

NOK-Schleusen Brunsbüttel
Umweltuntersuchungen

Projekt Nr.: / 43874212

Projekt Name: NOK-Schleusen Brunsbüttel
Titel: Umweltuntersuchungen
Projekt Nr.: 43874212
Bericht Ref.:
Status: Endbericht
Ansprechpartner: Herr Gondesen
Kundenname: TGP Landschaftsarchitekten
Erstellt von: URS Deutschland GmbH
 Schweriner Str. 8-12
 22143 Hamburg
 Tel.: +49 (0)40 460760-0
 Fax: +49 (0)40 460760-60

Dokumenterstellung / Prüfvermerk:

	Name	Datum	Position
Erstellt durch:	Rolf Heykes Rouven Höhn Astrid Temnitzer	11.11.2008	Teamleiter Erkundung Projektbearbeiter Projektbearbeiter
Geprüft durch:	Oliver Kowalski	11.11.2008	Sachverständiger, Fachgruppenleiter Erkundung
Genehmigt durch:	Michael Schulz	11.11.2008	Mitglied der Geschäftsleitung/Regionalleiter Nord

Dokumentüberarbeitung:

Version	Datum	Kommentar
1	08.08.2008	Entwurf
2	11.11.2008	Endbericht

COPYRIGHT

© Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jede unerlaubte Vervielfältigung oder Verwendung durch Dritte ist untersagt.

INHALT

Kapitel	Seite
1. VORBEMERKUNG	3
1.1. Veranlassung und Aufgabenstellung	3
1.2. Abkürzungsverzeichnis	4
2. STANDORTBESCHREIBUNG	5
2.1. Schleuseninsel	5
2.2. Binnenhafen	6
3. UNTERSUCHUNGSKONZEPT	6
3.1. Bodenuntersuchungen auf der Schleuseninsel	7
3.1.1. Analytik der Bodenproben	7
3.2. Grundwasseruntersuchungen auf der Schleuseninsel	7
3.2.1. Analytik der Grundwasserproben	7
3.3. Bodenuntersuchungen im Binnenhafen	8
4. UNTERSUCHUNGSDURCHFÜHRUNG	8
4.1. Kleinrammbohrungen	8
4.1.1. Schleuseninsel	8
4.1.2. Binnenhafen	9
4.2. Grundwassermessstellen	9
4.3. Bodenprobenahme	10
4.4. Grundwasserprobenahme	10
4.5. Analytik	11
4.5.1. Bodenproben	11
4.5.2. Grundwasser	11
4.6. Begleitender Arbeitsschutz	12
5. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	12
5.1. Geologie und Hydrogeologie	12
5.1.1. Lokale hydrogeologische Situation der Schleuseninsel	13
5.1.2. Lokale hydrogeologische Situation des Binnenhafens	14
5.2. Analysenergebnisse der Bodenproben	15
5.2.1. Feststoff	15
5.2.2. Eluat	16
5.3. Analysenergebnisse der Grundwasserproben	17
6. BEWERTUNGSGRUNDLAGEN	18
6.1. Wirkungspfad Boden - Mensch	18
6.2. Wirkungspfad Boden - Grundwasser	18
6.3. Abfallrechtliche Bewertung	20
7. BEWERTUNG	22
7.1. Schleuseninsel	22
7.1.1. Wirkungspfad Boden – Mensch	22

INHALT

Kapitel	Seite
7.1.2. Wirkungspfad Boden – Grundwasser	22
7.1.3. Abfallrechtliche Beurteilung.....	24
7.1.4. Schadstoffbelastung für den Deichbau	28
7.1.5. Aufbringung auf das Spülfeld	28
7.2. Binnenhafen	29
7.2.1. Wirkungspfad Boden – Mensch	29
7.2.2. Wirkungspfad Boden – Grundwasser	29
7.2.3. Abfallrechtliche Beurteilung.....	32

8. EMPFEHLUNGEN 32

8.1. Fachtechnische Begleitung und Vorort-Messtechnik.....	33
8.2. Aushubarbeiten	33
8.2.1. Vorarbeiten für die Erdarbeiten	33
8.2.2. Östlicher Bereich der Schleuseninsel	33
8.2.3. Westlicher Bereich der Schleuseninsel.....	34
8.2.4. Baggerarbeiten im Binnenhafen.....	35
8.2.5. Verwendungs- und Entsorgungsmöglichkeiten.....	35

9. ZUSAMMENFASSUNG 39

ANLAGEN

1 ÜBERSICHTSPLAN (AUS TK 25)	M 1 : 25.000
2 DETAILPLAN SCHLEUSENINSEL	M 1 : 5.000
3 DETAILPLAN BINNENHAFEN	M 1 : 1.000
4 GEOLOGISCHER SCHNITT	M 1 : 2.000/1 : 100
5 TEILFLÄCHENKARTE BIS 4 M UNTER GELÄNDEOBERKANTE	M 1 : 5.000
6 TEILFLÄCHENKARTE AB 4 M UNTER GELÄNDEOBERKANTE	M 1 : 5.000
7 DETAILPLAN KONTAMINATIONEN UND LAGA-EINSTUFUNG	M 1 : 5.000
8 TABELLE ANALYSENERGEBNISSE BODENPROBEN	
9 TABELLE ANALYSENERGEBNISSE GRUNDWASSERPROBEN	
10 TABELLE VOLUMINA KONTAMINIERTE BEREICHE	

ANHANG

- A SCHICHTENVERZEICHNISSE, KRB 1- KRB 25, GWM 1-3**
- B BODENPROFILE, KRB 1- KRB 25, GWM 1-3**
- C LABORPRÜFBERICHTE VOM 21.05.08 - 01.07.08**
- D NIVELLEMENT 21.05.08, 27.05.08, 18.06.08**
- E PROBENAHMEPROTOKOLLE GRUNDWASSER VOM 18.06.08**

1. VORBEMERKUNG

1.1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Das Wasser- und Schifffahrtsamt Brunsbüttel (WSA) beabsichtigt den Neubau einer fünften Schleusenkammer und die Instandsetzung der Großen Schleusen des Nord-Ostsee-Kanals (NOK) in Brunsbüttel. Zurzeit erfolgen die Schiffsschleusungen über zwei kleine Schleusenkammern (Nutzlänge: 125 m, Nutzbreite: 22 m, Drempeltiefe: NN -10,20 m) und zwei große Schleusenkammern (Nutzlänge: 310 m, Nutzbreite: 42 m, Drempeltiefe: NN -14 m) (siehe Anlage 1). Bei den Kleinen Schleusen wurde bereits in den 80er Jahren eine Grundinstandsetzung durchgeführt. Für die Große Schleuse ist nunmehr auch eine Grundinstandsetzung sowohl am Bauwerk als auch im Bereich der Torschienen und der Antriebstechnik erforderlich.

Der NOK stellt eine wichtige Verkehrsverbindung zum baltischen Raum und den nord-deutschen Häfen dar. In den kommenden Jahren ist eine Steigerung des Verkehrsaufkommens von bis zu 45.600 Schiffspassagen/Jahr (2015) prognostiziert. Auf Grund von Computersimulationen ist die Anzahl der Schiffe ermittelt worden (mit 3, 4 und 5 Schleusenkammern), die im Jahr 2005, 2010 und 2015 mit mehr als 3 Stunden Wartezeit zu rechnen hätten.

Die geplanten Baumaßnahmen werden ausschließlich auf bundeseigenen Flächen durchgeführt. Es wird mit einer Bauzeit von 4 Jahren gerechnet.

Die betroffenen Maßnahmenggebiete sind:

- die Hafenzufahrt,
- die Schleuseninsel für den Neubau der Schleusenkammer und einer Baustelleneinrichtungsfläche (Anlage 1),
- der Binnenhafen für das neue Torinstandsetzungsdock (Anlage 1),
- die Baustelleneinrichtungsfläche auf der NOK-Südseite und
- die Bodenablagerungsfläche (Spülfeld „Dyhrsen Moor“) auf der NOK-Südseite bei Kkm 12 – 14.

Für den Neubau der Schleusenkammer muss ein Großteil der Schleuseninsel bis in eine Tiefe von NN -14 m ausgehoben werden.

Hinsichtlich des Spülfeldes „Dyhrsen Moor“ wird derzeit die potentielle Reaktivierung als Ablagerungsfläche für das bei der Baumaßnahme anfallende Bodenmaterial von 1,3 Mio. m³ geprüft.

Die URS Deutschland GmbH (im Folgenden URS genannt) wurde mit Vertrag vom 28.05.2008 der Trüper Gondesens Partner (TGP) für die folgenden Bearbeitungspunkte beauftragt, für die jeweils eigenständige Berichte erstellt werden:

- **Schadstoffuntersuchung der Schleuseninsel inkl. Entsorgungskonzept kontaminiertes Bodenmaterial (nachfolgender Bericht)**

Ziel dieser Begutachtung ist das Auffinden und Eingrenzen von anthropogenen Schadstoffen. Als Ergebnis soll die Aussage getroffen werden, welche Menge Boden aus welchem Horizont entsorgt werden muss. Ferner ist ein Verbringungskonzept für das belastete Material zu erstellen. Zusätzlich erfolgt eine Sickerwasserprognose, um den Schadstoffpfad Boden-Grundwasser zu betrachten.

- Grundwassermodellierung für den Bereich der Schleuseninsel;

Die Grundwassermodellierung umfasst die Schleuseninsel sowie uferseitig einen Bereich von ca. 250 m uferseitig. Das Modell (Strömungsmodell) dient überwiegend der Beantwortung der bautechnischen und hydrologischen Fragen.

- Prüfung der Bodenstatik des Spülfeldes;

Die Prüfung der Bodenstatik umfasst geotechnische Berechnungen zur Standsicherheit des Dammes des Spülfeldes „Dyhrsen Moor“ inklusive dessen Umfeld nach der Aufbringung der Spülböden (max. 1,3 Mio. m³). Zielstellung ist den Nachweis gegen Grundbruch zu führen;

- Untersuchung zum Wasserhaushalt, zur Wasserqualität und EU-Wasserrahmenrichtlinie für das Spülfeld „Dyhrsen Moor“;

Es wird ein Vergleich des Grund- und Oberflächenwassers zwischen dem Ist-Zustand und dem End-Zustand und Bewertung nach EU-WRRL durchgeführt.

1.2. Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BGR	Berufsgenossenschaftliche Regeln
BTEX	Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol (Summe dieser Aromaten)
DOC	Dissolved organic Carbon (Maß für die im Wasser gelösten organischen Kohlenstoffverbindungen)
EAK	Empfehlung für die Ausführung von Küstenschutzwerken
EPA	Environmental Protection Agency (Amerikanische Umweltbundesbehörde)
EU-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
GOK	Geländeoberkante

GW	Grundwasser
GWMS	Grundwassermessstelle
Kkm	Kanalkilometer
KRB	Kleinrammbohrung
KVO	Klärschlammverordnung
KW	Kohlenwasserstoffe
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LF	Leitfähigkeit
LHKW	Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
NN	Normalnull
NOK	Nord-Ostsee-Kanal
PAK	Polycyclische, aromatische Kohlenwasserstoffe
PEHD	Polyethylen hoher Dichte
ROK	Rohroberkante
TGP	Trüper Gondesen Partner
TOC	Total organic carbon (Summe des organisch gebundenen Kohlenstoffs)
WSA	Wasser- und Schifffahrtsamt

2. STANDORTBESCHREIBUNG

2.1. Schleuseninsel

Am 05.05.2008 fand eine Ortsbegehung der Schleuseninsel unter Beteiligung von WSA, TGP und URS statt.

Nachfolgend werden die Erkenntnisse dieser Begehung erläutert:

Auf Grund der historischen und aktuellen Nutzung wird die Insel in zwei Bereiche unterteilt (siehe Anlage 2):

- **Bereich Ost**

Nordöstlicher, tiefer gelegener Bereich, auf dem sich ein ehemaliges Kohlekraftwerk, ein Transformator, eine (Schleusen-)Torinstandsetzungshalle und –platz, eine betriebseigene Werkstatt und ein Fähranleger befinden (KRB 1-10). Ein öffentlicher Zugang zur Fläche besteht nicht, die Fläche wird ausschließlich von Mitarbeitern des WSA betreten. Der überwiegende Teil der nicht bebauten Fläche besteht aus Grasflächen, stellenweise mit Baumbewuchs. Die Wege sind mit Betonplatten befestigt. Das Gelände ist eben mit einem leichtem Gefälle nach Nordost. Die Geländehöhen liegen bei etwa NN +2 m.

- **Bereich West**

Im südwestlichen Bereich befinden sich keine Gebäude. Der größte Teil besteht aus Grünland, das von Rindern beweidet wird. In etwa der Mitte der Insel befindet sich ein Teich. Stellenweise liegt Baumbewuchs vor. Des Weiteren befindet sich auf diesem Teilgebiet ein unbefestigter Lagerplatz, auf dem zum Zeitpunkt der Ortsbegehung Bauschutt und Stahlrohre abgelagert waren.

2.2. Binnenhafen

Der Bereich, der für das neue Torinstandsetzungsdock (Alternativstandort) untersucht wurde, besteht hauptsächlich aus eingezäuntem Grünland, das von Rindern beweidet wird. Zwischen NOK und dem Grünland befindet sich ein Fahrweg, der mit zwei Reihen Betonplatten befestigt ist und für Fußgänger und Fahrradfahrer öffentlich zugänglich ist. Direkt vorgelagert befindet sich eine Bootsanlegestelle.

Das Gelände im Binnenhafen ist relativ eben. Die Weide ist vereinzelt mit kleinen Entwässerungsgräben durchzogen.

Die Geländehöhen im Bereich der Weide (KRB 22-24) liegen zwischen NN +1,40 m und NN +1,72 m. An der KRB 25 betrug die Geländehöhe NN +1,13 m.

3. UNTERSUCHUNGSKONZEPT

Auf Grund von neuen Erkenntnissen während einer Ortsbegehung am 05.05.2008 (siehe Kapitel 2) und den vom WSA Brunsbüttel zur Verfügung gestellten Unterlagen wurde das Untersuchungskonzept hinsichtlich der KRB wie folgt angepasst. Wenn möglich wurden die Bohransatzpunkte in die Nähe der Baugrundbohrungen platziert, um zusätzlich eine Aussage über die Schadstoffgehalte in den Proben der geplanten Baugrundbohrungen zu erhalten.

3.1. Bodenuntersuchungen auf der Schleuseninsel

Der Schwerpunkt der Bodenuntersuchungen wurde auf die bekannten Altlastenverdachtsflächen gelegt, bei denen auf Grund ihrer Vorgeschichte mit anthropogenen Belastungen zu rechnen war:

Bereich Ost

- Transformator (KRB 1),
- Umfeld des ehemaligen Kraftwerksgebäudes (KRB 2-4),
- Torinstandsetzungsplatz (KRB 5-7),
- Torinstandsetzungshalle (KRB 8),
- Werkstatt (KRB 9 und 10).

Bereich West

- Hinweise auf Kontaminationen aus anthropogener Nutzung lagen lediglich für den Lagerplatz vor (KRB 16).
- Die Bohrungen im übrigen Teil des Bereichs West wurden gleichmäßig verteilt, um eine repräsentative Aussagefähigkeit zu erlangen (KRB 11-15 und 17-21).

3.1.1. Analytik der Bodenproben

Die genommenen Bodenproben wurden nach LAGA TR20 Feststoff und Eluat analysiert. Für die Eingrenzung von nachgewiesenen kontaminierten Bereichen wurden die angrenzenden Proben der KRB nur auf die entsprechenden Parameter untersucht.

3.2. Grundwasseruntersuchungen auf der Schleuseninsel

Es wurden drei Grundwassermessstellen (GWMS) auf der Schleuseninsel zur Untersuchung des oberen Grundwasserleiters errichtet. Die Lage wurde dabei so gewählt, dass zum Einen eine Aussage bezüglich eingetragener Schadstoffe getroffen werden kann, zum Anderen Daten für die Bestimmung der Grundwasserfließrichtung erhoben werden können.

3.2.1. Analytik der Grundwasserproben

Das Grundwasser wurde auf die nachfolgenden Parameter analysiert:

- KW-Index, PAK, BTEX, LHKW, Phenole,
- Sulfat, Chlorid Nitrit, Nitrat, Phosphat,

- Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen, Mangan, Ammonium, DOC,
- Schwermetalle (nach KVO) und Arsen.

3.3. Bodenuntersuchungen im Binnenhafen

Für Binnenhafen wurden 4 KRB mit einer Tiefe von 5 m zur Erkundung anthropogener Kontaminationen vorgesehen. Die Bohransatzpunkte richteten sich an den geplanten Bohransatzpunkten für die Baugrunduntersuchungen.

4. UNTERSUCHUNGSDURCHFÜHRUNG

In Vorbereitung der Geländearbeiten wurde auf Grund eines Verdachts auf Kampfmittel oder Bombenblindgänger der Kampfmittelräumdienst durch das WSA Brunsbüttel beauftragt. Auf Grund der örtlichen Gegebenheiten konnten die Bohrpunkte nicht im Vorfeld freigegeben werden. Somit musste ein Mitarbeiter des Kampfmittelräumdienstes während der gesamten Bohrzeit vor Ort anwesend sein.

Die Festlegung der Bohransatzpunkte erfolgte unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und Lage der vorhandenen Leitungen (Anlage 2).

Die Bohrarbeiten wurden durch die Bohrfirma Grisar Bohrtechnik durchgeführt. Die Arbeiten wurden von URS geologisch und sicherheitstechnisch gemäß BGR 128 begleitet.

Die Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen (Anhang 4).

4.1. Kleinrammbohrungen

4.1.1. Schleuseninsel

Die Geländearbeiten für die KRB auf der Schleuseninsel fanden im Zeitraum vom 19. - 22.05.2008 statt. Insgesamt wurden 21 Kleinrammbohrungen bis max. 10 m (KRB 1 – KRB 21) und 3 Kleinrammbohrung mit je 20 m Tiefe für die Ausbauplanung der GWMS 1-3 durchgeführt. Die Bohrtiefen entsprechen dabei den geplanten Tiefen. Davon ausgenommen ist die KRB 7, die auf Grund einer organoleptisch festgestellten Kontamination bis in eine Tiefe von 5 m gebohrt wurde.

Vom WSA wurde der URS ein Leitungsplan übergeben. In diesem waren laut Information des WSA nicht alle Leitungen enthalten. Die Lage der einzelnen Leitungen ist im Plan nur schematisch dargestellt worden. Deshalb wurden zur Sicherheit alle Bohrpunkte mit Ausnahme der KRB 16 von Hand vorgeschachtet (1,5 - 2 m u. GOK). Während des Handschachtens an der KRB 13 und bei der KRB für den GWMS 1 wurde jeweils eine Versorgungsleitung angetroffen, jedoch nicht beschädigt und der Ansatzpunkt umgesetzt. Auf Grund von Hindernissen, wie z.B. Bauschutt und Holz, die zu mehrmaligen Umsetzen der

Bohransatzpunkten führten, mussten insgesamt 34 Handschachtungen durchgeführt werden.

In Anhang 1, 2 und 4 befinden sich die Schichtenverzeichnisse, Bodenprofile und das Nivellement der KRB. Die Lage der Bohrungen ist der Anlage 2 zu entnehmen.

4.1.2. Binnenhafen

Die Bohrungen im Binnenhafen wurden am 18.06.2008 durchgeführt. Insgesamt wurden 4 KRB á 5 m Tiefe abgeteuft. Es wurden keine GWMS errichtet.

Da keine Netzpläne aus dem zu untersuchenden Gebiet zur Verfügung standen, wurden die Bohrungen bis in eine Tiefe von 1,5 m unter GOK von Hand vorgeschachtet.

Es wurden 3 Bohrungen am geplanten Standort des Trockendocks und eine Bohrung am geplanten Torliegeplatz abgeteuft.

Insgesamt wurden in dem Binnenhafen 28 Bodenproben entnommen.

In Anhang 1, 2 und 4 befinden sich die Schichtenverzeichnisse, Bodenprofile und das Nivellement der der KRB. Die Lage der Bohrungen ist der Anlage 2 zu entnehmen.

4.2. Grundwassermessstellen

Der Bau der drei GWMS fand im Zeitraum vom 26. - 27.05.2008 auf der Schleuseninsel statt. Die GWMS wurden an der Stelle mittels Hohlschneckenbohrung errichtet, an der zuvor die KRB durchgeführt wurden. Die Ausbaudaten der GWMS sind in nachfolgender Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1: Ausbaudaten der GWMS

GWMS	Tiefe [m]	Filterstrecke [m GOK]	Durchmesser [“]	Material	GOK [m NN]	ROK [m NN]
1	15,00	10,00 – 15,00	2	PEHD	1,55	2,28
2	14,42	9,42 – 14,42	2	PEHD	4,37	5,10
3	15,42	10,42 – 15,42	2	PEHD	3,96	4,69

Der Ausbaudurchmesser beträgt 2 Zoll und das Ausbaumaterial ist PEHD. Bei den GWMS 2 und 3 wurde über dem Filterkies eine Tonsperre mit Quellton eingebaut. Auf Grund der vorgefundenen Kontamination wurde die GWMS 1 oberhalb der Filterstrecke komplett mit Brunnendämmer und abschließend mit Quellton verfüllt.

Alle drei GWMS wurden mit einem Anfahrerschutz versehen und mit einer SEBA-Kappe verschlossen. Der anfallende Bodenaushub wurde in zwei verschiedenen Containern zwischengelagert. In dem einen Container befand sich das unkontaminierte Material aus den GWMS 2 und 3, in dem anderen Container das kontaminierte Material aus der GWMS 1. Eine der Mischproben des Materials aus der GWMS 1 wurde nach LAGA TR20 analysiert. Die Analysenergebnisse sind der Anlage 8 zu entnehmen.

Die Schichtenverzeichnisse der vorausseilenden Kleinrammbohrungen sind im Anhang 1, die Ausbauprofile der GWMS im Anhang 2 dargestellt.

4.3. Bodenprobenahme

Die Bodenansprache erfolgte gemäß EN ISO 14688 in Schichtenverzeichnissen. Die Beprobung des Bohrgutes erfolgte horizontabhängig, jedoch in einem Abstand von maximal ca. 1 m. Bei organoleptischen Auffälligkeiten wurden Doppelproben entnommen. Die Proben wurden nach Entnahme eindeutig beschriftet, kühl gelagert und dem beauftragten Labor zeitnah übergeben. Der Probentransport erfolgte sowohl durch einen Logistiker als auch durch URS Mitarbeiter.

Insgesamt wurden auf der Schleuseninsel 185 Bodenproben zzgl. 2 Bodenmischproben des Bohrgutes der GWMS 1 entnommen.

Der Tabelle in Anlage 8 sind alle entnommen Bodenproben mit den entsprechenden Tiefenbereichen aufgelistet.

4.4. Grundwasserprobenahme

Vor der Beprobung erfolgte eine Stichtagsmessung.

Die Grundwasserprobenahme erfolgte am 18.06.2008 durch die Bohrfirma Grisar Bohrtechnik.

Die Probenahme erfolgte nach DIN 38402/13 durch eine MP1 Unterwasserpumpe. Die Probe wurde nach 40-60 min Pumpzeit bei Pumpraten von 6,75 – 10 l/min entnommen, nachdem die Messwerte für Temperatur, pH-Wert und Leitfähigkeit stabil waren. Der erforderliche dreifache Austausch des Wasservolumens wurde eingehalten.

Die Probenahmeprotokolle mit den gemessenen Vorortparametern befinden sich im Anhang 5.

Die Proben wurden nach Entnahme kühl gelagert und dem beauftragten Labor zeitnah übergeben. Der Probentransport erfolgte durch einen URS Mitarbeiter.

4.5. Analytik

Die Analytik wurde durch das akkreditierte Labor IGU BIOBAC GmbH (Kiel) durchgeführt. Insgesamt wurden 84 Bodenproben (inklusive Mischprobe des Bohrgutes) und 3 Grundwasserproben analysiert. Die Analyseverfahren sowie die Prüfergebnisse sind den Prüfberichten im Anhang 3 zu entnehmen. Tabellarisch wurden die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen in der Anlage 8 und des Grundwassers in Anlage 9 zusammengestellt.

4.5.1. Bodenproben

Die meisten Bodenproben wurden entsprechend der LAGA TR 20 analysiert, um die Böden für die Verwertung/Entsorgung nach LAGA einstufen zu können. Die Auswahl der Parameter der anderen Bodenproben erfolgte entsprechend des zu erwartenden anthropogenen Einflusses. Des Weiteren wurden die Tiefenlagen der zu analysierenden Parameter so gewählt, dass eine Eingrenzung des kontaminierten Bereiches möglich ist und eine repräsentative Aussagefähigkeit zu der gesamten Schleuseninsel zu erreichen.

Die analysierten Parameter und deren Anzahl sind in der Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2: Analytisches Untersuchungsprogramm Boden

Analyseprogramm	Anzahl
LAGA TR20, Feststoff und Eluat	48
PCB	1
PAK	29
KW-Index	19
Pb	1
Cd	2
Cr, Cr VI (Eluat)	2
Zn (Eluat)	1
Cu (Eluat)	1

4.5.2. Grundwasser

Für die Grundwasserprobenahme wurden vom Labor IGU BIOBAC GmbH Probenahmegefäße mit der erforderlichen Stabilisierungslösung vorbereitet. Im Grundwasser wurden die nachfolgenden Parameter analysiert:

- KW-Index, PAK, BTEX, LHKW mit VC, Phenole (EPA),
- Sulfat, Chlorid, Nitrit, Nitrat, Phosphat,

- Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen, Mangan, Ammonium, DOC,
- Schwermetalle nach KVO und Arsen.

4.6. Begleitender Arbeitsschutz

Vor Beginn der Arbeiten wurde von der URS eine Arbeitsschutzanweisung erstellt.

Die geologische Feldbetreuung durch URS nahm in Personalunion gleichzeitig die Aufgaben des sicherheitstechnischen Koordinators nach den Regeln der BGR 128 wahr. Die Felderkundungsarbeiten wurden unter Einhaltung der Vorgaben der URS Arbeitsschutzanweisung durchgeführt.

