

Gefährdungsabschätzung  
der Altablagerung  
„Grauer Wall Ostflanke“  
in Bremerhaven

**August 2010**

**Auftraggeber:**

**Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft mbH**

***Dr. Pirwitz Umweltberatung***



**Büro Oyten**

Clüverdamm 54 \* 28 876 Oyten  
Tel.: 04207 - 33 41 \* Fax 04207 - 33 42

**Büro Bremen**

Hastedter Heerstraße 76 \* 28 207 Bremen  
Tel.: 0421 - 43 41 556 \* Fax: 0421 - 43 41 557



<b>0.1 Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
<b>1.</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Vorgehensweise und durchgeführte Untersuchungen .....</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>Standortbeschreibung.....</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>Historie der Deponie „Grauer Wall“ und der Ablagerungsvorgänge an ihrer Ostflanke .....</b>	<b>3</b>
<b>5.</b>	<b>Hydrogeologisches Umfeld der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ .....</b>	<b>5</b>
<b>6.</b>	<b>Geologische und hydrogeologische Detailbetrachtung der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ .....</b>	<b>8</b>
6.1	Aufbau und Lagerung des Abfallkörpers .....	8
6.2	Die geologische Barriere an der Basis der Altablagerung.....	9
6.3	Schichtenaufbau des Grundwasserleiters .....	10
6.4	Das Stauwasserverhalten und Aussagen zum Wasserhaushalt der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ .....	10
<b>7.</b>	<b>Ergebnisse der stichpunktartig vorgenommenen chemischen Stauwasseruntersuchungen .....</b>	<b>14</b>
<b>8.</b>	<b>Ergebnisse der bisherigen Grundwasseruntersuchungen im Umfeld der Deponie „Grauer Wall“ .....</b>	<b>17</b>



<b>9.</b>	<b>Gefährdungsabschätzung.....</b>	<b>19</b>
9.1	Gefährdungspfad „Abfallkörper—Sickerwasser→Grundwasser“ .....	20
<b>10.</b>	<b>Zusammenfassende Bewertung und Empfehlung.....</b>	<b>23</b>
<b>11.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>25</b>



## **0.2 Anlagenverzeichnis**

- Anlage 1:           Übersichtsplan**
- Anlage 2:           Lageplan der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“**
- Anlage 3:           Historische Karten und Luftbilder**
- Anlage 3.1:         Projektion der Deponie und der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ auf die Topographische Karte 1892**
- Anlage 3.2:         Luftbild 1961**
- Anlage 3.3:         Luftbild 1971**
- Anlage 3.4:         Luftbild 1981**
- Anlage 4:           Lage der Schnittführungen und der Bohrungen auf den Schnittlinien**
- Anlage 4.1:         Ausbau der Schichtenwasserpegel**
- Anlage 4.2.1:       Profilschnitt A**
- Anlage 4.2.2:       Profilschnitt B**
- Anlage 4.2.3:       Profilschnitt C**
- Anlage 4.2.4:       Profilschnitt D**
- Anlage 4.2.5:       Profilschnitt E**
- Anlage 4.2.6:       Profilschnitt F**
- Anlage 4.2.7:       Profilschnitt G**
- Anlage 4.2.8:       Profilschnitt H**
- Anlage 5:           Lage der Stauwasser- und Grundwasserbrunnen**
- Anlage 5.1:         Stichtagsmessungen**
- Anlage 5.2:         Grundwassergleichenplan von 03.06.2010**
- Anlage 5.3:         Ganglinien der Stauwasserpegel**
- Anlage 6.1:         Analysen der Stauwasserproben**
- Anlage 6.2:         Stoffkonzentrationen der Grundwasserproben**
- Anlage 6.3:         Analysen der gefaßten Sickerwässer**



## 1. Einleitung

Die Ostflanke der Deponie „Grauer Wall“ im Bremerhaven-Speckenbüttel wird seit mehr als 30 Jahren nicht mehr mit Abfällen beschickt (s. Anlage 1). Die Abfallstoffe der sehr steil ausgebildeten Ostflanke der Deponie wurden nach der Abfallbeschickung im Rahmen der Rekultivierung dieses Altteils mit einer Mutterbodenschicht abgedeckt. Der Hang wurde dicht mit Laubbäumen bewaldet.

Dieser Altteil der Deponie wird auch zukünftig nicht mehr zur Aufbringung von Abfällen genutzt und soll, als Altablagerung eingestuft, einer Gefährdungsabschätzung unterzogen werden (s. Anlage 2).

Für den westlich angrenzenden Deponiekörper „Grauer Wall“ wird derzeit eine Änderung der Planfeststellung beantragt. In diesen Planunterlagen wird die Restverfüllung, Profilierung, Deponiesicherung und –nachsorge dieser Deponie aktualisiert. Die vorliegende Gefährdungsabschätzung für die Altablagerung Grauer Wall Ostflanke bezieht diese Planungen nur soweit ein, wie eine direkte Beeinflussung der von der Altablagerung ausgehenden Gefährdungen des Allgemeinwohles durch den Weiterbetrieb und die Nachsorge der Deponie „Grauer Wall“ gegeben ist.

Die Gefährdungsabschätzung der Altablagerung Grauer Wall Ostflanke wurde der Dr. Pirwitz Umweltberatung auf der Grundlage eines Angebotes vom Juni 2009 durch die BEG Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft in Auftrag gegeben. Die Ergebnisse dieser Gefährdungsabschätzung liegen hiermit vor.

## 2. Vorgehensweise und durchgeführte Untersuchungen

Die Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ wird von dem dicht bewaldeten, sehr steilen Abhang der Deponie zwischen der Nord-Süd verlaufenden Deponiestraße im Westen und dem ca. 15 m tiefer gelegenen Deponieringgraben im Osten gebildet. Technische Untersuchungen müssen die für Erkundungsgerätschaften schwer zugängliche Geländesituation berücksichtigen. Daher konzentrieren sich die



Untergrunduntersuchungen auf die Auswertung der bereits vorliegenden Ergebnisse von Boden- und Grundwasseruntersuchungen, die entlang des Ringgrabens an der Ostgrenze der Deponie „Grauer Wall“ durchgeführt wurden. Zusätzlich wurden im Rahmen vorliegender Untersuchungen neue Brunnen entlang der Deponiestraße am Westrand der Bewertungsfläche erstellt. In dieser Brunnengalerie aus 4 Stauwasserbrunnen wurden ergänzende Daten zum Stauwasserverhalten und dessen Chemismus erhoben.

Um über die Filterstrecken der Brunnen keine vertikalen Wegsamkeiten zum Grundwasserleiter zu schaffen, wurden die Brunnen nur bis zu der Tiefe einer wassergeringleitenden Auffüllung aus bindigen Bodenarten niedergebracht, die entlang der Westgrenze der Altablagerung großflächig an der Basis der Altablagerung angetroffen wurde.

Neben einer 2-maligen Beprobung und chemischen Grundwasseruntersuchung der 4 Brunnen am Westrand der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ wurden an 3 Brunnen die Ganglinien des Deponiewasserspiegels mittels Datenlogger erfasst und den Niederschlagsdaten für Bremerhaven gegenübergestellt.

Um die Stauwasserstandsmessungen in der Altablagerung mit den Stauwasserständen der noch betriebenen Deponie Grauer Wall und den Grundwasserständen unter der geologischen Barriere der Deponie in Beziehung setzen zu können, wurden 3 Stichtagsmessungen durchgeführt.

Für die Gefährdungsabschätzung wurden neben den aktuellen Untersuchungsergebnissen auch die in der Vergangenheit erhobenen chemischen und hydraulischen Kenndaten der Deponiewässer, des Ringgrabens („Fangegraben“) und der Grundwassermessstellen berücksichtigt.



### 3. Standortbeschreibung

Die Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ bildet einen 680 m langen und 30-40 m schmalen Streifen am Osthang des Altteils der Deponie „Grauer Wall“. Sie umfasst eine Fläche von ca. 22.000 m<sup>2</sup> (s. Anlage 2).

Entlang der Westgrenze der Altablagerung verläuft eine hangparallele Deponiestraße, die im Süden der Altablagerung von einem Höhengniveau von 5 m NN gleichmäßig auf ca. 14 m NN ansteigt, auf einer Länge ca. 400 m auf diesem Höhengniveau verbleibt und im Norden wieder relativ steil auf 3 m NN abfällt.

Die Ostgrenze der Altablagerung bildet eine Deponiestraße entlang des Fußes des als Hügeldeponie angelegten Abfallkörpers. Diese Deponiestraße verläuft auf einem Höhengniveau von ca. 2,0 m NN. Am Ostrand dieser Straße verläuft der „Fangegraben“, der die Deponie „Grauer Wall“ als Ringgraben umgibt und den Oberflächenabfluss und die am Fuß des Deponiekörpers austretenden Deponiesickerwässer fasst und in die Kanalisation ableitet. Dieser Fangegraben nimmt auch den Oberflächenabfluss und die Stauwasseraustritte am Fuß der hier untersuchten Altablagerung auf.

Die Altablagerungsfläche weist ein sehr steiles Gefälle zwischen 1 : 2 und 1 : 3 auf. Dieser steile Abhang ist dicht mit Laubbäumen bewaldet.

### 4. Historie der Deponie „Grauer Wall“ und der Ablagerungsvorgänge an ihrer Ostflanke

Die westlich des Stadtparks Speckenbüttel gelegene Deponie „Grauer Wall“ wurde, wie mehrere alte Deponien Bremerhavens, im Übergangsbereich von der östlich gelegenen Geest zum Marschenland im Westen angelegt (s. Anlage 3.1).

In der Deponie „Grauer Wall“ werden seit Ende der 50iger Jahre des vergangenen Jahrhunderts Abfälle deponiert (s. Luftbilder der Anlagen 3.2, 3.3 und 3.4). Bis in die 70iger Jahre wurden vorrangig Hausmüll, Boden und Bauschutt, untergeordnet auch Gewerbeabfälle auf der Deponie abgelagert. Ab Mitte der 70iger Jahren wurden



zunehmend Rückstände der in Bremerhaven aufgenommenen Müllverbrennung, vorrangig E-Filterstäube und Pressschlämme, untergeordnet auch MVA-Schlacken aus der Müllverbrennungsanlage deponiert. In dieser Zeit war die Verfüllung der hier im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung zu bewertenden Ostflanke der Deponie Grauer Wall bereits abgeschlossen (s. Anlage 3.4).

