

Hydrochemische Untersuchungen  
auffälliger Parameter  
am Ostrand der Altdeponie Grauer Wall  
in Bremerhaven

**Februar 2017**

**Auftraggeber:**

Magistrat der Seestadt Bremerhaven  
Umweltschutzamt

***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



**0.1 Inhaltsverzeichnis**

**Seite**

<b>1.</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Durchgeführte Untersuchungen.....</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>Die hydrogeologische Situation der Deponie Grauer Wall.....</b>	<b>3</b>
3.1	Die Grundwasserbeschaffenheit im Grundwasseranstrom der Deponie Grauer Wall .....	6
<b>4.</b>	<b>Interpretation der Untersuchungsergebnisse .....</b>	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>Mögliche Quellen für Boraufälligkeiten in Gewässern .....</b>	<b>11</b>



## 0.2 Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1:	Lage der GW-Messstellen, Grundwassergleichenplan und Lage des Profilschnittes
Anlage 1.2:	Stichtagsmessungen
Anlage 1.3	Ganglinien der Grundwasserstände des GW-Monitorings Grauer Wall
Anlage 2.1	Ausbau der GW-Messstellen
Anlage 2.2	Profilsschnitt
Anlage 3.1.1	GMS 1 Konzentrationsverlauf Bor
Anlage 3.1.2	GMS 1 Konzentrationsverlauf Sulfat und Kalzium
Anlage 3.1.3	GMS 1 Konzentrationsverlauf Eisen
Anlage 3.1.4	GMS 1 Konzentrationsverlauf Chlorid
Anlage 4.1	Zeitungsartikel „Entschlammung Bootsteich“
Anlage 4.2	Luftbild 2004 mit Auftragsfläche Teichschlamm
Anlage 5.1	Analysetabelle Grundwasserproben 2016
Anlage 5.2	Analysen Holzspäne der Wegbefestigung und Vergleichstabelle „Bor in Naturhölzern“



## 1. Einleitung

Die Ostflanke der Deponie „Grauer Wall“ in Bremerhaven- Speckenbüttel wird seit mehr als 30 Jahren nicht mehr mit Abfällen beschickt. Dieser abgeschlossene Deponieabschnitt wird inzwischen als Altablagerung „Ostflanke Grauer Wall“ geführt.

Für diesen Altteil der Deponie wurde in den Jahren 2009/2010 eine Gefährdungsabschätzung erarbeitet. Es wurden in dieser Gefährdungsabschätzung keine von dem Deponiealtteil ausgehenden Gefährdungen angrenzender Schutzgüter festgestellt.

Der westliche Teil der Deponie „Grauer Wall“ wird weiterhin gemäß den Vorgaben eines Planfeststellungsbeschlusses betrieben.

Im Umfeld der Deponie besteht ein Grundwassermessstellennetz zur Beobachtung der Grundwasserverhältnisse im Umfeld der Deponie, in dem das Grundwasser entsprechend des im Planfeststellungsverfahren vorgegebenen Untersuchungsumfanges regelmäßig beprobt und analysiert wird.

Die Bewertung und Interpretation der im Grundwassermonitoring ermittelten Stofftransporte im Grundwasser konnten bisher keine Schadstoffverlagerungen aus dem Altteil der Deponie über den Sickerwasserpfad in das Grundwasser nachweisen.

In diesem Grundwassermonitoring dokumentiert die Grundwassermessstelle GMS 1 den Grundwasseranstrom der Deponie (Lage der Messstelle s. Anlage 1.1). Obwohl diesem Brunnen nach hydrogeologischen Gesetzmäßigkeiten keine Stoffe aus der Deponie über den Grundwasserpfad anströmen können, zeigt er seit 1988 einen Sulfatanstieg von 10 mg/kg auf inzwischen bis zu 200 mg/kg und seit 2013 auch deutlich ansteigende Bor-Gehalte (s. Anlagen 3.1.1 und 3.1.2).

Weder die in den letzten Jahren festgestellten Sulfatgehalte, noch die angestiegenen Bor-Konzentrationen liegen in einer Größenordnung, die als Schädigung des Grundwassers interpretiert werden könnten.



Natürliche Grundwässer des Marschenlandes können zum Vergleich Borgehalte um 4.000 µg/l aufweisen.