Besondere Vorkommnisse, die hinsichtlich der Arbeitssicherheit weitergehende Maßnahmen erfordert hätten, traten während der Feldarbeiten nicht auf.

5. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

5.1. Geologie und Hydrogeologie

Die lokale geologische Situation der im Rahmen dieser Erkundung aufgeschlossenen Bereiche stellt sich wie folgt dar:

Moränen der Saale-Eiszeit bilden den geologischen Untergrund der Region. Während der letzten Eiszeit schnitt die Mündung der Elbe tief in den Grund ein und bedeckte ihn mit Sand und Ablagerungen, die von den Gletschern im Osten stammten. Die hohe Geest bildete das steile Ufer des weiten Elbeurstromtals. Nach dem Ende der Eiszeit entstanden, teilweise aufgrund von Staunässe durch die vorrückende Nordsee, Moore in der Nähe der damaligen Küste, während die Bereiche zum Geestrand hin auf Grund des starken Gefälles zum Elbetal länger trocken blieben. Diese Gebiete wurden nach und nach überflutet, mit Sedimenten bedeckt und dadurch aufgehöhht. Parallel zur Küste hatte sich eine Dünenkette gebildet.

Als der Meeresspiegelanstieg sich dem heutigen Niveau näherte und entsprechend verlangsamt, bildeten sich Marschen als breite Uferwälle entlang der Flüsse, die die geestnahen Gebiete in der Folge von häufigen Überflutungen abschirmten. Dies begünstigte die Bildung großer sumpfiger Niederungen und Moore entlang der Geestkante, die sich mit anderen Feuchtgebieten im Hinterland dort verbanden, wo die eiszeitlichen Ablagerungen am niedrigsten waren. Der Schutz durch die küstenparallelen Sandwälle in Süderdithmarschen förderte einen weniger kompakten und feuchten Boden in der westlichen Wilstermarsch, der nach der Trockenlegung zu schrumpfen begann. Dieser Prozess hält noch heute an und macht die Gegend zu der niedrigsten in Deutschland mit Bereichen, die ca. NN -3,5 m liegen.

Ein geologischer Längsschnitt durch die Schleuseninsel ist in Anlage 4 dargestellt. Darin ist zu erkennen, dass bis zu 5 m mächtiges aufgefülltes Sandmaterial auf die Schleuseninsel aufgebracht wurde. Die mächtigeren Auffüllungen befinden sich insbesondere im Bereich des Lagerplatzes und westlich der Gebäude auf der Hochfläche. Darunter befindet sich eine bis zu 10 m mächtige tonige/schluffige Kleilage mit lokalen Tonlagen. Der Klei wird von einer schwach schluffigen Feinsandlage unterlagert. In den Messstellen GWMS 1 und 3 wurde in einer Tiefe ab ca. 15 m u. GOK wieder Klei gefunden.

5.1.1. Lokale hydrogeologische Situation der Schleuseninsel

Die Schleuseninsel Brunsbüttel befindet sich in dem von holozänen Sedimenten dominierten Elbmündungsbereich. Der geologische Aufbau des Untergrundes wird im Wesentlichen durch Klei (Schwemmland-Ablagerungen), fluviatile Sande, Beckentone/-schluffe und Geschiebemergel charakterisiert. Die Sande stellen den Hauptgrundwasserleiter des Untersuchungsgebietes dar. Darüber hinaus finden sich im überlagernden Klei Ansammlungen von flachem Grund-/Schichtwasser, das sich bevorzugt über feinkörnigen Partien in gröber gekörnten Zonen sammelt. Die beiden Grundwasserstockwerke werden durch eine geringmächtige Schicht Beckenton voneinander getrennt. Diese Schicht wurde jedoch nicht flächendeckend erbohrt, so dass von einem lokalen hydraulischen Kontakt zwischen oberflächennahem Schichtwasser und dem Grundwasser in den Sanden ausgegangen werden muss.

In Abbildung 1 ist zur Veranschaulichung das zugrunde liegende hydrogeologische Modell dargestellt.

Die errichteten Grundwassermessstellen wurden innerhalb des oberen Grundwasserleiters ausgebaut. Am 26.06.2008 um 15:45 Uhr wurde eine Stichtagsmessung durchgeführt.

In nachfolgender Tabelle 3 befinden sich die gemessenen Bohrlochwasserstände und die Daten der Stichtagsmessung.

Tabelle 3: Wasserspiegel in den KRB und GWMS

Bohrung	GOK m [NN]	ROK m [NN]	Wsp. [m u. GOK]	Wsp. [m NN]
KRB 1	2,53		1,60	0,93
KRB 2	2,58		1,30	1,28
KRB 3	1,97		1,50	0,47
KRB 4	2,08		1,50	0,58
KRB 5	1,35		1,50	-0,15
KRB 6	1,73		1,50	0,23
KRB 7	1,49		1,60	-0,11
KRB 8	1,33		0,90	0,43

Bohrung	GOK m [NN]	ROK m [NN]	Wsp. [m u. GOK]	Wsp. [m NN]
KRB 9	2,24		1,35	0,89
KRB 10	1,91		0,70	1,21
KRB 11	3,96		2,70	1,26
KRB 12	6,09		3,85	2,24
KRB 13	6,98		4,90	2,08
KRB 14	6,82		4,40	2,42
KRB 15	4,08		1,40	2,68
KRB 16	5,61		2,90	2,71
KRB 17	3,23		2,00	1,23
KRB 18	3,24		1,10	2,14
KRB 19	3,41		1,90	1,51
KRB 20	3,47		2,30	1,17
KRB 21	3,63		3,20	0,43
GWMS 1	1,55	2,27	1,87 (GWL 1)	0,41 (GWL 1)
GWMS 2	4,37	5,10	4,87 (GWL 1)	0,23 (GWL 1)
GWMS 3	3,96	4,69	4,70 (GWL 1)	-0,01 (GWL 1)

Die Bohrlochwasserspiegel der KRB 1-9, die sich im östlichen Bereich der Insel befinden, liegen mit Ausnahme der KRB 2 alle < 1 m NN. Die Bohrlochwasserspiegel der KRB 10-21, die im westlichen Bereich der Insel liegen, befinden sich meist > NN +2 m. Einzige Ausnahme ist KRB 21, die nur einen Grundwasserspiegel von NN +0,43 m aufweist.

Die lokale hydrogeologische Situation wird detailliert in dem Bericht zur Grundwassermodellierung, URS Deutschland vom 08.08.2008 beschrieben.

5.1.2. Lokale hydrogeologische Situation des Binnenhafens

Die gemessenen Bohrlochwasserstände liegen 2,5 – 2,9 m unter GOK (NN -0,9 m bis NN -1,5 m) und liegen damit im Übergangsbereich des Torfes zum unterlagerndem Klei.

Geologische Informationen für den tieferen Bereich des Binnenhafens liegen nicht vor, da die durchgeführten vier Bohrungen lediglich 5 m tief abgeteuft wurden.

5.2. Analysenergebnisse der Bodenproben

Die Tabelle mit den Analysenergebnissen ist in Anlage 8 beigefügt. Die Analysenergebnisse sind dort den Zuordnungswerten für Wiedereinbau bzw. Deponierung der Mitteilung 20 der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA-Richtlinie TR20) der aktuellen Fassung vom 06. November 2003 zugeordnet. Des Weiteren erfolgt in der Tabelle eine Bewertung anhand der Prüfwerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 17.07.1999 für die Nutzung als Industrie- und Gewerbegrundstücke. Die Prüfberichte sind im Anhang 3 zu finden.

5.2.1. Feststoff

Die Tiefenangaben in den nachfolgenden Kapiteln beziehen sich auf m u. GOK.

KW-Index

Erhöhte KW-Indices wurden in den KRB 4, 7-9 und der GWMS 1 gefunden.

Die höchste gemessene Konzentration an KW-Index von 4.800 mg/kg bzw. mobile KW von 4.400 mg/kg wurde in der Messstelle GWMS 1 in einer Tiefe von 1,3 – 1,9 m festgestellt.

Generell wurden die Kontaminationen im Tiefenbereich bis 3 m angetroffen. Lediglich in GWMS 1 wurde eine Kontamination bis in einer Tiefe von 4,2 m nachgewiesen.

In der KRB 9 wurde in der Probe aus 0,0-0,7 m eine Konzentration von 120 mg/kg KW festgestellt.

PAK

Auf der Schleuseninsel wurden in mehreren KRB erhöhte Gehalte an PAK gefunden.

Die höchsten Gehalte wurden in der KRB 7 mit 148,5 mg/kg in einer Tiefe von 1,2 - 2,2 m nachgewiesen.

Des Weiteren wurden in den KRB 3 - 4, 6 - 10 und 14 Konzentrationen > 10 mg/kg vorgefunden. In der KRB 14 wurde nur in der obersten Probe PAK nachgewiesen.

Die angetroffenen Belastungen mit PAK beschränken sich mit Ausnahme der KRB 13, 14, 18, 19 auf den Bereich Ost. In dem Bodenmaterial dieser Bohrungen wurde nur jeweils in einer Probe eine Zuordnungswertüberschreitung ermittelt. In KRB 14 wurde ein Gehalt von 17,7 mg/kg gemessen. In den anderen drei Bodenproben (KRB 13, 18, 19) wurden Gehalte zwischen 3,3 und 7,3 mg/kg gemessen.

Im Binnenhafen wurde in der KRB 24 in einer Tiefe von 0,0 – 0,5 m eine Konzentration von 3,16 mg/kg gefunden.

BTEX

Im Binnenhafen wurde in der KRB 24 in einer Tiefe von 0,0 – 0,5 m eine BTEX-Konzentration von 1,6 mg/kg festgestellt.

Schwermetalle

Es wurden kaum erhöhte Gehalte an Schwermetallen gefunden. Die gemessenen max. Konzentrationen betragen bei Blei 790 mg/kg, bei Cadmium 2,8 mg/kg, bei Kupfer 180 mg/kg und bei Zink 250 mg/kg.

Auffällig ist, dass die Schwermetalle lediglich in der oberen Bodenzone gefunden wurden. In der Bohrung KRB 9 wurden viele Schwermetalle in der Schicht von 0,0 – 0,7 m gefunden.

Die gefundenen anthropogenen Kontaminationen beschränken sich bis auf eine Ausnahme (KRB 14) auf den Bereich Ost.

Im Binnenhafen wurde in der KRB 24 in einer Tiefe von 0,0 – 0,5 m 1,3 mg/kg Cadmium und in der KRB 25 in einer Tiefe von 0,7 – 1,0 m 86 mg/kg nachgewiesen.

Arsen

Die Arsengehalte waren in vier Proben mit maximal 21 mg/kg geringfügig erhöht. Dabei handelt es sich um Proben der Tiefen von 2 - 6 m. Es konnte keine Differenzierung in der Verteilung der leicht erhöhten Arsengehalte zwischen dem Bereich Ost und West festgestellt werden.

TOC

Die TOC-Gehalte sind generell erhöht. Die maximale ermittelte Konzentration beträgt 12 Massen-%. Generell liegen die Gehalte bei ca. 2 Massen-%.

5.2.2. Eluat**Leitfähigkeit**

Die gemessenen Leitfähigkeiten variieren deutlich. Die Werte schwanken von 98 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bis 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (KRB 16/ 1,0 – 2,0 m).

Generell liegen die Leitfähigkeiten auf Grund des Salzwassereinflusses im westlichen Teil der Insel höher als im östlichen Bereich. Außerdem nehmen die Gehalte über die Tiefe zu.

Sulfat

Die Gehalte an Sulfat sind im Eluat häufig deutlich erhöht. Die maximale gemessene Konzentration liegt bei 310 mg/l (KRB 14/ 3,1 – 4,4 m).

Chlorid

Die Chloridgehalte sind analog zur Leitfähigkeit insbesondere im westlichen Teil der Insel erhöht. Im östlichen Teil gab es keine Auffälligkeiten. Es wurden Konzentrationen bis zu 81 mg/l in der KRB 16 (1,0 – 2,0 m) gemessen. Die hohen Konzentrationen wurden bis auf Ausnahme der KRB 16 immer in der gesättigten Bodenzone gefunden.

pH-Wert

Die pH-Werte aller untersuchten Proben liegen im Bereich von 8. Ausnahme bildet die KRB 16, bei der in der Probe von 0,0 - 1,0 m ein Wert von 10,2 sowie in der Probe aus 1,0-2,0 m ein Wert von 11,9 gemessen wurden.

Schwermetalle

Bei den Schwermetallen im Eluat gab es nur eine Auffälligkeiten. Dies war die Probe von 0,0 – 0,7 m der KRB 9 in der 0,023 mg/l Kupfer gemessen wurde. Dieser Messwert korreliert mit dem höchsten Kupfergehalt im Feststoff, der in der gleichen Probe gemessen wurde (180 mg/kg).

5.3. Analysenergebnisse der Grundwasserproben

Die Messergebnisse der Grundwasseranalyse aus den drei GWMS sind in Anlage 9 aufgelistet und die Prüfberichte in Anhang 3.

Bei allen drei Messstellen sind keine auffälligen Schwermetallgehalte gefunden worden. Häufig liegen die Gehalte unterhalb der Nachweisgrenze.

Die organischen Schadstoffe zeigen nur in der GWMS 1 eine Auffälligkeit. Die Summe PAK (nach EPA) ohne Naphthalin beträgt 0,16 µg/l.

Alle anderen gemessenen organischen Parameter liegen im Bereich oder unterhalb der Nachweisgrenzen.

Die Ionengehalte des Grundwassers sind sehr hoch, was an den hohen Leitfähigkeitsgehalten von maximal 6.070 µS/cm erkennbar ist.

Besonders fallen die hohen Konzentrationen an Natrium und Chlorid auf, die in den beiden Messstellen GWMS 2 und 3 (max. GWMS 2 Na: 1.400 mg/l, Cl: 2.530 mg/l) im Westen der Insel höher sind als in der östlichen Messstelle (GWMS 1 Na: 540 mg/l, Cl: 589 mg/l). Die anderen maximalen Kationengehalte betragen:

- GWMS 1: Kalium (54 mg/l), Ammonium (51 mg/l),
- GWMS 2: Calcium (320 mg/l) Magnesium (220 mg/l), Mangan (4,9 mg/l),
- GWMS 3: Eisen (30 mg/l).

Insgesamt entsprechen die festgestellten Gehalte des Grundwassers der geogenen Umgebung, wobei der Ammoniumgehalt in GWMS 1 erhöht ist. In der GWMS 1 ist eine

anthropogene Beeinflussung durch die Summe der PAKs (nach EPA) ohne Naphthalin von 0,16 µg/l nachgewiesen wurde.

6. BEWERTUNGSGRUNDLAGEN

Im Folgenden werden die Bewertungsgrundlagen für die Gefährdungsabschätzung der festgestellten Schadstoffkontaminationen im Boden und Grundwasser sowie für die abfallrechtliche Bewertung (Verwertung bzw. Entsorgung) beschrieben.

6.1. Wirkungspfad Boden - Mensch

Für die Bewertung der Analysenergebnisse der Bodenproben hinsichtlich einer Beeinträchtigung des Schutzgutes menschliche Gesundheit wird die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 17.07.1999, Anhang 2, Abschnitt 1, Tabelle: „Prüfwerte zur Beurteilung des Wirkungspfad Boden - Mensch“ herangezogen. Auf Grund der Nutzung als Gewerbefläche werden generell die Prüfwerte für die Nutzung „Industrie- und Gewerbegrundstücke“ zugrunde gelegt. Davon ausgenommen sind die Bereiche der KRB 22, 23 und 25. Diese sind öffentlich zugänglich und werden als Freizeitanlagen genutzt. Für diese Flächen werden die Prüfwerte für Park- und Freizeitanlagen zugrunde gelegt. Die Werte der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden - Mensch sind generell für die Gefährdungsabschätzung von Schadstoffen im Oberboden heranzuziehen, um Beeinträchtigungen durch Direktkontakt oder Staubverwehungen zu bewerten.

Im vorliegenden Fall erfolgten auf Grund der Fragestellung zur Gesamtbelastung des geplanten Erdaushubs keine expliziten Oberbodenuntersuchungen gemäß BBodSchV. Da im Rahmen der geplanten Baumaßnahmen allerdings eine Entsiegelung der Oberflächen sowie umfangreiche Erdarbeiten bis NN -14 m durchgeführt werden sollen, besteht eine Gefährdung hinsichtlich des Wirkungspfad Boden – Mensch während der Arbeiten über die gesamte Tiefe. Daher werden die Prüfwerte auch für die Proben in tieferen Bereichen als Orientierungswerte herangezogen.

Diese Bewertung ersetzt nicht eine Gefährdungsabschätzung für Arbeiten in kontaminierten Bereichen nach BGR 128, die im Rahmen der Erstellung eines Arbeits- und Sicherheitsplans vorab der durchzuführenden Erdbauarbeiten erforderlich sein wird.

6.2. Wirkungspfad Boden - Grundwasser

Für die Bewertung der festgestellten Grundwasserkontaminationen werden die Prüf- und Maßnahmenwerte der LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: „Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden“, 1994), Tabelle 2, herangezogen.

Des Weiteren ist nach BBodSchV eine Prognose über die Abschätzung der von der Bodenkontamination ausgehenden oder in überschaubarer Zukunft zu erwartenden Schadstoffeinträge über das Sickerwasser in das Grundwasser erforderlich. In dem nachfol-

genden Berichtsteil wird die Methodik der durchgeführten Sickerwasserprognose dargestellt. Für den Bereich des Binnenhafens erfolgt eine schematische Bewertung der Sickerwasserprognose auf der Basis des Verfahrens „Merkblatt ALEX 13“ des Landesamtes für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland Pfalz (Stand 09/2001).

Sickerwasserprognose für die Schleuseninsel

Zur Abschätzung der Sickerwasserkonzentration an der Basis der ungesättigten Zone wurde das Abminderungsfaktor (AF)-Verfahren angewendet. Das AF-Verfahren basiert auf der Advektions-Dispersions-Gleichung unter der Annahme stationärer Wasserbewegung. Es können Advektion, Diffusion in Bodenwasser und -luft, Dispersion, lineare Gleichgewichtssorption und Abbau 1. Ordnung berücksichtigt werden. Mit Hilfe des AF-Verfahrens ist eine quantitative Einschätzung der Sickerwasserkonzentration möglich.

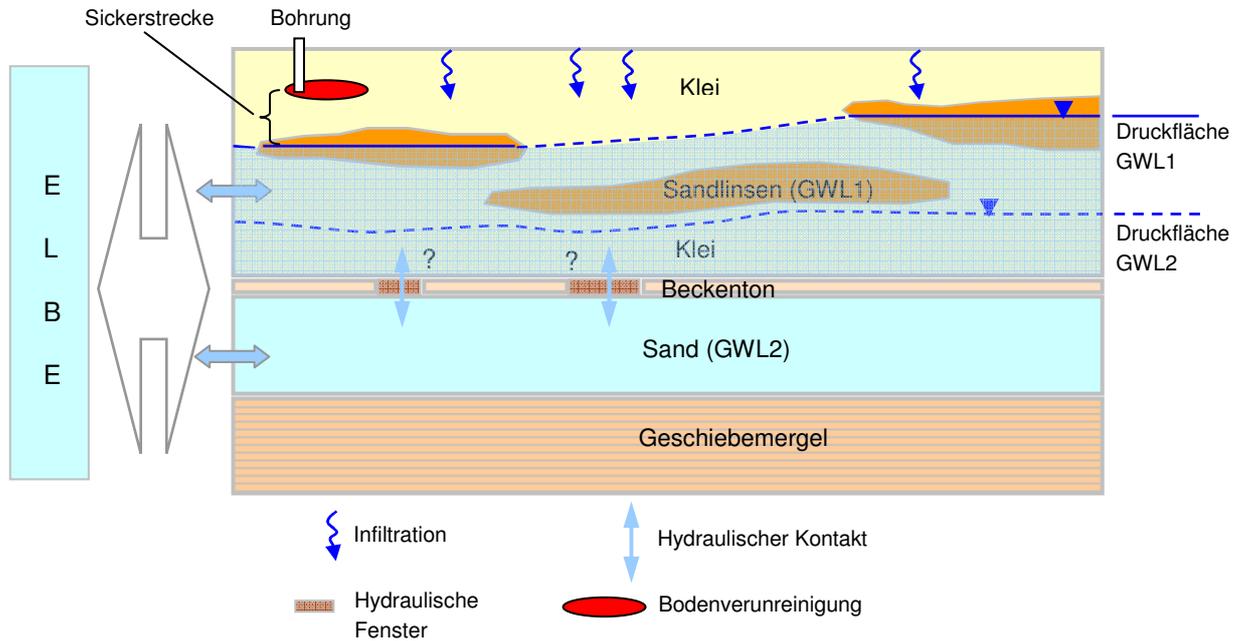
Bei der Abschätzung des Abminderungsfaktors wurde von einer Quelle mit unbegrenzter Lebensdauer und einer konstanten Quellkonzentration ausgegangen. Dispersions- und Retardationsprozesse wurden bei der Berechnung nicht berücksichtigt (*worst case*). Der Abminderungsfaktor gibt an, um welchen Faktor sich die gelöste Ausgangsquellkonzentration im Rahmen des Sickerprozesses vermindert. Bei einem AF von 10, ist also beispielsweise die gelöste Konzentration am Ort der Beurteilung um den Faktor 10 geringer als die gelöste Quellkonzentration an der Basis der eigentlichen Schadstoffquelle.

Auf Basis der vorliegenden Feststoffanalytik wurden an den Messstellen GWMS 1, KRB 2, KRB 4 und KRB 9 Sickerwasserprognosen nach dem AF-Verfahren durchgeführt. Diese Messstellen wurden ausgewählt, weil hier besonders hohe Konzentrationen von Einzelschadstoffen (z.B. Pb in KRB 9) oder von Schadstoffgemischen (z.B. PAK und KW in GWMS 1) vorliegen.

Das Ziel dieser Methode ist die Bestimmung der gelösten Schadstoffkonzentration am Ort der Beurteilung gemäß BodenSchV (d.h. Übergang von der ungesättigten Zone zum obersten Grundwasserleiter). Hierfür wurde zunächst die gelöste Quellkonzentration (also die effektive Löslichkeit) nach dem Roultschen Gesetz ermittelt, wofür im Vorfeld der Massenanteil und der molare Anteil des jeweiligen Schadstoffparameters (z.B. Naphthalin) bestimmt wurden. Als Ausgangsschadstoffgemisch wurde Diesel angenommen.

Gemäß den Ergebnissen der Bodenanalytik wurde die Berechnung für PAK (Naphthalin, Acenaphthen, Fluoranthen), KW und Blei (Pb) durchgeführt. Als Ausgangspunkt des Sickerprozesses wurde jeweils die größte Tiefe der bei der Sondierung festgestellten Belastung gewählt. In der folgenden Abbildung 1 ist das hydrogeologische Modell des Bereichs Schleuseninsel mit einer Prinzipskizze der berechneten Sickerstrecke dargestellt.

Abbildung 1: Prinzipskizze des hydrogeologischen Modells mit Darstellung der berechneten Sickerstrecke



6.3. Abfallrechtliche Bewertung

Die abfallrechtliche Bewertung erfolgt entsprechend der Zuordnungsklassen der Richtlinie TR20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial“ der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), der aktuellen Fassung vom 05. November 2004 (im Folgenden als LAGA bezeichnet).

Anhand dieser Zuordnungsklassen erfolgt eine Bewertung des Bodens hinsichtlich seines Belastungsgrades und damit verbunden seiner Wiederverwertbarkeit bei einem Aushub. Die Zuordnungswerte Z0-Z2 bezeichnen dabei die Obergrenze der Einbauklassen für verwertbare Böden. Böden mit Zuordnungswerten von >Z2 (Z3-Z5) können ohne vorherige Behandlung nicht wiederverwertet, sondern müssen deponiert werden. Entsprechend den Einschränkungen beim Wiedereinbau ergeben sich bei höheren Zuordnungsklassen auch steigende Entsorgungskosten.

Im Folgenden sind die Einbauklassen/Zuordnungswerte kurz erläutert:

- Einbauklasse 0: Z0: Ein uneingeschränkter Wiedereinbau ist möglich (Boden unbelastet);
- Einbauklasse 1: Z1: Ein eingeschränkter offener Einbau ist möglich. Beim eingeschränkten offenen Einbau wird unterschieden, ob im Bereich der Verwertungsmaßnahme ungünstige (Einbauklasse Z1.1) oder günstige hydrogeologische Standortbedingungen (Einbauklasse Z1.2) vorliegen;

- Einbauklasse 2: Z2: Ein eingeschränkter Einbau ist nur mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen möglich.

Praktisch ist eine Verwertung von Böden mit der Zuordnung Z1.2 und Z2 nur eingeschränkt möglich.

Die Zuordnungswerte Z0 sind nach Bodenarten gestaffelt, d.h. es liegen unterschiedliche Werte für „Sand“, „Lehm/Schluff“ oder „Ton“ vor. Im vorliegenden Bericht wurden auf Grund der im Rahmen der Untersuchungen angetroffenen, überwiegend schluffigen Böden die Zuordnungswerte für „Lehm/Schluff“ zugrunde gelegt (s. Anlage 8).

Für den durch die Abgrabung der Schleuseninsel anfallenden Bodenaushub, der nach LAGA als Z0 eingestuft wurde (ohne TOC, LF, Cl und SO₄), ist eine Verbringung auf das Spülfeld „Dyhrsen Moor“ bzw. eine weitere Verwendung im Deichbau geplant.

Für den Deichbau gibt es derzeit keine zugeschnittene bodenschutzrechtliche oder abfallrechtliche Regelung: „Entsprechend gibt es auch keine Richt- oder Zuordnungswerte für den Einbau von Baggergut. Die bestehenden bodenschutzrechtlichen und abfallrechtlichen Vorschriften lassen nur eingeschränkt eine Festlegung von Schadstoffgrenzen für die Verwendung von Baggergut zu“ (EAK 2002, Seite 441 ff.).

