflüsse gestört werden.

Sofern tiefere Abgrabungen erforderlich werden, treten insbesondere im Verlauf der Sägemühlstraße und der Nessestraße ab ca. 1 m unter GOK bindige (Auffül- lungs-) Böden auf, die nicht für eine Verdichtung oder einen Wiedereinbau ge- eignet sind. Sofern sie sich im Rohplanum befinden, sind die Böden gegen ei- nen ca. 0,2 m mächtigen, verdichtbaren Boden auszutauschen.

Die Anforderungen eines Bodenaustausches sowie einer Tragschicht sind ge- mäß den Angaben aus Kap. 4.4.4 durchzuführen.

Folgende Böden können für einen Wiedereinbau als aus geotechnischer Sicht verwendet werden:

- weitgestuftes Schottermaterial unter der Asphaltdeckschicht im Bereich der Straße "Am Dock", erkundet in den Bohrungen KRB 1 - KRB 3 (siehe Anlage 2);
- weitgestuftes Schottermaterial unter der Asphaltdeckschicht im Bereich der Sägemühlenstraße, erkundet in den Bohrungen KRB 10 - KRB 12;
- weitgestuftes Schottermaterial unter der Asphaltdeckschicht im Bereich der Nessestraße, erkundet in Bohrungen KRB 14 - 15.

Wir empfehlen eine Wiederverwendung als Bodenaustausch im Rohplanum oder als Bodenaufbau. Für den Wiedereinbau als Frostschutzschicht sind die Böden einer Eignungsprüfung entsprechend den Richtlinien der ZTVE-StB 09 und der ZTV SoB-StB 04 durchzuführen, der Wiedereinbau hat unter den Bedingungen der TP BF-StB 94 zu erfolgen. Die außerdem unter den Verkehrsflächen befindlichen, enggestuften Füllsande können als Bodenaustauschmaterial oder als Bodenaufbau wiederverwendet werden. Eine Verwendung als Frostschutzschicht wird gem. den Bedingungen der TL SoB-StB 04 und der TL G SoB-StB 04/07 nicht empfohlen.

4.4.2. Befestigte Verkehrsflächen

Für die Erstellung von Verkehrsflächen sind die Vorgaben RStO 01, der ZTVE-StB 09 sowie der ZTVT-StB 95 zu beachten.

Unter Berücksichtigung der zu erwartenden Verkehrslasten (Industriestraße, Straße im Gewerbegebiet) wird die Bauklasse III nach RStO 01 angesetzt. Nur unter Parkplätzen (ehem. Georgstraße) kann die Bauklasse VI angesetzt werden. Die Baugelände werden der Frosteinwirkungszone I zugeordnet. Die Böden sind überwiegend in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 einzuordnen. Ab ca. 0,5 m - 1,1 m unter bestehender GOK treten stellenweise, insbesondere im Bereich der Sägemühlenstraße, bindige Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 im Rohplanum auf.

Die Versiegelungen werden größtenteils mit einer Asphaltdecke erfolgen. Die Rad- und Fußwege werden mit Verbundsteinpflaster versiegelt.

Bei Einbau einer Tragschicht ohne Bindemittel hat diese über nachweislichen F 1-Böden eine Mächtigkeit von mind. $D = 0,40$ m aufzuweisen.

Bei einer üblichen Bauweise über einer ungebundenen Schotter- oder Kiestragschicht ist bei Durchführung von Lastplattendruckversuchen gem. DIN 18134 auf der ungebundenen Tragschicht des Fahrbahnoberbaus gem. ZTV E-StB 09 ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$ mit einem E_{v2}/E_{v1} -Verhältnis $\leq 2,2$ zu fordern. Im Bereich von PKW-Parkplätzen ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ zu erzielen. Auf der Oberkante des geogenen Planums muss dabei vorab mindestens ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden.

Liegen im Bereich des Rohplanums bindige, feinkörnige Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 vor, wird bei oben genannten Bauklassen eine frostsichere Gesamtaufbaustärke gem. RStO 01 von 60 cm (50 cm unter Parkplätzen) erforderlich. Auf der Oberkante der Frostschuttschicht sind $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ ($E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$ unter Parkplatzflächen) zu erzielen. In der Tabelle 6 sind Vorschläge für einen Fahrbahnaufbau einer Asphalt- bzw. einer Pflasterdecke gem. RStO 01 über F 3-Böden dargestellt:

Tabelle 6: Vorschläge für Schichtstärken für einen Verkehrsflächenaufbau gem. RStO 01, Asphaltbauweise mit Asphalt- und Schottertragschicht und Pflasterbauweise über F 3-Böden

Verkehrsflächenaufbau	Schichtstärken für Asphaltdecke gem. RStO 01, Bauklasse III [cm]	nachzuweisender Verformungsmodul auf Oberkante Schicht	Schichtstärken für Pflasterdecke gem. RStO 01, Bauklasse VI [cm]	nachzuweisender Verformungsmodul auf Oberkante Schicht
Asphaltdeckschicht	4			
Asphaltbinderschicht	4			
Asphalttragschicht	10			
Pflaster			8	
Pflasterbett			3	
Schottertragschicht	15	150 MN/m^2	20	120 MN/m^2
Frostschuttschicht	ca. 27	120 MN/m^2	ca. 24	100 MN/m^2

Diese Werte sind auch den Tafeln 1, Zeile 3 und Tafel 3 der RStO 01 zu entnehmen. Sollten diese Werte nicht erreicht werden, ist die Schottertragschicht zu verstärken. Alternativ kann ein Geogitter zwischen dem Abtragsplanum und der Tragschicht eingebaut werden, um die Tragfähigkeit zu erhöhen. Dieses kann in Fahrbahnabschnitten mit erhöhter dynamischer Belastung (z. B. Kurven- / Kreuzungsbereiche) erforderlich werden.