Der Abfallkörper wurde ohne künstliche Aufbereitung des Untergrundes oder Einrichtungen von Drainsystemen auf den gewachsenen, sehr gering wasserleitenden Kleiboden aufgesetzt. Das sich im Deponiekörper über dem Klei einstauende Sickerwasser tritt stellenweise am Fuß des Abfallkörpers aus und wird bis heute in einem die Deponie umgebenden Ringgraben gefasst und in die Kanalisation abgeleitet.

Die Deponie wurde 1983 planfestgestellt. Zu diesem Zeitpunkt war die Auffüllung der hier betrachteten Ostflanke der Deponie bereits abgeschlossen und der Abfallkörper, wie auf dem Luftbild von 1981 erkennbar, bewachsen. Der Verfüllungszeitraum der Ostflanke liegt nach einer Luftbildauswertung zwischen 1960 (Südteil der Ostflanke) und Ende der 70iger Jahre (Vergl. Anlage 3.2 und Anlage 3.4). Demnach wurden an der Ostflanke nur untergeordnet Abfälle aus der erst 1975 in Betrieb genommenen Müllverbrennungsanlage abgelagert. Diese chlorid- und sulfatreichen Abfälle sind aber in hohen Anteilen am Deponiekörper westlich der hier betrachteten Ostflanke eingelagert.

1987 wurden vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung geeignete Standorte für die Deponierung der stark schwermetallbelasteten E-Filterstäube und Pressschlämme der Müllverbrennungsanlage erkundet. In diesen Untersuchungen erwies sich die westlich an den damaligen Deponiekörper angrenzende Fläche aus hydrogeologischer Sicht als sehr geeignet (3). Der Untergrund dieser Fläche weist nach dem Gutachten dieses Amtes eine Vielzahl natürlicher geologischer Barrieren zum unterlagernden Grundwasserleiter auf. 1990 erfolgte eine Änderung und Ergänzung des Planfeststellungsbeschlusses von 1983. Im Jahr 2001 wurde im Westen des „Altkörpers“ der 1. Bauabschnitt der genehmigten „Neudeponie“ fertig gestellt.



Im März 2010 wurde die von der BEG dem Büro Umtec beauftragte Genehmigungsplanung zur Änderung der Planfeststellung der Deponie Grauer Wall vorgelegt. In diesen Planungen erfolgt eine Abfallprofilierung bis an die Ostflanke der Deponie heran. Die als Altablagerung geführte Ostflanke des Grauen Walls wird in dieser Genehmigungsplanung als bewaldete Fläche erhalten.

## **5. Hydrogeologisches Umfeld der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“**

Die hydrogeologische Situation der Deponie „Grauer Wall“ und deren hier zu bewertenden Ostflanke wird durch die Lage am Ostrand der Wesermarsch im Übergangsbereich zur Geest bestimmt. Sie wird flächendeckend von den jungen Kleiablagerungen des Marschenlandes unterlagert, die in der Marsch als schützende Deckschicht den Grundwasserleiter überlagert (s. z.B. Profilschnitt D-D', Schnilltage Anlage 4, Schnittbild Anlage 4.2.4).

Unter dem westlich an die Altablagerung angrenzenden Teil der Deponie ist diese Deckschicht noch bis zu 20 m mächtig. Sie dünnt jedoch am Ostrand der Deponie gegen den Geesthang stark aus und erreicht östlich der Altablagerung entlang der Neuen Aue stellenweise nur noch eine Schichtstärke um 2,0 m, im südöstlichen Abschnitt der Deponie sogar nur ca. 1,0 m (s. Schnitt A-A' in Anlage 4.2.1).

Die ausdünnenden holozänen Deckschichten des Grundwasserleiters werden hier jedoch durch ebenfalls wassergeringleitende, tonig ausgebildete glaziale Geschiebelehme und -mergel ersetzt, die im Südosten der Deponie in einer Schichtstärke von bis zu 10 m den Grundwasserleiter schützend überdecken.

Die eiszeitlichen Ablagerungen der Geest zeigen einen wesentlich unruhigeren Schichtenaufbau als die jungen Marschensedimente. Als typischer Schichtenaufbau der östlich des Grauen Walls gelegenen Geest wird in vorangegangenen Gutachten ein 2-10 m schichtstarker saaleiszeitlicher Geschiebelehm beschrieben, der als wassergeringleitende Deckschicht den oberen Geestgrundwasserleiter aus



mittelsandigen Feinsanden abdeckt. Diese 5-20 m mächtigen Sande werden von tonig-schluffig ausgebildeten Lauenburger Schichten unterlagert.

Der Geschiebelehm kann sowohl lateral als auch vertikal in sandige Horizonte übergehen. Ursache sind neben primär uneinheitlichen Ablagerungsbedingungen oft glazialtektonische Überprägungen des Untergrundes, die zu schlierigen Sandeinschaltungen in dem Geschiebelehm führen. Die vollständige Schichtstärke des Geschiebelehms ist nur in wenigen Bohrungen erschlossen. Unter der hier zu bewertenden Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ scheinen zwei Geschiebelehmhorizonte, durch einen Sandhorizont getrennt, übereinander zu lagern. Durch diese lokal in den Lehm eingeschalteten sandigen Bodenarten ist die Barrierewirkung des Geschiebelehms unter dem Abfallkörper trotz der nachweislich geringen Durchlässigkeitsbeiwerte des z.T. stark tonigen Lehms (Kf-Wert um  $10^{-9}$  m/s) etwas geringer einzuschätzen als die des Kleibodens.

Im Marschenland westlich der Geest bilden die unter dem Klei lagernden Terrassensande der Weser den oberen Grundwasserleiter. Dieser Grundwasserleiter zeigt jedoch, abgesehen von einer lokal nachgewiesenen Sandrinne, eine geringe Schichtstärke von wenigen Metern. Im Untergrund des Südteils der Deponie sind die Wesersande als oberer Grundwasserleiter in einer holozänen Rinne abgelagert (s. Profil VII des NLFB der Anlage 4.2.5). Außerhalb der Rinne sind die Wesersande zwischen dem Klei und dem Geschiebelehm stellenweise gar nicht vorhanden und wasserführende Schichten fehlen im Tiefenabschnitt bis 20 m unter Gelände. Der junge Klei sitzt hier direkt auf den eiszeitlichen Ablagerungen der tief abgetauchten Geestoberfläche auf.

Die großräumige Grundwasserfließrichtung ist von der östlich der Deponie „Grauer Wall“ gelegenen Geest nach Westen auf die Weser als Vorfluter gerichtet. Das Grundwasserfließgefälle ist am Böschungsrand von der Geest zur Wesermarsch relativ groß. In der Wesermarsch zeigt das Grundwasser bei sehr geringem Gefälle zur Weser eine geringe Fließbewegung von  $< 1$  cm/d.



Auf der Karte B der „Grundwasser- und Geotechnischen Planungskarte Bremerhaven“ (6) ist im Bereich der Deponie „Grauer Wall“ eine Grundwassersenke dargestellt (s. Anlage 1). Das Ingenieurbüro Umtec vermutet, dass diese Grundwassersenke auf die Entwässerung des Grundwasserleiters durch den Einschnitt der östlich der Deponie verlaufenden Neue Aue in den Aquifer verursacht wird (8). Zudem ist auch für den östlich der Neue Aue gelegenen Speckenbüttler Bootsteich eine Anbindung an den Grundwasserleiter nachgewiesen (5). Bei einem in diesen Teich eingestellten Wasserstand von ca. 0,35 m NN entwässert auch der Teich zumindest zeitweise den Grundwasserleiter (s. Gleichen der Anlage 5.2).

Durch die östlich der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ nachgewiesenen Grundwasserabsenkungen kehrt sich der Grundwasserabstrom im Deponiebereich in östliche Richtung auf die Neue Aue als Vorfluter um.

Die Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ liegt im Verzahnungsbereich der von der Geest abströmenden salzarmen Grundwässer zu den salzigen Grundwässern des Marschenlandes (s. Anlage 1).

Die Grundwasserfließverhältnisse sind im Übergangsbereich von der Geest zur Wesermarsch sehr komplex, da hier zwei unterschiedliche Aquifere mit unterschiedlicher Körnung und Schichtstärke aneinandergrenzen. Im Übergangsbereich von der Geest zur Marsch bilden zudem die am Geesthang abgeglittenen Geschiebelehmfließenden Fließhindernisse zwischen den feinkörnigeren Sanden des Geestgrundwasserleiters und den gröberen Wesersanden des Grundwasserleiters der Wesermarsch. Die bis an den Geesthang angelagerten Kleideckschichten engen den Durchströmungsquerschnitt des unterlagernden oberen Grundwasserleiters der Marsch (pleistozäne Wesersande) im Bereich der Deponie Grauer Wall stark ein und behindern den Grundwasserabfluss in den oberflächennahen Geestsanden in Richtung Wesermarsch. Die Brunnen westlich und östlich der Deponie sind demnach in zwei unterschiedlichen Grundwasserleitern mit eingeschränktem hydraulischen Kontakt verfiltert (s. Schnitt der Anlage 4.2.4). Eine detailliertere Interpretation der Grundwasserfließdynamik im Übergangsbereich Geest/Wesermarsch anhand des



bestehenden sehr weitmaschigen Messstellennetzes ist daher mit Unsicherheiten behaftet.

## **6. Geologische und hydrogeologische Detailbetrachtung der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“**

### **6.1 Aufbau und Lagerung des Abfallkörpers**

Die Abfallstoffe der Altablagerung wurden auf den gewachsenen Kleiboden aufgesetzt und nach Abschluss des Auffüllungsvorgangs Ende der 70iger Jahre mit einer Rekultivierungsschicht aus Mutterboden abgedeckt und anschließend mit Laubbäumen bepflanzt.