Das Spülfeld Dyhrsen Moor ist ein bestehendes Spülfeld, das in den 60er Jahren vom WSA angelegt wurde. Es würde sich bei der geplanten Aufspülung somit um eine Reaktivierung des vorhandenen Spülfeldes handeln. Für eine zukünftige Nutzung des Spülfeldes ist nachzuweisen, dass dies keine Verschlechterung gegenüber der Umwelt verursacht. In dem separaten Bericht „Untersuchungen zum Wasserhaushalt, zur Gewässerqualität und EU-WRRL“ wird diese Thematik behandelt.

Da sowohl für den Deichbau als auch für das Spülfeld keine konkreten Zuordnungswerte vorgeschrieben sind, sondern entsprechend WRRL eine Verschlechterung der aktuellen Situation vermieden werden muss, wird für die Verwendung im Deichbau und die Aufbringung auf dem Spülfeld lediglich die anthropogene Belastung betrachtet. Bei nachgewiesenen geogenen Hintergrundbelastungen an TOC, LF, Chlorid und Sulfat wird das entsprechende Material gemäß Zuordnungswert Z0 eingestuft, sofern keine Belastung durch anthropogene Parameter bestehen.

Diese Vorgehensweise erfolgt in Anlehnung an die folgende Quelle: Aus dem Fachbericht der Hafentechnischen Gesellschaft Fachausschuss Baggergut (VERWERTUNG VON FEINKÖRNIEM BAGGERGUT IM BEREICH DER DEUTSCHEN KÜSTE, 2006) ist zu entnehmen, dass am Norddeich CT 4 in Bremerhaven auf die gleiche Weise mit der Klassifizierung verfahren wurde:

„In Abstimmung mit den zu beteiligenden Behörden wurde die LAGA Mitteilung 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln – Allgemeiner Teil“ vom 6. November 2003 in Verbindung mit den im Teil II - Technische Regeln für die Verwertung vom 6. November 1997 genannten Zuordnungswerten als Bewertungsmaßstab festgelegt. Entsprechend den Ergebnissen der chemischen Analysen ist das entwässerte Baggergut auf Basis der Feststoffwerte der LAGA-Einbauklasse Z 1.2 zuzuordnen, wobei eine Vielzahl der Parameter sogar die Zuordnungswerte Z 1.1 unterschreitet. Bei den Eluaten werden mit Ausnahme der Parameter

Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat, die auf Grund des brackigen Milieus des Baggergebietes naturgemäß erhöht sind (LAGA Z2), sämtliche Zuordnungswerte Z0 eingehalten. Da sich die erhöhten Werte für die Parameter Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat vor dem Hintergrund der im Bereich des Norddeichs CT 4 durch den marinen Einfluss vorhandenen geogenen Vorbelastung relativieren, kann das entwässerte Baggergut in die Einbauklasse Z 1.2 eingestuft werden.“

Es wird somit davon ausgegangen, dass der ausgehobene Klei, der ohne die Parameter TOC im Feststoff und LF, Chlorid und Sulfat im Eluat nach der LAGA TR20 der Klassifizierung Z0 entspricht, bei bodenmechanischer Eignung für den Deichbau eingesetzt werden kann.

Wird hingegen eine anthropogene Belastung im Bodenaushubmaterial nachgewiesen, sollte dieses nach LAGA TR 20 entsprechend verwertet bzw. entsorgt werden. Da im Rahmen der Verwertung keine Ausnahmen bzgl. einer geogenen Hintergrundbelastung zulässig sind, sind dann für die Verwertung des Materials alle Parameter (inklusive TOC, LF, Chlorid und Sulfat) für die Einteilung der Zuordnungsklassen mit einzubeziehen.

Eine Darstellung der Zuordnung nach LAGA mit sowie ohne Berücksichtigung von TOC, LF, Chlorid und Sulfat erfolgt in den Analyseergebnissen in Anlage 8 sowie graphisch in der Anlage 7.

7. BEWERTUNG

7.1. Schleuseninsel

7.1.1. Wirkungspfad Boden – Mensch

Nach BBodSchV liegen keine Prüfwertüberschreitungen für die Nutzung als Industrie- und Gewerbegrundstück vor (siehe Anlage 8).

7.1.2. Wirkungspfad Boden – Grundwasser

Die Beurteilung des Wirkungspfades Boden – Grundwasser auf der Schleuseninsel erfolgte zum Einen durch die Berechnung einer Sickerwasserprognose, zum Anderen durch die Analyseergebnisse der drei Grundwassermessstellen.

Sickerwasserprognose

Die Ergebnisse der Sickerwasserprognose für die verschiedenen Messstellen und die jeweils betrachteten Schadstoffe sind in der folgenden Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Ergebnisse der Sickerwasserprognose

Ansatzpunkt	Parameter	C ₀ (mg/l)	GWN (mm/ Jahr)	T _{1/2} (Jahr)	AF erforderlich	AF berechnet	C _{0dB} (µg/l)
GWMS 1	MKW	5,0	200	1	25	< 10	> 500
GWMS 1	Naphthalin	0,054	200	1	27	< 10	> 5,4
GWMS 1	Ace-naphthen	0,010	200	1	50	< 10	> 1,0
GWMS 1	Fluo-ranthen	1,61	200	1	8.050	< 10	> 161
KRB 9	Blei	1,0	200	0	40	20	50
KRB 4	MKW	5,0	200	1	25	< 10	> 500
KRB 4	Naphthalin	0,054	200	1	27	< 10	> 5,4
KRB 2	Blei	1,0	200	0	40	35	29

C₀: Quellkonzentration; GWN: Grundwasserneubildungsrate; T_{1/2}: Halbwertszeit; AF: Abminderungsfaktor; C_{0dB} Sickerwasserkonzentration am Ort der Beurteilung

Sämtliche der durchgeführten Sickerwasserprognosen führen zu Prüfwertüberschreitungen am Ort der Beurteilung gemäß BodenSchV. Demnach werden bei GWMS 1 > 500 µg/l MKW, > 5,4 µg/l Naphthalin, > 1,0 µg/l Acenaphthen und > 161 µg/l Fluoranthen erreicht. Die bei KRB 9 gemessenen Bleikonzentrationen von 790 mg/kg führen unter den getroffenen Annahmen zu einer Konzentration am Ort der Beurteilung von 50 µg/l. Im Bereich von KRB 2 ist demnach mit 29 µg/l Pb zu rechnen. Die MKW- und Naphthalinkonzentrationen in KRB 4 ergeben gelöste Schadstoffkonzentrationen am Ort der Beurteilung von 29 µg/l Pb und > 5,4 µg/l Naphthalin.

Auf Basis der durchgeführten Sickerwasserprognose ist festzustellen, dass trotz zahlreicher Prüfwertüberschreitungen am Ort der Beurteilung relativ geringe Schadstoffbelastungen festgestellt wurden. Dies gilt auch für GWMS 1, welche die höchsten gemessenen Bodenbelastungen aufweist. Die insgesamt geringeren Konzentrationen an den übrigen Bohrpunkten und die Ergebnisse der Grundwasseranalytik aus GWMS 2 und 3 sprechen dafür, dass kein signifikanter Eintrag von Schadstoffen über den Wirkungspfad Boden – Grundwasser in den oberen Grundwasserleiter erfolgt.

Aus den zahlreichen Prüfwertüberschreitungen leitet sich daher zunächst keine unmittelbare Handlungserfordernis ab, zumal im Rahmen der vorgesehenen Tiefbaumaßnahmen ein Aushub der betroffenen Bereiche vorgesehen ist. Mit einem finanziellen Mehraufwand im Falle der Entsorgung ist zu rechnen.

Grundwasseranalysen

Betrachtet man parallel zur Sickerwasserprognose die Analysenergebnisse der Grundwasserproben, sind nur die PAK-Gehalte in der GWMS 1 auffällig. Dort ist der obere

Grundwasserhorizont mit PAK (0,23 µg/l) belastet. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass in der Nähe der Spundwand die Kleilage unter der anthropogenen Kontamination im Bereich des GWMS 1 dünner oder teilweise nicht mehr vorhanden ist und somit die PAK-Bodenkontamination in den oberen Grundwasserleiter emittieren konnte. Die Konzentration liegt im Prüfwertbereich der LAWA (Anlage 9).

Dieser Bereich der Schleuseninsel wird im Rahmen des geplanten Bauvorhabens in den nächsten Jahren ausgehoben und somit kann das belastete Bodenmaterial als Kontaminationsquelle ausgehoben und entsorgt werden. Bis zum Beginn des Bauvorhabens sollte ein jährliches Grundwassermonitoring der drei GWMS erfolgen.

Da bei dem Bauvorhaben die kontaminierten Bereiche fachgerecht ausgehoben und entsorgt werden, führt die Baumaßnahme zu einer deutlichen Verbesserung der Bodenqualität und somit zur Verringerung einer möglichen Grundwassergefährdung.

Anhand der vorliegenden Informationen ist nicht davon auszugehen, dass der tiefere Grundwasserleiter durch die geringe PAK-Belastung im oberen GWL gefährdet ist. Aus dem geologischen Schnitt A (Anlage 4) ist zu erkennen, dass sich unterhalb von NN -16 m NN eine weitere Kleilage von mindestens vier Meter Mächtigkeit befindet, welche die beiden Grundwasserleiter hydraulisch trennt und somit de facto keine Grundwasserdurchlässigkeit zwischen den beiden Grundwasserleitern besteht.

7.1.3. Abfallrechtliche Beurteilung

Die abfallrechtliche Beurteilung wurde nach LAGA TR 20 durchgeführt. Die Einstufung nach Zuordnungswerten ist für die einzelnen Proben in den Analysenergebnissen in Anlage 8 aufgeführt. Des Weiteren erfolgte mit der Anlage 7 eine graphische Darstellung und räumliche Verteilung der Proben mit Zuordnungswerten >Z0 (für anthropogene Belastungen ohne Überschreitungen durch TOC, LF, Chlorid und Sulfat).

In den nachfolgenden Kapiteln ist immer dann von einer Zuordnungswertüberschreitung die Rede, wenn die Werte für Z0 nicht eingehalten wurden.

7.1.3.1. Feststoffgehalte

Am deutlichsten und am häufigsten werden die Zuordnungswerte (Z0) durch KW und PAK überschritten. Die beiden Proben (GWMS 1 und KRB 7), in denen die höchsten Konzentrationen an KW und PAK gemessen wurden, liegen in unmittelbarer Umgebung. Das Bodenmaterial besteht in dem Bereich der Kontamination aus Auffüllung (Anlage 7).

Die Bohrungen, in denen der KW-Index überschritten wurde (KRB 4, KRB 7-9 und GWMS 1), befinden sich alle im östlichen Bereich der Schleuseninsel. Auch bei den PAK-Gehalten sind die häufigsten und höchsten Überschreitungen im östlichen Bereich der Insel zu finden (KRB 2 bis KRB 10 und GWMS 1). In den Bohrungen KRB 13, KRB 14, KRB 18 und KRB 19, die im westlichen Bereich der Insel liegen, wurden die Zuordnungswerte in jeweils einem Horizont geringfügig (max. 17,74 mg/kg) überschritten.

Bei den Schwermetallen liegen kaum Zuordnungswertüberschreitungen vor. Bei Blei kam es insgesamt zu vier Überschreitungen der Zuordnungswerte (max. 790 mg/kg) und bei Cadmium zu zwei (max. 2,8 mg/kg). Bei Kupfer (180 mg/kg) und Zink (250 mg/kg) wurde nur je eine Zuordnungswertüberschreitung ermittelt. Auffällig ist dabei, dass die Schwermetalle nur in der obersten Schicht gefunden wurden. In der Bohrung KRB 9 wurden die Zuordnungswerte aller oben genannten Schwermetalle in der Schicht von 0,0 – 0,7 m überschritten.

Auch hier sind bis auf eine Ausnahme (KRB 14/ 0,0 – 1,0 m; Cd 1,2 mg/kg) die Kontaminationen im östlichen Bereich der Insel zu finden. Wie oben schon erwähnt, beschränken sich die meisten Überschreitungen der Schwermetallkonzentrationen auf das Umfeld der KRB 9, die sich in unmittelbarer Umgebung der Werkstatt befindet.

Die Zuordnungswerte für Arsen wurden viermal geringfügig überschritten (max. 21 mg/kg).

Die TOC-Gehalte wurden mit Ausnahme einer Probe alle überschritten. Die höchste ermittelte Konzentration betrug 12 Massen-%. Die meisten Gehalte lagen um die 2 Massen-% (± 1).

Alle anderen Parameter der Feststoffanalysen nach LAGA TR20 waren unauffällig.

7.1.3.2. Eluat

Bei den Ergebnissen der Eluatmessungen fallen besonders die häufigen Zuordnungswertüberschreitungen der Leitfähigkeit, Sulfat und Chlorid auf.

Die Messwerte von LF und Sulfat sind häufig im mittleren bis unteren Bereich der Bohrungen erhöht, was auf natürliche Prozesse der gesättigten Bodenzone hindeutet.

Im westlichen Bereich der Schleuseninsel ist die Leitfähigkeit zusätzlich durch den Einfluss des Salzwassers erhöht. Dieser Einfluss ist auch an den Zuordnungswertüberschreitungen des Chlorids erkennbar, der nur im westlichen Bereich der Schleuseninsel auftritt.

Der Zuordnungswert für den pH-Wert wurde nur zweimal überschritten. Dabei handelt es sich um die zwei oberen Proben der KRB 16, die sich auf dem Lagerplatz für Bauschutt, befindet.

Bei den Analyseergebnissen des Eluats wurde in Bezug auf die Schwermetalle nur eine Auffälligkeiten für Kupfer in der obersten Probe der KRB 9 gefunden.

Alle anderen Schadstoffgehalte im Eluat lagen unterhalb des Zuordnungswertes für Z0.

7.1.3.3. Berechnungsverfahren der belasteten Bodenmassen

Für die überschlägige Berechnung des Volumens mit anthropogen kontaminiertem Boden wurde anhand der vorhandenen Daten nachfolgender Berechnungsansatz zugrunde gelegt.

Im ersten Schritt wurde jeder Bohrung eine repräsentative Fläche zugeordnet (s. Anlagen 5 und 6).

Auf Grund der unterschiedlichen Tiefen der Bohrungen wurde die Flächenberechnung in zwei Horizonte unterteilt.

Der obere Horizont von 0,0 – 4,0 m wird durch alle Bohrungen erfasst. Den Bohrungen KRB 7 und GWMS 1, wird auf Grund ihrer Nähe zueinander nur eine Fläche zugeordnet. Die die Teilflächennummer entspricht der Bezeichnung der zugehörigen Kleinrammbohrungsnummer.

Für die Zuordnung der Größe und Ausdehnung der Teilflächen wurde zuerst die Lage und das repräsentierende Umfeld der Bohrung betrachtet. So repräsentiert z.B. die Bohrung KRB 16 nur die Fläche des Lagerplatzes, auf dem die Bohrung abgeteuft wurde. Für alle anderen Flächen wurde die Mitte des Abstandes als Grenze definiert. Die sich ergebenden Flächen für den oberen Horizont sind in Anlage 5 dargestellt und ihre Größe in nachfolgender Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5: Teilflächen 0,0 – 4,0 m Tiefe

Teilfläche Nr.	KRB Nr.	Flächengröße [m ²]
1	1	513
2	2	1.781
3	3	890
4	4	1.985
5	5	2.260
6	6	818
7	7, GWMS 1	798
8	8	1.177
9	9	1.639
10	10	1.385
11	11	11.835
12	12	8.323
13	13	3.373
14	14	5.498

Teilfläche Nr.	KRB Nr.	Flächengröße [m ²]
15	15	5.596
16	16	2.035
17	17	13.288
18	18	8.198
19	19	8.187
20	20	13.608
21	21	6.895
	Summe	100.084

Für den tieferen Horizont von 4,0 – 10,0 m wurden die Flächen analog eingeteilt. Auf Grund der größeren Tiefe lag weniger Bohrdatenmaterial vor, so dass nur acht Teilflächen definiert wurden. Die sich ergebenden Flächen für den unteren Bereich sind in Anlage 6 dargestellt und ihre jeweilige Größe in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6: Teilflächen 4,0 – 10,0 m Tiefe

Teilfläche Nr.	KRB Nr.	Flächengröße [m ²]
1	7, 8, GWMS 1	2.095
2	4, 5, 6	4.430
3	1, 62, 3	4.230
4	9, 10	2.491
5	13, 14, 21	7.994
6	16, 20	19.026
7	12, 15, 18, 19	29.351
8	17, 11, GWMS 3	30.467
	Summe	100.084

Im zweiten Schritt wurden die Volumina berechnet. Dies erfolgte mit den entnommenen Bodenproben, bei denen eine Zuordnungswertüberschreitung Z0 festgestellt wurde. Die Bodenproben wurden als Mischproben aus definierten Tiefenlagen genommen. Diese Mächtigkeit wurde mit der zugehörigen Teilfläche multipliziert. Dabei erfolgte eine Unterscheidung entsprechend der Einstufung nach LAGA TR 20 (Z1.1, Z1.2, Z2 und >Z2). Die

errechneten Volumina dieser Bodenkörper mit Zuordnungswertüberschreitung sind in Anlage 10 aufgelistet.

In der Tabelle mit den errechneten Volumina (Anlage 10) erfolgte jeweils die Zuordnung nach LAGA mit und ohne die Parameter TOC, LF, Chlorid und Sulfat. In dieser Tabelle ist nur das Material aufgeführt, was anthropogen belastet ist und somit nicht auf das Spülfeld oder im Deichbau aufgebracht werden kann. Für die Anfrage bei Entsorgungsunternehmen muss die Zuordnung mit allen Parametern der LAGA erfolgen.

Danach ergeben sich die in Tabelle 7 und Anhang 10 angegebenen Volumina. Die Gesamtsumme von 68.868 m³ entspricht etwa 6 % des gesamten auszuhebenden Bodenmaterials.

Tabelle 7: Berechnete Volumina der Kontaminationen

Zuordnungswert LAGA	Volumen [m ³]
Z1	2.035
Z2	59.285
>Z2	7.548
Gesamtsumme	66.868

Auf Grund der Datendichte und des interpolierten Berechnungsansatzes wird der Fehler der angegebenen Volumina auf ± 30 % geschätzt. Die Genauigkeit der berechneten Volumina könnte mit Hilfe weiterer Bohrungen erhöht werden.

7.1.4. Schadstoffbelastung für den Deichbau

Um den Einbau von kontaminiertem Material in Deichbaumaßnahmen zu unterbinden, ist nur Baggergut für den Einbau vorgesehen, welches nach LAGA TR20 dem Zuordnungswert Z0 entspricht. Dabei ist zu beachten, dass beim Feststoff der TOC-Gehalt und im Eluat die Gehalte an Chlorid, Sulfat und LF bei der Zuordnung nach LAGA auf Grund ihres geogenen Ursprungs (Klei) nicht mit einbezogen wurden (s. Kapitel 6.3).

Es wird somit davon ausgegangen, dass der ausgehobene Kleiboden, der ohne die Parameter TOC im Feststoff und LF, Chlorid und Sulfat im Eluat nach der LAGA TR20 der Klassifizierung Z0 entspricht, bei bodenmechanischer Eignung für den Deichbau eingesetzt werden kann.

7.1.5. Aufbringung auf das Spülfeld

Aushubmaterial, das nach der LAGA dem Zuordnungswert Z0 entspricht, kann unter gewissen Auflagen auf das Spülfeld aufgebracht werden. Da es sich um geogenes Material

aus der Umgebung handelt, brauchen die geogenen Parameter nicht mit einbezogen werden.

In dem Bericht „Untersuchungen zum Wasserhaushalt, zur Gewässerqualität und EU-WRRL“ wird auf diese Thematik genauer eingegangen.

7.2. Binnenhafen

7.2.1. Wirkungspfad Boden – Mensch

Es liegen keine Überschreitungen der Prüfwerte der BBodSchV vor. Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden – Mensch besteht somit nicht.

7.2.2. Wirkungspfad Boden – Grundwasser

Die Abschätzung einer Grundwassergefährdung aufgrund von Bodenuntersuchungen im Rahmen einer orientierenden Erkundung erfolgt nach dem Verfahren „Merkblatt ALEX 13“ des Landesamtes für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland Pfalz (Stand 09/2001):

Blei:

A) Schadstoffmobilität (s. Kap. 3.3, Anhang 1)

Blei: Diesem Parameter ist eine mittlere Schadstoffmobilität zuzuordnen.

B) Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone

Nach Kap. 3.4/Tabelle 1 liegen folgende Standortfaktoren vor:

Mächtigkeit der unbelasteten GW-Überdeckung: Kontamination bis max. 1,5 m (KRB25), GW-Stand 2,5 m → unbelastete Bodenzone: $2,5 - 1,5 = 1,0 \text{ m} < 2 \text{ m}$ → „gering“

Versiegelung: nicht vorhanden

Durchlässigkeit des Bodens: Schlufflage von 1,0 – 2,1 m → „klein“

Diese Standortfaktoren führen nach Tab. 1 zum „Szenario Nr. 1“ zu einer geringen Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone.

C) Schadstoffgehalte im Boden (s. Kap. 3.2, Anhang 3):

Der Vergleich des maximal ermittelten Schadstoffgehalts mit dem Beurteilungswert für den Pfad Boden-Grundwasser ergibt für

Blei: $86 \text{ mg/kg} < 1.500 \text{ mg/kg}$ → Schadstoffgehalt ist gering.

Die Abschätzung der Grundwassergefährdung erfolgt in Tabelle 8.

Cadmium

A) Schadstoffmobilität (s. Kap. 3.3, Anhang 1)

Cadmium: Diesem Parameter ist eine mittlere Schadstoffmobilität zuzuordnen.

B) Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone

Nach Kap. 3.4/Tabelle 1 liegen folgende Standortfaktoren vor:

Mächtigkeit der unbelasteten GW-Überdeckung: Kontamination bis max. 0,5 m (KRB25),
GW-Stand 2,6 m → unbelastete Bodenzone: $2,6 - 0,5 = 2,1$ m → 2 bis 10 m → „mittel“

Versiegelung: nicht vorhanden

Durchlässigkeit des Bodens: Schlufflage von 1,1 – 2,4 m → „klein“

Diese Standortfaktoren führen nach Tab. 1 zum „Szenario Nr. 8“ zu einer mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone.

C) Schadstoffgehalte im Boden (s. Kap. 3.2, Anhang 3):

Der Vergleich des maximal ermittelten Schadstoffgehalts mit dem Beurteilungswert für den Pfad Boden-Grundwasser ergibt für

Cadmium: $1,3 \text{ mg/kg} < 10 \text{ mg/kg}$ → Schadstoffgehalt ist gering.

Die Abschätzung der Grundwassergefährdung erfolgt in Tabelle 8.

BTEX

A) Schadstoffmobilität (s. Kap. 3.3, Anhang 1)

BTEX: Diese Schadstoffgruppe ist auf Grund seiner Zusammensetzung von überwiegend Benzol und Toluol eine hohe Schadstoffmobilität zuzuordnen.

B) Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone

Nach Kap. 3.4/Tabelle 1 liegen folgende Standortfaktoren vor:

Mächtigkeit der unbelasteten GW-Überdeckung: Kontamination bis max. 0,5 m (KRB25),
GW-Stand 2,6 m → unbelastete Bodenzone: $2,6 - 0,5 = 2,1$ m → 2 bis 10 m → „mittel“

Versiegelung: nicht vorhanden

Durchlässigkeit des Bodens: Schlufflage von 1,1 – 2,4 m → „klein“

Diese Standortfaktoren führen nach Tab. 1 zum „Szenario Nr. 8“ zu einer mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone.

C) Schadstoffgehalte im Boden (s. Kap. 3.2, Anhang 3):

Der Vergleich des maximal ermittelten Schadstoffgehalts mit dem Beurteilungswert für den Pfad Boden-Grundwasser ergibt für

BTEX: 1,6 mg/kg < 20 mg/kg → Schadstoffgehalt ist gering.

Die Abschätzung der Grundwassergefährdung erfolgt in Tabelle 8.

PAK

A) Schadstoffmobilität (s. Kap. 3.3, Anhang 1)

PAK: Dieser Schadstoffgruppe ist eine mittlere Schadstoffmobilität zuzuordnen.

B) Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone

Nach Kap. 3.4/Tabelle 1 liegen folgende Standortfaktoren vor:

Mächtigkeit der unbelasteten GW-Überdeckung: Kontamination bis max. 0,5 m (KRB25), GW-Stand 2,6 m → unbelastete Bodenzone: 2,6 – 0,5 = 2,1 m → 2 bis 10 m → „mittel“

Versiegelung: nicht vorhanden

Durchlässigkeit des Bodens: Schlufflage von 1,1 – 2,4 m → „klein“

Diese Standortfaktoren führen nach Tab. 1 zum „Szenario Nr. 8“ zu einer mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone.

C) Schadstoffgehalte im Boden (s. Kap. 3.2, Anhang 3):

Der Vergleich des maximal ermittelten Schadstoffgehalts mit dem Beurteilungswert für den Pfad Boden-Grundwasser ergibt für

PAK: 3,16 mg/kg < 25 mg/kg → Schadstoffgehalt ist gering.

Die Abschätzung der Grundwassergefährdung erfolgt in Tabelle 8.

Tabelle 8: Die Abschätzung der Grundwassergefährdung ergibt nach Tab. 2:

Schadstoff	Schadstoff-mobilität	Schutzfunktion ungesätt. Zone	Schadstoff-gehalt	Grundwassergefährdung
Blei	mittel	gering	gering	zu erwarten
Cadmium	mittel	mittel	gering	zu erwarten
BTEX	hoch	mittel	gering	zu erwarten
PAK	mittel	mittel	gering	zu erwarten

Auf Grund der sehr geringen gemessenen Konzentrationen an anthropogenen Parametern ist eine Grundwassergefährdung nur mit geringer Wahrscheinlichkeit zu erwarten. Da während der Aushubarbeiten das anthropogene kontaminierte Bodenmaterial als Kontaminationsquelle fachgerecht entsorgt werden wird, besteht dann keine Gefährdung durch die gefundenen Kontaminationen für das Grundwasser.

7.2.3. Abfallrechtliche Beurteilung

Die abfallrechtliche Beurteilung wurde nach LAGA TR 20 durchgeführt.