Da Bor aber auch ein Indikator für Gewässerverunreinigungen sein kann, wurden vom Umweltschutzamt der Seestadt Bremerhaven vorliegende Untersuchungen zur Ursachenermittlung für die chemischen Veränderungen im Grundwasseranstrom der Deponie Grauer Wall in Auftrag gegeben.

## 2. Durchgeführte Untersuchungen

Vorbereitend auf die technischen Untersuchungen vor Ort wurden die Grundwasserstandsmessungen und chemischen Analysedaten des „Grundwassermonitorings Grauer Wall“ der letzten Jahre gesichtet, ausgewertet und unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Untergrundverhältnisse interpretiert.

Für die Beantwortung der Fragestellung nach der Ursache für die ansteigenden Eisen-, Sulfat- und Borgehalte in der Grundwassermessstelle GMS 1 war zu klären, ob es sich aufgrund der Lage dieses Brunnens direkt an der Straßenböschung und nahe an einem Entwässerungsgraben um eine punktuelle Abweichung von der regional vorherrschenden Grundwasserbeschaffenheit handelt oder großflächigere Veränderungen des Grundwasserchemismus vorliegen.

Um die räumliche Lage der im GMS 1 nachgewiesenen Grundwasserauffälligkeiten abschätzen zu können und die hydrogeologischen Verhältnisse im Übergangsbereich von der Geest ins Marschenland besser erfassen zu können, wurden nördlich und südlich des GMS 1 die Grundwassermessstellen GMS 9 und GMS 10 neu errichtet (Lage s. Anlage 1.1)

Die Brunnen wurden im Hohlbohrschneckenverfahren erstellt. Für die Einrichtung der Messstelle GMS 9 wurde der Schichtenaufbau des Untergrundes aufgrund hier sehr mächtiger holozäner Weichschichten ein einer zusätzlich niedergebrachten



Rammkernsondierung erfasst, da die Schneckenbohrungen sehr ungenaue Daten über den Schichtenaufbau des Untergrundes liefern.

Die neuen, 10 m tiefen Messstellen wurden im Tiefenabschnitt zwischen 5,2 und 10,2 m unter Gelände verfiltert. Der Brunnenausbau aller in die Untersuchungen einbezogener Messstellen ist in der Anlage 2.1 dargestellt.

In zwei Stichtagsmessungen am 20.12.2016 und am 24.02.2017 wurden die Grundwasserspiegel der Brunnen am Ostrand der Deponie Grauer Wall eingemessen, um die Grundwasserfließrichtung am Geestabhang in Richtung Deponie Grauer eingehender erfassen zu können.

Die hydraulische Interaktion zwischen den Oberflächenwässern des Ringgrabens um die Deponie, der Neuen Aue und des Speckenbütteler Bootsteich mit dem Grundwasserleiter sollte eingehender erfasst werden. Hierzu wurden die Wasserspiegel der Grund- und Oberflächengewässer höhenmäßig eingemessen und zueinander in Beziehung gesetzt.

### **3. Die hydrogeologische Situation der Deponie Grauer Wall**

Das Gebiet östlich der Deponie „Grauer Wall“ liegt am Abhang der Geest zum westlich angrenzenden Marschenland.

Die hier am Geesthang oberflächennah anstehenden eiszeitlichen Geestablagerungen bestehen überwiegend aus feinkörnigen Sanden und Geschiebelehm.

Der Untergrund der Wesermarschen wird von den jungen, bis über 10 m schichtstarken, wasserundurchlässigen Kleiablagerungen des Marschenlandes und den torfigen Basisschichten des Kleis unterlagert, die als schützende Deckschicht über den grundwasserführenden Sanden und Kiesen des Weserurstromtals lagern.

Die tonig-schluffigen Sedimente des Weserästuars reichen bis an den Geesthang östlich der Deponie Grauer Wall und dünnen mit ansteigendem Geesthang völlig aus. Am Geestfuß haben sich Moore ausbilden können. Im Übergangsbereich zwischen



den Wesermarschen und der Geest treten oft Wechsellagerungen von Kleihorizonten der Wesermarsch und Randtorfen der Geest auf.