Die Schichtstärke des Abfallkörpers der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ liegt unter der Deponiestraße entlang der Westgrenze der Altablagerung bei ca. 15 m (Höheniveau der Deponiestraße max. 15 m NN, Altablagerungssohle nach Setzung ca. 0 m NN) und keilt zum östlich gelegenen Fangegraben an der Altablagerungsgrenze gegen 0 m aus.

Der Abfallkörper besteht im tieferen Abschnitt aus einem heterogenen Gemisch aus unterschiedlichsten Abfallstoffen. In den drei Brunnenbohrungen B 5, SW 2 und SW 3 an der Ostgrenze der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ wurden in den unteren Schichten des Abfallkörpers hohe Anteile gering wasserwegsamere Boden-/Fremdstoffgemische mit hohen Organikgehalten erbohrt (Lage der Messtellen s. Anlage 4, Schichtenverzeichnisse und Ausbau Anlage 4.1) . Diese Hochlage aus bindigem Abfallmaterial wird nur von einem geringmächtigen Schichtenwasserhorizont überstaut und wirkt vermutlich als Fließhindernis zwischen den Stauwässern der hier zu bewertenden Altablagerung und den Sickerwässern des westlich gelegenen Deponiekörpers (s. Schnitt C-C' entlang der Brunnenstrasse in Anlage 4.2.3).

In der Bohrung SW 1 wurden hingegen gut wasserleitende Abfallkörnungen über das gesamte Bohrprofil des Abfallkörpers angetroffen.



In den oberen Metern des Abfallkörpers dominiert eine sehr grobe Bauschutt-auffüllung mit geringen Feinkornanteilen. Diese Bauschutt-auffüllung ist wasser-ungesättigt.

Der Abfallkörper wurde im Zuge der Rekultivierung der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ mit einer 0,3 bis 0,5 m starken Mutterbodenschicht abgedeckt.

## 6.2 Die geologische Barriere an der Basis der Altablagerung

Die z.T. torfige Kleibarriere an der Basis der Deponie „Grauer Wall“ dünnt von > 10 m Schichtstärke im Zentralbereich der Deponie nach Osten zur Geest hin stark aus, ist aber flächendeckend unter der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ nachgewiesen.

Der am Ostrand der Altablagerung auf eine Schichtstärke von ca. 2,0 m, am Südostrand sogar auf ca. 1,0 m ausdünnende z.T. torfige Klei (s. Schnitt B-B' der Anlage 4.2.2) wird hier jedoch von einem ebenfalls gering wasserleitenden eiszeitlichen Geschiebelehm/-mergel unterlagert, der als zusätzlicher Barrierehorizont wirkt. Dieser Geschiebelehm/-mergel weist im südlichen Verlauf des Profilschnittes Schichtstärken von ca. 10 m auf. Klei und Geschiebelehm bilden als Summe unter der Altablagerung eine Schichtstärke von meist deutlich über 5 m. In einem kleinräumigen Areal nördlich des Beobachtungsbrunnen GWMS 5 wurde jedoch eine Kleimächtigkeit um 2 m ohne zusätzliche Geschiebelehmunterlagerung erbohrt.

Der Klei zeigt als marines Sediment hohe organische Anteile und ist zudem durch Schalenanteile verschiedenster Meeresorganismen stark kalkig ausgebildet. Im Klei wurden vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung Kf-Werte zwischen  $10^{-9}$  und  $10^{-11}$  m/s ermittelt (s Profil VII des NLFb in Anlage 4.2.5).

Die tonig schluffigen Kleiablagerungen verzahnen sich in Nähe zum Geestrand mit torfigen Einschaltungen. Diese Torfe zeigen als Niedermoortorfe neutrale pH-Werte. Die Kf-Werte des Niedermoortorfes liegen bei ca.  $10^{-8}$  m/s. Für die Bewertung möglicher vertikaler Schadstofftransporte durch die Basisschichten der Altablagerung



ist neben der Wasserdurchlässigkeit auch die Adsorptionseigenschaft der hohen Organikanteile bedeutsam (s.u.).

Der Geschiebelehm/-mergel zeichnet sich nach Untersuchungen des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung zumindest in den obersten Lagen durch sehr geringe Wasserdurchlässigkeiten aus (Kf-Werte um  $10^{-10}$  m/s). Aufgrund der schlierenartigen Einschaltungen von Sanden (starke Schichtenüberprägung durch Glazialtektonik) ist der Geschiebelehm nach unserer Einschätzung nicht über den gesamten Sedimentkörper mit einer derart geringen Durchlässigkeit zu bewerten. Da diese Sandeinlagerungen aber i.d.R. isolierte Linsen bilden, die mit dem umgebenden Grundwasserleiter in stark gemindertem hydraulischen Austausch stehen, stellt der Geschiebelehm zumindest eine zusätzlich wirksame geologische Barriere unter der Altablagerung Grauer Wall Ostflanke dar.

### **6.3 Schichtenaufbau des Grundwasserleiters**

Der Grundwasserleiter unter der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ besteht vermutlich aus Sanden der Geest, die in den Sondierungen und Brunnenbohrungen am Ostrand der Altablagerung erschlossen wurden. Diese Feinsande werden in der Nordhälfte der Altablagerung von einem Geschiebelehmhorizont unterlagert. Im Südteil ist die Sandbasis nicht erschlossen (s. Schnitt B-B' der Anlage 4.2.2).

Die grobkörnigeren Wesersande der Marsch reichen vermutlich nicht bis unter die Altablagerung nach Osten (s. Schnitt D-D' der Anlage 4.2.4).

### **6.4 Das Stauwasserverhalten und Aussagen zum Wasserhaushalt der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“**

Die Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ wurde, wie der westlich angrenzende Teil der Deponie, direkt auf die tonig-schluffigen, lagenweise torfigen Deckschichten des Grundwasserleiters der Wesermarsch aufgesetzt. Es wurden keine zusätzlichen Maßnahmen zur Basisdichtung oder Entwässerung an der Abfallsohle ausgeführt. Die ehemalige Geländehöhe unter der Altablagerung lag bei ca. 1,0 m NN. Durch die Auflast des ca. 15 m mächtigen Abfallkörpers ist im Bereich der Altablagerung mit



einer deutlichen Setzung von über 1,5 m zu rechnen. Im zentralen Bereich der westlich angrenzenden, bis zu 25 m hohen Altdeponie ist mit noch stärkeren Setzungen der hier sehr mächtigen Klei- und Torfschichten (Schichtstärke um 10 m) an der Deponiesohle zu rechnen. Der Setzungsbetrag im Zentralbereich der Deponie wird nach Untersuchungen des niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung mit ca. 3,0 m angegeben (3). Die Oberfläche der wassergeringleitenden Deponiebasisschichten liegt demnach im Deponiezentrum mehr als 2,0 m unter dem Druckwasserspiegel des gespannt unter der Kleibasis anstehenden Grundwassers.

Die im Altablagerungskörper versickernden Niederschlagswässer stauen sich, wie die Sickerwässer der westlich angrenzenden Deponie, in der Setzungsmulde im Abfallkörper über der geologischen Barriere ein. Im Deponiekörper bildet sich eine Stauwasserglocke, die zu den Rändern des Deponiekörpers hin entwässert.

Die hier untersuchte Altablagerung Grauer Wall Ostflanke erfasste den nach Osten zum Fangegraben abfallenden Teil dieser Stauwasserglocke. Vermutlich bildet eine oben beschriebene Schwelle aus aufgefüllten bindigen Bodenarten ein Fließhindernis zwischen den westlich gelegenen Deponiewässern und den lokalen Sickerwässern der hier zu bewertenden Altablagerung (s. Schnitt der Anlage 4.2.4).

Am Fuß der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ lassen sich stellenweise Stauwasseraustritte in der Westböschung des Fangegrabens beobachten. Das austretende Stauwasser wird durch den rund um die Deponie angelegten Ringgraben gesammelt und in die Schmutzwasserkanalisation eingeleitet.

Für die Ostflanke der Deponie Grauer Wall lässt sich auf der Grundlage vorliegender Daten keine detailliertere Wasserhaushaltsbilanz aufstellen. Grundsätzlich ist aufgrund der steilen Osthanglage von schwer ermittelbaren Verdunstungsraten und Mengenabschätzungen des ober- und unterirdischen Abflusses der Niederschläge auszugehen, die sich kaum modellieren lassen.

Nach einer grob überschlägigen Betrachtung des Wasserhaushaltes der Gesamtdeponie (vom Ringgrabensystem erfasste Deponiefläche ca. 25 ha) fällt auf der



Gesamtfläche der Deponie jährlich eine Menge von ca. 200.000 m<sup>3</sup> an Niederschlagswasser an (Niederschlag Bremerhaven ca. 800 mm/a). Unter der Annahme, dass die Hälfte des Niederschlages verdunstet (Mittelwert der Verdunstungsrate der Bundesrepublik nach HÖLTING ca. 51 % des Niederschlages), bilden die im Deponiebereich über das Ringgrabensystem gefassten und in die Kanalisation abgeleiteten Einleitmengen von 124.000 m<sup>3</sup>/a (durchschnittliche Jahresmenge der in den letzten 6 Jahren von der BEG aus dem Ringgraben in die Kanalisation eingeleiteten Wässer) die vollständige Fassung aller auf der Deponiefläche anfallenden Niederschläge.

Die Auswertung der digitalen Grundwasserstandsmessungen an den neu erstellten Stauwasserpegel am Westrand der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ machen jedoch deutlich, dass die Niederschlagsversickerung und der unterirdische Abfluss im Bereich der Altablagerung aufgrund der sehr inhomogenen Materialverteilung im Abfallkörper auf engstem Raum stark variieren können.

Die Stauwasserstände in den 4 Pegeln an der Deponieerschließungsstraße zeigen sowohl unterschiedlich hohe Stauwasserstände als auch unterschiedliche Ganglinien der Stauwasserspiegelentwicklung in Abhängigkeit zu den Niederschlagsereignissen. Die Wasserstände der 4 Pegel liegen zwischen 3,38 m NN am 03.06.2010 im Brunnen SW 3 und 6,89 m NN am 22.02.2010 im Brunnen SW 2.