7.2.3.1. Feststoff

Die gemessenen Feststoffgehalte und entsprechenden Zuordnungswerten nach LAGA sind in nachfolgender Tabelle 9 aufgelistet.

Tabelle 9: Feststoffgehalte des Bodenmaterials aus dem Binnenhafens

Bohrung	Tiefe [m]	Parameter	Konzentration [mg/kg]	Zuordnungswert nach LAGA TR20
KRB 24	0,0 – 0,5	PAK	3,16	Z2
KRB 24	0,0 – 0,5	Cadmium	1,3	
KRB 24	0,0 – 0,5	BTEX	1,6	
KRB 25	0,7 – 1,0	Blei	86	Z1.1

Bei allen vier Kleinrammbohrungen im Binnenhafen wurde der Zuordnungswert Z2 für TOC mit Gehalten von 2,2 % bis 3,6 % überschritten. Bei den gefundenen TOC-Gehalten handelt es sich um geogene Belastung.

Die entsprechenden Bereiche, in denen eine anthropogene Kontamination gefunden wurde, sollten während der Aushubarbeiten nochmals auf die Parameter gemäß LAGA gemessen werden und dann entsprechend ihrer Zuordnung verwertet bzw. entsorgt werden.

7.2.3.2. Eluat

Alle analysierten Proben entsprechen dem Z0 Zuordnungswert der LAGA TR20.

8. EMPFEHLUNGEN

Der größte Teil der Schleuseninsel besteht aus natürlich anstehendem Boden, der zu ca. 6 % durch anthropogene Beeinflussung kontaminiert ist und im Zuge der geplanten Bodenaushubarbeiten fachgerecht verwertet bzw. entsorgt werden wird.

Während der geplanten Baumaßnahme muss ein fachgerechter Ausbau und eine fachgerechte Entsorgung erfolgen. Die empfohlene Vorgehensweise wird in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

Auf Grund der leicht erhöhten Schadstoffbelastungen im Grundwasser wird ein jährliches Grundwassermonitoring in den GWMS 1-3 empfohlen.

8.1. Fachtechnische Begleitung und Vorort-Messtechnik

Die Aushubarbeiten der kontaminierten Bereiche sollten von fachtechnischem Personal hinsichtlich der Altlasten und dem Arbeitsschutz nach BGR 128 (Arbeiten in Kontaminierten Bereichen) ständig begleitet werden, die nachfolgende Tätigkeiten durchzuführen haben:

- Fachgutachterliche Überwachung der Aushubmaßnahmen zur Separierung des kontaminierten Materials,
- Durchführung von Kontrollbeprobungen auf KW zur Separierung von kontaminierten Bereichen vor Ort,
- Einweisung in und Überwachung der Einhaltung von Arbeitsschutzbestimmungen nach BGR 128,
- Entnahme von Deklarationsanalysen nach LAGA-TR 20,
- Überwachung der Bodenentsorgung.

8.2. Aushubarbeiten

8.2.1. Vorarbeiten für die Erdarbeiten

Im Vorfeld der Baggerarbeiten ist der Abbruch der vorhandenen Gebäude und Anlagen inkl. der Fundamente und Flächenbefestigungen erforderlich. Dazu ist ein Schadstoffkataster der Gebäude anzulegen sowie ein Abbruch- und Entsorgungskonzept zu erstellen. Anschließend erfolgt der Abbruch in den folgenden Schritten:

- Räumung und Entkernung der vorhandenen Gebäude,
- Dekontamination der Gebäude und endgültige Stilllegung aller vorhandenen Behälter und Tankanlagen,
- Ober- und unterirdischer selektiver Rückbau der vorhandenen Bausubstanz nach ATV DIN 18459 (Abbruch- und Rückbauarbeiten).

Vor Beginn der Baumaßnahme muss der Oberboden fachgerecht abgeschoben werden.

8.2.2. Östlicher Bereich der Schleuseninsel

Die nachfolgenden Empfehlungen gelten für den Trockenausbau des Bodenmaterials.

Als anthropogen kontaminierter Bereich wird nachfolgend der östliche Teil (die Flächen der Bohrungen KRB 1-10) und der Lagerplatz (Fläche 16) der Schleuseninsel angesehen (siehe Anlagen 2 und 7).

Der Bodenaushub aus den Bereichen, die nach vorliegender Untersuchung kontaminiert sind, ist zu separieren.

Bei den Bohrarbeiten konnten die kontaminierten Bereiche an größtenteils organoleptisch festgestellt werden. Diese Methode sollte für eine erste Feststellung an anthropogener KW-Belastung zu Separierung während der Aushubarbeiten angewendet werden. Des Weiteren besteht die Möglichkeit der Anwendung von Feldtests (z.B. KW-Schnelltest, PID-Messung).

Vor dem Abtransport ist eine Deklarationsanalyse des Bodenmaterials durchzuführen. Dabei sollte gemäß LAGA PN98 Tabelle 2 für jeweils maximal 300 m³ eine Probe untersucht werden, wobei die zu untersuchenden Maximalmengen pro Probe mit dem jeweiligen Verwerter bzw. Entsorger abschließend abzustimmen sind. Bei homogenen Böden kann das Beprobungsintervall auf maximal 1.000 m³/Probe aufgeweitet werden. Für die Deklarationsanalytik sollte ein Zeitaufwand von bis zu zwei Wochen kalkuliert werden. Somit sollten Bereitstellungsflächen von ausreichender Größe zur Verfügung stehen, die das Baggergut für diesen Zeitraum aufnehmen können. Die Bereitstellungsfläche ist so einzurichten, dass der Emissionsschutz eingehalten wird, d.h. die Fläche muss ausreichend versiegelt sein und das Bodenmaterial ist vor der Witterung (besonders Niederschlag) zu schützen.

Zur Abgrenzung der bekannten Kontaminationsbereiche sollten in den Wand- und Sohlbereichen der ausgehobenen Gruben Sanierungskontrollproben genommen werden.

Der Herkunftsort des Bodenaushubs ist auf der Bereitstellungsfläche deutlich zu kennzeichnen.

Nach der laboranalytischen Überprüfung ist der zugehörige Aushubboden abzutransportieren und fachgerecht zu verwerten und entsorgen (potentielle Verwertungs-/Entsorgungsmöglichkeiten s. Kapitel 8.2.5).

Sollten die laboranalytischen Überprüfungen ergeben, dass außerhalb der detektierten Kontaminationen keine anthropogenen Belastungen mehr vorliegen, kann das unterliegende Bodenmaterial direkt auf das Spülfeld aufgebracht oder für den Deichbau verwendet werden.

Da es sich bei den bisher durchgeführten Bohrungen nur um stichprobenartige Überprüfung handelt, können im Zuge der Aushubarbeiten zusätzliche Auffälligkeiten auftreten, bei denen bei Bedarf eine Absprache mit dem Fachgutachter zu erfolgen hat.

8.2.3. Westlicher Bereich der Schleuseninsel

Der westliche und tiefere (gewachsene) Teil der Insel ist entsprechend der vorliegenden Untersuchungen mit Ausnahme der in Anlage 7 dargestellten Bereiche als anthropogen unbelastet zu bewerten. Die Aushub- und Verwertungsmaßnahmen können daher ohne Deklarationsanalysen erfolgen. Bei Auffälligkeiten sollte eine Absprache mit dem Fachgutachter erfolgen, der entscheidet, ob eine Separierung und laboranalytische Untersuchung des entsprechenden Bereichs erforderlich ist.

Davon ausgenommen ist der in Anlage 5 dargestellte Bereich des Lagerplatzes (Fläche 16) sowie nachfolgend aufgeführte Einzelbereiche. Für diese sollten auf Grund der ange-troffenen Belastungen während der Aushubarbeiten Deklarationsanalysen des Bodenmate-rials durchgeführt werden. Des Weiteren sollte die Abgrenzung der Kontaminationen wie in Kapitel 8.2.2 „Bereich Ost“ beschrieben erfolgen. Die Einzelbereiche sind nachfolgend aufgeführt und in Anlage 5 dargestellt:

- **Teilfläche KRB 13**, Schotterweg: 0,0-0,8 m Tiefe. Der obere Bereich des Weges bis 0,8 m u. GOK weist auf Grund der hohen Bauschuttgehalte erhöhte PAK-Belastungen auf. Der Aushub aus bis 0,8 m Tiefe ist separat zu untersuchen und zu entsorgen (s. Kapitel 8.2.1).
- **Teilfläche KRB 14**: 0,0-1,0 m Tiefe
- **Teilfläche KRB 16**: Auffüllung des Lagerplatzes.

Anmerkung: Teilweise wurden in Tiefen von ca. 4,0 m geringfügig erhöhte Gehalte an Arsen im Feststoff gemessen. Das Arsen in dieser Tiefe ist mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit geo-genen Ursprungs.

8.2.4. Baggerarbeiten im Binnenhafen

Die gefundene anthropogene Belastung im oberen Bereich der Bohrung KRB 24 und KRB 25 ist zu entfernen und fachgerecht zu entsorgen.

Nach derzeitigen Kenntnissen sind die anderen Bereiche des Binnenhafens anthropogen unbelastet.

Bei Auffälligkeiten hat eine Absprache mit dem Fachgutachter zu erfolgen, der entschei-det, ob eine Separierung und laboranalytische Untersuchung des entsprechenden Berei-ches erfolgen muss.

8.2.5. Verwendungs- und Entsorgungsmöglichkeiten

Bis zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichts wurden die folgenden Ver-wendungs- bzw. Entsorgungsmöglichkeiten von URS geprüft bzw. angefragt:

8.2.5.1. Verwendungsmöglichkeiten

Nutzung des Materials zur Reaktivierung des Spülfelds „Dyhrssen“

Die Möglichkeit der Verbringung des nicht kontaminierten Materials auf dem Spülfeld Dyhrssen wurde von URS hinsichtlich der Vorgaben der EU-WRRL geprüft (s. Bericht URS „Spülfeld Dyhrssen: Untersuchung zum Wasserhaushalt, zur Wasserqualität und EU-Wasserrahmenrichtlinie“, 2008).

Im Ergebnis wird diese Verwendungsmöglichkeit als unproblematisch bewertet, sofern die folgenden Faktoren berücksichtigt werden:

- Es ist sicherzustellen, dass kein Material mit der Einstufung LAGA >Z0 aufgebracht wird. Davon ausgenommen sind die Parameter Leitfähigkeit, Chlorid, Sulfat und TOC.
- Es ist zu gewährleisten, dass das zur Aufspülen benutzte Wasser aus dem NOK keine Schadstoffbelastungen aufweist. Ein Eintrag von Spülwasser in das umgebende Oberflächenwasser und das Grundwasser sollte durch technische Maßnahmen unterbunden werden, z.B. durch die Ableitung des Spülwassers über ein Auffangbecken zurück in den NOK.
- Das Spülfeld bietet durch seine besonderen Bedingungen (Feuchtbedingungen, Salzgehalte) einen Lebensraum für die artspezifische Flora und Fauna. Eine Reaktivierung des Spülfelds würde eine Erneuerung dieses Systems bedeuten, wobei zunächst eine Beeinträchtigung durch die Überschüttung der derzeitigen Fauna und Flora erfolgt. Es ist sicherzustellen, dass die Planung und Durchführung der Aufspülungsmaßnahmen hinsichtlich der ökologischen Beeinträchtigungen unter fachlicher Begleitung erfolgt.

Die detaillierte Bewertung ist dem o. g. Bericht zu entnehmen.

Einbau als Deichmaterial

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungen ist davon auszugehen, dass der ausgehobene Klei, der ohne die Parameter TOC im Feststoff und LF, Chlorid und Sulfat im Eluat nach der LAGA TR20 der Klassifizierung Z0 entspricht, bei bodenmechanischer Eignung für den Deichbau eingesetzt werden kann. Details dazu sind dem Kapitel 7.1.4 zu entnehmen.

8.2.5.2. Entsorgungsmöglichkeiten

Vorgaben zur Entsorgung von kontaminierten Bodenmaterialien

Generell ist bei der Entsorgung (nicht Verwertung!) des kontaminierten Bodenmaterials Folgendes zu beachten:

Es liegt URS die folgende schriftliche Auskunft (Email vom 24.07.2008) der Abfallwirtschaftsgesellschaft Dithmarschen, Markt 68, 25746 Heide, hinsichtlich einer Entsorgung des Bodenmaterials vor:

„Die Abfallwirtschaftsgesellschaft Dithmarschen mbH (AWD) ist im Kreis Dithmarschen zuständig für die Entsorgung aller Abfälle zur Beseitigung. Für Abfälle zur Beseitigung die nicht aus privaten Haushalten stammen nehmen wir gem. Bescheid des Ministeriums für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein die Funktion des öffentlichen Entsorgungsträgers war.

Sofern bei dem o.g. Bauvorhaben Abfälle zur Beseitigung anfallen, sind diese andienungs- und überlassungspflichtig an die AWD. Die AWD ist die ausschließliche zur Entsorgung verpflichtete juristische Person. Es gelten unsere Allgemeinen Entsorgungsbedingungen für die Entsorgung von Abfällen aus anderen Herkunftsbereichen als privaten Haushaltungen (AEB-AWD).

Bitte wenden Sie sich an die AWD, wenn Abfälle zur Beseitigung anfallen.“

Empfehlung: Es wird empfohlen, im Vorwege die Entsorgungswege mit der AWD abzustimmen.

Deponie Ecklak

Die Deponie Ecklak ist in die Deponieklasse I eingestuft und befindet sich in 25572 Ecklak, Landscheider Weg. Die Entfernung zur Schleuseninsel beträgt ca. 11,5 km (Straßenverbindung).

Es liegt URS eine mündliche Auskunft von Herrn Heselmeyer, Leiter der Deponie Ecklak, vor (07./15.07.2008, Tel.: 04858-188 3411):

- Die Deponie Ecklak soll nach dem derzeitigen Planungsstand Mitte Juli 2009 geschlossen werden.
- Bis zur Schließung der Deponie kann 100.000 m³ kontaminiertes Bodenmaterial mit einer Einstufung Deponieklasse I eingebaut werden. Die Kosten sind dabei generell 7,50 EURO netto / to (keine Staffelung nach Belastungsgrad).
- Nach Schließung wird 300.000 m³ unbelasteter Mutterboden und Boden mit kf > 10⁻⁶ m/s für die Abdeckung der Deponie benötigt.

Folgende Chargen aus der Fläche der GWMS 01 (Zuordnung Fläche zu GWMS 01 s. Kapitel 7.1.3.3) überschreiten die Grenzwerte für die Einlagerung in die Deponie Ecklak.

Tabelle 10: Chargen mit Grenzwertüberschreitungen der Deponie Ecklak

Proben Nr.	Proben Tiefe [m]	Grenzwertüberschreitender Parameter [mg/kg]	Grenzwert Ecklak [mg/kg]	Kalkuliertes Volumen kontaminiertes Bodenmaterial [m ³]
3	1,30-1,90	KW-Index: 4.800 KW mobil: 4.400 PAK: 130	KW: 1.000 PAK: 100	473
4	1,90-2,90	KW-Index: 2.000 KW mobil: 1.800	KW: 1.000	789

Proben Nr.	Proben Tiefe [m]	Grenzwertüberschreitender Parameter [mg/kg]	Grenzwert Ecklak [mg/kg]	Kalkuliertes Volumen kontaminiertes Bodenmaterial [m ³]
5	2,90-3,80	KW-Index: 1.900 KW mobil: 1.800	KW: 1.000	710
6	5,30-7,30	PAK: 105,30	PAK: 100	1.578
			Gesamtmenge:	3.550

Entsprechend der vorliegenden Kalkulation können somit 3.550 m³ des kontaminierten Bodenmaterials *nicht* in die Deponie Ecklak eingebaut werden.

Anmerkung: Es ist zu berücksichtigen, dass die folgenden Parameter der Grenzwerte für die Deponie Ecklak im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen nicht geprüft wurden, da eine Untersuchung nach LAGA erfolgte und diese keine Standardparameter der LAGA TR 20 darstellen: Fluorid, Ammoniumstickstoff, adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX), wasserlöslicher Anteil (Abdampfrückstand).

Empfehlungen:

URS empfiehlt, mit den Verantwortlichen für die Terminplanung zur Schließung der Deponie abzustimmen, inwieweit der Termin evtl. an die Baumaßnahme Schleuseninsel angepasst werden könnte.

Des Weiteren wird empfohlen, im Rahmen der Erdaushubmaßnahmen die in der oben aufgeführten Tabelle enthaltenen Bodenchargen deutlich zu separieren, sofern die Entsorgungsweg Deponie Ecklak gewählt wird.

Sonstige Entsorgungsmöglichkeiten

Grundsätzlich stehen weitere Entsorgungsmöglichkeiten offen. So liegt nach Voranfrage von URS ein Angebot für den Transport und die Entsorgung von belasteten Bodenmaterialien von der Fa. Bodensanierungsanlage Itzehoe GmbH & Co. KG, Feldmannstraße 1 in 25524 Itzehoe, vor. Das Angebot wird der WSA gesondert zu diesem Bericht übergeben.

Eine weitere Voranfrage von URS bei der Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA) ergab, dass dort derzeit kein Bedarf an Bodenmaterialien besteht. Generell wird jedoch empfohlen, bei den Verwertungswegen (und Entsorgungswegen) diesen oder andere Ansprechpartner für die Häfen im näheren Umfeld zu berücksichtigen, um die Transportkosten für das Material zu minimieren (Schute statt LKW).

9. ZUSAMMENFASSUNG

Das Wasser- und Schifffahrtsamt Brunsbüttel (WSA) beabsichtigt den Neubau einer fünften Schleusenammer auf der Schleuseninsel. Bei den geplanten Erdbaumaßnahmen werden ca. 1,3 Mio. m³ Bodenmaterial zur Verwertung bzw. Entsorgung anfallen.

Die URS Deutschland GmbH (URS) wurde beauftragt, Schadstoffe auf der Schleuseninsel und dem Binnenhafen zu erfassen und ein Entsorgungskonzept für das kontaminierte Bodenmaterial zu erstellen. Auf Grund der Erkenntnisse aus der Ortsbegehung vom 05.05.2008 und der vom WSA zur Verfügung gestellten Unterlagen wurde ein Untersuchungsprogramm ausgearbeitet. Der Schwerpunkt lag dabei besonders auf dem östlichen Bereich der Schleuseninsel, in dem anthropogenen Kontaminationen auf Grund der Nutzungshistorie erwartet wurden.

Für die Erfassung der Kontaminationen wurden 21 Kleinrammbohrungen und drei Grundwassermessstellen auf der Schleuseninsel sowie 4 KRB auf dem Gelände des Binnenhafens abgeteuft. Es wurden 185 Bodenproben entnommen, von denen 84 analysiert wurden. Die Auswahl der zu analysierenden Proben fand zum Einen durch organoleptische Auffälligkeiten, zum Anderen wurden die Proben so gewählt, dass repräsentative Aussagen der Untersuchungsgebiete gewährleistet werden können. Zusätzlich wurde das Grundwasser aus den drei GWMS analysiert.

Zur Bewertung der Bodenbelastung für den Schadstoffpfad Boden – Grundwasser wurde eine modellhafte Sickerwasserprognose durchgeführt. Dabei ergaben sich Prüfwertüberschreitungen gem. Bodenschutz - Verordnung. Parallel zeigten die Grundwasseranalysen selbst nur geringe Kontamination auf maximal 0,23 µg/l PAK im Prüfwertbereich der LAWA – Liste zur Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit. Als weiteren Handlungsbedarf bis zur Entfernung (Sanierung) der Kontamination im Boden wird ein jährliches Grundwassermonitoring empfohlen.

Im Bodenmaterial wurden erhöhte Konzentrationen an organischen Kohlenwasserstoff (TOC), Leitfähigkeit, Chlorid, Sulfat und vereinzelt Arsen gefunden. Es ist davon auszugehen, dass diese erhöhten Gehalte zum einen auf Grund mikrobiologischer Prozesse, zum anderen durch den Salzwassereinfluss zurückzuführen sind. Überschreitungen der Zuordnungswerte nach LAGA oben genannter Parameter werden daher nicht als anthropogene Kontamination angesehen und somit nicht bei der Ausweisung kontaminierter Bereiche für die folgenden Verwertungsmöglichkeiten berücksichtigt: Deichbau und Reaktivierung des Spülfelds Dyhrren.

Die Untersuchung der Bodenproben bestätigte die Annahme, dass die höchsten anthropogenen Belastungen an KW, PAK und Schwermetallen, die sich hauptsächlich im Bereich des Zuordnungswertes Z2 nach LAGA befinden, im östlichen Bereich der Schleuseninsel auftreten. Im westlichen Bereich der Schleuseninsel wurde lediglich in Teilbereichen Kontaminationen festgestellt, wie z.B. den Lagerplatz für Bauschutt.

Im Bodenmaterial des Binnenhafens wurden in einem Teilbereich geringfügige Belastungen mit PAK ermittelt.

Die Lage der Kontaminationsbereiche, die betroffenen Schadstoffparameter, die kalkulierten Volumina des Aushubmaterials sowie der Einstufung nach LAGA (TR 20) wurden in Listen und Pläne dokumentiert. Insgesamt wurde das Volumen des kontaminierten Bodenmaterials (Z1.1 bis > Z2) mit ca. 69.000 m³ ermittelt, was ca. 6 % des gesamten Bodenaushubmaterials entspricht. Auf Grund vorhandener Datendichte und des überschlägigen Berechnungsansatzes wird der Fehler der angegebenen Volumina auf ± 30 % geschätzt.

Es wird empfohlen, die kontaminierten Bereiche vorab im Trockenaushubverfahren zu fördern. Das ausgehobene Bodenmaterial aus den kontaminierten Bereichen sollte separiert und einer geeigneten Fläche bereitgestellt werden, bis eine laboranalytische Untersuchung und Zuordnung nach LAGA TR 20 erfolgt ist. Erst danach kann der Bodenaushub abtransportiert und fachgerecht verwertet bzw. entsorgt werden.

Die Erdbaumaßnahmen in den kontaminierten Bereichen sollten durch einen Fachgutachter begleitet werden, der die Separation, die fachgerechte Untersuchung und die Entsorgung/Verwertung des Bodenmaterials begleitet. Des Weiteren sollten die Arbeiten in den kontaminierten Bereichen entsprechend BGR 128 hinsichtlich Arbeitssicherheit überwacht werden.

Für die Verwertung des nicht kontaminierten Bodenmaterials wurden die folgenden Möglichkeiten von URS diskutiert: Verwertung im Deichbau und Reaktivierung des Spülfelds Dhyrrsen. Des Weiteren werden verschiedene Entsorgungswege für das kontaminierte Bodenmaterial aufgezeigt.