Der Anlage 2.2 ist ein Schnittbild des Untergrundaufbaus am Geestrand entlang der Neuen Aue zu entnehmen.

Im südlichen Schnittverlauf wird ein nach Westen in das Marschenland hinein reichender Geestsporn angeschnitten. Hier lagert ein Geschiebelehmhorizont über eiszeitlichen Feinsanden. Dieser oberflächennahe Geschiebelehm dünnt nach Norden bis auf Höhe des Brunnens GMS 1 völlig aus und fehlt im nördlichen Schnittverlauf.

Nördlich des Brunnens GMS 1 schneidet sich ein Erosionstal tief in den hier sandig ausgebildeten Geestrand ein. Die jungen holozänen Torf- und Kleiablagerung ziehen sich in dieses Tal weit nach Osten in den Geestkörper hinein. Im Bereich nördlich der Grundwassermessstelle GMS 1 lagern die sandigen Geestablagerungen im Gegensatz zum Südteil der Schnittführung über einem Geschiebelehmhorizont.

Das mit gering wasserleitenden jungen Böden gefüllte, fast 10 m tiefe Tal schneidet sich so tief in die Geestsande ein, dass die Basis der Torfe und Schluffe fast bis an die Oberfläche des Geschiebelehms reicht.

Im Profilschnitt der Anlage 2.2 wird erkennbar, dass das Grundwasser der Geest vorrangig über die tiefe Sandrinne südlich der Grundwassermessstelle GMS 9 nach Westen zur Weser als Vorflut abströmen kann. Der Brunnen GMS 6 nördlich der GMS 9 liegt hingegen durch die tief in den Grundwasserleiter einschneidende Barriere aus Torf- und Kleiböden hydraulisch stark isoliert zu dieser entwässernden Sandrinne. Der eingeschränkte Grundwasserabfluss in die südlich gelegene Entwässerungsrinne könnte ein Grund für die gegenüber den Brunnen GMS 1 und GMS 5 höheren Grundwasserstände des GMS 6 sein.

Insgesamt sind die eiszeitlichen Ablagerungen der Geest sehr heterogen ausgebildet. Die im Umfeld der Messstelle GMS 1 sehr sandig ausgebildeten Geestablagerungen werden schon an den Messstellen FR 1 und FR 2 durch sehr



schichtstarken Geschiebelehmsschichten abgelöst (s. Schichtenprofile der Brunnen FR 1 und FR 2 in Anlage 2.1)

Die Oberflächengewässer am Ostrand der Deponie scheinen nach unseren Beobachtungen einen geringeren Einfluss auf das Grundwasserfließverhalten zu haben. Obwohl der Wasserspiegel des Bootsteichs mit einer Höhe von ca. 0,30 m NN bei hohen Grundwasserständen mehrere Dezimeter, der Wasserspiegel der Neuen Aue mit Wasserständen um -0,3 m NN sogar zeitweise über einem Meter unter dem umgebenden Grundwasserspiegel liegt, sind keine intensiveren Entwässerungen des Grundwasserleiters an diesen Oberflächengewässern erkennbar. Der Abflussgraben des Bootsteiches leitet nach grober Abschätzung nur ca. 10 m<sup>3</sup> an Teichwasser in die Neue Aue ab. Die Neue Aue lässt keinerlei Anzeichen auf Grundwasseraustritte aus dem Grundwasserleiter in dieses nur wenige Dezimeter tiefe Fließgewässer erkennen.

Das Grundwasser zeigt im Übergangsbereich von der Geest ins Marschenland sehr geringe Fließgeschwindigkeiten. Der Gefällquotient I auf der Fließstrecke zwischen den Brunnen Fr 1 und GMS 1 liegt bei den sehr niedrigen Grundwasserständen im Dezember 2016 bei nur 0,0004. Am 24.02.2017, unmittelbar nach niederschlagsreichen Tagen, wurden sowohl in den Brunnen FR 1 und FR 2 als auch an den Brunnen nahe der Neuen Aue ein einheitlicher Grundwasseranstieg um 15 cm festgestellt. Bei höheren Grundwasserständen versteilt sich das Grundwassergefälle und kann bei hohen Grundwasserständen bei ca. 0,0009 liegen.