Die Stauwasserentwicklung des Stauwasserbrunnens SW 2 wurde im Zeitraum 13.10.09 bis 15.06.2010 mittels Datenloggern aufgezeichnet. In diesem Zeitraum wurden zusätzlich bis zum 20.02.2010 die Wasserstände des SW 1 und anschließend die des B 5 aufgezeichnet (s. Ganglinien der Anlage 5.3).

Im SW 2 steigen die Stauwasserstände im Zeitraum zwischen Oktober 2009 bis Februar 2010 kontinuierlich von 6,3 m NN auf 6,9 m NN an. Der Anstieg ist vermutlich auf die zeitverzögerte Reaktion des Stauwasserspiegel auf die hohen Niederschläge im Oktober/November 2009 zurückzuführen, da der Hauptanstieg in den Zeitraum des Dauerfrostes von Dezember bis Februar 2010 fällt (kein versickerungsfähiger Niederschlag). Anschließend bleibt der Stauwasserspiegel



unabhängig von den Niederschlägen bis in den Juni 2010 auf unverändertem Höhenniveau. Die Niederschläge des Frühjahres gelangen wegen der langen Sickerwasserstrecke bis zum Einsetzen der Vegetationsperiode und der hohen Transpiration der bewaldeten Fläche vermutlich nicht bis zum Stauwasserspiegel.

Der Stauwasserspiegel des SW 1 sinkt sogar im niederschlagsreichen Zeitraum Oktober/November 2009, steigt dann aber wie der SW 2 im Zeitraum der geringen Niederschlagsmengen und des Dauerfrostes im Dezember/Januar 2009/2010 wieder an.

Der Brunnen B 5 weist den größten Stauwasserflurabstand auf (ca. 10 m). Die Ganglinie des Stauwassers liegt vergleichsweise ausgeglichen auf niedrigem Höhenniveau von ca. 4,5 m NN.

Aufgrund des starken Geländegefälles von bis zu 1: 1,5 ist mit einem deutlichen Anteil des Oberflächenabflusses der anfallenden Niederschlagsmengen zu rechnen. Die Stauwasserneubildung wird zudem durch die zumindest in den Sommermonaten starke Transpiration der Flächenbewaldung gemindert. Für Laubwälder wird in der Literatur eine durchschnittliche Grundwasserneubildungsrate um 150 mm/Jahr angegeben (z.B. Müller 1996, Stadtwerke Hannover AG 1999). Durch die Minderung der Versickerung aufgrund des starken Gefälles der Altablagerungsoberfläche und des daraus resultierenden hohen Oberflächenabflusses wird grob überschlägig von einer Versickerungsrate von ca. 100 mm/Jahr ausgegangen.

Die stark voneinander abweichenden Stauwasserstände belegen eigenständige, hydraulisch isolierte Stauwasserkörper mit eingeschränktem unterirdischen Abfluss.

Schon bei einer Deponiebegehung entlang dem Fangegraben wird erkennbar, dass sich die Stauwasserfließbewegungen auf lokale Schüttkörper aus grobem Abfallmaterial (Bauschutt, Schlacken etc.) beschränken und über diese wasserwegsamem Abflusshorizonte in den Fangegraben abgeleitet werden. Die Stauwasserstände im Deponiekörper sind davon abhängig, wie die jeweiligen Verfüllungsabschnitte an derartige Entwässerungshorizonte angebunden sind. Insbesondere in den



schluffreichen Deponaten, die im Bereich der Altablagerung Grauer Wall Ostflanke im unteren Abschnitt des Abfallkörpers erbohrt wurden, treten aufgrund der behinderten Entwässerung sehr hohe Stauwasserstände auf (SW 1 und SW 2). Im westlich dieser Brunnen gelegenen Deponiekörper liegen die Deponiesickerwasserstände bei ebenfalls deutlichen Schwankungen auf ähnlichem Höhenniveau.

Aus den Wasserständen der wenigen im Deponiekörper und der Altablagerung verfilterten Brunnen lässt sich kein Bild der nachweislich sehr heterogenen Fließverhältnisse im Stauwasserkörper aufzeichnen.

## **7. Ergebnisse der stichpunktartig vorgenommenen chemischen Stauwasseruntersuchungen**

Über die chemische Zusammensetzung der Deponiesickerwässer des Altteils Deponie Grauer Wall liegen aus der Vergangenheit nur wenige Analysen vor. Eine Beprobung von drei im Deponiekörper verfilterte Brunnen im Jahr 1987 ergab sehr unterschiedliche chemische Zusammensetzungen. Während z.B. die Wasserprobe des Brunnens B 32 (Lage s. Bestandsplan der Umtec in Anlage 2 mit unseren Ergänzungen) einen Chloridgehalt von 3.500 mg/l aufweist, liegen die Chloridgehalte der Brunnen B 23 und B 24 bei nur 530 bzw. 625 mg/l. Im Sickerwasser des Brunnens B 24 wurde ein PAK-Gehalt von 390 µg/l analysiert, in den beiden anderen Brunnen hingegen von 25 µg/l bzw. nur 1 µg/l. Ähnlich breite Konzentrationsstreuungen sind bei den übrigen Parametern der umfassenden Parameterliste in den drei Brunnen festzustellen.

Auch die Analyseergebnisse der im Rahmen vorliegender Gefährdungsabschätzung neu am Westrand der „Altablagerung Grauer Wall Ostflanke“ im Deponiesickerwasserhorizont verfilterten Brunnen weisen durch ihre sehr unterschiedlichen Chemismen auf den räumlich begrenzten Einfluss der in Brunnennähe abgelagerten Abfallarten auf die Stauwasserbeschaffenheit hin. Auch intensivere horizontale Fließbewegungen im Deponiekörper sind angesichts der nur geringen chemischen Vereinheitlichung der Deponiesickerwässer nicht zu erwarten (Analysen s. Anlage 6.1).



Die Chlorid- und Sulfatgehalte sind sehr inhomogen über die Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ verteilt. Die im Februar und April 2010 aus den 4 untersuchten Deponiewasserbrunnen entnommenen Wasserproben zeigen stark schwankende Chlorid- und Sulfatkonzentrationen. Die Chlorid- und Sulfatgehalte scheinen dabei nicht zu korrelieren, sondern eher gegenläufig zu sein. Von der Februar- zur Aprilbeprobung nehmen die Chloridgehalte ab, die Sulfatgehalte hingegen zu.

So ist das Schichtenwasser des B 5 im Februar 2010 mit einem Chloridgehalt von 4.300 mg/l belastet, aber völlig sulfatarm (0,16 mg/l). Im April weist dieser Brunnen einen Chloridgehalt von 3.600 mg/l und einen Sulfatgehalt von 19 mg/l auf. Im Wasser des SW 1 sinkt der Chloridgehalt in diesem Zeitraum wesentlich deutlicher von 2.100 mg/l auf 590 mg/l bei einem Sulfatanstieg von 1,9 auf 1.1000 mg/l. In den Brunnen SW 2 und SW 3 sind ähnliche Konzentrationsentwicklungen erkennbar.

Die ebenfalls räumlich und zeitlich stark schwankenden Ammoniumgehalte im Stauwasser der Altablagerung zeigen im Gegensatz zu den Chlorid- und Sulfatgehalten keine einheitlichen Konzentrationszu- oder -abnahmen im Beprobungszeitraum Februar bis April 2010. Die Gehalte liegen im April 2010 zwischen nur 4,7 mg/l im Brunnen SW 3 und 230 mg/l im SW 2.

Vergleicht man die in den Stauwasserpegeln ermittelten Salzgehalte mit denen des Ringgrabens (die Stauwässer werden im Ringgraben gefasst und abgeleitet) so entsprechen nur die Chloridgehalte des B 5 den im Ringgraben üblichen Konzentrationen um 4.000 mg/l (Analysen Ringgraben s. Anlage 6.3). Der Brunnen SW 1 ist hingegen der einzige Brunnen, der zumindest am 13.04.2010 die im Ringgraben seit 2003 von 200 mg/l auf 1.000 mg/l angestiegenen Sulfatgehalte erkennen lässt. Demnach liegen die Chlorid- und Sulfatgehalte im Stauwasser Deponie-Ostflanke flächig betrachtet deutlich unter den Durchschnittswerten der Gesamtdeponie, die durch den Ringgraben dokumentiert werden. Auch hieraus kann abgeleitet werden, dass der salzreiche Stauwasserabfluss aus dem Zentralbereich der Deponie Grauer Wall nur sehr eingeschränkt über die Altablagerung Grauer Wall Ostflanke nach Osten in den Ringgraben abfließt.



Die Ursache für diese starken Schwankungen der Salzgehalte im Deponiesickerwasser der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ liegt vermutlich in einer nur lokalen und temporären Beeinflussung dieser Sickerwässer durch die westlich gelegenen chlorid- und sulfatreichen Sickerwässer der dort deponierten Müllverbrennungsrückstände. Der Stauwasserabfluss aus der Deponie Grauer Wall über die Ostflanke zum Ringgraben wird durch eine vermutlich großflächig vorhandenen bindigen Bodenauffüllung behindert, die in den Bohrungen aller 4 Brunnen als Auffüllung an der Abfallbasis angetroffen wurde. Diese Schluffauffüllung bildet eine nur lokal und temporär für das Stauwasser überwindbare Schwelle zwischen dem westlich gelegenen, weiterhin betriebenen Deponiebereich mit sulfat- und chloridreichen Müllverbrennungsrückständen und der hier betrachteten Altablagerung.

Unter den untersuchten Schadstoffgruppen sind die leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffe (LCKW) völlig unauffällig. Auch Phenole wurden in dem Deponiesickerwasser der vier Brunnen nicht nachgewiesen.