URS Deutschland GmbH

Hamburg, den 11.11.2008

Dipl.-Geol. Dr. Rouven Höhn
Projektbearbeiter

Dipl.-Ing. Oliver Kowalski
Fachgruppenleiter Erkundung

Tabellen

Pläne

Anhang A - Schichtenverzeichnisse

KRB 1 – KRB 25, GWM 1 - 3

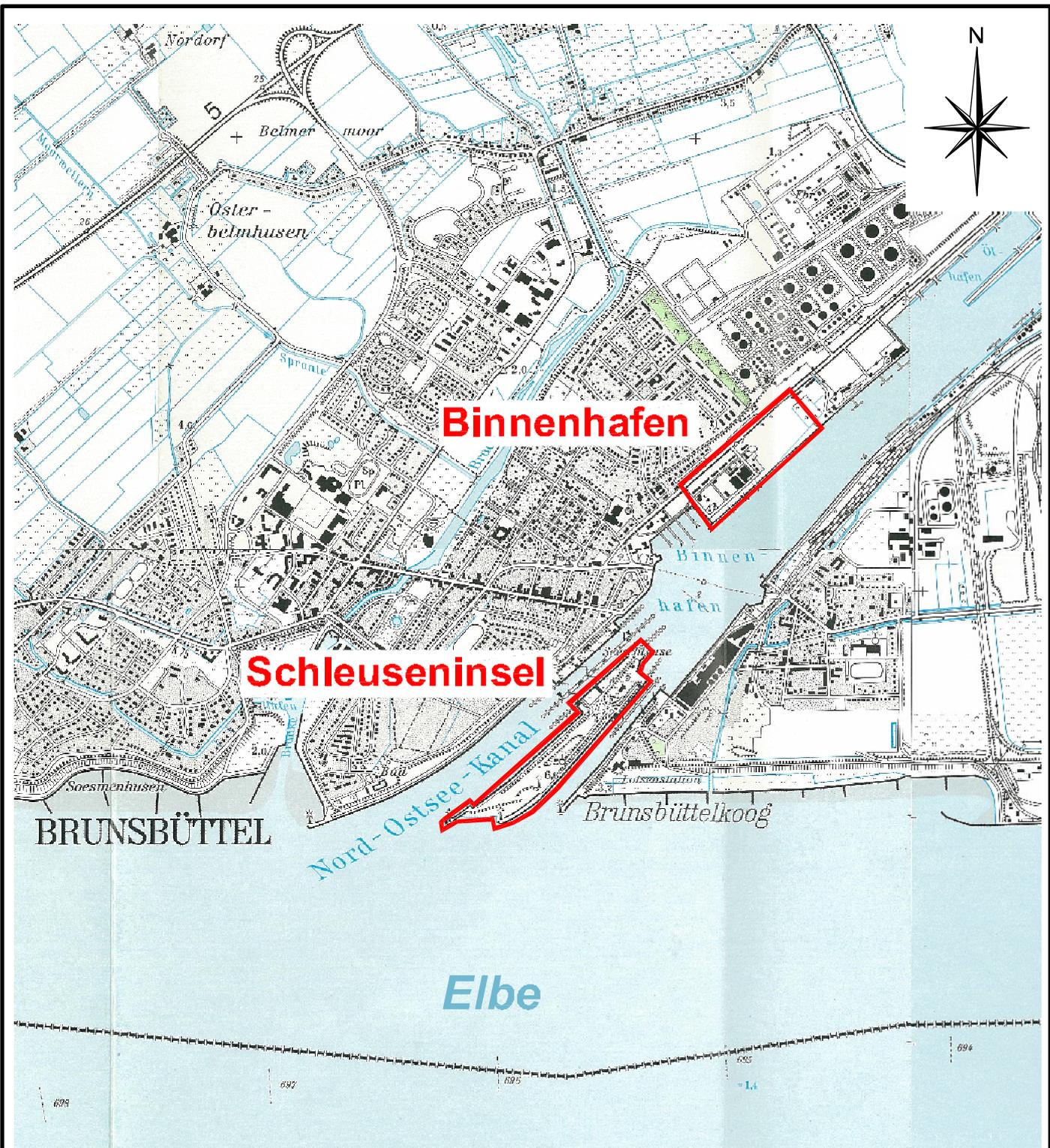
Anhang B - Bodenprofile KRB 1 – KRB 25, GMW 1 - 3

Anhang C - Laborprüfberichte vom 21.05.2008 – 01.07.2008

Anhang D - Nivellement

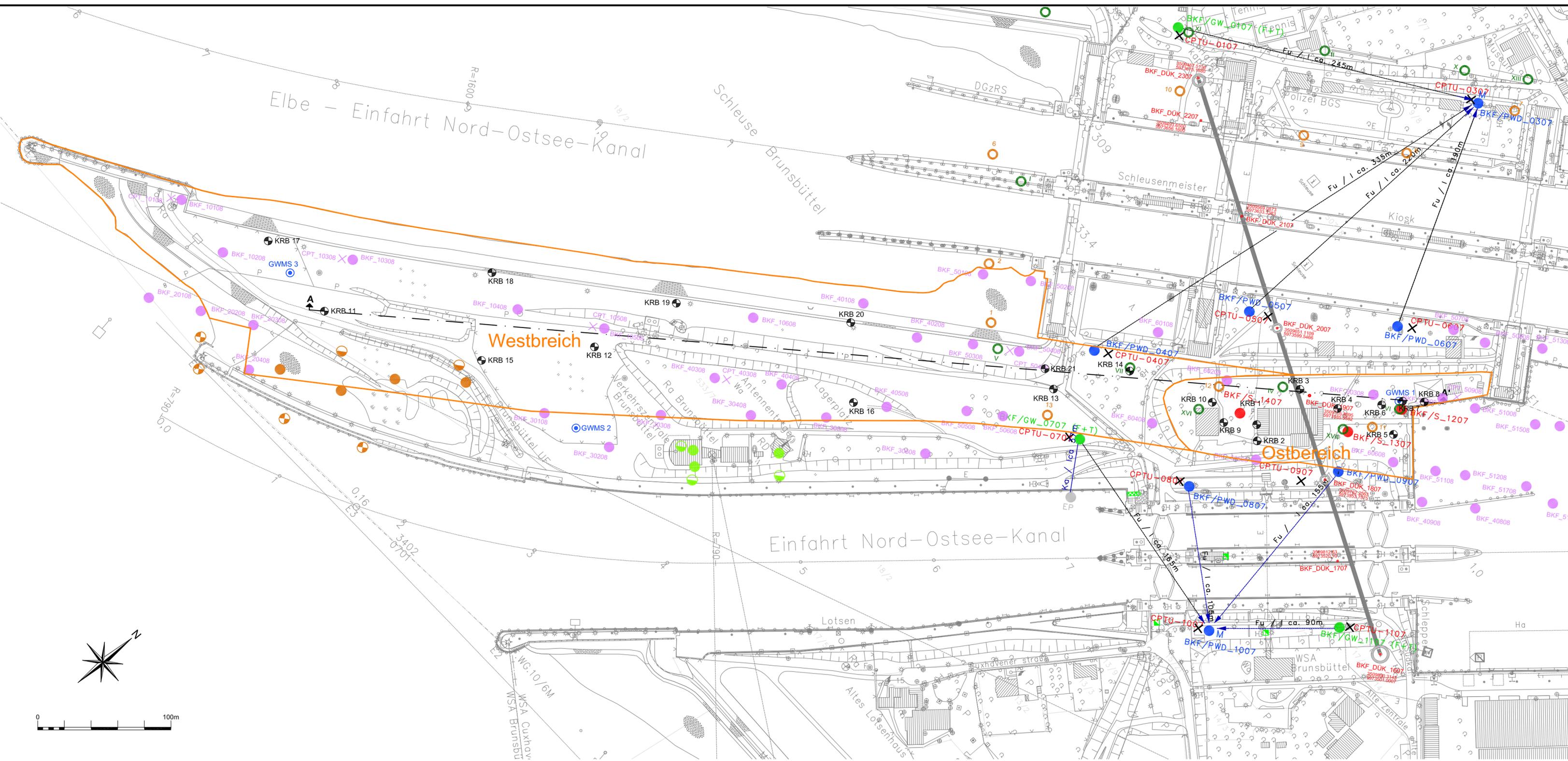
21.05.2008, 27.05.2008, 18.06.2008

Anhang E - Probenahmeprotokolle Grundwasser vom 18.06.2008



Quelle:
TK 2020, 2021, Niedersächsisches Landesvermessungsamt-Landesvermessung-
TK 2120, 2121, Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein

Benennung/Title			Auftraggeber/Client		
Übersichtsplan			TGP Landschaftsarchitekten		
Projekt/Project			 <p>URS Deutschland GmbH Büro Hamburg / Hamburg Office Schweifner Straße 8-12 22143 Hamburg Tel: +49 (0) 40 460 760 0 Fax: +49 (0) 40 460 760 60</p>		
NOK-Schleusen Brunsbüttel Umweltuntersuchungen					
Maßstab/Scale	Bearbeiter/Responsible	Plangröße/Size	Datei/File		
1:25.000	R. Höhn	A4	Übersichtsplan.dwg		
Datum/Date	Zeichner/Drawer	Abbildung/Figure	Projekt-Nr./Project-No.		
Juli 2008	H. Dentzer	1	43874212		



- LEGENDE**
- KRB 1 Kleinrammbohrung, URS 2008
 - GWMS 3 Grundwassermessstelle URS 2008
 - Bereich Ost, West
 - Schnittführung (Geologischer Schnitt A-A'siehe Anlage 4)

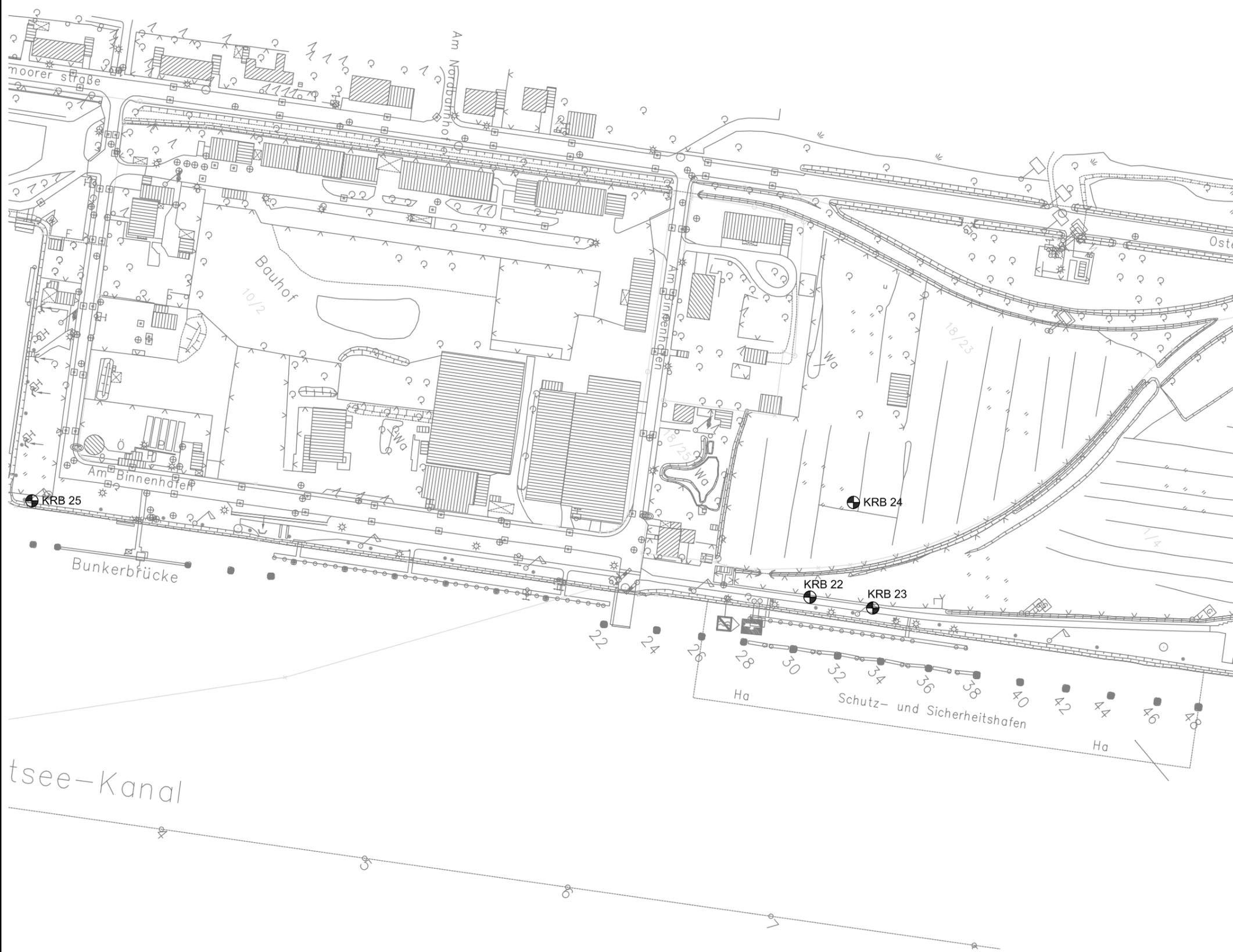
- geplante Baugrundaufschlüsse 2008**
- BKF
 - CPT
- Bohrungen gemäß BAW-Auftragsnr. A39550110166/Pohl**
- K = Kabel
 - Fu = Funk
 - BKF_DÜK
 - CPTU
 - EP = Elbpegel
 - BKF/PWD
 - BKF/S
 - BKF/GW (F+T)
- Bohrungen während der Bauzeit**
- Bohrungen wurden von Nov.1907-Feb.1908 ausgeführt
 - Bohrungen wurden im Nov.1906 ausgeführt
- Baugrundgutachten Mole 2 Brunsbüttel (BAW 9151 3501)**
- B = Bohrung von 1992
 - WB = Wasserbohrung von 1987 (alt)
 - CPT = Drucksondierung nach DIN 4094
- Baugrund- und Gründungsgutachten Neue Revierzentrale (BAW 85 3362)**
- B = Bohrung
 - DS = Drucksondierung nach DIN 4094

Benennung/Title		
Detailplan Schleuseninsel		
Projekt/Project		
NOK-Schleusen Brunsbüttel Umweltuntersuchungen		
Auftraggeber/Client		
TGP Landschaftsarchitekten		
URS Deutschland GmbH Büro Hamburg / Hamburg Office Schweriner Straße 8-12 22143 Hamburg Tel: +49 (0) 40 460 760 0 Fax: +49 (0) 40 460 760 0		
Maßstab/Scale	Bearbeiter/Responsible	Plangröße/Size
1:5.000	R. Höhn	700 x 297
Datum/Date	Zeichner/Drafter	Abbildung/Figure
Juli 2008	H. Dentzer	2
Datei/File	Lageplan.dwg	
Projekt-Nr./Project-No. 43874212		



LEGENDE

-  KRB 1 Kleinrammbohrung, URS 2008
-  GWMS 3 Grundwassermessstelle URS 2008



Benennung/Title
**Detailplan
Binnenhafen**

Projekt/Project
**NOK-Schleusen Brunsbüttel
Umweltuntersuchungen**

Auftraggeber/Client
TGP Landschaftsarchitekten

URS
URS Deutschland GmbH
Büro Hamburg / Hamburg Office
Schweriner Straße 8-12
22143 Hamburg
Tel: +49 (0) 40 460 760 0
Fax: +49 (0) 40 460 760 60

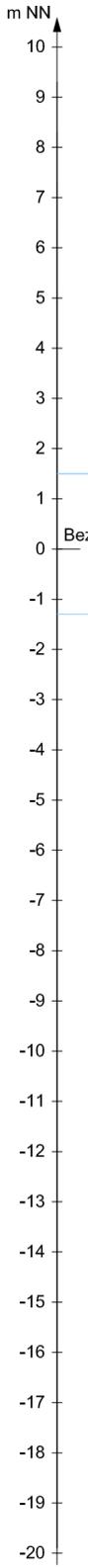
Maßstab/Scale 1:5.000	Bearbeiter/Responsible R. Höhn	Plangröße/Size A3
--------------------------	-----------------------------------	----------------------

Datum/Date Juli 2008	Zeichner/Drafter H. Dentzer	Abbildung/Figure 3
-------------------------	--------------------------------	-----------------------

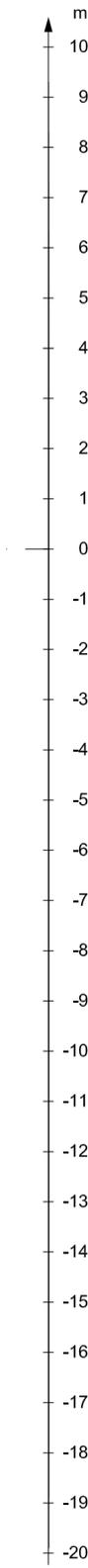
Datei/File Lageplan.dwg

Projekt-Nr./Project-No. 43874212

SW
A

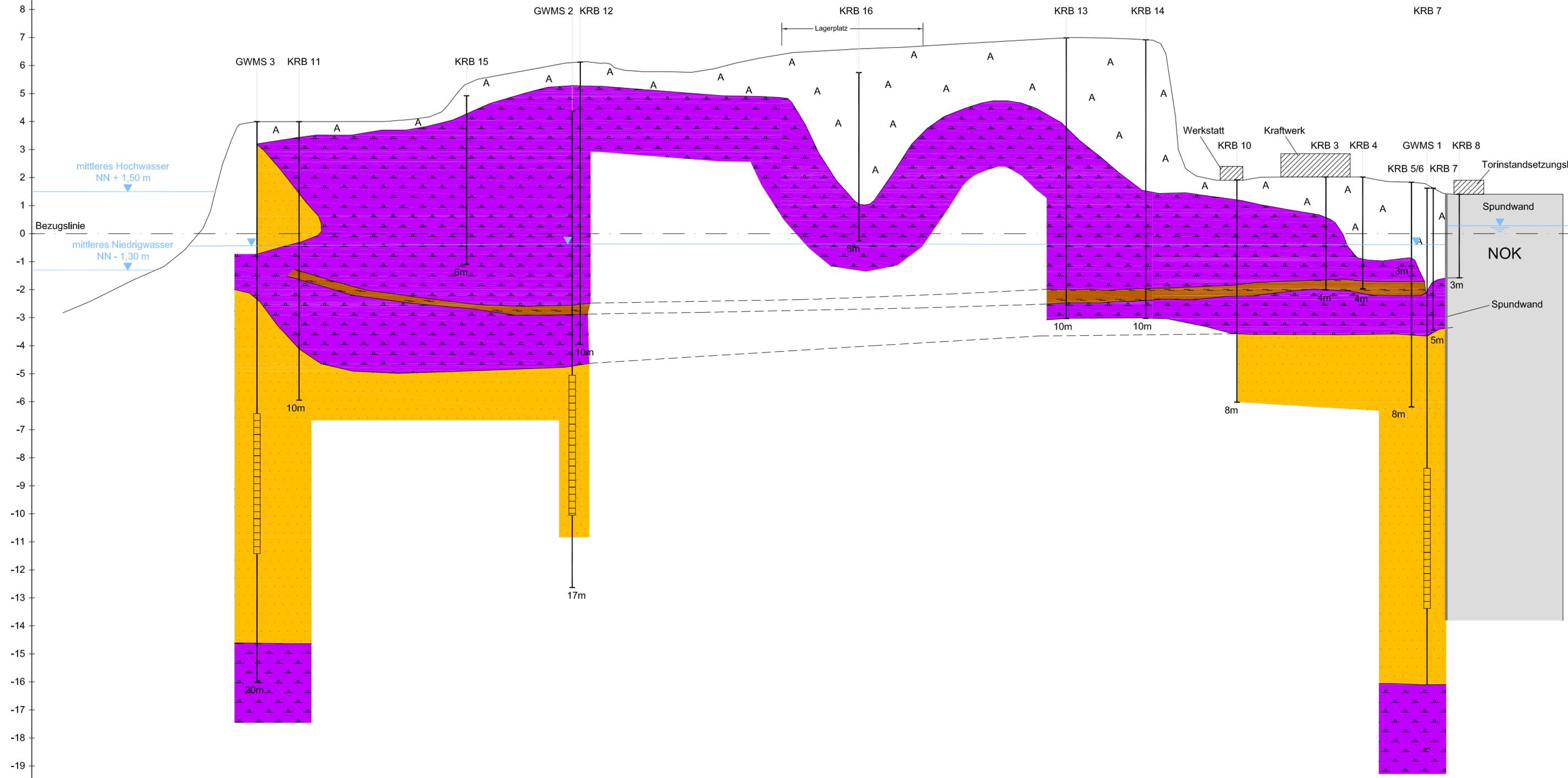


NO
A'

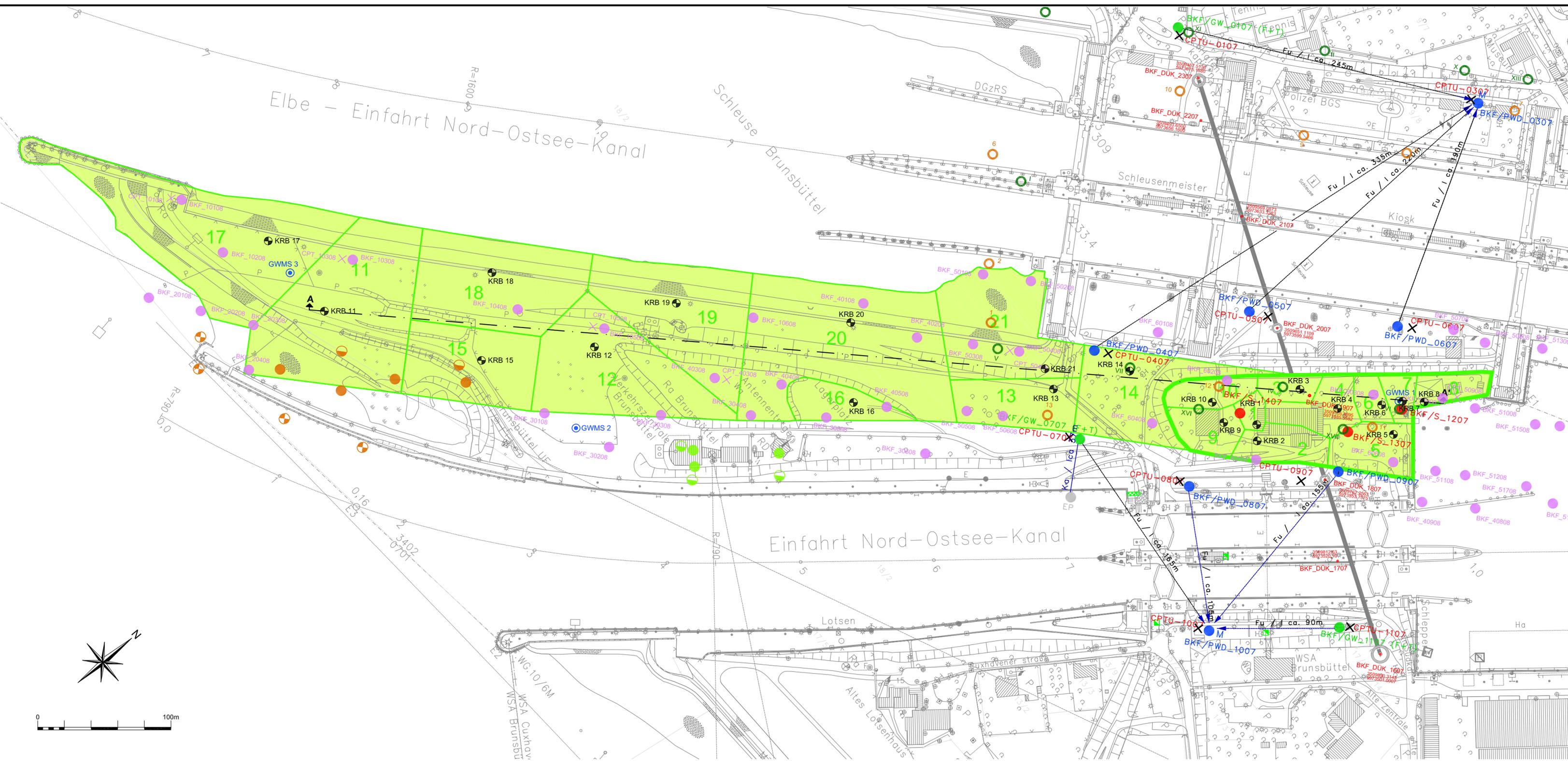


LEGENDE

- Auffüllung
- Torf
- Feinsand
- Klei
- Bohrung
- Filterlage GWMS
- Stichtagsmessung 26.06.08 15:45



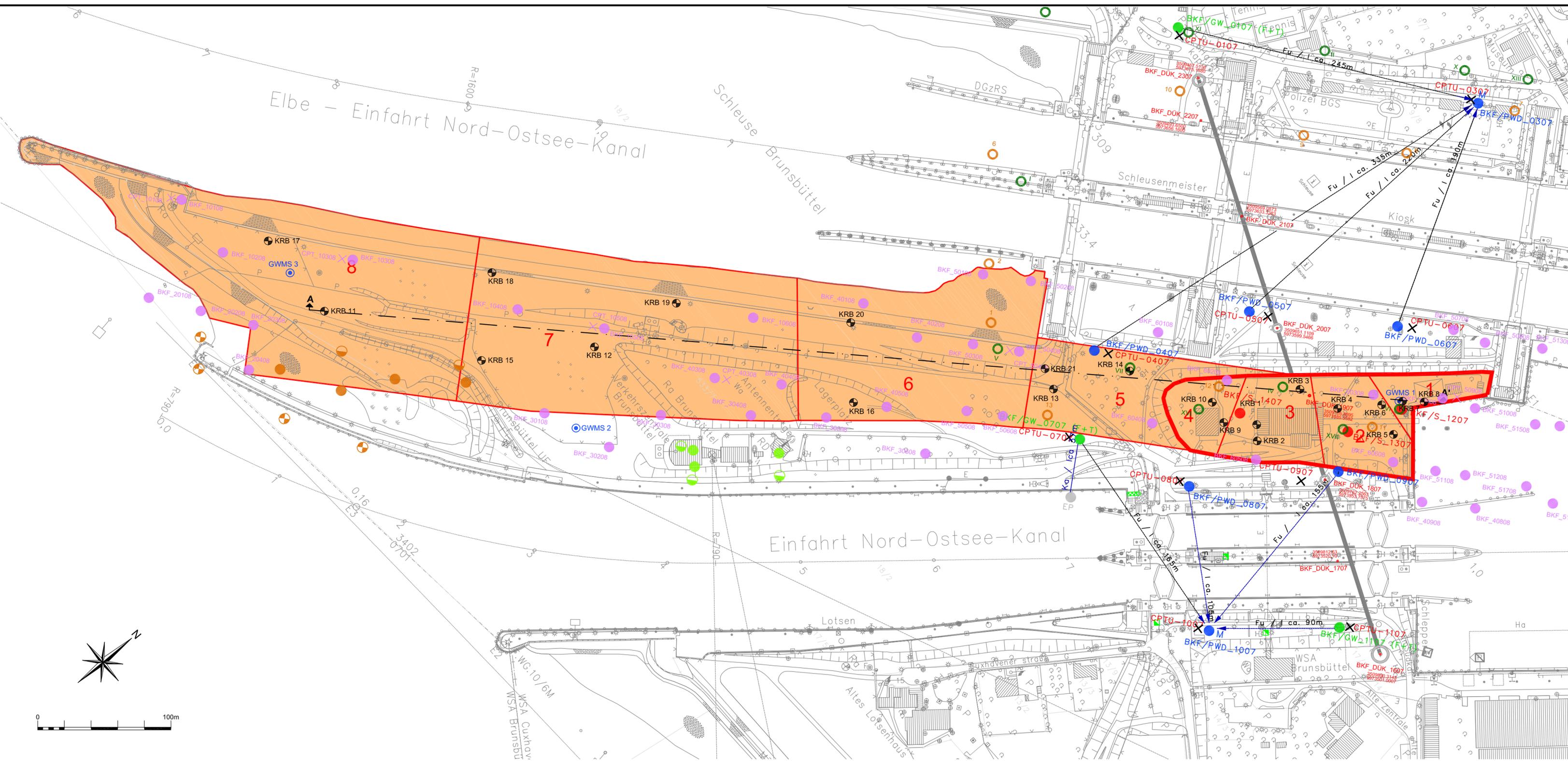
Benennung/Title		
Geologischer Schnitt A-A'		
Projekt/Project		
NOK-Schleusen Brunsbüttel Umweltuntersuchungen		
Auftraggeber/Client		
TGP Landschaftsarchitekten		
URS Deutschland GmbH Büro Hamburg / Hamburg Office Schweriner Straße 8-12 22143 Hamburg Tel: +49 (0) 40 460 760 0 Fax: +49 (0) 40 460 760 60		
Maßstab/Scale	Bearbeiter/Responsible	Plangröße/Size
1:2.000, 1:100	R. Höhn	700 x 297
Datum/Date	Zeichner/Drafter	Abbildung/Figure
Juli 2008	H. Dentzer	4
Datei/File		
Profilschnitt.dwg		
Projekt-Nr./Project-No. 43874212		



- LEGENDE**
- KRB 1 Kleinrammbohrung, URS 2008
 - GWMS 3 Grundwassermessstelle URS 2008
 - 3 Teilfläche bis 4 m unter Geländeoberkante
 - A A' Schnittführung (Geologischer Schnitt A-A'siehe Anlage 4)