Als  $K_f$ -Wert kann für die z.T. mittelsandigen Feinsande ein Wert von ca.  $2 \times 10^{-4}$  m/sec (etwas über der Grenze von  $1 \times 10^{-4}$  m/sec zwischen Fein- und Mittelsanden nach HÖLTING) abgeschätzt werden.

Daraus errechnet sich nach dem Darcyschen Gesetz eine Grundwasserfließgeschwindigkeit zwischen 2,8 und 6,2 cm/Tag bzw. 10 m/Jahr bis 23 m/Jahr.

Die Grundwasserfließverhältnisse im Übergang von der Geest zur Marsch sind aufgrund der beschriebenen geologischen Untergrundverhältnisse komplex. Aus vorliegender Untersuchung wird jedoch zumindest deutlich, dass die Grundwasser-



gleichen zwischen den Grundwassermessstellen GMS 8 und GMS 9 eine nahezu gerade Nord-Süd verlaufende Linie bilden. Die am Geestrand durchgeführten Grundwasserstandsmessungen lassen zumindest auf Höhe der Brunnen GMS 1, GMS 5 und GMS 7 keine erheblichen Absenkungen des Grundwasserspiegels durch Entwässerungsaktivitäten der Neuen Aue und des Ringgrabens erkennen. Vielmehr deutet sich ein einheitliches Gefälle vom GMS 1 über den GMS 5 zum GMS 7 an. Die Wasserstände des GMS 1 liegen bei allen bisherigen Wasserstandsmessungen über denen des GMS 5 (s. Anlage 1.3). Bei unserer Stichtagsmessung im Dezember 2016 lag der Grundwasserspiegel der weiter westlich vom Ringgraben gelegenen GW-Messstelle GMS 7 zwar 2 cm tiefer als der Wasserspiegel im GMS 5. Interessanterweise liegt der Wasserspiegel des GMS 7 jedoch meist unter dem des GMS 5, so dass sich ein gleichmäßiges Grundwassergefälle von dem Geestbrunnen GMS 1 über die Entwässerungsgräben „Neue Aue“ und „Ringgraben“ hinaus nach Westen andeutet.

Bei der grob abgeschätzten Fließgeschwindigkeit von durchschnittlich 17 m/Jahr würde der Stofftransport konservativer Parameter (Parameter mit gleicher Transportgeschwindigkeit wie Wasser) auf der ca. 80 m langen Fließstrecke vom GMS 1 zum GMS 5 rechnerisch 4,7 Jahre dauern. Wie unten dargestellt, lässt sich für den Parameter Sulfat tatsächlich nachweisen, dass der 2003 festgestellte steile Sulfatanstieg im GMS 1 ab dem Jahr 2008 auch im Brunnen GMS 5 erkennbar wird. Möglicherweise wird das im GMS 1 seit 2013 in erhöhten Konzentrationen nachgewiesene Bor als „Tracer“ in wenigen Jahren den Brunnen GMS 5 erreichen.

### **3.1 Die Grundwasserbeschaffenheit im Grundwasseranstrom der Deponie Grauer Wall**

Die Geestwässer im Grundwasseranstrom der Deponie Grauer Wall liegen nach Angaben der „Grundwasser- und Geotechnischen Plankarte Bremerhaven“ im Wassertypbereich „Calcium-Hydrogencarbonat-Wasser“, sie sind demnach calciumreicher als das Marschengrundwasser und weisen dadurch auch einen höheren pH-Wert auf.



Wie oben dargestellt ist die Grundwasserfließrichtung von der Geest im Osten auf die Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ nach Westen gerichtet. Demnach belegen alle analysierten Brunnen der vorliegenden Grundwasseruntersuchung östlich der Deponie Grauer Wall den Chemismus des von der Geest nach Westen gerichteten Grundwasseranstroms der Deponie.

Die zeitliche Veränderung des Grundwasserchemismus am Geestrand östlich der Neuen Aue lässt sich nur in der Messstelle GMS 1 beschreiben, da nur das Grundwasser aus diesem Brunnen regelmäßig über einen Zeitraum von 30 Jahren chemisch untersucht wurde.