Aromatische Kohlenwasserstoffe sind jedoch in allen 4 Brunnen in erhöhten Konzentrationen nachgewiesen. Dabei entsprechen die PAK-Gehalte der Deponiewässer den üblichen Verunreinigungen von vor 1980 mit Gewerbe- und Siedlungsabfällen verfüllten Altablagerungen. Die in der Tabelle der Anlage 6.1 dargestellten, stark schwankenden PAK-Konzentrationen zwischen 1,0 (Brunnen SW 1) und 57,4 µg/l (Brunnen SW 3) sind teilweise nicht im Stauwasser gelöst, sondern Partikel gebunden in den Schwebstoffen der trüben Probe enthalten. Insbesondere der hohe PAK-Gehalt der Probe SW 3 von 57 µg/l ist bei der Bewertung möglicher Schadstofftransporte über den Wasserpfad zu angrenzenden Gewässern von nachrangigem Gefährdungspotential, da gerade in dieser Probe die wasserlöslicheren und damit auf dem Wasserpfad mobilen 2 und 3-Ringaromaten-Anteile (Naphthalin bis Anthracen) nur untergeordnet im PAK-Spektrum vertreten sind.

Auffällig hoch sind hingegen die umweltmobileren Anteile im PAK-Spektrum der Brunnen B 5 und SW 2. In diesen Brunnen liegt der Naphthalingehalt zwischen 11,3



und 15,5 µg/l. Im Brunnen B 5 treten bei einem hohen PAK-Summenwert von 23,1 bzw. 27,9 µg/l ausschließlich mobile 2- und 3-Ringaromaten auf.

Im Brunnen SW 2 korrelieren die erhöhten PAK-Gehalte bei beiden Beprobungen mit hohen BTEX-Konzentrationen von 391,5 bzw. 642,9 µg/l. Schon während der Probenahme ließ sich ein sehr auffälliger BTEX-Geruch in diesem Brunnen feststellen. Hier dominieren die weniger toxischen und wasserlöslichen Aromaten „Xylol“ und „Trimethylbenzol“. Der Benzolanteil ist mit 4,4 bzw. 8,2 µg/l relativ gering. Im Brunnen B 5 wurde ein etwas höherer Benzolgehalt von 13 µg/l bei einem BTEX-Summenwert von nur 19,2 µg/l nachgewiesen.

Die Schwermetallgehalte bilden gegenüber den Aromatenbelastungen ein untergeordnetes Gefahrenpotential für angrenzende Schutzgüter. Der in den Brunnen B 5 und SW 3 nachgewiesene erhöhte Zinkgehalt von 680 bzw. 890 µg/l ist aufgrund der geringen Toxizität des Zinks im Hinblick auf die Gefahren für angrenzende Schutzgüter unbedeutend. Der erhöhte Bleigehalt von 130 µg/l im SW 3 wird aufgrund der geringen Mobilität von Blei auf der Grundwasserpassage keine Wirkung auf das aquatische Umfeld der Altablagerung zeigen.

## **8. Ergebnisse der bisherigen Grundwasseruntersuchungen im Umfeld der Deponie „Grauer Wall“**

Die Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ unterliegt als frühzeitig stillgelegter Altteil der Deponie Grauer Wall einer regelmäßigen Grundwasserüberwachung. Im Zeitraum zwischen 1985 und 2006 wurden drei Grundwassermessstellen mindestens halbjährlich beprobt und analysiert. In diesem Untersuchungsprogramm wurde die Messstelle GMS 1 im Osten und die Messstellen GMS 2 und GMS 3 im Westen der Deponie berücksichtigt. In der Vergangenheit wurde davon ausgegangen, dass die Brunnen GMS 2 und GMS 3 den nach Westen auf die Weser als Vorfluter gerichteten Grundwasserabstrom der Deponie erfassen. Inzwischen wird durch aktuellere Grundwasseruntersuchungen vermutet, dass der Grundwasserabstrom im Untergrund der Deponie auf den Brunnen GMS 5 am Ostrand der Deponie gerichtet ist.



Wie oben beschriebenen, sind die Beobachtungsbrunnen westlich und östlich der Deponie in unterschiedlichen Grundwasserleitern verfiltert. Der Vergleich der Grundwasseranalysen der Brunnen GMS 1 und GMS 3 lässt die unterschiedlichen Grundchemismen der Geest- und der Marschengrundwässer erkennen. Der Brunnen GMS 1 liegt auf der „Grundwasser- und geotechnischen Plankarte Bremerhaven“ im Wassertypbereich „Calcium-Hydrogencarbonat-Wasser“. Dieser Brunnen führt gegenüber den übrigen Beobachtungsbrunnen des Grauen Walls ein sulfatreiches, aber chloridarmes Grundwasser s. Analysen der Anlage 6.2 und 6.3).

Dem gegenüber ist das Marschengrundwasser des Brunnens GMS 3 durch den Salzwassereinfluss der Wesermündung chloridreich und zeigt zudem die für Meereswasser typischen Spurenelemente (z.B. Bor, Brom, Barium). Die organikreichen Kleiböden der Grundwasserdeckschicht verursachen hohe Eisen- und Mangangehalte und hohe Ammoniumkonzentrationen im Grundwasser (reduzierende Grundwasserverhältnisse). Seit dem Jahr 2000 ist in diesem Brunnen ein tendenzieller Anstieg der Zinkkonzentration erkennbar. Die Maximalkonzentration von 230 µg/l ist jedoch zu gering, als dass das auch geogen in diesen Konzentrationen auftretende Zink als Hinweis auf eine Grundwasserbeeinflussung durch Deponiesickerwässer gewertet werden könnte.

Die unmittelbar am Ringgraben eingerichteten Grundwassermessstellen GWMS 4, 5 und 6 weisen trotz der im Ringgraben abgeführten Chloridkonzentrationen von 5.000 mg/l keine signifikant erhöhten Chloridgehalte auf. Selbst der an der „schwächsten Stelle“ der geologischen Barriere unmittelbar am Ringgraben flach in 5 m Tiefe verfilterte Brunnen GWMS 5 zeigt mit Chloridgehalten zwischen 30 und 40 mg/l die geringsten Chloridgehalte aller die Deponie umgebenden Beobachtungsbrunnen. Zum vorbeugenden Grundwasserschutz sieht die derzeitige Deponieplanung eine zusätzliche hydraulische Sicherung des Deponie-Ostrandes durch eine aktive Absenkung des Wasserstandes im Ringgraben bzw. einer Drainung im südlichen Anschluss des Ringgrabens bis deutlich unter den Druckspiegel des gespannten Grundwasserleiters vor. Der hierdurch am Deponie-Ostrand erzeugte nach oben gerichtete hydraulische Gradient wirkt als zusätzliche hydraulische Barriere, so dass



ein Transport von Inhaltsstoffen der Deponiesickerwässer zum Grundwasserleiter in der Umgebung des Ringgrabens ausgeschlossen werden kann.

In allen Beobachtungsbrunnen um die Deponie „Grauer Wall“ wurden bei einer Beprobung im Januar 2007 Spuren an PAK unterhalb des Geringfügigkeits-schwellenwert der LAWA nachgewiesen, die aufgrund der sehr homogenen flächigen Verteilung im Grundwasserleiter und der einheitlichen PAK-Spektren (nur Naphthalin und Acenaphten) als Hintergrundwert zu bewerten sind. Gerade die Stoffgruppe der PAK wird aufgrund ihrer guten Adsorbierbarkeit nur sehr geringe Eindringtiefen in die geologische Barriere aufweisen und kann die Barriere nicht überwinden.

Im Brunnen GMS 5 wurde Anfang 2007 kurzzeitig ein leicht erhöhter Zinkgehalt von 70 µg/l nachgewiesen, der im Frühjahr 2008 wieder auf 10 µg/l gesunken ist. Dieser Zinkgehalt ist als geogener Hintergrundwert zu sehen und wurde im Rahmen der Grundwasseruntersuchungen zur „*Grundwasser und Geotechnischen Planungskarte Bremerhaven*“ auch in den anstromigen Geestbrunnen Brunnen 66 und 81 der Plankarte B festgestellt.

## 9. Gefährdungsabschätzung

Die hohen Bauschuttanteile im oberen Abschnitt des Abfallkörpers und die Überdeckung der Abfälle mit Mutterboden gewährleisten einen nachhaltigen Schutz gegen potentielle Gefährdungen über den **Pfad „Boden → Mensch“ bzw. „Abfallkörper → Mensch“**. Zudem schützt der dichte Baumbestand vor Boden-erosionen, stabilisiert durch das Wurzelwerk den Abfallkörper und verhindert Verwehungen von Abfallstäuben in angrenzende Flächen.

Eine Gefährdung der Anwohner über Deponiegase ist aufgrund des Alters der Abfälle und der derzeitigen und zukünftigen Nutzungsart der Altablagerungsfläche ebenfalls auszuschließen.

Von der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ ausgehende Gefahrenpotentiale für angrenzende Schutzgüter lassen sich auf den Gefährdungspfad „Deponiekörper →



Sickerwasser → Grund- und Oberflächenwasser“ begrenzen. Dieser Pfad wird im Folgenden eingehender beschrieben und bewertet.

### 9.1 Gefährdungspfad „Abfallkörper—Sickerwasser→Grundwasser“

Für die Abschätzung des Gefährdungspfades „Sickerwasser→Grundwasser“ ist die Wasserdurchlässigkeit und das Schadstoffrückhaltevermögen der flächendeckend an der Basis der Altablagerung Grauer Wall Ostflanke nachgewiesenen geologischen Barriere zum unterlagernden Grundwasserleiter maßgeblich.

Bei der Bewertung der geologischen Barriere unter der Altablagerung ist zu berücksichtigen, dass die vertikale Wasserdurchlässigkeit der Barrierschichten von deren Schichtstärke unabhängig ist (2). Maßgeblich für die Barrierewirkung im Hinblick auf eine Minimierung der vertikalen Sickerwassertransporte zum Grundwasserleiter ist die horizontal lagernde Bodenschicht mit dem geringsten Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert). Demnach bestimmt bereits eine nur wenige Zentimeter schichtstarke Tonlage mit sehr geringer Durchlässigkeit als Einschaltung in der geologischen Barriere die vertikale Gesamtdurchlässigkeit an der Deponiebasis. Daher lässt sich aus Sicht der Durchsickerungsraten der geologischen Barriere kein Unterschied zwischen der ausgedünnten geologischen Barriere unter der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ und dem Deponieneuteil mit mehr als 10 m mächtigen Barrierschichten ableiten.