Eine Stabilisierung bindiger Böden im Rohplanum kann auch mittels hydraulischen Bindemittels gem. den Vorgaben der TP BF-StB, Teil 11.1 erfolgen. Das Mischungsverhältnis Kalk - Zement ist vorab durch geeignete Laborversuche zu prüfen. Eine entsprechende Abbindezeit ist einzuhalten. An dem aufbereiteten Material sind vorab physikalische und chemische Eignungsprüfungen durchzuführen bzw. die Eignung durch einen Probeeinbau vor Ort nachzuweisen.

Bei Kanalgraben-Verfüllungen (Leitungsgräben) ist eine Proctordichte von mind. 97% in der Leitungszone einzuhalten. Die Verfüllung hat lagenweise zu erfolgen. Die Verdichtung hat zunächst mit leichtem Gerät, ab ca. 1 m über Leitungsscheitel auch mit mittelschwerem Gerät zu erfolgen.

Die endgültige Mächtigkeit der Frostschutz- und Schottertragschichten kann durch Probefelder mit den Ausmaßen von mind. 5 x 10 m erkundet werden. Auf diesen Probefeldern sind Lastplattendruckversuche gem. DIN 18134 durchzuführen.

4.4.3. Bodenaushub und Erdarbeiten

Das Rohplanum ist vorsichtig unter Verwendung einer glatten Löffelschneide herzustellen. Locker gelagerter oder durch Baubetrieb aufgelockerter sandiger Boden im Erdrohplanum ist mittels dynamischer Rüttelenergie sorgfältig nachzuverdichten. Bindigere, weiche Stellen im Rohplanum sind um mind. weitere 20 cm auszuheben und gegen verdichtbares, tragfähiges Bodenmaterial auszutauschen.

Die mitteldichte Lagerung oder steife Konsistenz im Erdrohplanum ist mittels Lastplattendruckversuch vor Ort nachzuweisen. Der Anhaltswert des Verformungsmoduls von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ ist einzuhalten.

Der ungestörte Untergrund kann auch durch das Befahren von Baustellenfahrzeugen oberflächennah stark aufweichen und die Tragfähigkeit noch weiter absinken. Unmittelbar nach Aushub / Nachverdichtung ist das Rohplanum als Schutz vor weiteren Einflüssen abzudecken.

Es wird empfohlen, Baustraßen anzulegen. Der Aushub, ggf. die Verlegung eines Geogitters und der Wiedereinbau von Böden hat rückschreitend zu erfolgen. Bei nasser Witterung ist der Erdaushub zu beschränken und das Erdplanum vor Feuchtigkeit zu schützen.

4.4.4. Wiedereinbau und Verdichtungsanforderungen

Bodenaufbau / Bodenaustausch:

Für Bodenaustauschpolster und / oder ggf. Bodenaufbau ist ein qualifiziertes, nicht bindiges, raumbeständiges und verdichtungsfähiges Bodenmaterial der Verdichtungsklasse V 1 (Tabelle 7) zu verwenden. Das Bodenpolster ist lagenweise verdichtet mit einer Proctordichte von mind. $D_{PR} = 98 \%$ aufzubauen. Bei Lastplattendruckversuchen können dann erfahrungsgemäß unter Verwendung eines geeigneten Füllsands auf der OK des Polsters mindestens $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ erzielt werden.

Generell kann für ein verdichtet einzubauendes Fremdmaterial, das den Anforderungen der ZTVE-StB 09 (vgl. dort Kapitel 9 und 10) entspricht, von folgenden charakteristischen Werten der Bodenkenngößen ausgegangen werden:

Tabelle 7: Charakteristische Bodenkennwerte von Auffüllmaterial. Die in der Tabelle angegebenen Scherparameter gelten für dränierte Böden

mögliches Auffüllmaterial	Bodengruppe nach DIN 18196	Reibungswinkel ϕ^k [°]	Wichte γ^k / γ'^k [kN/m ³]
grobkörnige Böden (Verdichtbarkeitsklasse V 1)	SW, SI, SE, GW, GI, GE	30,0 bis 35,0	20,0 / 12,0

Tragschicht:

Für den Aufbau der Tragschicht ist ein Material gem. den Richtlinien der TL SoB-StB 04 zu verwenden. Dazu ist ein gut abgestuftes Material der Körnung 0/32 oder 0/45 mit einem Feinkornanteil (Kornanteil < 0,063 mm) weniger als 5

Gew.-%, z. B. Kiese oder Kies-Sand-Gemische der Bodengruppe GI oder GW nach DIN 18196. Für das grobkörnige Material von Tragschichten (Kies- oder Schottertragschicht) können folgende Kennwerte in Ansatz gebracht werden:

Kies / Schotter der Körnung 0/45

Feuchtraumgewicht γ :	19,5	kN/m ³	
Wichte unter Auftrieb γ' :	11	kN/m ³	
Kohäsion c' :	0	kN/m ²	
Reibungswinkel φ' :	37,5	°	
Steifemodul E_s :	70	MN/m ²	(entspricht bei o. g. Körnung mind. 98 % der einfachen Proctordichte)

Auf der Oberkante der Tragschichten sind die in Kap. 4.4.3 genannten Verformungsmoduln gem. RStO 01 mittels statischen Lastplattendruckversuchen nachzuweisen.