Im Brunnen GMS 1 ist im Beobachtungszeitraum zwischen 1988 und 2006 ein **Sulfatanstieg** von Werten um 10 mg/l auf Konzentrationen um 200 mg/l festgestellt worden (s. Konzentrationsverlauf in der Anlage 3.1.2). Dieser Anstieg erfolgte nicht kontinuierlich. In einer ersten Phase steigt der Sulfatgehalt zwischen 1988 und 1993 auf Werte um 80 mg/l und bleibt dann 10 Jahre lang auf diesem Konzentrationsniveau. In dem kurzen Zeitraum von 2003 bis 2005 ist ein erneuter starker Sulfatanstieg von Gehalten um 80 mg/l auf 190 mg/l zu verzeichnen. Seit 2005 verharrt der Sulfatgehalt bei starken Schwankungen auf diesem Konzentrationsniveau.

Der Sulfatgehalt der übrigen untersuchten Geestbrunnen GMS 8, GMS 9, FR 2 und der Oberflächengewässer „Bootsteich“ und „Neue Aue“ liegen hingegen unter 50 mg/l. Über 50 mg/l liegen außer dem Brunnen GMS 1 auch die Brunnen FR 1 und GMS 10. Bemerkenswert ist der Befund, dass nur diese drei sulfatauffälligen Brunnen auch erhöhte Borgehalte aufweisen (s.u.).

**Calcium** zeigt im Brunnen GMS 1 einen sehr ähnlichen Konzentrationsverlauf wie Sulfat, so dass ein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem Sulfat- und dem Calciumanstieg besteht. Mögliche Beeinflussungen durch natürliche Gipsgehalte in den Böden des Untersuchungsbereiches sind uns nicht bekannt. Sollte der Sulfatanstieg im GMS 1, wie oben vermutet, durch die Sulfatfreisetzung aus dem aufgetragenen Baggergut des Bootsteiches resultieren, könnte der parallel



verlaufende Calciumanstieg auf die Aufkalkung der Schlämme für eine bessere Entwässerung und gegen die Versauerung des Teichschlamms resultieren.

Die **Eisengehalte** des GMS 1 sind seit Beginn dieser Grundwasserbeobachtung von 2 mg/l im Jahr 1988 auf inzwischen über 5 mg/l gestiegen (s. Anlage 3.1.3) Im Gegensatz zum Konzentrationsverlauf des Sulfats und des Calciums verläuft dieser Anstieg der Eisengehalte im Grundwasser sehr kontinuierlich. Die Eisengehalte der übrigen Messstellen zeigen erhebliche lokale Unterschiede der Eisenwerte. Hohe Gehalte um 4 mg/l weisen die Brunnen GMS 9, GMS 10 und FR 1 auf. Die südlicheren Brunnen FR 2 und GMS 8 sind mit Eisengehalten < 0,6 mg/l eisenarm.

Die **Chloridgehalte** des GMS 1 liegen auf einem für den Geestgrundwasserleiter typischen, konstant niedrigen Konzentrationsniveau um 40 mg/l. Auch alle anderen Grundwassermessstellen zeigen ähnlich geringe Chloridgehalte. Nur das Oberflächenwasser der Neuen Aue weist im Dezember 2016 einen Chloridgehalt von 130 mg/l und damit deutlich über dem Chloridgehalt des Geestgrundwassers auf.

Die **Borgehalte** der Grundwässer um die Deponie Grauer Wall spiegelten bis ins Jahr 2013 den Grundchemismus des jeweiligen Grundwassermilieus wider (s. Konzentrationsverlauf der Anlage 3.1.1). Da Bor in allen salzwasserbeeinflussten Grundwässern auftritt, zeigen die Brunnen der Marsch stets erhöhte Borgehalte. Im vorliegenden Fall sind die höchsten Borgehalte dementsprechend in den Brunnen GMS 2 und GMS 3 anzutreffen, in denen auch die höchsten Chloridwerte nachgewiesen sind. Die niedrigsten Borgehalte wurden, wie zu erwarten, in den Geestbrunnen GMS 1 und GMS 5 beobachtet.

Im Jahr 2013 steigen die Borgehalte des GMS 1 plötzlich stark an. Schwankten die Borkonzentrationen von 1989 bis 2013 um 20 µg/l, liegen die Werte schon im Jahr 2015 bei 430 µg/l. In den letzten beiden Jahren ist der Bor-Anstieg nur noch gering. Im Dezember 2016 ergab die Analytik einen Gehalt von 490 µg/l.