Mit zunehmender Schichtstärke der geologischen Barriere erhöht sich jedoch die Verweildauer der in die Barriere eindringenden Deponiesickerwässer in den Barrierschichten. Die Verweildauer der vertikal die geologische Barriere durchdringenden Deponiesickerwässer in der ca. 5 m schichtstarken Ton-Schluff-Torf-Barriere kann orientierend mit ca. 100 mm/a angegeben werden (2). Die am Ostrand des Altkörpers mindestens 2,0 m starken Barrierschichten werden in entsprechend kürzerer Zeit vertikal durchsickert.

Durch die geologische Barriere an der Altablagerungsbasis wird nicht nur die Versickerungsrate aus dem Deponiekörper zum unterlagernden Grundwasserleiter



minimiert, sondern auch eine Schadstoffadsorption und/oder ein Schadstoffabbau in den kohlenstoffreichen holozänen Weichschichten erreicht. Hierbei spielt die Schichtmächtigkeit der Barriere eine wichtige Rolle, da sie die Adsorptionskapazität und die von der Verweildauer der Sickerwässer in der Barriere abhängigen Abbauraten vieler Schadstoffverbindungen bestimmt.

Die Schichtenfolge der geologischen Barriere an der Basis der Altdeponie „Grauer Wall Ostflanke“ ist durch die hohen organischen Anteile, die lagenweise hohen Tonanteile und die neutralen bis leicht alkalischen pH-Werte sehr günstig in Bezug auf das Rückhaltevermögen von Schadstoffen zu bewerten. Die meisten Schwermetalle sind gut an Tonmineralien adsorbierbar. Die neutralen bis leicht alkalischen pH-Werte der Barriere mindern zudem die Schwermetallmobilität erheblich. Organische Schadstoffverbindungen werden bevorzugt an den hohen Organikanteil der Barriere adsorbiert. Der hohe Organikanteil des Kleis und die zusätzliche „Adsorptionsbarriere“ der sehr gering wasserleitenden Niedermoortorfe bilden einen sehr wirksamen Adsorptionsfilter für viele gut adsorbierbare organische Schadstoffgruppen wie z.B. PAK und PCB, die im Wasser gelöst, und nicht als Ölphase transportiert werden. Derartig gut adsorbierbare organische Schadstoffe können auch langfristig betrachtet nur wenige Dezimeter in die geologische Barriere eindringen und können selbst die am Ostrand der Altdeponie ausgedünnte Barrierschicht nicht durchdringen. Weniger gut adsorbierbare Stoffe wie Mineralölkohlenwasserstoffe und BTEX werden durch ihre sehr lange Verweildauer in der Barriere abgebaut.

Da die meisten Inhaltsstoffe der Deponiesickerwässer aufgrund ihres Adsorptions- und Desorptionsverhaltens z.T. sehr viel langsamer in der Barrierschicht transportiert werden als Wasser (stoffspezifische Retardationskoeffizienten z.T. mehr als das 10-fache langsamer als Wasser), kann trotz der Betriebsdauer der Deponie „Grauer Wall“ von ca. 50 Jahren davon ausgegangen werden, dass nur wenige nicht adsorbierbare und nicht abbaubare Stoffe wie Chlorid, Bromid (Tracerstoffe), eingeschränkt auch Ammonium, bisher die geringsten Barrierschichtstärken am Ostrand des Deponiealtteiles durchwandern könnten. Die genannten Parameter ließen sich im Falle einer Durchwanderung der geologischen Barriere



aber aufgrund der extrem geringen Durchsickerungsraten der Barriere und der natürlicherweise hohen Hintergrundwerte der Parameter Chlorid, Bromid und Ammonium im Grundwasser der Wesermarsch nicht eindeutig als Grundwasserbeeinflussung durch die Deponie interpretieren.

Auch das Metall „Zink“ könnte aufgrund der gegenüber den übrigen Schwermetallen höheren Löslichkeit und geringeren Adsorbierbarkeit in längeren Zeiträumen tiefer in die geologische Barriere vordringen. Dieses auch geogen häufig im Grundwasser nachweisbare Metall eignet sich jedoch ebenfalls nur schwerlich als Tracer für die Beschreibung des Sickerwasser→Grundwasserpfades.

Der „Fangegraben“ am Fuß der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ soll nach Empfehlungen der UMTEC zukünftig aktiv auf ein Höhenniveau von ca. – 0,7 m NN (0,2 m tiefer als der Wasserspiegel der Neuen Aue) abgesenkt werden, um einen deutlicheren hydraulischen Gradienten zum Ringgraben auszubilden. Dadurch liegt die gesamte Deponie in einer „hydraulischen Falle“, die im hydraulischen Einzugsbereich des Ringgrabens eine zusätzlich zur geologischen Barriere wirksame Sicherung gegen Sickerwassereinflüsse auf das Grundwasser bildet.

Diese zusätzliche Sicherung kann insbesondere an der Ostflanke der Altdeponie das hier aufgrund der ausdünnenden bindigen Grundwasserdeckschichten aufgezeigte Restrisiko einer Durchsickerung der Altablagerungsbasis ausräumen.

Die im Ringgraben gefassten Deponiesickerwässer zeigen in den uns vorliegenden, seit 1993 jährlich durchgeführten Wasseranalysen relativ konstante chemische Zusammensetzungen. Auffällig ist jedoch der abnehmende Trend für den Parameter Ammonium von ca. 100 mg/l im Jahr 1996 auf inzwischen ca. 50 mg/l. Demgegenüber ist der Sulfatgehalt der im Ringgraben gefassten Deponiesickerwässer von ca. 300 mg/l im Jahr 2003 auf inzwischen ca. 900 mg/l drastisch angestiegen. Andererseits zeigt der Chloridgehalt nur einen leichten Anstieg von ca. 4.500 mg/l auf ca. 5.000 mg/l. Diese Verschiebungen im Chemismus der Sickerwässer sind auf die Verlagerung der Deponierung von organischen Abfällen hin zu



sulfathaltigen anorganischen Abfallströmen bei der Deponiebeschickung zurückzuführen.

Die PAK-Gehalte der im Ringgraben gefassten Sickerwässer sind mit Werten um 1,0 µg/l für Altdeponien ausgesprochen gering. Die zumindest lokal im Stauwasserkörper der Deponie zu erwartenden höheren PAK-Gehalte werden vermutlich bereits auf der Fließstrecke durch den Abfallkörper zum Ringgraben an die organischen Feststoffanteile des Abfallkörpers adsorbiert.

Unter den Schwermetallen ist nur das über den Wasserpfad vergleichsweise mobile Metall „Zink“ im Hinblick auf die Bewertung einer Beeinflussung des Grundwassers durch das Deponiesickerwasser zu berücksichtigen. Aufgrund seiner Mobilität liegt der Zink-Gehalt des Deponiesickerwassers um ein Mehrfaches über den Konzentrationen der übrigen Schwermetalle (Mittelwert von Zink ca. 300 µg/l). Solange für das Metall „Zink“ kein Durchbruch durch die geologische Barriere nachweisbar ist, ist auch für die übrigen Schwermetalle keine Verlagerung zum Grundwasserleiter zu erwarten.

Lediglich für den in Bezug auf den Stofftransport sehr konservativen Parameter „Chlorid“ ist langfristig mit einer Verlagerung bis an die Barrierebasis zu rechnen. Im Übergangsbereich zum Grundwasser wird aber aufgrund der geringen Durchsickerungsmengen und der daraus resultierenden Verdünnung mit dem ohnehin chloridhaltigen Grundwasser des Marschenlandes keine signifikante Grundwasserbeeinflussung nachweisbar werden.

## **10. Zusammenfassende Bewertung und Empfehlung**

Die bisherigen Grundwasseruntersuchungen lassen vermuten, dass die geologische Barriere an der Basis der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ bisher nicht von Schadstoffen aus dem Deponiekörper durchsickert wurde. In keinem der Beobachtungsbrunnen wurden Schadstoffe im Grundwasser nachgewiesen, die auf eine negative Grundwasserbeeinflussung durch die Altablagerung schließen lassen.



Aus dem bisherigen Kenntnisstand zur Wirkung der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ auf angrenzende Schutzgüter lässt sich demnach kein Handlungsbedarf zur Minimierung von Gefahren für das Allgemeinwohl ableiten.

Für die Erfassung und Bewertung von Stofftransporten über den Grundwasserpfad erscheint uns das ausgesprochen komplexe Grundwasserfließverhalten im Übergangsbereich von der Geeste in die Wesermarsch im Bereich der Deponie Grauer Wall noch nicht abschließend geklärt. Für die Altablagerung Ostflanke wird trotz fehlender Messstellen westlich der Altablagerung (hier behindert der Deponiekörper die Errichtung von Messstellen in Nähe der Altablagerung) ein GW-Abstrom nach Osten in Richtung auf die Neue Aue als Vorfluter angenommen. Hier sollte das Messstellennetz um einen nördlich und einen südlich des Brunnens GMS 5 gelegenen Beweissicherungsbrunnen ergänzt werden. In diesen beiden Brunnenbohrungen ist die Existenz eines tiefer gelegenen Geschiebemergelhorizontes an der Basis des oberen Grundwasserleiters nachzuweisen. Bei der Beweissicherung sollten auch die in der bisherigen Grundwasserbeobachtung nicht berücksichtigten Einkernaromaten (BTEX) in den Parameterumfang integriert werden.

Trotz nicht erkennbarer schädlicher Wirkungen der Altablagerung Grauer Wall Ostflanke auf die angrenzenden Umweltmedien ist zu prüfen, ob die Altablagerung als Teil der Gesamtdeponie „Grauer Wall“ in das Sicherheitskonzept der Deponie einzubinden ist. Insbesondere die Notwendigkeit einer hochwertigen Oberflächenabdeckung der Altablagerung zur Verhinderung von Sickerwassereinträgen in den Deponiekörper „Grauer Wall“ ist abwägend zu bewerten.

Die Sickerwasserneubildung auf der steil nach Osten abfallenden Altablagerungsfläche wird oben mit 100 mm/a angegeben. Auf der 22.000 m<sup>2</sup> großen Fläche fallen nach dieser groben Abschätzung ca. 2.200 m<sup>3</sup> /Jahr an neu gebildetem Stauwasser im Deponiekörper an. Der überwiegende Teil dieser Stauwässer fließt auch im Falle eines zukünftig im abgedeckten Deponieteil gesunkenen Stauwasserspiegel direkt nach Osten in den Ringraben ab.