Wir empfehlen den Einbau eines Natursteinschotters oder Sand-Kiesgemischs. Bei Einbau eines insgesamt gleichwertigen (Beton-) Recyclingmaterial ist die umwelttechnische Eignung zu belegen und eine wasserrechtliche Erlaubnis für die Verwendung / den Einbau von RC-Material zu beantragen.

4.5. Kreuzung Bahntrasse / Sägemühlenstraße

Die bestehende Industriebahn verläuft von Süd nach Ost-Nordost parallel zur Sägemühlenstraße und zur Nessestraße. In der Nähe der jetzigen Kreuzung Sägemühlenstraße / "Am Dock" befindet sich eine Weiche. Die Planung sieht nunmehr eine Verlegung des Kreuzungsbereichs in Richtung Weiche und die Änderung des Bahnübergangs vor.

Zur Erkundung des Untergrundes der Eisenbahntrasse wurde am geplanten Straßenverlauf die KRB 7 sowie die DPH 3 innerhalb des Gleisschotters niedergebracht. Nähere Angaben zu den Aufschlusssondierungen sind der Anlage 2 zu entnehmen.

Die Aufschlüsse zeigen unterhalb des Gleisschotters bis zur jeweiligen Endteufe locker gelagerte bzw. weichplastische Auffüllungen überwiegend feinsandig-schluffiger Zusammensetzung ohne größere mineralische Fremdbestandteile.

Die Rammsonde weist durchgehend Schlagwerte um $n_{10} = 1-2$ auf. Die Lagerungsdichte wird bis in eine Tiefe von 3 m als schlecht eingeschätzt.

Die Bodenkennwerte und jeweiligen Bodenklassen sind den Tabellen des Kapitels 4.3 zu entnehmen.

Ein Straßenaufbau hat gemäß RStO 01, wie in Kap. 4.4.2 des o.g. Gutachtens erläutert, für die Bauklasse BKL III zu erfolgen.

Die Tragfähigkeit des Bodens im Bereich der Weiche (KRB 7) ist nur unzureichend. Daher wird nach Abtrag des Gleisschotters unter dem regulären Aufbau der Verkehrsfläche ein zusätzlicher Bodenaustausch erforderlich, um die Lastausbreitung der dynamischen Lasten auf der Verkehrsfläche zu vergrößern und dadurch den unterlagernden Boden geringer zu beeinflussen.

Üblicherweise wird von einem zusätzlichen Bodenaustausch von rd. 20 cm ausgegangen. Innerhalb der Gleistrasse befinden sich allerdings nicht ausreichend tragfähige Weichschichten in diesem Aushubniveau, erkundet in KRB 7. Aus diesem Grund ist der Bodenaustausch bis auf ein Niveau von 2,95 m NN bis auf die locker gelagerten, nicht bindigen Auffüllungssande zu führen. Bei einer geplanten Straßenoberkante im Weichenbereich von rd. 4,1 m NN (vorerst geschätzter Wert!) wäre somit ein Bodenaufbau mit Bodenaustausch und frostsicherem Straßen-Oberbau inkl. Tragschicht von ca. 1,15 m Mächtigkeit erforderlich. Die unterlagernden, schwach schluffigen Fein- bis Mittelsande sind vorsichtig nachzuverdichten. Bei einem Verdichtungsnachweis von $E_{v2} \sim 40 - 45 \text{ MN/m}^2$ mittels statischem Lastplattendruckversuch gem. DIN 18134 im Rohplanum kann dann der weitere Bodenaufbau ohne die Verlegung eines zusätzlichen Geotextils erfolgen.

Für den Einbau des frostsicheren Oberbaus der Verkehrsflächen gelten des Weiteren die Richtlinien u. a. der ZTVE-StB 09, der ZTV SoB-StB 04 und der TP BF-StB 94. Der Bodenaustausch hat entsprechend den Angaben aus Kap. 4.4.4 (s. o.) mit einem verdichtbaren Material zu erfolgen.

Ergänzende Angaben zum Bodenaufbau im Bereich der Eisenbahntrasse und zum Aufbau des Gleiskörpers finden sich in Anlage 2b.

4.6. Spundwand im Bereich Uferpromenade

Für die Erstellung der Spundwand sind die Regelungen der EA "Ufereinfassungen" (Empfehlungen des Arbeitskreises "Ufereinfassungen"), der EAB (Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben"), der DIN 1054, der DIN 4124 sowie der DIN EN 12063 zu beachten. Es ist der Lastfall LF 1 anzusetzen.

Gem. den Erkundungen beginnt die Einbindung der Spundwand innerhalb der Bodenschicht 3. Diese Bodenschichten sind ab ca. 1,7 m u. GOK wassergesättigt, in Bereichen mit erhöhtem Feinkorngehalt, weichplastisch bis breiig und in den Bereichen mit grobkörnigerem Boden überwiegend locker gelagert. Die wasserseitige Höhe über dem Wasserspiegel des Hafenbeckens liegt bei rd. 0,9 m unter der best. Uferpromenade (entspricht ca. 1,5 m NHN). Die genaue Beckentiefe konnte nicht ermittelt werden. Über die Tidebeeinflussung des Wasserspiegels sind die örtlichen Behörden zu befragen.

Für die Bemessung der Spundwand sind die in Kapitel 4.3, Tabelle 5 angesetzten charakteristischen Bodenkennwerte zu berücksichtigen.