Diese Borauffälligkeit in dem Geestbrunnen GMS 1 bleibt nach vorliegenden Untersuchungsergebnissen nicht auf diesen Brunnen beschränkt, sondern findet sich



auch im Grundwasser der Messstellen GMS 10 (250 µg/l) und FR 1 (ebenfalls 250 µg/l) wieder. Alle übrigen Grund- und Oberflächenwasserproben sind Bor- unauffällig.

Bor im Grundwasser kann u.a. als Hinweis auf eine Verunreinigung durch häusliche Abwässer gedeutet werden. In derartigen Abwässern tritt Bor in der Regel zusammen mit **Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA)** auf. EDTA ist in vielen Wasch- und Reinigungsmitteln zur Bindung von  $\text{Ca}^{2+}$ - und  $\text{Mg}^{2+}$ -Ionen (Enthärtung) enthalten. EDTA gelangt fast ausschließlich über das Abwasser in die Umwelt.

Da EDTA in keiner der Wasserproben oberhalb der Nachweisgrenze von 1,0 µg/l nachgewiesen wurde, scheidet eine Verursachung der Bor-Auffälligkeit durch eine Abwasserversickerung in den Grundwasserleiter aus.

#### 4. Interpretation der Untersuchungsergebnisse

Die inzwischen vorliegenden hydrogeologischen und hydrochemischen Untersuchungsergebnisse belegen eine von der Geest nach Westen ins Marschenland gerichtete Grundwasserfließrichtung und einen Transport schadstofffreier Grundwässer von der Geest in Richtung Deponie Grauer Wall.

Der Grundchemismus der in den Brunnen der Geest untersuchten Grundwässer hat sich seit 1988 insbesondere durch einen Anstieg der Parameter Sulfat, Calcium, Eisen, in den letzten Jahren auch durch Bor verschoben.

Die Ursache des Sulfatanstiegs im GMS 1 kann aus dem Versauerungspotential der Teichschlämme des östlich an den GMS 1 angrenzenden Bootsteichs und/oder der Entwässerung der zwischen dem Bootsteich und der GMS 1 gelegenen Torfe abgeleitet werden.

In organikreichen sauerstoffarmen Bodenhorizonten und Faulschlamm von stehenden Gewässern wird der im organischen Material enthaltene Schwefel in organischen Verbindungen und/oder sulfidischen Mineralien fixiert. Unter Luftzufuhr bei der Faulschlammnahme oder der Entwässerung insbesondere von Nieder-



mooren oxidiert der Schwefel sehr schnell zu  $\text{SO}_4$  und ist dann im Medium Wasser sehr mobil. Die  $\text{SO}_4$ -Freisetzung kann bei geringer Neutralisationskapazität des Bodens (z.B. geringer Kalkgehalt) zu einer starken Bodenversauerung führen (s. Geofakten 24 und 25 der LBEG), mit der wiederum eine Mobilisierung von Eisen einhergeht.

Im Jahr 2002 wurde der Bootsteich entschlammt (s. Zeitungsartikel der Anlage 4.1) und der entwässerte Schlamm aus der Teichbaggerung an mehreren Stellen rund um den Teich aufgetragen. 2003 beginnt dann der starke Sulfatanstieg und hält bis 2006 an. Es ist somit sehr wahrscheinlich, dass der Sulfatanstieg des GMS 1 mit den Baggerarbeiten an dem Bootsteich in Verbindung steht.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass zeitversetzt zum Sulfatanstieg im GMS 1 auch der Sulfatgehalt des GMS 5 ansteigt (s. Anlage 3.1.2 ). Dieser Sulfatanstieg im GMS 5 ist ein weiterer Hinweis auf den Grundwasserabfluss von der Geest über den GMS 1 und den GMS 5 nach Westen ins Marschenland. Würde der gegenüber den anderen Grundwassermessstellen des Grundwassermonitorings niedrige Grundwasserspiegel des GMS 5 auf die Entwässerung des Grundwasserleiters durch die Neue Aue zurückzuführen sein, könnte dieser auf der Westseite der Aue gelegene Brunnen keine Beeinflussung durch den Grundwasserchemismus östlich der Aue zeigen.