Die nur 10 % der vom Ringgraben eingeschlossenen Gesamtdeponiefläche einnehmende Altablagerung Grauer Wall Ostflanke trägt unter Berücksichtigung der geringen Stauwasserneubildungsrate nur sehr untergeordnet zum Gesamt-Wasserhaushalt der Deponie Grauer Wall bei.

Um die für die Altablagerung Grauer Wall vorgesehene Oberflächenabdichtung auch für die Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ vornehmen zu können, müsste die derzeitige Bewaldung der Ostflanke gerodet werden. Zudem müsste im Zuge der Neuprofilierung der sehr steilen Ostflanke ein Eingriff in den Abfallkörper erfolgen.

Die auf der Gesamtfläche der Altablagerung bereits erfolgte Oberflächenrekultivierung mit einer geschlossenen Laubbaumbewaldung bildet jedoch einen sehr wirksamen Staub-, Lärm- und Sichtschutz für die östlich gelegenen Wohngebiete.

Die Durchwurzelung des Abfallkörpers führt nicht nur zu der oben angeführten Abfallentwässerung durch die Laubwaldtranspiration in den Sommermonaten, sondern fördert aufgrund der Sauerstoffversorgung über die Wurzelräume auch den mikrobiologischen Abbau organischer Schadstoffverbindungen.

Unter Berücksichtigung des von der Altablagerung ausgehenden geringen Gefahrenpotentials für das Allgemeinwohl und der ökologischen und ökonomischen Negativauswirkungen der Waldrodungen an der Ostflanke steht der Aufwand zur Herstellung einer hochwertigen Oberflächenversiegelung der Altablagerungsfläche in einem sehr ungünstigen Verhältnis zur erzielten Verbesserung des Wasserhaushaltes der Gesamtdeponie. Daher empfehlen wir, den Wald zu erhalten.

Um die Verdunstungsraten der bewaldeten Ostflanke zu erhöhen und die Stauwasserglocke im Deponiekörper zusätzlich abzusenken, sollten Lücken im Baumbestand zukünftig mit tiefwurzelnden Nadelbäumen geschlossen werden.

## **11. Zusammenfassung**

Die Abfallverbringung an der Ostflanke der Deponie Grauer Wall wurde Ende der 70iger Jahre des letzten Jahrhunderts abgeschlossen. Dieser Teil der Deponie wurde



mit Mutterboden abgedeckt und mit Laubbaumanpflanzungen bewaldet. Für diesen von der zuständigen Umweltbehörde als Altablagerung Grauer Wall Ostflanke eingestuftes Altteil des Grauen Walls wurde im Auftrag der Bremerhavener Abfallgesellschaft (BEG) eine Gefährdungsabschätzung erarbeitet.

Die Gefährdungsabschätzung konzentriert sich auf den Gefährdungspfad Abfallkörper → Deponiesickerwasser → Grundwasser/Oberflächenwasser. Gefährdungen anderer angrenzender Schutzgüter konnten in einer ersten Schutzgutbewertung ausgeschlossen werden.

Die Altablagerung liegt in einem geologisch, hydrogeologisch und hydrologisch sehr heterogenen Übergangsbereich von der Geest im Osten zum westlichen Marschenland. Sie wird flächendeckend von bindigen Deckschichten des Grundwasserleiters unterlagert.

Die in der Altablagerung eingebrachten schadstoffhaltigen Abfälle führen, wie zu erwarten, zur Freisetzung von Schadstoffen in das Sickerwasser. Das Sickerwasser staut sich über den bindigen Deckschichten des Grundwasserleiters. Die horizontalen Fließbewegungen im Stauwasserkörper sind gering. Die geringen Mengen an Stauwasseraustritten am Fuß der Altablagerung werden hier durch einen Fangegraben gefasst und in die Kanalisation abgeleitet.

Die seit 1985 im Rahmen der Beweissicherung der Deponie „Grauer Wall“ untersuchten Grundwassermessstellen lassen keine negativen Beeinflussungen des Grundwasser durch die abgelagerten Abfälle erkennen.

Für die Altablagerung Grauer Wall Ostflanke wird kein Handlungsbedarf zur Gefahrenabwehr oder zur Minimierung des Gefährdungspotentials gesehen.

In einer ökologischen Abwägung wird die Erfordernis einer Oberflächenversiegelung der Altablagerung diskutiert. Hierzu müsste die bestehende Bewaldung gerodet und eine aufwendige Profilierung der Altablagerungsflanke erfolgen.



Aufgrund des geringen Gefährdungspotentials über den Sickerwasserpfad zum Grundwasser wird empfohlen, die positiv auf das Umfeld der Altablagerung wirkende Bewaldung zu erhalten, gegebenenfalls durch zusätzliche Nadelbaumbepflanzungen zu optimieren. Zudem werden Vorschläge zur Intensivierung der Beweissicherung im Grundwasserleiter dargelegt.

Bremen, den 30.08.2010

**Dr. Pirwitz Umweltberatung**

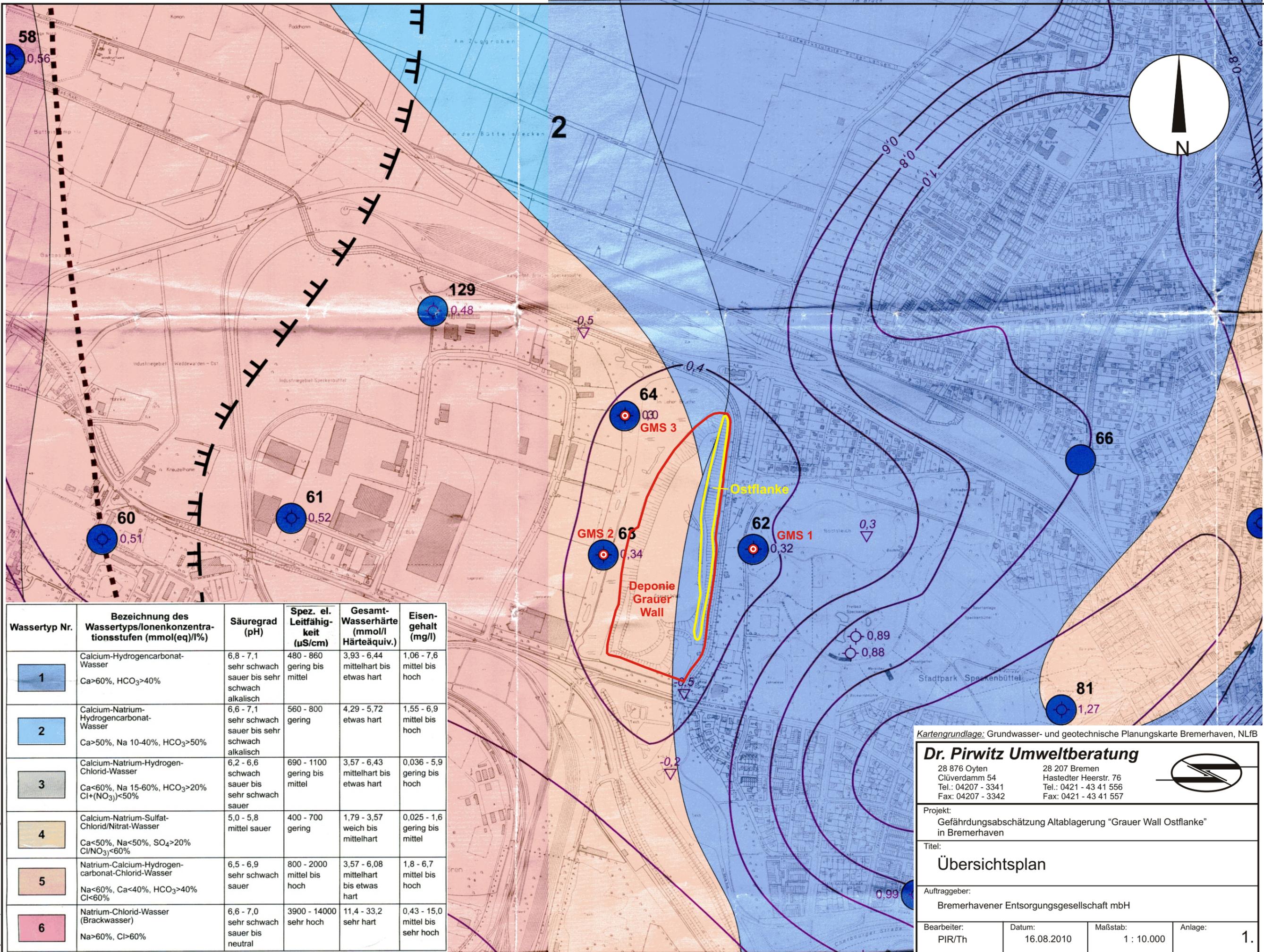
Dipl. Geol. Dr. Kasimir Pirwitz

**Verwendete Unterlagen:**

- (1) BUND  
Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV) vom 12.08.2004,  
Bundesanzeiger (BGBl.IS. 2190), 2004
- (2) SCHNEIDER & GÖTTER, Berlin  
Ermittlung von Basisdaten zur numerischen Simulation der Schadstoff-  
Ausbreitung in mineralischen Deponiedichtungen, Umweltbundesamt 1989
- (3) Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung Hannover, ORTLAM 1987:  
Erkundung von Flächen zur Anlage von Deponien für  
Verbrennungsrückstände der Müllbeseitigungsanlage Bremerhaven
- (4) Geologischer Dienst für Bremen,  
Bohrprofile des Bohrarchivs
- (5) Schwenke Geo Consult, Auftrag des Magistrates der Stadt Bremerhaven  
2000: Ergebnisbericht der Erkundung des Speckenbüttler Bootsteiches in  
Bremerhaven