Um die Verformungen der Spundwand im Bereich von angrenzenden Verkehrswegen zu vermeiden, wird empfohlen, für die Bemessung einen erhöhten aktiven Erddruck $E = 0,5 (E_0 + E_a)$ sowie einen erhöhten Sicherheitsbeiwert für den Erdwiderstand anzusetzen. Die erforderliche Einbindetiefe der Spundwand erfordert zusätzliche Bemessungen, ggf. weitere bautechnische Erkundungen, z.B. mittels Drucksondierungen und tiefere Bodenaufschlüssen, und kann demnach im Rahmen dieses Berichts nicht durchgeführt werden.

Die Spundwand ist auszusteifen und ggf. mittels Rückverankerungen zu sichern. Die Rückverankerung ist unter Berücksichtigung der lichten Höhe sowie des anzusetzenden Erddrucks zu bemessen. Ist eine Rückverankerung nicht möglich, z. B. im Bereich angrenzender Bebauung, so ist zu prüfen, ob die Sicherung mittels Steifen ausgeführt werden kann. Eine Einbindung von Spundbohlen in diesen Boden ist mittels Einrammen oder Einpressen möglich. Für das Einrammen der Spundbohlen werden leichte bis mittelschwere Rammwerkzeuge empfohlen. Eine Beweissicherung bei umliegenden Bauwerken ist vorab anzuraten.

5. Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen

Wie die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen zeigen, ist der im Bereich der überplanten Verkehrsstrecken angetroffene Baugrund vielfach als Rohplanum für den Aufbau von Verkehrsflächen geeignet. Zu beurteilen ist darüber hinaus, inwieweit der im Zuge des Ausbaus anfallende Bodenaushub auch aus Schadstoff-Sicht für eine Wiederverwendung innerhalb der Baumaßnahme bzw., soweit er aus bautechnischer Sicht nicht in Frage kommt, an anderer Stelle verwertet werden kann.

Die Beurteilung der Belastungssituation des Untergrundes im Hinblick auf den Umgang mit bei künftigen Baumaßnahmen anfallendem Bodenmaterial erfolgt anhand der technischen Regeln der LAGA². Die technischen Regeln der LAGA beschreiben die Anforderungen an die Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen oder technischen Anwendungen und Baumaßnahmen. Hierzu werden im Merkblatt M20 der LAGA sogenannte Zuordnungswerte (Z-Werte) definiert, von denen die Z 2-Werte die Obergrenze für den Einbau in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen darstellen.

5.1. Zusammensetzung des Bodenmaterials

Die Beschaffenheit des Untergrundes lässt sich anhand der Ansprache der bei den Kleinrammbohrungen gewonnenen Bodenproben beschreiben und ist in der Anlage 2 dokumentiert. Durchgängig in allen Bohrungen finden sich Auffüllungen aus Boden mit geringen Anteilen aus technogenen Substraten, deren Mächtigkeit kleinräumig stark variiert. Die Auffüllungsmächtigkeiten betragen zwischen ca. 0,40 m und 5,60 m, wobei die mächtigsten Auffüllungsschichten im Bereich der Uferpromenade an der Ledastraße angetroffen wurden.

Zu überwiegender Teil setzten sich die Auffüllungen aus umgelagertem Boden- und Gesteinsmaterial zusammen. Neben Schotter sind insbesondere Sande anzutreffen. Als künstliche Bestandteile liegen in geringen Anteilen Beton- und Ziegelbruch und Schlacken, vereinzelt auch Holz und als Einzelfund Löschkalk

2) Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Mitteilung 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln - Teil II: Technische Regeln für die Verwertung von Bodenmaterial (TR Boden) Stand: 11/2004

vor. Hinweise auf Schadstoffeinträge in den Untergrund oder an bestimmte Gemengeanteile gebundene Schadstoffe konnten anhand der sensorischen Merkmale (Geruch, Verfärbungen, sonstige Auffälligkeiten) in keiner der durchgeführten Bohrungen festgestellt werden. In der nachfolgenden Tabelle ist die Zusammensetzung der Auffüllungen zusammengefasst.

Tabelle 8: Übersicht über die angetroffenen Auffüllungen in Hinblick auf Schadstoffe