- geplante Baugrundaufschlüsse 2008**
- BKF
 - CPT
- Bohrungen gemäß BAW-Auftragsnr. A39550110166/Pohl**
- K = Kabel
 - Fu = Funk
 - BKF_DÜK
 - CPTU
 - EP = Elbpegel
 - BKF/PWD
 - BKF/S
 - BKF/GW (F+T)
- Bohrungen während der Bauzeit**
- Bohrungen wurden von Nov.1907-Feb.1908 ausgeführt
 - Bohrungen wurden im Nov.1906 ausgeführt
- Baugrundgutachten Mole 2 Brunsbüttel (BAW 9151 3501)**
- B Bohrung von 1992
 - WB Wasserbohrung von 1987 (alt)
 - CPT Drucksondierung nach DIN 4094
- Baugrund- und Gründungsgutachten Neue Revierzentrale (BAW 85 3362)**
- B Bohrung
 - DS Drucksondierung nach DIN 4094

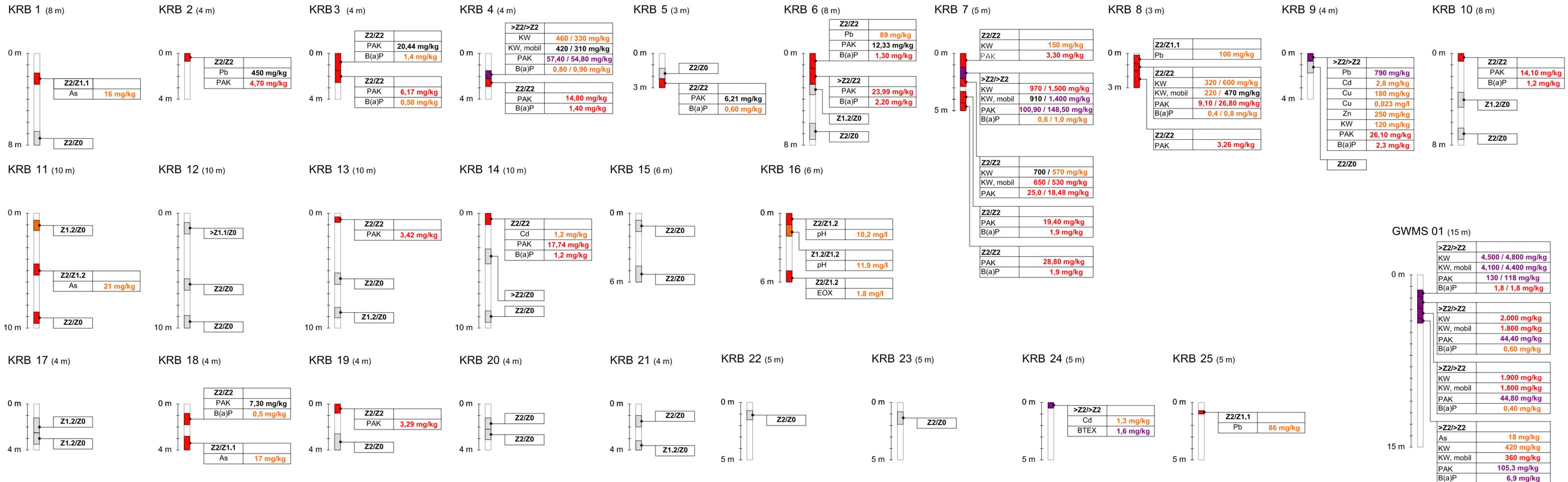
Benennung/Titel		
Teilflächenkarte bis 4 m unter Geländeoberkante		
Projekt/Project		
NOK-Schleusen Brunsbüttel Umweltuntersuchungen		
Auftraggeber/Client		
TGP Landschaftsarchitekten		
URS Deutschland GmbH Büro Hamburg / Hamburg Office Schweriner Straße 8-12 22143 Hamburg Tel: +49 (0) 40 460 760 0 Fax: +49 (0) 40 460 760 0		
Maßstab/Scale	Bearbeiter/Responsible	Plangröße/Size
1:5.000	R. Höhn	700 x 297
Datum/Date	Zeichner/Drafter	Abbildung/Figure
Juli 2008	H. Dentzer	5
Datei/File	Lageplan.dwg	
Projekt-Nr./Project-No. 43874212		



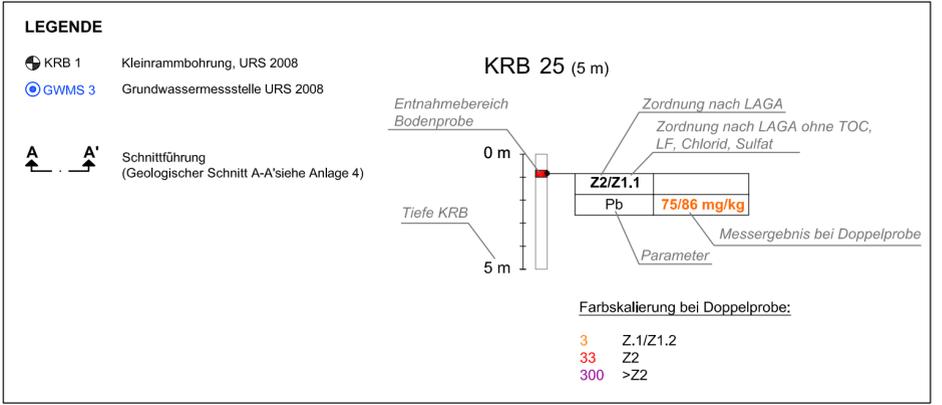
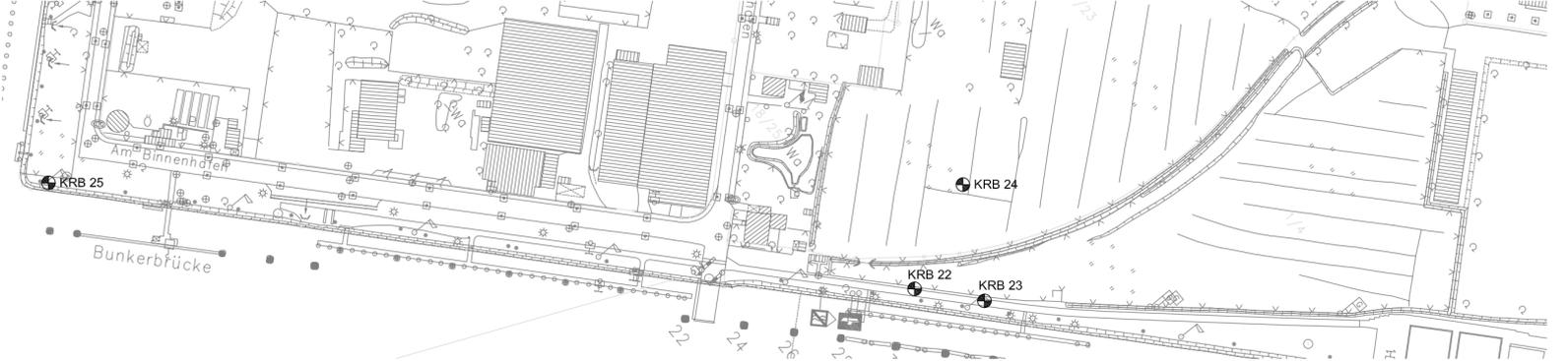
- LEGENDE**
- KRB 1 Kleinrammbohrung, URS 2008
 - GWMS 3 Grundwassermessstelle URS 2008
 - Teilflächen ab 4 m unter Geländeoberkante
 - Schnittführung (Geologischer Schnitt A-A'siehe Anlage 4)

- geplante Baugrundaufschlüsse 2008
- BKF
 - CPT
- Bohrungen gemäß BAW-Auftragsnr. A39550110166/Pohl
- K = Kabel
 - Fu = Funk
 - BKF_DÜK
 - CPTU
 - EP = Elbpegel
 - BKF/PWD
 - BKF/S
 - BKF/GW (F+T)
- Bohrungen während der Bauzeit
- Bohrungen wurden von Nov.1907-Feb.1908 ausgeführt
 - Bohrungen wurden im Nov.1906 ausgeführt
- Baugrundgutachten Mole 2 Brunsbüttel (BAW 9151 3501)
- B = Bohrung von 1992
 - WB = Wasserbohrung von 1987 (alt)
 - CPT = Drucksondierung nach DIN 4094
- Baugrund- und Gründungsgutachten Neue Revierzentrale (BAW 85 3362)
- B = Bohrung
 - DS = Drucksondierung nach DIN 4094

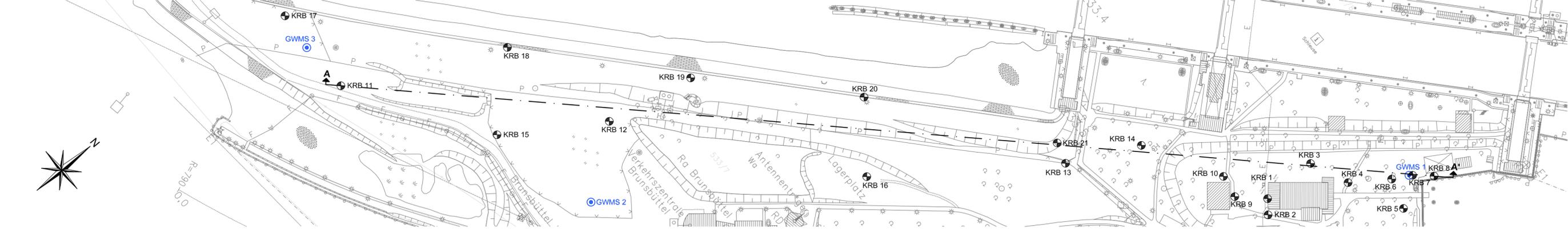
Benennung/Titel		
Teilflächenkarte ab 4 m unter Geländeoberkante		
Projekt/Project		
NOK-Schleusen Brunsbüttel Umweltuntersuchungen		
Auftraggeber/Client		
TGP Landschaftsarchitekten		
URS Deutschland GmbH Büro Hamburg / Hamburg Office Schweriner Straße 8-12 22143 Hamburg Tel: +49 (0) 40 460 760 0 Fax: +49 (0) 40 460 760 0		
Maßstab/Scale	Bearbeiter/Responsible	Plangröße/Size
1:5.000	R. Höhn	700 x 297
Datum/Date	Zeichner/Drafter	Abbildung/Figure
Juli 2008	H. Dentzer	6
Datei/File	Lageplan.dwg	
Projekt-Nr./Project-No. 43874212		



Detailausschnitt Binnenhafen



Detailausschnitt Binnenhafen



Benennung/Title		
Detailplan		
Kontaminationen und Lage-Einstufung		
Projekt/Project		
NOK-Schleusen Brunsbüttel		
Umweltuntersuchungen		
Auftraggeber/Client		
TGP Landschaftsarchitekten		
URS		
URS Deutschland GmbH Büro Hamburg / Hamburg Office Schweriner Straße 8-12 22143 Hamburg Tel: +49 (0) 40 460 760 0 Fax: +49 (0) 40 460 760 60		
Maßstab/Scale	Bearbeiter/Responsible	Plangröße/Size
1:5.000, 1:50	R. Höhn	700 x 420
Datum/Date	Zeichner/Drafter	Abbildung/Figure
Juli 2008	H. Dentzer	7
Datei/File		
Lageplan.dwg		
Projekt-Nr./Project-No. 43874212		

Fläche	KRB/GWMS	Proben Nr.	Probe Tiefe [m]	Bodenart	Beauftragte Analysen	Feststoff																				
						Zuordnung	Arsen [mg/kg]	Blei [mg/kg]	Cadmium [mg/kg]	Chrom [mg/kg]	Kupfer [mg/kg]	Nickel [mg/kg]	Quecksilber [mg/kg]	Thallium [mg/kg]	Zink [mg/kg]	EOX [mg/kg]	KW-Index [mg/kg]	KW-Index mobil [mg/kg]	TOC [Masse-%]	Cyanide, gesamt [mg/kg]	BTEX [mg/kg]	LHKW [mg/kg]	PAK [mg/kg]	Naphthalin [mg/kg]	Benzo(a)pyren [mg/kg]	PCB ^e [mg/kg]
				(neu) ¹⁹ Lehm/ Schluff		Z 0	15	70	1	60	40	50	0,5	0,7	150	1	100		0,5 (1,0) ¹²		1	1	3		0,3	0,05
						Z 1 ⁸	45	210	3	180	120	150	1,5	2,1	450	3 ¹⁴	600	300	1,5	3	1	1	3 (9) ¹³		0,9	0,15
						Z 2 ⁸	150 ⁷	700	10 ⁷	600	400	500	5 ⁷	7	1500	10	2000	1000	5	10 ⁷	1 ⁷	1	(20) ⁷ 30		3	(1) ⁷ 0,5
				Industrie- und Gewerbestandteile		Prüfwert BBodSchV	140	2.000	60	1.000		900	80							100					12	
KRB 1	1	0,00 - 0,20		mS, fs, (A)																						
KRB 1	2	0,20 - 1,20		fS, ms', u. durchwurzelt (A)																						
KRB 1	3	1,20 - 1,70		fS, ms', u. durchwurzelt (A)																						
KRB 1	4	1,70 - 2,70		U, fs, ms' (A)	LAGA		16	28	<0,1	38	13	24	<0,1	<0,4	78	<1	<50	<50	1,7		0,202	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
KRB 1	5	2,70 - 3,80		U, fs, ms' (A)																						
KRB 1	6	3,80 - 4,80		U, fs, ms' (A)																						
KRB 1	7	4,80 - 5,00		H, u (Moor)																						
KRB 1	8	5,00 - 5,80		T, fs'', u. lg. fS, lg. Pflanzenreste																						
KRB 1	9	5,80 - 6,80		fS, u', wl. U, fs'																						
KRB 1	10	6,80 - 8,00		fS, u', wl. U, fs'	LAGA		7	5	<0,1	16	2	9	<0,1	<0,4	26	<1	<50	<50	1,1		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01
KRB 2	1	0,00 - 0,70		fS, u', h', Ziegelbruch (A)	LAGA		8	450	0,7	15	27	13	<0,1	<0,4	68	<1	<50	<50	3,9		<0,05	<0,05	4,70	<0,05	0,3	<0,01
KRB 2	2	0,70 - 1,70		U, fs, ms', gs', vereinzelt Holzreste (A)	PCB																					<0,01
KRB 2	3	1,70 - 2,70		U, t, fs', lg. mS, fs, vereinzelt Holzreste (A)	Pb, PAK			27															0,17			
KRB 2	4	2,70 - 4,00		U, t, fs', lg. mS, fs, (A)																						
KRB 3	1	0,00 - 1,50		U, fs, ms', h (A)	LAGA		8	39	0,7	15	8	10	0,17	<0,4	56	<1	74	n.n.	1,9		<0,05	<0,05	20,44	0,08	1,4	<0,01
KRB 3	2	1,50 - 2,50		U, t', fs, ms', o (A)	KW-Index, PAK												<50	<50					6,17	0,10	0,50	
KRB 3	3	2,50 - 3,70		U, t', fs, ms', o (A)	KW-Index, PAK												<50	<50					<0,05	<0,05	<0,05	
KRB 3	4	3,70 - 4,00		H, u. vereinzelt Pflanzenreste (Moor)																						
KRB 4	1	0,00 - 1,00		fS, ms', u', Ziegelbruch (A)																						
KRB 4	2	1,00 - 1,50		U, fs, ms' (A)	KW-Index, PAK												<50	<50					2,29			
KRB 4	3	1,50 - 2,20		U, fs, ms', gs'' (A)	KW-Index, PAK												460	420					57,40	2,80	0,80	
KRB 4	4	1,50 - 2,20		U, fs, ms', gs'' (A)	LAGA		7	36	<0,1	13	14	10	<0,1	<0,4	55	<1	330	310	2,7		0,23	<0,05	54,40	3,0	0,90	<0,01
KRB 4	5	2,20 - 2,90		fS, u	KW-Index, PAK												<50	<50					14,80	0,40	1,40	
KRB 4	6	2,90 - 3,50		U, t, o (KI)	PAK																		<0,05	<0,05	<0,05	
KRB 4	7	3,50 - 3,80		U, fs, t', o (KI)																						
KRB 4	8	3,80 - 4,00		U, ms', o																						
KRB 5	1	0,00 - 1,30		U, fs, t', ms', gs', lg. fs (A)																						
KRB 5	2	1,30 - 2,20		U, fs, t' (A)	LAGA		4	23	<0,1	12	4	9	<0,1	<0,4	37	<1	<50	<50	1,7		<0,05	<0,05	2,89	<0,05	0,30	<0,01
KRB 5	3	2,20 - 3,00		U, t, fs' (A) oder (KI)	LAGA		9	22	<0,1	29	10	19	<0,1	<0,4	63	<1	<50	<50	1,7		<0,05	<0,05	6,21	0,10	0,60	<0,01
KRB 6	1	0,00 - 1,30		U, fs, ms' (A)	LAGA		11	89	0,1	19	19	16	0,10	<0,4	66	<1	<50	<50	3,9	n.n.	<0,05	<0,05	12,33	0,20	1,30	<0,01
KRB 6	2	1,30 - 2,70		U, t', fs, ms' (A)	LAGA		11	54	0,1	15	21	14	0,15	<0,4	120	<1	<50	<50	8,2	n.n.	<0,05	<0,05	23,99	0,4	2,20	<0,01
KRB 6	3	2,70 - 3,60		U, t', fs', o (KI)	LAGA		11	21	<0,1	28	9	18	<0,1	<0,4	61	<1	<50	<50	1,5	n.n.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01
KRB 6	4	3,60 - 4,10		H, u' (Moor)																						
KRB 6	5	4,10 - 5,00		T, u, fS-Lagen, Pflanzenreste (KI)																						
KRB 6	6	5,00 - 5,50		U, fs, o																						
KRB 6	7	5,50 - 6,10		fS, u'																						
KRB 6	8	6,10 - 7,50		fS, u', wl. U, fs	LAGA		7	6	<0,1	18	3	11	<0,1	<0,4	31	n.n.	<50	<50	1,2	n.n.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01
KRB 6	9	7,50 - 8,00		fS, u', vereinzelt U-Lagen																						
KRB 7	1	0,00 - 1,20		U, fs, ms', gs' (A)	LAGA		12	37	0,7	23	10	15	0,11	<0,4	110	<1	150	90	1,6	n.n.	<0,05	<0,05	3,30	0,10	0,3	<0,01
KRB 7	2	1,20 - 2,20		U, fs, ms', Ziegelbruch (A)	LAGA		7	6	<0,1	14	2	9	<0,1	<0,4	30	<1	970	910	1,2		<0,05	<0,05	100,90	1,20	0,6	<0,01
KRB 7	3	2,20 - 2,90		U, fs, ms', Ziegelbruch (A)	KW-Index, PAK												700	650					25,00	0,40	0,3	
KRB 7	4	1,20 - 2,20		U, fs, ms', Ziegelbruch (A)	KW-Index, PAK												1500	1400					148,50	1,0	1,0	
KRB 7	5	2,20 - 2,90		U, fs, ms', Ziegelbruch (A)	KW-Index, PAK												570	530					18,48	0,10	0,10	
KRB 7	6	2,90 - 3,30		Ziegelbruch (A)	KW-Index, PAK												<50	<50					0,10	<0,05	<0,05	
KRB 7	7	2,90 - 3,30		Ziegelbruch (A)	PAK																		<0,05	<0,05	<0,05	
KRB 7	8	3,30 - 4,30		U, t, fs, ms (KI)	KW-Index, PAK												<50	<50					19,40	0,30	1,9	
KRB 7	9	4,30 - 5,00		U, t, fs, ms (KI)	PAK																		28,80	0,50	1,9	
KRB 8	1	0,15 - 0,90		U, fs, ms', t' (A)	LAGA		4	100	0,2	14	10	10	<0,1	<0,4	50	<1	100	50	2,5		<0,05	<0,05	2,90	0,10	0,3	<0,01
KRB 8	2	0,90 - 1,50		U, fs, ms', t' (A)	KW-Index, PAK												320	220					9,10	0,20	0,4	
KRB 8	3	0,90 - 1,50		U, fs, ms', t' (A)	KW-Index, PAK												600	470					26,80	0,30	0,8	
KRB 8	4	1,50 - 3,00		U, fs, ms', t' (A)	KW-Index, PAK												<50	<50					3,26	<0,05	0,3	
KRB 9	1	0,00 - 0,70		fS, ms', unten u. oben Ziegelbruch (A)	LAGA		10	790	2,8	19	180	23	0,21	<0,4	250	<1	120	<50	2,6	n.n.	<0,05	<0,05	26,10	0,50	2,3	<0,01
KRB 9	2	0,70 - 1,70		U, fs, t' (A)	LAGA		8	36	<0,1	25	10	16	<0,1	<0,4	58	<1	<50	<50	1,6		<0,05	<0,05	1,08	<0,05	0,10	<0,01
KRB 9	3																									

Fläche	KRB/GW/MS	Proben Nr.	Probe Tiefe [m]	Bodenart	Beauftragte Analysen	Feststoff																						
						Zuordnung	Arsen [mg/kg]	Blei [mg/kg]	Cadmium [mg/kg]	Chrom [mg/kg]	Kupfer [mg/kg]	Nickel [mg/kg]	Quecksilber [mg/kg]	Thallium [mg/kg]	Zink [mg/kg]	EOX [mg/kg]	KW-Index [mg/kg]	KW-Index mobil [mg/kg]	TOC [Masse-%]	Cyanide, gesamt [mg/kg]	BTEX [mg/kg]	LHKW [mg/kg]	PAK [mg/kg]	Naphthalin [mg/kg]	Benzo(a)pyren [mg/kg]	PCB ⁶ [mg/kg]		
				(neu) ¹⁹ Lehm/Schluff		Z 0	15	70	1	60	40	50	0,5	0,7	150	1	100		0,5 (1,0) ¹²		1	1	3		0,3	0,05		
						Z 1 ⁸	45	210	3	180	120	150	1,5	2,1	450	3 ¹⁴	600	300	1,5	3	1	1	3 (9) ¹³		0,9	0,15		
						Z 2 ⁸	150 ⁷	700	10 ⁷	600	400	500	5 ⁷	7	1500	10	2000	1000	5	10 ⁷	1 ⁷	1	(20) ⁷ 30		3	(1) ⁷ 0,5		
Schleuseninsel	KRB 10	4	2,70 - 3,70	fS, u', Schluffbrocken, o. Pflanzenreste (A) oder (KI)																								
	KRB 10	5	3,70 - 4,70	fS, u', Schluffbrocken, o. Pflanzenreste (A) oder (KI)	LAGA		6	5	<0,1	13	2	8	<0,1	<0,4	22	<1	<50	<50	1,2	n.n.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	
	KRB 10	6	4,70 - 5,50	fS, u', Schluffbrocken, o. Pflanzenreste (A) oder (KI)																								
	KRB 10	7	5,50 - 6,50	fS, u', wl. U. fs'																								
	KRB 10	8	6,50 - 7,50	fS, u', wl. U. fs'	LAGA		6	6	<0,1	17	2	10	<0,1	<0,4	26	<1	<50	<50	1,0	n.n.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	
	KRB 10	9	7,50 - 8,00	fS, u', wl. U. fs'																								
	KRB 11	1	0,00 - 0,60	fS, u', h durchwurzelt (Mutterboden)																								
	KRB 11	2	0,60 - 1,50	U, fs- (A)	LAGA		10	14	0,2	24	6	15	<0,1	<0,4	47	<1	<50	<50	1,1	n.n.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	
	KRB 11	3	1,50 - 2,50	U, t, lg. fs, o (KI)																								
	KRB 11	4	2,50 - 2,90	U, t, lg. fs, o (KI)																								
	KRB 11	5	2,90 - 3,90	fS, u'																								
	KRB 11	6	3,90 - 4,40	fS, u'																								
	KRB 11	7	4,40 - 5,40	U, t, o (KI)	LAGA		21	42	0,3	35	17	20	0,38	<0,4	140	<1	<50	<50	3,0	n.n.	<0,05	<0,05	0,75	<0,05	0,1	<0,01		
	KRB 11	8	5,40 - 5,60	H (Moor)																								
	KRB 11	9	5,60 - 6,60	U, t, fs", o, wl. fs, u (KI)																								
	KRB 11	10	6,60 - 7,60	U, t, fs", o, wl. fs, u (KI)																								
	KRB 11	11	7,60 - 8,60	fS, u, wl. U. fs																								
	KRB 11	12	8,60 - 9,60	fS, u, wl. U. fs	LAGA		8	7	<0,1	21	3	13	<0,1	<0,4	35	<1	<50	<50	1,4	n.n.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	
	KRB 11	13	9,60 - 10,00	fS, u, wl. U. fs																								
	KRB 12	1	0,00 - 0,80	fS, u, h, durchwurzelt (A, Mutterboden)																								
KRB 12	2	0,80 - 1,80	U, fs, ms' (A)	LAGA		14	16	0,1	24	9	15	<0,1	<0,4	48	<1	<50	<50	0,8		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01		
KRB 12	3	1,80 - 2,70	U, fs, ms' (A)																									
KRB 12	4	2,70 - 3,70	T, fs", u, o, lg. fs, u', o (KI)																									
KRB 12	5	3,70 - 4,70	T, fs", u, o, lg. fs, u', o (KI)																									
KRB 12	6	4,70 - 5,70	T, fs", u, o, lg. fs, u', o (KI)																									
KRB 12	7	5,70 - 6,70	T, fs", u, o, lg. fs, u', o (KI)	LAGA		15	30	0,1	38	15	24	<0,1	<0,4	83	<1	<50	<50	2,6		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01		
KRB 12	8	6,70 - 7,70	T, fs", u, o, lg. fs, u', o (KI)																									
KRB 12	9	7,70 - 8,50	T, fs", u, o, lg. fs, u', o (KI)																									
KRB 12	10	8,50 - 8,90	H (Moor)																									
KRB 12	11	8,90 - 10,00	H, fs", u, wenig o (KI)	LAGA		11	13	<0,1	33	5	19	<0,1	<0,4	56	<1	<50	<50	2,3		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01		
KRB 13	1	0,00 - 0,30																										
KRB 13	2	0,30 - 0,80	U, fs, ms', Wurzelreste (A)	LAGA		10	19	1,4	21	7	13	0,13	<0,4	67	<1	<50	<50	1,6	n.n.	<0,05	<0,05	3,42	<0,05	0,3	<0,01			
KRB 13	3	0,80 - 1,80	fS, Schluffbrocken (A)	Cd, PAK, (Zn im Eluat)				<0,1															0,94	<0,05	0,1			
KRB 13	4	1,80 - 3,20	fS, Schluffbrocken (A)																									
KRB 13	5	3,20 - 4,20	U, t, fs', o, H-Reste, wl. fs-, wl. kalkhaltig (A) oder (KI)																									
KRB 13	6	4,20 - 5,20	U, t, fs', o, H-Reste, lg. fs-, lg. kalkhaltig (A) oder (KI)																									
KRB 13	7	5,20 - 6,20	U, t, fs', o, H-Reste, lg. fs-, lg. kalkhaltig (A) oder (KI)	LAGA		10	12	<0,1	20	6	13	<0,1	<0,4	41	<1	<50	<50	1,5	n.n.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01		
KRB 13	8	6,20 - 7,20	U, t, fs', o, H-Reste, lg. fs-, lg. kalkhaltig (A) oder (KI)																									
KRB 13	9	7,20 - 8,20	U, t, fs', o, H-Reste, lg. fs-, lg. kalkhaltig (A) oder (KI)																									
KRB 13	10	8,20 - 9,10	U, t, fs', o, H-Reste, lg. fs-, lg. kalkhaltig (A) oder (KI)	LAGA		9	17	<0,1	27	8	17	<0,1	<0,4	53	<1	<50	<50	1,5	n.n.	<0,05	<0,05	0,52	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01		
KRB 13	11	9,10 - 9,50	H, u (Moor)																									
KRB 13	12	9,50 - 10,00	U, t, fs', (KI)																									
KRB 14	1	0,00 - 1,00	fS, u', ms", oben h, durchwurzelt (A, Mutterboden)	LAGA		7	15	1,2	18	6	12	<0,1	<0,4	51	<1	<50	<50	1,4	n.n.	<0,05	<0,05	17,74	0,06	1,2	<0,01			
KRB 14	2	1,00 - 2,10	fS, u', ms", oben h (A, Mutterboden)	Cd, PAK, (Cr ges., Cr VI, Cu im Eluat)				<0,1															0,05	<0,05	<0,05			
KRB 14	3	2,10 - 3,10	fS, wl. Schluffbrocken (A)																									
KRB 14	4	3,10 - 4,40	fS, wl. Schluffbrocken (A)	LAGA		7	4	<0,1	14	2	8	<0,1	<0,4	22	<1	<50	<50	12,0	n.n.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01		
KRB 14	5	4,40 - 5,50	fS, wl. Schluffbrocken (A)																									
KRB 14	6	5,50 - 6,50	U, t, fs", o, lg. mS, fs, vereinzelt Pflanzenreste (A) oder (KI)																									
KRB 14	7	6,50 - 7,50	U, t, fs", o, lg. mS, fs, vereinzelt Pflanzenreste (A) oder (KI)																									
KRB 14	8	7,50 - 8,50	U, t, fs", o, lg. mS, fs, vereinzelt Pflanzenreste (A) oder (KI)																									
KRB 14	9	8,50 - 9,50	U, t, fs", o, lg. mS, fs, vereinzelt Pflanzenreste (A) oder (KI)	LAGA		6	5	<0,1	13	3	9	<0,1	<0,4	25	<1	<50	<50	1,5	n.n.	<0,05	<0,05	0,36	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01		
KRB 14	10	9,50 - 10,00	U, t, fs", o, lg. mS, fs, vereinzelt Pflanzenreste (A) oder (KI)																									
KRB 15	1	0,00 - 0,60	fS, u', h, durchwurzelt, Ziegelbruch (A)																									