Eindeutiger Beleg gegen einen Einfluss der Deponie auf die östlich im GW-Anstrom der Deponie gelegenen Brunnen ist der in den Anstrombrunnen sehr geringe Chloridgehalt. Das Deponiesickerwasser der Deponie Grauer Wall zeigt typischerweise sehr hohe Chloridgehalte. Die Chloridgehalte der im Ringgraben gesammelten Deponiesickerwässer liegen im Mittel bei Werten um 4.500 mg/l, die Chloridgehalte aller Brunnen östlich des Ringgrabens hingegen unter 50 mg/l. Da Chlorid als sehr konservativer Parameter weder adsorbiert noch abgebaut werden kann, müssen alle aus dem Deponiekörper über den Sickerwasserpfad gelöst in das Grundwasser ausgetragenen Stoffe mit dem Parameter Chlorid vergesellschaftet sein. Somit kann für alle hier untersuchten Brunnen östlich der Neuen Aue schon aus hydrochemischen Gründen angesichts der geringen Chloridgehalte ein Stofftransport von Deponiesickerwässern nach Osten ausgeschlossen werden.



## 5. Mögliche Quellen für Borauffälligkeiten in Gewässern

Die lokal in einer Zone vom Brunnen FR 1 über den Brunnen GMS 10 bis zur Grundwassermessstelle GMS 1 nachgewiesene Borauffälligkeit kann, wie oben belegt, weder aus der Deponie Grauer Wall (fehlender Chloridgehalt, kein Stofftransport gegen die nachgewiesene Grundwasserfließrichtung möglich) noch aus defekte Abwasserleitungen als Bor-Quellen abgeleitet werden (Kein Nachweis von EDTA). Daher wurde versucht, andere potentielle Bor-Quellen zu ergründen.

Bei der Prüfung möglicher Bor-Quellen wurde auf den Wissensstand von Wikipedia zurückgegriffen, der im Folgenden mit geringfügigen Kürzungen übernommen wird. Hiermit sollte auf die Vielzahl an Verwendungsarten von Bor hingewiesen sein. Die aus unserer Einschätzung für die vorliegenden Borgehalte im Grundwasser möglicherweise relevanten Bor-Verwendungen sind dabei im Schriftbild hervorgehoben.

### Bor in Wikipedia:

„Die wirtschaftlich wichtigste Verbindung ist Borax zur Herstellung von Isolierstoffen und Bleichstoffen (Perborate). Weitere Anwendungen:

### **Elementares Bor**

- Ferrobor und Bor als Legierungszusatz für Feinkornbaustähle und Nickelbasislegierungen
- Reduktionsmittel bei der Herstellung von reinem Kupfer, um Sauerstoff zu entfernen<sup>[19]</sup>
- Bor als Kornfeinungsmittel für Messing-Gusslegierungen
- Bor-Nitrat-Gemische als Zünder für Airbags
- Kristallines Bor und Borfasern für Anwendungen mit extrem hoher Festigkeit und Steifigkeit: Bauteile für Helikopterrotoren, Tennisrackets, Golfschläger, Angelruten,
- Feuerwerksartikel und Leuchtschurmunition (wegen intensiv grüner Flamme)



- Thermochemische Randschichtverhärtung, siehe Borieren

## Borverbindungen

- ***Waschmittel (Perborate)***
- Lichtwellenleiter
- Organische Synthesen
- Feuerfestes Borosilikatglas
- Glasfritten
- Keramikglasuren
- ***Pflanzenschutzmittel***
- Schleifmittel und Schneidstoff zur Bearbeitung von Stahl (Borcarbid, Bornitrid); weitere Anwendungen siehe dort
- Neodym-Eisen-Borverbindungen zur Herstellung stärkster Magnete. Sie werden genutzt für Kernspintomographen, Mikromotoren und Festplatten (Positionierung der Schreib-/Leseköpfe), Dauermagnet-Rotoren (z. B. Schritt- und Servomotoren), Linearmotoren für Positionierachsen, hochwertige Lautsprecher und Kopfhörer. Gegenüber den Cobalt-Samarium-Magneten sind sie wesentlich preiswerter.
- Abtastnadelträger bei hochwertigen Tonabnehmern für Schallplatten
- ***Brems- und Kupplungsbeläge***
- Panzerungen, kugelsichere Westen
- Flussmittel zum Löten (Borsäure)
- Boraxperle als grobe chemische Analyseverfahren für Metallionen
- Kühlschmierstoffe in der Zerspanung
- ***Holzschutzmittel (wegen geringer Giftigkeit)***
- Flammschutzmittel für Platinen
- Kosmetikindustrie
- ***Düngemittel***