Sondierung (KRB)	Sondier-tiefe (m)	Auffüllungs-mächtigkeit (m)	Beschreibung des Auffüllungsmaterials
Bereich 1: Kreuzung Nessestraße / Industriestraße			
KRB 13	3,00	0,40	Schluff, schwach Beton- Ziegelbruch
KRB 14	3,00	0,70	Sande, Schotter, Schlacke
KRB 15	0,40	> 0,40	Schotter, stark sandig, kiesig
KRB 15A	1,20	0,40	Schotter, sandig, kiesig, darunter Feinsand
KRB 15B	1,10	0,50	Schotter, sandig, kiesig, darunter Feinsand
Bereich 2: Sägemühlenstraße / Kreuzung Georgstraße			
KRB 7	2,50	> 2,50	Schotter, gefolgt von Sanden, kiesig, tonig
KRB 11	3,00	0,90	bis Endteufe Sande, teils schwach organisch
KRB 12	3,00	2,20	Sande, vereinzelt Ziegelbruch
Bereich 3: Kreuzung Sägemühlenstraße / "Am Dock"			
KRB 5	2,50	> 2,50	bis Endteufe Sande
KRB 6	2,50	> 2,50	bis Endteufe Sande, teils schwach organisch
KRB 8	0,70	> 0,70	Sande, vereinzelt Beton- Ziegelbruch
KRB 8A	2,50	> 2,50	Sande, vereinzelt Beton- Ziegelbruch, Holz, Schlacke
KRB 9	0,41	> 0,41	Sand; Betonbruch
KRB 9A	3,00	2,20	Sande, vereinzelt Beton- Ziegelbruch, Löschkalk
KRB 10	3,00	0,70	Sande
Bereich 4: Straße "Am Dock"			
KRB 1	2,70	1,80	bis 0,30 Kies, Sand, Schlacke, Schotter, 0,30 - 1,80 m Feinsand, Sand, Kies
KRB 2	3,00	1,20	bis 0,30 Schotter, schwach Schlacke 0,30 - 1,20 m Sande
KRB 3	3,00	> 3,00	bis Endteufe Sande, vereinzelt Ziegelbruch
KRB 4	3,00	> 3,00	bis Endteufe Sande, teils schwach organisch
Bereich 5: Georgstraße			
keine Sondierungen abgeteuft			
Bereich 6: Ledastraße			
KRB 16	0,70	--	--
KRB 16A	3,00	2,30	Sande, vereinzelt Schotter, Beton- Ziegelbruch, teils schwach organisch
KRB 17	1,20	> 1,20	Sande, vereinzelt Ziegelbruch
KRB 17A	3,00	2,50	Sande, vereinzelt Beton- Ziegelbruch
KRB 18	1,00	> 1,00	bis Endteufe Sande, teils schwach organisch
KRB 18A	1,00	> 1,00	Sande
KRB 18B	1,60	> 1,60	Sande, vereinzelt Ziegelbruch, teils schwach organisch, unten Betonbruch
KRB 19	0,60	> 0,60	Sande
KRB 19A	6,60	5,60	Sande, vereinzelt Beton- Ziegelbruch, Holz

5.2. Stoffliche Beschaffenheit

Die im Hinblick auf mögliche Schadstoffbelastungen des Untergrundes durchgeführten analytischen Untersuchungen zeigen das nachfolgend beschriebene Bild.

5.2.1. Beschaffenheit des Auffüllungsbodens und des Gleisschotters

Auffüllungsboden

Die insgesamt vier Boden-Mischproben (MP 1 bis MP 4), die aus dem Auffüllungsmaterial zusammengestellt wurden, repräsentieren zum einen Material, das typische Anteile an bodenfremden Bestandteilen beinhaltet (MP 1: obere Schicht, Auffüllung mit Bestandteilen aus Schlacke; MP 2: Auffüllungsmaterial bis ca. 2 m mit Bestandteilen aus Beton-, Ziegelbruch, Schlacke). Die Probe MP 3 wiederum setzt sich zusammen aus umgelagertem Bodenmaterial, das frei ist von Fremdbestandteilen. Die Probe MP 4 wurde aus dem Boden unterhalb des Gleisschotters aus der Trasse der Industriebahn im Bereich der Weiche an der Einmündung "Am Dock" in die Sägemühlenstraße zusammengestellt.

Neben diesen vier Mischproben wurde eine einzelne Bodenprobe aufgrund der Materialzusammensetzung analysiert (Probe 9A-7: Boden mit Anteilen aus Beton- und Ziegelbruch sowie Löschkalk).

Wie die Untersuchungsergebnisse zeigen, weisen die untersuchten Auffüllungsmaterialien insgesamt eher geringe Schadstoffgehalte auf, punktuell sind aber deutlich erhöhte PAK-Gehalte festzustellen. Die Daten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Die vollständigen Ergebnisse sind der Anlage 3 zu entnehmen.

Im Vergleich mit den Vorsorgewerten der BBodSchV bzw. den Z0-Werten der LAGA (jeweils bezogen auf die Bodenart Lehm/Schluff) sind einzelne Überschreitungen für die Parameter Mineralölkohlenwasserstoffe (KW-Index), PAK sowie das Metall Blei festzustellen. Die Z1-Werte bzw. die Z2-Werte (außer PAK) werden jedoch unterschritten. Die Ergebnisse für die 10 Proben sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 9: Analysenergebnisse der Bodenproben (Mischproben MP 1 bis MP 4 sowie Einzelprobe 9A-7)

Parameter	Einheit	Ergebnisse		LAGA Zuordnungswerte			Beurteilungswerte Vorsorgewerte ⁽¹⁾
		min.	max.	Z 0	Z 1	Z 2	
Arsen	mg/kg	1,5	7,9	15	45	150	./.
Blei	mg/kg	4	105	70	210	700	70
Cadmium	mg/kg	<0,2	<0,2	1	3	10	1
Chrom	mg/kg	8	38	60	180	600	60
Kupfer	mg/kg	7	20	40	120	400	40
Nickel	mg/kg	3	12	50	150	500	50
Quecksilber	mg/kg	<0,06	0,16	0,5	1,5	5	0,5
Thallium	mg/kg	<0,2	<0,2	0,7	2,1	7	./.
Zink	mg/kg	9	77	150	450	1.500	150
TOC	mg/kg	0,3	2,1	1	3	10	./.
EOX	mg/kg	<1	<1	1	3	10	./.
KW-Index	mg/kg	<40	170	100	300 / (600) ²⁾	1.000 (2000) ²⁾	./.
PAK (EPA)	mg/kg	0,25	246	3	3 (9) ³⁾	30	3
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	0,5	0,3	0,9	3	0,3
PCB	mg/kg	<0,01	<0,01	0,05	0,15	0,5	0,05
Cyanide	mg/kg	<0,5	<0,5	1	3	10	./.