- (6) Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (2003)  
Grundwasser und Geotechnische Planungskarte Bremerhaven
- (7) Umtec, Vorabzug Stand Januar 2007, im Auftrag der BEG  
Deponie Grauer Wall, Fortführungskonzept zum Weiterbetrieb des Alt- und Neudeponiekörpers
- (8) Umtec, Mai 2007, im Auftrag der BEG  
Ergebnisbericht zum Untersuchungsprogramm GW-Strömungsverhältnisse (Schritt 6-9 des Untersuchungsprogramms) sowie zu weiteren Untersuchungen
- (9) Umtec, November 2007, im Auftrag BEG  
Deponie Grauer Wall, Querprofile am östlichen Deponiefuß im Rahmen der Leistungsphase „Vertiefende Erkundungen am östlichen Deponiefuß“
- (10) Brunnenausbaudaten, Grund- und Sickerwasseranalysen von 1987 bis 2008, Mengenermittlung der Sickerwasser-Indirekteinleitung der letzten 6 Jahre.
- (11) Umtec 2006/2007, im Auftrag der BEG  
Grundwassergleichenpläne, Bestandslageplan und Ausbauvorschlag Basisdichtungssystem Neukörper Querschnitt Staton 0+100,00 (926GUT 002, 926GUT101)
- (12) Umtec, März 2010, im Auftrag der BEG  
Deponie Grauer Wall, Antrag auf Änderung der Planfeststellung nach § 31 Abs. 2 KrW-/AbfG



Wassertyp Nr.	Bezeichnung des Wassertyps/Ionenkonzentrationsstufen (mmol(eq)/l%)	Säuregrad (pH)	Spez. el. Leitfähigkeit (µS/cm)	Gesamt-Wasserhärte (mmol/l Härteäquiv.)	Eisen-gehalt (mg/l)
1	Calcium-Hydrogencarbonat-Wasser Ca>60%, HCO <sub>3</sub> >40%	6,8 - 7,1 sehr schwach sauer bis sehr schwach alkalisch	480 - 860 gering bis mittel	3,93 - 6,44 mittelhart bis etwas hart	1,06 - 7,6 mittel bis hoch
2	Calcium-Natrium-Hydrogencarbonat-Wasser Ca>50%, Na 10-40%, HCO <sub>3</sub> >50%	6,6 - 7,1 sehr schwach sauer bis sehr schwach alkalisch	560 - 800 gering	4,29 - 5,72 etwas hart	1,55 - 6,9 mittel bis hoch
3	Calcium-Natrium-Hydrogen-Chlorid-Wasser Ca<60%, Na 15-60%, HCO <sub>3</sub> >20% Cl+(NO <sub>3</sub> )<50%	6,2 - 6,6 schwach sauer bis sehr schwach sauer	690 - 1100 gering bis mittel	3,57 - 6,43 mittelhart bis etwas hart	0,036 - 5,9 gering bis hoch
4	Calcium-Natrium-Sulfat-Chlorid/Nitrat-Wasser Ca<50%, Na<50%, SO <sub>4</sub> >20% Cl/NO <sub>3</sub> <60%	5,0 - 5,8 mittel sauer	400 - 700 gering	1,79 - 3,57 weich bis mittelhart	0,025 - 1,6 gering bis mittel
5	Natrium-Calcium-Hydrogen-carbonat-Chlorid-Wasser Na<60%, Ca<40%, HCO <sub>3</sub> >40% Cl<60%	6,5 - 6,9 sehr schwach sauer	800 - 2000 mittel bis hoch	3,57 - 6,08 mittelhart bis etwas hart	1,8 - 6,7 mittel bis hoch
6	Natrium-Chlorid-Wasser (Brackwasser) Na>60%, Cl>60%	6,6 - 7,0 sehr schwach sauer bis neutral	3900 - 14000 sehr hoch	11,4 - 33,2 sehr hart	0,43 - 15,0 mittel bis sehr hoch

Kartengrundlage: Grundwasser- und geotechnische Planungskarte Bremerhaven, NLFB

**Dr. Pirwitz Umweltberatung**

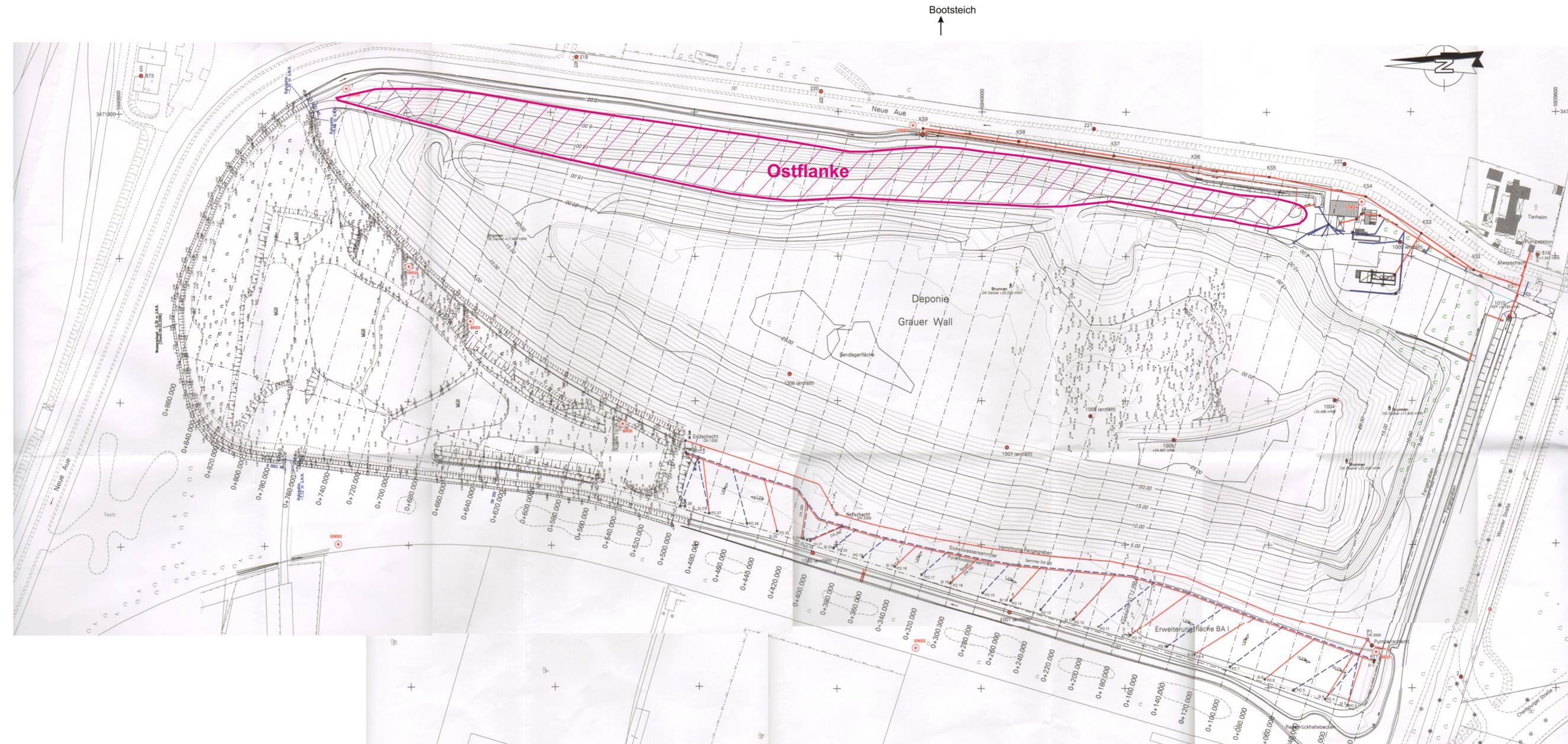
28 876 Oyten      28 207 Bremen  
 Clüverdamm 54      Hastedter Heerstr. 76  
 Tel.: 04207 - 3341      Tel.: 0421 - 43 41 556  
 Fax: 04207 - 3342      Fax: 0421 - 43 41 557

Projekt:  
Gefährdungsabschätzung Altablagung "Grauer Wall Ostflanke" in Bremerhaven

Titel:  
**Übersichtsplan**

Auftraggeber:  
Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft mbH

Bearbeiter: PIR/Th	Datum: 16.08.2010	Maßstab: 1 : 10.000	Anlage: 1.
-----------------------	----------------------	------------------------	---------------



**Legende:**

- Schacht
- ⊛ Lampe
- GMS Grundwasserbeobachtungsbrunnen
- Druckrohrleitung
- Schmutzwasserkanal / Sickerwasserdrainage
- Regenwasserkanal
- Porenwasserdrainage
- 1010 Vermessungs- und Höhenfestpunkte, Punktnummer
- Höhenpunkte, Höhe mNN

**Hinweise:**

Grundlage der Darstellung zur Deponie ist der Bestandslageplan des Ingenieurbüros Boltmann vom 31.12.2004

Grundlage der dargestellten Höhen im Bereich des Zwischenlagers ist eine Vermessungsaufnahme von Thorens und Bruns vom März 2006

**Vorabzug**

Titel		Deponie Grauer Wall	
Auftraggeber		Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft mbH	
Projektziele		<b>Umtac Prof. Biner, Sasse und Partner GbR</b> Hildesheimer Str. 2001 Bremen Telefon: 0421 227840 Telefax: 0421 227848 e-mail: info@umtac.de	
Projekt-Nr.	LS2605	Datum	09.03.2007
Verfasser	Wiemhoff	Skizzen	
Maßstab	1:1.000	Blatt	526GLT002
Bestandslageplan Gesamtdeponie			

<b>Dr. Pirwitz Umweltberatung</b>		
28 876 Oyten Clüverdamm 54 Tel.: 04207 - 3341 Fax: 04207 - 3342		
28 207 Bremen Hasteder Heerstr. 76 Tel.: 0421 - 43 41 556 Fax: 0421 - 43 41 557		
Projekt: Gefährdungsabschätzung Altablagung "Grauer Wall Ostflanke" in Bremerhaven		
Titel: Lageplan der Altablagung "Grauer Wall Ostflanke"		
Auftraggeber: Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft mbH		
Bearbeiter:	Datum:	Maßstab:
PIR/CV	18.08.2010	geändert auf
		Anlage: <b>2.</b>