Anlage 8:
Übersichtstabelle Analysen nach LAGA TR20

Fläche	KRB/GWMS	Proben Nr.	Probe Tiefe [m]	Bodenart	Beauftragte Analysen	Feststoff																					
						Zuordnung	Arsen [mg/kg]	Blei [mg/kg]	Cadmium [mg/kg]	Chrom [mg/kg]	Kupfer [mg/kg]	Nickel [mg/kg]	Quecksilber [mg/kg]	Thallium [mg/kg]	Zink [mg/kg]	EOX [mg/kg]	KW-Index [mg/kg]	KW-Index, mobil [mg/kg]	TOC [Masse-%]	Cyanide, gesamt [mg/kg]	BTEX [mg/kg]	LHKW [mg/kg]	PAK [mg/kg]	Naphthalin [mg/kg]	Benzo(a)pyren [mg/kg]	PCB ⁶ [mg/kg]	
				(neu) ¹⁹ Lehm/ Schluff		Z 0	15	70	1	60	40	50	0,5	0,7	150	1	100		0,5 (1,0) ¹²		1	1	3		0,3	0,05	
						Z 1 ⁸	45	210	3	180	120	150	1,5	2,1	450	3 ¹⁴	600	300	1,5	3	1	1	3 (9) ¹³		0,9	0,15	
						Z 2 ⁸	150 ⁷	700	10 ⁷	600	400	500	5 ⁷	7	1500	10	2000	1000	5	10 ⁷	1 ⁷	1	(20) ⁷ 30		3	(1) ⁷ 0,5	
	KRB 25	1	0,0 - 0,70	fS, ms', g, Ziegelbruch, Schlacke, Seilreste (A)																							
	KRB 25	2	0,70 - 1,00	mS, fs, gs', g' (A)	LAGA		14	86	0,4	23	30	21	<0,1	<0,4	130	<1	<50	<50	2,5	<0,05	<0,05	<0,05	1,14	<0,05	0,10	<0,01	
	KRB 25	3	1,00 - 2,10	U, t', fs', o' (KI)																							
	KRB 25	4	2,10 - 2,40	T																							
	KRB 25	5	2,40 - 3,60	U, t', fs', o' (KI)																							
	KRB 25	6	3,60 - 4,50	fS, u', lagenweise U, fs, o																							
	KRB 25	7	4,50 - 5,00	fS, u', lagenweise U, fs, o																							
Spülfeld	Boden	1	0,1-0,3		LAGA		<1	5	<0,1	8	2	3	<0,1	<0,4	10	<1	<50	<50	1,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01
	Boden	2	0,1-0,3		LAGA		12	20	0,1	34	10	21	0,18	<0,4	73	<1	<50	<50	3,1	0,078	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01

Fläche	KRB/GWMS	Proben Nr.	Probe Tiefe [m]	Bodenart	Zuordnung	Eluat															Zuordnung Zuordnung ohne TOC, Cl, SO ₄ , LF
						pH-Wert	Leitfähigkeit [µs/cm]	Chlorid [mg/l]	Cyanid, gesamt [mg/l]	Sulfat [mg/l]	Arsen [mg/l]	Blei [mg/l]	Cadmium [mg/l]	Chrom (gesamt) [mg/l]	Kupfer [mg/l]	Nickel [mg/l]	Quecksilber [mg/l]	Zink [mg/l]	Phenol-index [mg/l]		
				(neu) ⁹ Lehm/ Schluff	Z 0 ⁹ / Z1.1	6,5-9,5	250	30	0,005	20	0,014	0,04	0,0015	0,0125	0,02	0,015	<0,0005	0,15	0,02		
					Z 1.2	6-12	1500	50	0,01	50	0,02	0,08	0,003	0,025	0,06	0,02	0,001	0,2	0,04		
					Z 2	5,5-12	2000	100 ²	0,02	200	0,06 ⁵	0,2	0,006	0,06	0,1	0,07	0,002	0,6	0,1		
				Industrie- und Gewerbestandteile																	
	KRB 1	1	0,00 - 0,20	mS, fs, (A)																	
	KRB 1	2	0,20 - 1,20	fs, ms', u, durchwurzelt (A)																	
	KRB 1	3	1,20 - 1,70	fs, ms', u, durchwurzelt (A)																	
	KRB 1	4	1,70 - 2,70	U, fs, ms' (A)		7,8	470	7,7	<0,005	158,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,080	<0,01	Z2	Z1.1
	KRB 1	5	2,70 - 3,80	U, fs, ms' (A)																	
	KRB 1	6	3,80 - 4,80	U, fs, ms' (A)																	
	KRB 1	7	4,80 - 5,00	H, u (Moor)																	
	KRB 1	8	5,00 - 5,80	T, fs', u, lg, fs, lg, Pflanzenreste																	
	KRB 1	9	5,80 - 6,80	fs, u', wl, U, fs'																	
	KRB 1	10	6,80 - 8,00	fs, u', wl, U, fs'		8,1	300	5,0	<0,005	69,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,024	<0,01	Z2	Z0
	KRB 2	1	0,00 - 0,70	fs, u', h', Ziegelbruch (A)		8,3	110	2,0	<0,005	3,0	<0,01	0,019	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	<0,01	<0,01	Z2	Z2
	KRB 2	2	0,70 - 1,70	U, fs -, ms', gs', vereinzelt Holzreste (A)																	
	KRB 2	3	1,70 - 2,70	U, t, fs', lg, mS, fs, vereinzelt Holzreste (A)																	Z0
	KRB 2	4	2,70 - 4,00	U, t, fs', lg, mS, fs, (A)																	
	KRB 3	1	0,00 - 1,50	U, fs, ms', h (A)		8,1	130	2,0	<0,005	4,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,028	<0,01	Z2	Z2
	KRB 3	2	1,50 - 2,50	U, t', fs, ms', o (A)																	Z2
	KRB 3	3	2,50 - 3,70	U, t', fs, ms', o (A)																	Z0
	KRB 3	4	3,70 - 4,00	H, u, vereinzelt Pflanzenreste (Moor)																	
	KRB 4	1	0,00 - 1,00	fs, ms', u', Ziegelbruch (A)																	Z0
	KRB 4	2	1,00 - 1,50	U, fs -, ms (A)																	> Z2
	KRB 4	3	1,50 - 2,20	U, fs, ms', gs' (A)																	> Z2
	KRB 4	4	1,50 - 2,20	U, fs, ms', gs' (A)		7,7	180	14,0		14,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,015	<0,01	> Z2	> Z2
	KRB 4	5	2,20 - 2,90	fs, u																	Z2
	KRB 4	6	2,90 - 3,50	U, t, o (KI)																	Z0
	KRB 4	7	3,50 - 3,80	U, fs, t', o (KI)																	
	KRB 4	8	3,80 - 4,00	U, ms', o																	
	KRB 5	1	0,00 - 1,30	U, fs, t', ms', gs', lg, fs (A)																	
	KRB 5	2	1,30 - 2,20	U, fs, t' (A)		8,1	200	8,0	n.n.	10,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,019	<0,01	Z2	Z0
	KRB 5	3	2,20 - 3,00	U, t, fs' (A) oder (KI)		8,0	290	11,0	n.n.	21,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	<0,01	<0,01	Z2	Z2
	KRB 6	1	0,00 - 1,30	U, fs, ms' (A)		8,3	110	2,0	<0,005	5,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,041	<0,01	Z2	Z2
	KRB 6	2	1,30 - 2,70	U, t', fs, ms' (A)		7,9	180	3,0	<0,005	24,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,064	<0,01	> Z2	Z2
	KRB 6	3	2,70 - 3,60	U, t', fs', o (KI)		7,8	300	8,0	<0,005	11,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,047	<0,01	Z1.2	Z0
	KRB 6	4	3,60 - 4,10	H, u' (Moor)																	
	KRB 6	5	4,10 - 5,00	T, u, fs-Lagen, Pflanzenreste (KI)																	
	KRB 6	6	5,00 - 5,50	U, fs, o																	
	KRB 6	7	5,50 - 6,10	fs, u'																	
	KRB 6	8	6,10 - 7,50	fs, u', wl, U, fs		8,1	340	8,0	<0,005	70,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,053	<0,01	Z2	Z0
	KRB 6	9	7,50 - 8,00	fs, u', vereinzelt U-Lagen																	
	KRB 7	1	0,00 - 1,20	U, fs, ms', gs' (A)		8,2	98	1,0	<0,005	3,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	<0,01	<0,01	Z2	Z2
	KRB 7	2	1,20 - 2,20	U, fs, ms', Ziegelbruch (A)		8,0	180	2,0	<0,005	24,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,071	<0,01	> Z2	> Z2
	KRB 7	3	2,20 - 2,90	U, fs, ms', Ziegelbruch (A)																	Z2
	KRB 7	4	1,20 - 2,20	U, fs, ms', Ziegelbruch (A)																	> Z2
	KRB 7	5	2,20 - 2,90	U, fs, ms', Ziegelbruch (A)																	Z2
	KRB 7	6	2,90 - 3,30	Ziegelbruch (A)																	Z0
	KRB 7	7	2,90 - 3,30	Ziegelbruch (A)																	Z0
	KRB 7	8	3,30 - 4,30	U, t, fs, ms (KI)																	Z2
	KRB 7	9	4,30 - 5,00	U, t, fs, ms (KI)																	Z2
	KRB 8	1	0,15 - 0,90	U, fs, ms', t' (A)		9,1	94	2,0	<0,005	3,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	<0,01	<0,01	Z2	Z1.1
	KRB 8	2	0,90 - 1,50	U, fs, ms', t' (A)																	Z2
	KRB 8	3	0,90 - 1,50	U, fs, ms', t' (A)																	Z2
	KRB 8	4	1,50 - 3,00	U, fs, ms', t' (A)																	Z2
	KRB 9	1	0,00 - 0,70	fs, ms', unten u, oben Ziegelbruch (A)		8,4	95	2,0	<0,005	4,0	<0,01	0,03	<0,001	<0,01	0,023	<0,01	<0,0002	0,046	<0,01	> Z2	> Z2
	KRB 9	2	0,70 - 1,70	U, fs, t' (A)		8,3	190	15,0	<0,005	6,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,020	<0,01	Z2	Z0
	KRB 9	3	1,70 - 2,70	U, fs, t' (A)																	
	KRB 9	4	2,70 - 4,00	U, fs, t' (A)																	
	KRB 10	1	0,00 - 0,70	G, ms', fs', g', oben h, durchwurzelt (A)		9,1	180	1,0	<0,005	33,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	<0,01	<0,01	Z2	Z2
	KRB 10	2	0,70 - 1,70	fs, u', Schluffbrocken, o, Pflanzenreste (A) oder (KI)																	
	KRB 10	3	1,70 - 2,70	fs, u', Schluffbrocken, o, Pflanzenreste (A) oder (KI)																	

Fläche	KRB/GWMS	Proben Nr.	Probe Tiefe [m]	Bodenart	Zuordnung	pH-Wert	Leitfähigkeit [µs/cm]	Chlorid [mg/l]	Cyanid, gesamt [mg/l]	Eluat										Zuordnung	Zuordnung ohne TOC, Cl, SO ₄ , LF		
										Sulfat [mg/l]	Arsen [mg/l]	Blei [mg/l]	Cadmium [mg/l]	Chrom (gesamt) [mg/l]	Kupfer [mg/l]	Nickel [mg/l]	Quecksilber [mg/l]	Zink [mg/l]	Phenol-index [mg/l]				
				(neu) ⁹ Lehm/Schluff	Z 0 ⁹ / Z1.1	6,5-9,5	250	30	0,005	20	0,014	0,04	0,0015	0,0125	0,02	0,015	<0,0005	0,15	0,02				
					Z 1.2	6-12	1500	50	0,01	50	0,02	0,08	0,003	0,025	0,06	0,02	0,001	0,2	0,04				
					Z 2	5,5-12	2000	100 ²	0,02	200	0,06 ⁵	0,2	0,006	0,06	0,1	0,07	0,002	0,6	0,1				
Schleuseninsel	KRB 10	4	2,70 - 3,70	fS, u', Schluffbrocken, o, Pflanzenreste (A) oder (KI)																			
	KRB 10	5	3,70 - 4,70	fS, u', Schluffbrocken, o, Pflanzenreste (A) oder (KI)		8,0	180	4,0	<0,005	24,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,021	<0,01	Z1.2	Z0		
	KRB 10	6	4,70 - 5,50	fS, u', Schluffbrocken, o, Pflanzenreste (A) oder (KI)																			
	KRB 10	7	5,50 - 6,50	fS, u', wl. U, fs'																			
	KRB 10	8	6,50 - 7,50	fS, u', wl. U, fs'		7,9	390	5,0	<0,005	110	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,033	<0,01	Z2	Z0		
	KRB 10	9	7,50 - 8,00	fS, u', wl. U, fs'																			
	KRB 11	1	0,00 - 0,60	fS, u', h durchwurzelt (Mutterboden)																			
	KRB 11	2	0,60 - 1,50	U, fs- (A)		8,3	170	10,0	<0,005	10,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,017	<0,01	Z1.2	Z0		
	KRB 11	3	1,50 - 2,50	U, t, lg, fS, o (KI)																			
	KRB 11	4	2,50 - 2,90	U, t, lg, fS, o (KI)																			
	KRB 11	5	2,90 - 3,90	fS, u'																			
	KRB 11	6	3,90 - 4,40	fS, u'																			
	KRB 11	7	4,40 - 5,40	U, t, o (KI)		7,8	760	57,0	<0,005	180	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,029	<0,01	Z2	Z1.1		
	KRB 11	8	5,40 - 5,60	H (Moor)																			
	KRB 11	9	5,60 - 6,60	U, t, fs", o, wl. fS, u (KI)																			
KRB 11	10	6,60 - 7,60	U, t, fs", o, wl. fS, u (KI)																				
KRB 11	11	7,60 - 8,60	fS, u, wl. U, fs																				
KRB 11	12	8,60 - 9,60	fS, u, wl. U, fs		8,2	340	7,0	<0,005	55,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	<0,01	<0,01	Z2	Z0			
KRB 11	13	9,60 - 10,00	fS, u, wl. U, fs																				
KRB 12	1	0,00 - 0,80	fS, u, h, durchwurzelt (A, Mutterboden)																				
KRB 12	2	0,80 - 1,80	U, fs, ms' (A)		8,3	98	<1	<0,005	3,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	<0,01	<0,01	Z1.1	Z0			
KRB 12	3	1,80 - 2,70	U, fs, ms' (A)																				
KRB 12	4	2,70 - 3,70	T, fs", u, o, lg, Fs, u', o (KI)																				
KRB 12	5	3,70 - 4,70	T, fs", u, o, lg, Fs, u', o (KI)																				
KRB 12	6	4,70 - 5,70	T, fs", u, o, lg, Fs, u', o (KI)																				
KRB 12	7	5,70 - 6,70	T, fs", u, o, lg, Fs, u', o (KI)		8,2	350	9,0	<0,005	45,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,027	<0,01	Z2	Z0			
KRB 12	8	6,70 - 7,70	T, fs", u, o, lg, Fs, u', o (KI)																				
KRB 12	9	7,70 - 8,50	T, fs", u, o, lg, Fs, u', o (KI)																				
KRB 12	10	8,50 - 8,90	H (Moor)																				
KRB 12	11	8,90 - 10,00	H, fs", u, wenig o (KI)		8,4	540	59,0	<0,005	25,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	<0,01	<0,01	Z2	Z0			
KRB 13	1	0,00 - 0,30																					
KRB 13	2	0,30 - 0,80	U, fs, ms', Wurzelreste (A)		8,0	200	4,0	<0,005	7,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,075	<0,01	Z2	Z2			
KRB 13	3	0,80 - 1,80	fS, Schluffbrocken (A)														<0,01				Z0		
KRB 13	4	1,80 - 3,20	fS, Schluffbrocken (A)																				
KRB 13	5	3,20 - 4,20	U, t, fs', o, H-Reste, wl. fs-, wl. kalkhaltig (A) oder (KI)																				
KRB 13	6	4,20 - 5,20	U, t, fs', o, H-Reste, lg. fs-, lg. kalkhaltig (A) oder (KI)																				
KRB 13	7	5,20 - 6,20	U, t, fs', o, H-Reste, lg. fs-, lg. kalkhaltig (A) oder (KI)		7,9	430	3,0	<0,005	110	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,071	<0,01	Z2	Z0			
KRB 13	8	6,20 - 7,20	U, t, fs', o, H-Reste, lg. fs-, lg. kalkhaltig (A) oder (KI)																				
KRB 13	9	7,20 - 8,20	U, t, fs', o, H-Reste, lg. fs-, lg. kalkhaltig (A) oder (KI)																				
KRB 13	10	8,20 - 9,10	U, t, fs', o, H-Reste, lg. fs-, lg. kalkhaltig (A) oder (KI)		8,3	310	4,0	<0,005	38	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,034	<0,01	Z1.2	Z0			
KRB 13	11	9,10 - 9,50	H, u (Moor)																				
KRB 13	12	9,50 - 10,00	U, t, fs', (KI)																				
KRB 14	1	0,00 - 1,00	fS, u', ms", oben h, durchwurzelt (A, Mutterboden)		8,3	93	1,0	<0,005	2,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	<0,01	<0,01	Z2	Z2			
KRB 14	2	1,00 - 2,10	fS, u', ms", oben h (A, Mutterboden)											<0,01	<0,01						Z0		
KRB 14	3	2,10 - 3,10	fS, wl. Schluffbrocken (A)																				
KRB 14	4	3,10 - 4,40	fS, wl. Schluffbrocken (A)		7,8	780	11,0	<0,005	310	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,130	<0,01	>Z2	Z0			
KRB 14	5	4,40 - 5,50	fS, wl. Schluffbrocken (A)																				
KRB 14	6	5,50 - 6,50	U, t, fs", o, lg. mS, fs, vereinzelt Pflanzenreste (A) oder (KI)																				
KRB 14	7	6,50 - 7,50	U, t, fs", o, lg. mS, fs, vereinzelt Pflanzenreste (A) oder (KI)																				
KRB 14	8	7,50 - 8,50	U, t, fs", o, lg. mS, fs, vereinzelt Pflanzenreste (A) oder (KI)																				
KRB 14	9	8,50 - 9,50	U, t, fs", o, lg. mS, fs, vereinzelt Pflanzenreste (A) oder (KI)		8,1	290	2,0	<0,005	55,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,023	<0,01	Z2	Z0			
KRB 14	10	9,50 - 10,00	U, t, fs", o, lg. mS, fs, vereinzelt Pflanzenreste (A) oder (KI)																				
KRB 15	1	0,00 - 0,60	fS, u', h, durchwurzelt, Ziegelbruch (A)																				