Fett = Überschreitung von Beurteilungswerten

- 1) für Humusanteil < 3% bzw. für die Bodenart Lehm/Schluff
 - 2) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C₁₀ bis C₂₂. Der Gesamtgehalt C₁₀ bis C₄₀ (KW-Index) darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.
 - 3) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.
- LAGA Z0: Obergrenze für den Einbau von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen (Herstellung einer natürlichen Bodenfunktion Bodenart Lehm/Schluff)
- LAGA Z1: Obergrenze für den offenen Einbau von Bodenmaterial in technischen Bauwerken
- LAGA Z2: Obergrenze für den Einbau von Bodenmaterial in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen
- n.n. nicht nachweisbar
- ./. es existieren keine Grenz- oder Zuordnungswerte

Im Einzelnen ist festzustellen, dass mit Ausnahme der PAK nur einzelne leicht erhöhte Schadstoffgehalte nur in dem Auffüllungsmaterial auftreten, das Anteile an bodenfremden Bestandteilen in Form von Bauschutt und Schlacken aufweist. Während für die PAK einzelne sehr hohe Gehalte zu verzeichnen sind, werden durch die übrigen Parameter, die den Z 0-Wert der LAGA überschreiten (KW-Index, Blei, TOC), die jeweiligen Zuordnungswerte Z 1 hingegen deutlich unterschritten. Die PAK wurden in den Bodenproben mit einem maximalen Gehalt von 246 mg/kg detektiert. Dieser Gehalt überschreitet den Z 2-Wert der LAGA ganz erheblich. Dieser Gehalt wurde in einer Einzelprobe (4-3) detektiert, die mit weiteren Proben gemeinsam auch als Mischprobe MP 2 (Beschreibung siehe

oben: Auffüllungsmaterial bis ca. 2 m mit Bestandteilen aus Beton-, Ziegelbruch, Schlacke) analysiert wurde. Während diese Mischprobe einen PAK-Gehalt von 6,04 mg/kg aufweist, werden in den einzeln untersuchten Proben (siehe Tabelle 2) PAK-Gehalte von 1,97 bis 246 mg/kg detektiert. Dies zeigt die große Spannweite der PAK-Belastungen des Auffüllungsmaterials, das mit Fremdbestandteilen durchsetzt ist.

Die PAK-Ergebnisse aller untersuchten Bodenproben sind zur besseren Übersicht in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 10: PAK-Ergebnisse der Bodenproben (Mischproben MP 1 bis MP 4, Einzelproben der Mischprobe MP 2 sowie Einzelprobe 9A-7)

		MP 1	MP 2	4-2	4-3	8-2	8A-3	13-2	MP 3	MP 4	9A7
PAK (EPA)	mg/kg	0,28	6,04	24	246	6,27	14,1	1,97	0,46	0,25	4,73

Mit Ausnahme der Probe 4-3 unterschreiten die PAK-Gehalte aller übrigen Proben den Zuordnungswert Z 2 der LAGA (30 mg/kg) deutlich. Die auffällige Probe 4-3 setzt sich der Bodenansprache zufolge wie die übrigen an der Mischprobe MP 2 beteiligten Proben aus Bodenmaterial mit Fremdbestandteilen, hier Schlacke, zusammen, sie unterscheidet sich lediglich durch eine schwarze Verfärbung.

Die aus dem Auffüllungsmaterial ohne Fremdbestandteile entnommene Probe MP 3 weist keine Stoffgehalte oberhalb der Zuordnungswerte Z 0 der LAGA auf.

Der anhand der Mischprobe MP 4 untersuchte Boden, der unterhalb des Gleisschotters der Trasse der Industriebahn im Bereich der Weiche an der Einmündung "Am Dock" in die Sägemühlenstraße ansteht, weist keine erhöhten Schadstoffgehalte oberhalb der Zuordnungswerte Z 0 der LAGA auf.

Gleisschotter

Der Altschotter aus dem Gleisbereich wurde anhand der Proben 7-1 und 8-1 untersucht.

Die aus dem Gleisbereich im Bereich der Weiche an der Einmündung "Am Dock" in die Sägemühlenstraße entnommene Probe 7-1 wurde in der Fraktion <22,4 mm auf die Parameter nach Altschotter-Richtlinie der DB-AG analysiert

(siehe Anlage 3). Speziell bei den Herbiziden (Spritzmittelrückstände der Bahn) sind für zwei Parameter deutlich erhöhte Stoffgehalte festzustellen. So werden für Glyphosat und Ampa (Abbauprodukt von Glyphosat) lösliche Anteile von 0,198 bzw. 0,025 mg/l detektiert. Die Gehalte der übrigen untersuchten Herbizide liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze. Weiterhin erhöht ist der Chromgehalt mit 226 mg/kg. Zur Bewertung der Herbizide liegen keine allgemeinen oder landesspezifischen Vorschriften vor, daher wird das Merkblatt "Entsorgung von Gleisschotter" des LUWG Rheinland-Pfalz von 2007 zur Bewertung zugrunde gelegt. Hiernach ist bei Überschreitung der Summe von Glyphosat und Ampa von 0,010 mg/l eine Verwertung des Materials entsprechend LAGA Z2 nicht mehr möglich, bei Überschreitung von 0,050 mg/l ist das Material als gefährlicher Abfall zu bezeichnen. Selbst unter der Annahme entsprechend der Altschotter-Richtlinie, das der untersuchte Feinkornanteil (< 22,4 mm) nur ca. 25% des gesamten Schottermaterials umfasst, ist auch für den gesamten Schotter von einer deutlichen Überschreitung des abgeleiteten Z2-Wertes und von einem Gehalt oberhalb des Wertes zur Einstufung als gefährlicher Abfall auszugehen.