Fläche	KRB/GWMS	Proben Nr.	Probe Tiefe [m]	Bodenart	Zuordnung	Eluat														Zuordnung Zuordnung ohne TOC, Cl, SO ₄ , LF		
						pH-Wert	Leitfähigkeit [µs/cm]	Chlorid [mg/l]	Cyanid, gesamt [mg/l]	Sulfat [mg/l]	Arsen [mg/l]	Blei [mg/l]	Cadmium [mg/l]	Chrom (gesamt) [mg/l]	Kupfer [mg/l]	Nickel [mg/l]	Quecksilber [mg/l]	Zink [mg/l]	Phenol-Index [mg/l]			
				(neu) ⁹ Lehm/ Schluff	Z 0 ⁹ / Z1.1	6,5-9,5	250	30	0,005	20	0,014	0,04	0,0015	0,0125	0,02	0,015	<0,0005	0,15	0,02			
					Z 1.2	6-12	1500	50	0,01	50	0,02	0,08	0,003	0,025	0,06	0,02	0,001	0,2	0,04			
					Z 2	5,5-12	2000	100 ²	0,02	200	0,06 ⁵	0,2	0,006	0,06	0,1	0,07	0,002	0,6	0,1			
	KRB 15	2	0,60 - 1,60	U, fs, t', lg. FS, u, o, lg. H (KI)		8,1	210	8,0	<0,005	29,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	<0,010	<0,01	Z2	Z0	
	KRB 15	3	1,60 - 2,60	U, fs, t', lg. FS, u, o, lg. H (KI)																		
	KRB 15	4	2,60 - 3,60	U, fs, t', lg. FS, u, o, lg. H (KI)																		
	KRB 15	5	3,60 - 4,60	U, fs, t', lg. FS, u, o, lg. H (KI)																		
	KRB 15	6	4,60 - 6,00	U, fs, t', lg. FS, u, o, lg. H (KI)		8,3	310	14,0	<0,005	32,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,054	<0,01	Z2	Z0	
	KRB 16	1	0,00 - 1,00	Ziegelbruch, Betonreste, ms' (A)		10,2	370	11,0	<0,005	85,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	<0,01	<0,01	Z2	Z1.2	
	KRB 16	2	1,00 - 2,00	Ziegelbruch, Betonreste, ms' (A)		11,9	1.500	81,0	<0,005	8,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,037	<0,01	Z1.2	Z1.2	
	KRB 16	3	2,00 - 2,50	Ziegelbruch, Betonreste, ms' (A)																		
	KRB 16	4	2,50 - 2,90	G, fs', u', vereinzelt Ziegelbruch (A)																		
	KRB 16	5	2,90 - 3,90	fs, u'																		
	KRB 16	6	3,90 - 4,60	fs, u'																		
	KRB 16	7	4,60 - 6,00	T, fs'', o, lg. fS, u (KI)		8,1	210	7,0	<0,005	22,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,026	<0,01	Z2	Z1.2	
	KRB 17	1	0,00 - 1,20	fS, ms'', u', oben h, durchwurzelt (A)																		
	KRB 17	2	1,20 - 2,50	fS, ms'', u' vereinzelt Ziegelbruch (A)		8,4	210	19,0	<0,005	15,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,014	<0,01	Z1.2	Z0	
	KRB 17	3	2,50 - 3,50	fS, u', wl. U, fs, vereinzelt Holzreste, Pflanzenreste		8,1	270	18,0	<0,005	31,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,037	<0,01	Z1.2	Z0	
	KRB 17	4	3,50 - 4,00	fS, u', wl. U, fs, vereinzelt Holzreste, Pflanzenreste																		
	KRB 18	1	0,00 - 0,80	mS, fs, lg, u, vereinzelt Ziegelbruch (A)																		
	KRB 18	2	0,80 - 1,80	U, t', fs-, lg, o, lg, T, u (KI)		8,1	200	8,0	<0,005	26,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,042	<0,01	Z2	Z2	
	KRB 18	3	1,80 - 2,80	U, t', fs-, lg, o, lg, T, u (KI)																		
	KRB 18	4	2,80 - 4,00	U, t', fs-, lg, o, lg, T, u (KI)		7,9	370	9,0	<0,005	66,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,025	<0,01	Z2	Z1.1	
	KRB 19	1	0,00 - 0,80	fS, ms'', u' (A)		8,3	100	6,0	<0,005	5,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,032	<0,01	Z2	Z2	
	KRB 19	2	0,80 - 1,50	U, fs-, t' (A)																		
	KRB 19	3	1,50 - 2,60	U, t, fs'', o, Ziegelbruch (A oder KI)																		
	KRB 19	4	2,60 - 4,00	U, t', fs, fS-Lagen (KI)		8,1	230	9,0	<0,005	10,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,037	<0,01	Z2	Z0	
	KRB 20	1	0,00 - 1,20	mS, fs, u', Ziegelbruch, oben h, unten fs, u-, durchwurzelt (A)																		
	KRB 20	2	1,20 - 2,20	U, fs, t', lg. fS, u', o (A oder KI)		8,0	340	41,0	<0,005	29,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,052	<0,01	Z2	Z0	
	KRB 20	3	2,20 - 3,10	U, fs, t', lg. fS, u', o (A oder KI)		8,0	340	26,0	<0,005	35,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,017	<0,01	Z2	Z0	
	KRB 20	4	3,10 - 3,20	H (Moor)																		
	KRB 20	5	3,20 - 4,00	fS, u', wl. U, fs, t'																		
	KRB 21	1	0,00 - 1,00	U, fs, t', o, lg. Pflanzenreste (A oder KI)																		
	KRB 21	2	1,00 - 2,00	U, fs, t', o, lg. Pflanzenreste (A oder KI)		7,9	470	43,0	<0,005	54,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,045	<0,01	Z2	Z0	
	KRB 21	3	2,00 - 3,10	U, fs, t', o, lg. Pflanzenreste (A oder KI)																		
	KRB 21	4	3,10 - 3,20	H, u', Holzreste (Moor)																		
	KRB 21	5	3,20 - 4,00	fS, u', ms'		8,1	190	15,0	<0,005	18,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,026	<0,01	Z1.2	Z0	
	KRB 8A	1	0,15 - 0,80	U, fs, t', ms' (A)																		
	KRB 8A	2	0,80 - 1,50	U, fs, t', ms' (A)																		
	GWMS 01	1	0,00 - 1,30	U, fs, ms', vereinzelt Ziegelbruch (A)																		
	GWMS 01	2	1,30 - 1,90	U, fs, ms' (A)																	>Z2	>Z2
	GWMS 01	3	1,30 - 1,90	U, fs, ms' (A)																	>Z2	>Z2
	GWMS 01	4	1,90 - 2,90	Ziegelbruch (A)																	>Z2	>Z2
	GWMS 01	5	2,90 - 3,80	Ziegelbruch (A)																	>Z2	>Z2
	GWMS 01	6	3,80 - 4,20	U, fs, t', o (KI)		7,9	400	4,0	<0,005	83,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,062	<0,01	>Z2	>Z2	
	GWMS 01	7	4,20 - 5,30	U, fs, t', o (KI)																		Z0
	GWMS 01	8	5,30 - 7,30	fS, u'', sehr vereinzelt U-Lagen																	>Z2	>Z2
	GWMS 01	9	7,30 - 8,20	fS, u'', sehr vereinzelt U-Lagen																		Z0
	GWMS 01	10	8,20 - 10,20	fS, u', wl. U, fs																		Z0
	GWMS 01	11	10,20 - 12,20	fS, u', wl. U, fs																		
	GWMS 01	12	12,20 - 14,20	fS, u', wl. U, fs																		
	GWMS 01	13	14,20 - 16,20	fS, u', wl. U, fs																		
	GWMS 01	14	16,20 - 17,50	fS, u', wl. U, fs																		
	GWMS 01	15	17,50 - 20,00	U, t', fs'', vereinzelt fS-Lagen (KI)																		
	GWMS 01	Mischprobe 1	0,00 - 15,00			8,2	270	12,0	<0,005	28,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,020	<0,01	Z2	Z2	
	GWMS 01	Mischprobe 2	0,00 - 15,00																			
	GWMS 02	1	0,00 - 0,70	fS, ms', u', h, durchwurzelt (A)																		
	GWMS 02	2	0,70 - 1,50	U, fs'', t', o (KI)																		
	GWMS 02	3	1,50 - 2,20	U, fs'', t', o (KI)																		

Fläche	KRB/GWMS	Proben Nr.	Probe Tiefe [m]	Bodenart	Zuordnung	pH-Wert	Leitfähigkeit [µs/cm]	Chlorid [mg/l]	Cyanid, gesamt [mg/l]	Eluat										Zuordnung	Zuordnung ohne TOC, Cl, SO ₄ , LF
										Sulfat [mg/l]	Arsen [mg/l]	Blei [mg/l]	Cadmium [mg/l]	Chrom (gesamt) [mg/l]	Kupfer [mg/l]	Nickel [mg/l]	Quecksilber [mg/l]	Zink [mg/l]	Phenol-index [mg/l]		
				(neu) ⁹ Lehm/Schluff	Z 0 ⁹ / Z1.1	6,5-9,5	250	30	0,005	20	0,014	0,04	0,0015	0,0125	0,02	0,015	<0,0005	0,15	0,02		
					Z 1.2	6-12	1500	50	0,01	50	0,02	0,08	0,003	0,025	0,06	0,02	0,001	0,2	0,04		
					Z 2	5,5-12	2000	100 ²	0,02	200	0,06 ⁵	0,2	0,006	0,06	0,1	0,07	0,002	0,6	0,1		
	GWMS 02	4	2,20 - 2,90	fS, u																	
	GWMS 02	5	2,90 - 4,90	T, fs ^u , u, o, lg. fS, u (KI)																	
	GWMS 02	6	4,90 - 6,90	T, fs ^u , u, o, lg. fS, u (KI)																	
	GWMS 02	7	6,90 - 7,10	H (Moor)																	
	GWMS 02	8	7,10 - 9,00	T, fs, u, vereinzelt o (KI)																	
	GWMS 02	9	9,00 - 10,00	fS, u', wl. U, fs																	
	GWMS 02	10	10,00 - 12,00	fS, u', wl. U, fs																	
	GWMS 02	11	12,00 - 14,00	fS, u', wl. U, fs																	
	GWMS 02	12	14,00 - 17,00	fS, u', wl. U, fs																	
	GWMS 03	1	0,00 - 0,70	mS, fs, u', h, durchwurzelt + Ziegelbruch (A)																	
	GWMS 03	2	0,70 - 2,10	fS, u, wl. U, fs																	
	GWMS 03	3	2,10 - 4,80	fS, u, wl. U, fs																	
	GWMS 03	4	4,80 - 6,30	T, u, o, lg. H, fs' (KI)																	
	GWMS 03	5	6,30 - 8,30	fS, u, sehr feine Wechsellagerung U, fs																	
	GWMS 03	6	8,30 - 10,30	fS, u, sehr feine Wechsellagerung U, fs																	
	GWMS 03	7	10,30 - 12,40	fS, u, sehr feine Wechsellagerung U, fs																	
	GWMS 03	8	12,40 - 15,20	fS, u", sehr vereinzelt U-Lagen																	
	GWMS 03	9	15,20 - 17,20	fS, u", wl. U, fs																	
	GWMS 03	10	17,20 - 18,70	fS, u", wl. U, fs																	
	GWMS 03	11	18,70 - 20,00	T, fs ^u , u, o (KI)																	
	BKF-Düker 1607	BP 1				7,9	130	1,0	<0,005	4,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,033	<0,01	Z2	Z2
	BKF-Düker 1607	BP 2				8,1	130	4,0	<0,005	10,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	<0,01	<0,01	Z2	Z2
	BKF-Düker 2307	BP 1				8,1	77	1,0	<0,005	2,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	<0,01	<0,01	Z2	Z2
	BKF-Düker 2307	BP 2				7,9	81	2,0	<0,005	4,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,023	<0,01	Z1.2	Z0
	BKF-Düker 2307	BP 3				7,8	260	7,0	<0,005	76,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,017	<0,01	Z2	Z0
	BKF-Düker 1607	BP A	1,25 - 2,11			8,3	250	5,6	<0,005	25,3	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,063	<0,01	Z2	Z0
	BKF-Düker 1607	BP B	2,5 - 3,38			8,3	210	10,4	<0,005	5,6	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,025	<0,01	Z2	Z0
	BKF-Düker 2307	BP A	2,30; 2,57 - 3,17			7,9	120	5,8	<0,005	4,7	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,040	<0,01	Z1.1	Z0
	BKF-Düker 2307	BP B	3,63 - 4,47			7,9	190	7,0	<0,005	29,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,026	<0,01	Z1.2	Z0
	BKF-Düker 2007	BP A	1,25 - 2,25			7,9	170	3,0	<0,005	17,0	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,025	<0,01	Z2	Z0
	BKF-Düker 2007	BP B	2,5 - 3,4			8,1	380	3,0	<0,005	104	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0002	0,073	<0,01	Z2	Z0
	BKF-Düker 1807	Kr 1	1,25 - 2,25			8,1	240	27,0	<0,005	5,0	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,010	<0,010	<0,0002	0,034	<0,010	Z0	Z0
	BKF-Düker 1807	Kr 2	2,50 - 3,50			7,9	1.800	50,0	<0,005	720	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,010	<0,010	<0,0002	0,017	<0,010	>Z2	Z0
	BKF-Düker 1807	Kr 3	3,75 - 4,75			7,9	460	40,0	<0,005	79,0	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,010	<0,010	<0,0002	<0,010	<0,010	Z2	Z0
	BKF-Düker 1807	Kr 4	5,00 - 6,00			7,9	370	13,0	<0,005	85,0	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,010	<0,010	<0,0002	0,024	<0,010	Z2	Z0
Binnenhafen	KRB 22	1	0,0 - 0,70	fS, ms', g", h Mutterboden, durchwurzelt, oben vereinzelt Ziegelbruch																	
	KRB 22	2	0,70 - 1,50	U, t', fs', lagenweise fS, u, (KI)		8,2	180	1,0	<0,005	7,0	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,010	<0,010	<0,0002	0,057	<0,010	Z2	Z0
	KRB 22	3	1,50 - 2,20	U, t', fs', lagenweise fS, u, (KI)																	
	KRB 22	4	2,20 - 2,60	T																	
	KRB 22	5	2,60 - 3,50	U, t', fs', lagenweise o, (KI)																	
	KRB 22	6	3,50 - 4,50	U, t', fs', lagenweise o, (KI)																	
	KRB 22	7	4,50 - 5,00	fS, u, lagenweise U, o', fS																	
	KRB 23	1	00,0 - 0,80	fS, ms', g, vereinzelt Ziegelbruch (A)																	
	KRB 23	2	0,80 - 1,90	U, t', fs, o' (KI)		8,2	200	1,0	<0,005	4,5	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,010	<0,010	<0,0002	0,017	<0,010	Z2	Z0
	KRB 23	3	1,90 - 2,20	fS, u																	
	KRB 23	4	2,20 - 2,50	T																	
	KRB 23	5	2,50 - 3,50	U, t', o (KI)																	
	KRB 23	6	3,50 - 4,50	fS, u, lagenweise U, fs, o																	
	KRB 23	7	4,50 - 5,00	fS, u, lagenweise U, fs, o																	
	KRB 24	1	0,0 - 0,50	fS, ms', h, durchwurzelt (Mutterboden)		8,0	150	<1	<0,005	7,0	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,010	<0,010	<0,0002	0,032	<0,010	Z2	Z2
	KRB 24	2	0,50 - 1,10	fS, ms', g' (A)																	
	KRB 24	3	1,10 - 2,40	U, t', fs', o' (KI)																	
KRB 24	4	2,40 - 2,70	T																		
KRB 24	5	2,70 - 3,40	U, t', o (KI)																		
KRB 24	6	3,40 - 4,00	fS, u, lagenweise U, fs, o																		
KRB 24	7	4,00 - 5,00	fS, u, lagenweise U, fs, o																		

Fläche	KRB/GWMS	Proben Nr.	Probe Tiefe [m]	Bodenart	Zuordnung	pH-Wert	Eluat														Zuordnung Zuordnung ohne TOC, Cl, SO ₄ , LF
							Leitfähigkeit [µs/cm]	Chlorid [mg/l]	Cyanid, gesamt [mg/l]	Sulfat [mg/l]	Arsen [mg/l]	Blei [mg/l]	Cadmium [mg/l]	Chrom (gesamt) [mg/l]	Kupfer [mg/l]	Nickel [mg/l]	Quecksilber [mg/l]	Zink [mg/l]	Phenol-Index [mg/l]		
				(neu) ⁹ Lehm/ Schluff	Z 0 ⁹ / Z1.1	6,5-9,5	250	30	0,005	20	0,014	0,04	0,0015	0,0125	0,02	0,015	<0,0005	0,15	0,02		
					Z 1.2	6-12	1500	50	0,01	50	0,02	0,08	0,003	0,025	0,06	0,02	0,001	0,2	0,04		
					Z 2	5,5-12	2000	100 ²	0,02	200	0,06 ⁵	0,2	0,006	0,06	0,1	0,07	0,002	0,6	0,1		
	KRB 25	1	0,0 - 0,70	fS, ms', g, Ziegelbruch, Schlacke, Seilreste (A)																	
	KRB 25	2	0,70 - 1,00	mS, fs, gs', g' (A)		8,0	110	<1	<0,005	2,0	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,010	<0,010	<0,0002	0,034	<0,010	Z2	Z1.1
	KRB 25	3	1,00 - 2,10	U, t', fs', o' (KI)																	
	KRB 25	4	2,10 - 2,40	T																	
	KRB 25	5	2,40 - 3,60	U, t', fs', o' (KI)																	
	KRB 25	6	3,60 - 4,50	fS, u', lagenweise U, fs, o																	
	KRB 25	7	4,50 - 5,00	fS, u', lagenweise U, fs, o																	
Spülfeld	Boden	1	0,1-0,3			7,30	21	<1	<0,005	5,0	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,010	<0,010	<0,0002	0,028	<0,010	Z1.2	Z0
	Boden	2	0,1-0,3			8,30	150	1,0	<0,005	10,0	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,010	<0,010	<0,0002	<0,010	<0,010	Z2	Z0

Chemische Beschaffenheit des Grundwassers

Objekt: NOK-Schleuseninsel Brunsbüttel

Projekt Nr.: 43874212

Bewertungsgrundlagen

		GWMS 1		GWMS 2		GWMS 3		LAWA-Liste	
		18/06/08		18/06/08		18/06/08		PW	MSW
Probenahmedatum		18/06/08		18/06/08		18/06/08			
Trübung		klar		klar		klar			
Temperatur	°C	11,8		12,0		11,0			
Leitfähigkeit	µS/cm	3.230		6.070		5.830			
pH-Wert		6,8		6,6		6,7			
O2-Gehalt	mg/l	0,19		4,90		0,35			
Redoxpotential	mV	Sonde defekt		Sonde defekt		Sonde defekt			
DOC	mg/l	22		21		22			
Natrium	mg/l	540		1.400		1.100			
Kalium	mg/l	54		51		48			
Calcium	mg/l	85		320		280			
Magnesium	mg/l	110		220		180			
Eisen ges.	mg/l	11		27		30			
Mangan ges.	mg/l	0,41		4,9		1,9			
Ammonium	mg/l	51		18		12			
Nitrit	mg/l	<0,03		<0,03		<0,03			
Nitrat	mg/l	<1		<10,0**		22,8			
Phosphat (PO-4)	mg/l	18		6,0		9,0			
Chlorid	mg/l	589		2.530		1810			
Sulfat	mg/l	6,0		16,7		17,0			
Arsen	mg/l	<0,01		<0,01		<0,01		2-10	20-60
Blei	mg/l	<0,01		<0,01		<0,01		10-40	80-200
Cadmium	mg/l	<0,001		0,002		0,002		1-5	10-20
Chrom gesamt	mg/l	<0,01		<0,01		<0,01		10-50	100-250
Kupfer	mg/l	<0,01		<0,01		<0,01		20-50	100-250
Nickel	mg/l	<0,01		<0,01		<0,01		15-50	100-250
Quecksilber	mg/l	<0,001		<0,001		<0,001		0,5-1	2-5
Zink	mg/l	<0,01		0,03		<0,01		100-300	500-2.000
Phenol-Index	mg/l	<0,01		<0,01		<0,01		10-20	30-100
KW-Index	mg/l	<0,1		<0,1		<0,1			
Benzol	µg/l	<1		<1		<1		1-3	5-10
Toluol	µg/l	<1		<1		<1			
Ethylbenzol	µg/l	<1		<1		<1			
o-Xylol	µg/l	<1		<1		<1			
m- und p-Xylol	µg/l	<1		<1		<1			
Isopropylbenzol (Cumol)	µg/l	<1		<1		<1			
1,2,3-Trimethylbenzol	µg/l	<1		<1		<1			
1,2,4-Trimethylbenzol	µg/l	<1		<1		<1			
1,3,5-Trimethylbenzol	µg/l	<1		<1		<1			
Styrol	µg/l	<1		<1		<1			
BTEX ges.	µg/l	<5		<5		<5		10-30	50-120
Dichlormethan	µg/l	<1		<1		<1			
trans-1,2-Dichlorethen	µg/l	<1		<1		<1			
cis-1,2-Dichlorethen	µg/l	<1		<1		<1			
Trichlormethan	µg/l	<1		<1		<1			
1,2-Dichlorethan	µg/l	<1		<1		<1			
1,1,1-Trichlorethan	µg/l	<1		<1		<1			
1,1,2-Trichlorethan	µg/l	<1		<1		<1			
Tetrachlormethan	µg/l	<1		<1		<1			
Trichlorethen	µg/l	<1		<1		<1			
Tetrachlorethen	µg/l	<1		<1		<1			
1,1-Dichlorethan	µg/l	<1		<1		<1			
1,1-Dichlorethen	µg/l	<1		<1		<1			
Vinylchlorid/Chlorethen	µg/l	<1		<1		<1			
Summe LHKW	µg/l	<13		<13		<13		2-10	20-50
Naphthalin	µg/l	0,067		<0,02		<0,02		1-2	4-10
Acenaphthylen	µg/l	<0,2		<0,2		<0,2			
Acenaphthen	µg/l	0,064		<0,02		<0,02			
Fluoren	µg/l	<0,02		<0,02		<0,02			
Phenanthren	µg/l	0,025		<0,02		<0,02			
Anthracen	µg/l	<0,02		<0,02		<0,02			
Fluoranthren	µg/l	0,053		<0,02		<0,02			
Pyren	µg/l	0,024		<0,02		<0,02			
Benzo[a]anthracen	µg/l	<0,02		<0,02		<0,02			
Chrysen	µg/l	<0,02		<0,02		<0,02			
Benzo[b]fluoranthren	µg/l	<0,02		<0,02		<0,02			
Benzo[k]fluoranthren	µg/l	<0,02		<0,02		<0,02			
Benzo[a]pyren	µg/l	<0,02		<0,02		<0,02			
Dibenz[ah]anthracen	µg/l	<0,02		<0,02		<0,02			
Benzo[ghi]perylen	µg/l	<0,02		<0,02		<0,02			
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/l	<0,02		<0,02		<0,02			
Summe PAK nach EPA ohne Naphtalin*	µg/l	0,16		<0,5		<0,5		0,1-0,2 *	0,4-2

* Werte nur für Summe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe ohne Naphtalin

KRB/GWMS	Proben Nr.	Probe Tiefe [m]	Schichtmächtigkeit [m]	Teilfläche [m²]	Zuordnung nach LAGA	Kontaminiertes Volumen nach LAGA [m³] Z1,2	Kontaminiertes Volumen nach LAGA [m³] Z2	Kontaminiertes Volumen nach LAGA [m³] Z>2	Zuordnung ohne TOC, Cl, SO4, LF	Kontaminiertes Volumen [m³] Z1	Kontaminiertes Volumen [m³] Z2	Kontaminiertes Volumen [m³] >Z2	Grenzwertüberschreitende Parameter (ohne TOC, Cl, SO4 und LF)	
Bereich Ost														
KRB 1	4	1,70 - 2,70	1,00	513	Z2		513		Z1.1	513			As (16 mg/kg)	
KRB 2	1	0,00 - 0,70	0,70	1.781	Z2		1.247		Z2		1.247		Pb (450 mg/kg), PAK (4,70 mg/kg)	
KRB 3	1	0,00 - 1,50	1,50	890	Z2		1.335		Z2		1.335		PAK (20,44 mg/kg), Benzo(a)pyren (1,4 mg/kg)	
KRB 3	2	1,50 - 2,50	1,00	890	Z2		890		Z2		890		PAK (6,17 mg/kg), Benzo(a)pyren (0,5 mg/kg)	
KRB 4	3	1,50 - 2,20	0,70	1.985	> Z2			1.390	> Z2			1.390	KW-Index (460 mg/kg), KW-mobil (420 mg/kg), PAK (57,40 mg/kg), Benzo(a)pyren (0,80 mg/kg)	
KRB 4	5	2,20 - 2,90	0,70	1.985	Z2			1.390	Z2			1.390	PAK (14,80 mg/kg), Benzo(a)pyren (1,40 mg/kg)	
KRB 5	3	2,20 - 3,00	0,80	2.260	Z2			1.808	Z2			1.808	PAK (14,80 mg/kg), Benzo(a)pyren (1,40 mg/kg)	
KRB 6	1	0,00 - 1,30	1,30	818	Z2			1.063	Z2			1.063	Pb (89 mg/kg), PAK (6,21 mg/kg), Benzo(a)pyren (0,60 mg/kg)	
KRB 6	2	1,30 - 2,70	1,40	818	> Z2			1.145	Z2			1.145	PAK (23,99 mg/kg), Benzo(a)pyren (2,20 mg/kg)	
KRB 7	1	0,00 - 1,20	1,20	798	Z2			958	Z2			958	KW-Index (150 mg/kg), KW-mobil (910 mg/kg), PAK (3,30 mg/kg)	
GWMS 01	3	1,30 - 1,90	0,60	789	>Z2			473	>Z2			473	KW-Index (4.800 mg/kg), KW-mobil (4.400 mg/kg), PAK (118 mg/kg), Benzo(a)pyren (1,8 mg/kg)	
GWMS 01	4	1,90 - 2,90	1,00	789	>Z2			789	>Z2			789	KW-Index (2.000 mg/kg), KW-mobil (1.800 mg/kg), PAK (44,40 mg/kg), Benzo(a)pyren (0,60 mg/kg)	
GWMS 01	5	2,90 - 3,80	0,90	789	>Z2			710	>Z2			710	KW-Index (1.900 mg/kg), KW-mobil (1.800 mg/kg), PAK (44,80 mg/kg), Benzo(a)pyren (0,40 mg/kg)	
GWMS 01	6	3,80 - 4,20	0,40	789	>Z2			316	>Z2			316	KW-Index (420 mg/kg), KW-mobil (360 mg/kg), PAK (105,30 mg/kg), Benzo(a)pyren (6,9 mg/kg)	
GWMS 01	8	5,30 - 7,30	2,00	789	>Z2			1.578	>Z2			1.578	PAK (42,27 mg/kg), Benzo(a)pyren (0,80 mg/kg)	
KRB 8	1	0,15 - 0,90	0,85	1.177	Z2			1.000	Z1.1	1.000			Pb (100 mg/kg)	
KRB 8	3	0,90 - 1,50	0,60	1.177	Z2			706	Z2			706	KW-Index (600 mg/kg), KW-mobil (470 mg/kg), PAK (26,80 mg/kg), Benzo(a)pyren (0,8 mg/kg)	
KRB 8	4	1,50 - 3,00	1,50	1.177	Z2			1.766	Z2			1.766	PAK (3,26 mg/kg)	
KRB 9	1	0,00 - 0,70	0,70	1.639	> Z2			1.147	> Z2			1.147	Pb (790 mg/kg), Cd (2,8 mg/kg), Cu (180 mg/kg), Zn (250 mg/kg), KW-Index (120 mg/kg), PAK (26,10 mg/kg), Benzo(a)pyren (2,3 mg/kg), Cu (0,023 mg/l)	
Bereich West														
KRB 10	1	0,00 - 0,70	0,70	1.385	Z2			970	Z2			970	PAK (14,10 mg/kg), Benzo(a)pyren (1,2 mg/kg)	
KRB 11	7	4,40 - 5,40	1,00	11.835	Z2			11.835	Z1.1	11.835			As (21 mg/kg)	
KRB 13	2	0,30 - 0,80	0,50	3.373	Z2			1.687	Z2			1.687	PAK (3,42 mg/kg)	
KRB 14	1	0,00 - 1,00	1,00	5.498	Z2			5.498	Z2			5.498	Cd (1,2 mg/kg), PAK (17,74 mg/kg), Benzo(a)pyren (1,2 mg/kg)	
KRB 16	1	0,00 - 1,00	1,00	2.035	Z2			2.035	Z1.2	2.035			pH-Wert (10,2)	
KRB 16	2	1,00 - 2,00	1,00	2.035	Z1.2	2.035			Z1.2	2.035			pH-Wert (11,9)	
KRB 18	2	0,80 - 1,80	1,00	8.198	Z2			8.198	Z2			8.198	PAK (7,30 mg/kg), Benzo(a)pyren (0,5 mg/kg)	
KRB 18	4	2,80 - 4,00	1,20	8.198	Z2			9.838	Z1.1	9.838			As (17 mg/kg)	
KRB 19	1	0,00 - 0,80	0,80	8.187	Z2			6.550	Z2			6.550	PAK (3,29 mg/kg)	
KRB 24	1	0,0 - 0,50	0,50		Z2				Z2				PAK (3,16 mg/kg)	
Summe						2.035	59.285	7.548		27.256	35.209	6.403		
gesamt Summe						68.868 [m³]								

s.o.: Die Fläche 7 beinhaltet die Bohrungen KRB 7 und GWMS 1