In der Einzelprobe 8-1 aus dem Boden/Schottergemisch aus dem östlichen Gleisbereich der Bahntrasse wurden nur die PAK analysiert; hierbei wurde ein Gehalt von 22,1 mg/kg ermittelt. Dies deutet auf einen möglichen Eintrag von Imprägniermitteln der Schwellen hin.

Verwertung / Entsorgung von Bodenaushub und Gleisschotter

Im Hinblick auf die Verwertung des bei den geplanten Baumaßnahmen anfallenden Aushub- und Auffüllungsmaterials ist den dargestellten Untersuchungsergebnissen zufolge festzustellen, dass das anfallende Bodenmaterial in weiten Teilen verwertet werden kann. Soweit die Zuordnungswerte Z 1 bzw. Z 2 der LAGA eingehalten werden, ist eine Verwertung in entsprechenden Maßnahmen möglich; bei bautechnischer Eignung (siehe Kap. 4.4) kann zumindest der Teil der nicht bindigen (Auffüllungs-) Böden im Straßenneubau unter versiegelten Oberflächen bei ausreichendem Grundwasserflurabstand wiedereingebaut werden. Aufgrund der vereinzelt vorliegenden deutlichen Überschreitung des Zuordnungswertes Z 2 für die PAK ist eine sorgfältige Separierung des Aushubmaterials nach entsprechenden Kriterien vorzunehmen. Insbesondere ist zunächst Material mit Fremdbestandteilen von demjenigen ohne solche Bestandteile zu

trennen. Das Aushubmaterial mit Fremdbestandteilen wiederum ist anhand schadstofftypischer Merkmale zu unterteilen. Vor der Verwertung ist für das jeweilige Aushubmaterial eine repräsentative Einstufung nach LAGA vorzunehmen.

Soweit bei den Aushubarbeiten Material anfällt, dessen Beschaffenheit von derjenigen des hier beschriebenen Materials abweicht, ist von der Verwertung abzusehen bzw. sind die Stoffgehalte zu überprüfen. Eine wasserrechtliche Erlaubnis für die Verwertung des Aushubmaterials sollte bei der zuständigen Behörde eingeholt werden.

Hingegen kann der Schotterunterbau der Gleise aufgrund der Belastung durch Herbizide nicht verwertet werden. Ob durch eine geeignete Aufbereitung, zum Beispiel Wäsche, das Schottermaterial von dem als belastet eingestuftem Feinmaterial < 22,4 mm getrennt und gereinigt werden kann, kann an dieser Stelle nicht beurteilt werden. Das bei den Baumaßnahmen anfallende Schottermaterial ist den Untersuchungsergebnissen zufolge als gefährlicher Abfall einzustufen und als Abfallart 17 05 07* *Gleisschotter, der gefährliche Stoffe enthält* zu entsorgen.

5.2.2. Beschaffenheit der Asphaltbeläge der Straßen

Die im Zuge von Straßenumgestaltung und –neubau voraussichtlich anfallenden Asphaltbeläge wurden exemplarisch anhand von mehreren Bohrkernproben im Hinblick auf teer-/pechtypische Bestandteile sowie Asbest untersucht.

In Niedersachsen erfolgt die Einstufung unter Anwendung des Erlasses des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr in Abstimmung mit dem Niedersächsischen Ministerium für Umwelt und Klimaschutz vom 11.06.2010. Entsprechend der RuVA-StB 01 gelten Straßenausbaustoffe und Bitumengemische, die weniger als 25 mg/kg PAK (EPA) aufweisen, als teerfrei und sind unter dem Abfallschlüssel 170302 einzustufen. Soweit dieser Wert überschritten wird, sind teer-/pechhaltige Straßenausbaustoffe und Bitumengemische dem Abfallschlüssel 170301* (gefährlicher Abfall) zuzuordnen. Dieser Abfallschlüssel gilt auch für Straßenausbaustoffe, die als Bindemittel ausschließlich Teer aufweisen.

Die Bewertung von Asbest im Ausbauasphalt ergibt sich aus der TRGS 517 sowie deren Anwendungsbereich. Der Nachweis von Asbest in mineralischen Rohstoffen ist nach dieser technischen Regel dann erbracht, wenn bei mindestens drei Probenahmen bei mindestens einer Analyse die Nachweisgrenze mit 0,008 Masse-% überschritten ist. Da beim Kaltfräsen von Verkehrsflächen und bei der Wiederaufbereitung (Recycling) und der Wiederverwertung im Straßenbau durch mechanische Beanspruchung Asbestfasern freigesetzt werden und zu einer Gesundheitsgefährdung von Arbeitern, Anwohnern und Verkehrsteilnehmern führen können, sind entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

Die Ergebnisse der Untersuchung der Bohrkern sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt:

Tabelle 11: Analyseergebnisse der Bohrkern der Asphaltdecken

Probenbezeichnung		K 1	K 6	K 7	K 9	K 13	K 3	K 4	K 10	K 14	K 16
Summe PAK (EPA)	mg/kg	(n. b.*)	2,7	(n. b.*)	0,6	(n. b.*)	3	4,9	(n. b.*)	8,5	24
Asbest	ohne	-	-	-	-	-	negativ	negativ	negativ	negativ	negativ

(n. b.*): nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, werden PAK in den einzelnen Bohrkernen in Konzentrationen bis maximal 24 mg/kg detektiert. In vier Proben sind die PAK nicht nachweisbar, in vier weiteren liegt der PAK-Gehalt unter 5 mg/kg. Dies betrifft die Straßen "Am Dock", Sägemühlenstraße, Industriestraße und Nessestraße. Aus dem Abschnitt Georgstraße wurde ein Bohrkern untersucht (K 14), der einen PAK-Gehalt von 8,5 mg/kg aufweist. Der Maximalgehalt von 24 mg/kg liegt im untersuchten Abschnitt der Ledastraße vor. Hier wird empfohlen, den Ausbauasphalt im Zuge der Baumaßnahmen abschließend auf PAK zu untersuchen, um zu einer abschließenden Einstufung zu gelangen.

Asbestfasern wurden in keiner der insgesamt fünf untersuchten Proben nachgewiesen. Diesbezügliche besondere Maßnahmen nach TRGS 517 sind beim Ausbau des Asphalt es daher nicht erforderlich.

6. Zusammenfassung

Die im östlichen Teil des Sanierungsgebietes "Handelshafen / Nesse-Dock".
gelegenen Straßenabschnitte der Sägemühlenstraße, Georgstraße, Am Dock,
Nessestraße, Industriestraße und Ledastraße sollen umgestaltet werden. Die
genannten Straßen sollen teilweise verlegt und neu ausgebaut werden; die Ge-
orgstraße als Hauptzufahrtstraße zur Nesse-Halbinsel soll dabei vollständig ein-
gezogen werden.

Durch Boden- und Baugrunduntersuchungen war zum einen der Untergrund der
neu- bzw. auszubauenden Straßenabschnitte hinsichtlich seiner Tragfähigkeit zu
überprüfen. Zum anderen wurden im Hinblick auf die erforderlichen Tiefbauar-
beiten mögliche Schadstoffbelastungen des Untergrundes ermittelt. Weiterhin
wurde die aktuell vorhandene Schwarzdecke der Straßen anhand von Bohrker-
nen auf Teerbestandteile (anhand des PAK-Gehaltes) und auf Asbest unter-
sucht.

Zur Untergrunderkundung wurden Kleinrammbohrungen und schwere Ramm-
sondierungen durchgeführt. Hieraus entnommene Bodenproben wurden sowohl
bodenmechanisch als auch chemisch untersucht. Im Ergebnis der Untersuchen-
gen ist Folgendes festzustellen:

Der im Bereich der überplanten Verkehrsstrecken angetroffene Baugrund ist
vielfach als Rohplanum für den Aufbau von Verkehrsflächen geeignet. Grobkör-
niger Boden kann als Bodenaufbau oder als Bodenaustausch wiederverwendet
werden. Als Tragschicht sind nur die weitgestuften, bisherigen Schottertrag-
schichten wieder zu verwenden, deren Einbau durch Eignungsprüfungen nach
dem einschlägigen und gültigen Regelwerk durchzuführen ist.

Die Untersuchung der Bodenproben ergab ein insgesamt geringes Belastungs-
niveau, vereinzelt treten jedoch erhebliche Belastungen durch die PAK auf.
Deshalb ist grundsätzlich zwar die Verwertung des bei den geplanten Bauarbei-
ten anfallenden Aushubmaterials entsprechend den Anforderungen der LAGA
(M20 2004) möglich, der mit PAK belastete Teil des Bodenaushubs ist jedoch
fachgerecht zu entsorgen. Deshalb ist eine sorgfältige Separierung des belaste-
ten Bodens nach entsprechenden Merkmalen und eine repräsentative Einstu-

fung des Aushubmaterials erforderlich. Bautechnisch geeignete, nicht bindige (Auffüllungs-) Böden können im Straßenneubau unter versiegelten Oberflächen bei ausreichendem Grundwasserflurabstand wiedereingebaut werden. Eine wasserrechtliche Erlaubnis für die Verwertung des Aushubmaterials sollte bei der zuständigen Behörde eingeholt werden.

Für den Gleisschotter ist festzustellen, dass dieser aufgrund erheblicher Belastungen durch Herbizide nicht verwertet werden kann, sondern als gefährlicher Abfall zu entsorgen ist.

Die Untersuchung der Bohrkern erbrachte den Nachweis, dass es sich nach RuVA-StB 01 nicht um teerhaltiges Asphaltmaterial handelt. Ebenfalls wurde im Asphalt kein Asbest nachgewiesen. Aufgrund des erhöhten PAK-Gehaltes für den Straßenabschnitt Ledastraße wird empfohlen, den Ausbaupasphalt im Zuge der Baumaßnahmen abschließend auf PAK zu untersuchen, um zu einer abschließenden Einstufung zu gelangen


Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass Bohrungen und Sondierungen nur stichpunktartig über den Baugrund Aufschluss geben können. Die tatsächlichen Untergrundverhältnisse können örtlich Unterschiede aufweisen und können erst nach Abtrag der Versiegelungen abschließend beurteilt werden.

Das vorliegende Gutachten wurde unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Gutachterliche Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die dokumentierten Anknüpfungstatsachen, Prüfgegenstände und Untersuchungsergebnisse.

Insbesondere wird die Haftung für etwaige Mängel durch nicht zur Verfügung gestellte Unterlagen sowie vor Ort nicht erkannte Sachverhalte ausgeschlossen.

Bielefeld, den 20.03.2013


Michael Bleier (Dipl.-Ing.)


Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)