Diese Wikipedia entnommene und bereits deutlich gekürzte Liste der Verwendungsbereiche für Bor gibt einen Eindruck der breit gefächerten Verwendungsarten von Bor wider.

Dabei sind die natürlichen Boranreicherungen in allen Salzwässern, Mineralwässern und einigen Mineralien (z.B. Turmalin) nicht aufgeführt.

Die in Fettschrift hervorgehobenen Verwertungsarten werden im Folgenden als mögliche Quellen für den auffälligen Borgehalt der Brunnen FR 1, GMS 10 und GMS 1 diskutiert.

Aufgrund der vielfältigen Verwendung von Bor im Haushalt treten in Deponiesickerwässern und in häuslichen Abwässern regelmäßig hohe Borgehalte auf. Der Borgehalt im Ringgraben der Deponie Grauer Wall schwankt wie der Chloridgehalt um 4.000 µg/l. Der Literatur sind gleichhohe Bor-Gehalte in häuslichen Abwässern zu entnehmen. Beiden genannten Bor-Quellen konnten in vorliegender Untersuchung ausgeschlossen werden (keine Vergesellschaftung mit Chlorid oder EDTA).

Bor wird in vielen Pflanzenschutzmitteln, Holzschutzmitteln und Düngemitteln eingesetzt.

Borhaltige Pflanzenschutz- und Holzschutzmittel wirken leicht fungizid und insektizid, wirken aber weder auf höhere Pflanzen noch auf den Menschen toxisch und werden daher zunehmend bei der Holzimprägnierung und in der Landwirtschaft verwendet. Da Bor ein wichtiges Spurenelement für alle Pflanzen ist, wird es in der Landwirtschaft zudem Düngemitteln zugesetzt.

Als Verdachtsquelle für das plötzliche Borauftreten im GMS 1 wurde die nur ein Jahr vor dem Anstieg der Borwerte aufgetragene Wegbefestigung aus Holzspänen in Betracht gezogen. Sollten in diesem Holzschredder auch Althölzer verarbeitet worden sein, könnten Borate als Holzschutzmittel in das Spänematerial gelangt sein.



Eine vom Umweltschutzamt aus dem Spänelager am Bootsteich entnommene Späneprobe wurde vom Labor IBEN auf Bor im Feststoff, in einer veraschten Späneprobe und im Eluat auf Bor analysiert.

Die Boranalyse der Späne ergab einen Borgehalt von 28 mg/kg. In der Literatur werden für Naturhölzer nach Mittelwerten aus 7 Studien Borgehalte < 10 mg/kg angegeben (s. Tabelle der Anlage 5.2).

Die erhöhten Borgehalte der hier untersuchten Späneprobe lassen eine untergeordnete Beimengung mit Bor behandelter Althölzer vermuten. Das erstellte Eluat der Späneprobe ergab aber eine Wasserlöslichkeit von nur 17 µg/l im Eluat, so dass diese, wenn auch nur stichpunktartige Untersuchung keinen Beleg für die Wirksamkeit dieser Quelle auf den Borgehalt des Grundwassers liefern konnte. Es bleibt aber unklar, ob nicht auch Spänechargen mit höheren Borgehalten als Wegestreu Verwendung fanden.

Im Unterbau der mit Holzspänen befestigten Wege der Parkanlage wurde eine Drainage verlegt. Es wurde versucht, aus dem Drainageablauf in einen Entwässerungsgraben eine Wasserprobe für die Boranalytik zu entnehmen. Da die Drainage aber selbst nach intensiven Niederschlagsereignissen kein Wasser führte musste auf diese Probenahme verzichtet werden.

Sulfat- und Boranstieg im Brunnen GMS 1 stehen aufgrund des deutlich zeitversetzten Anstiegs in keinem direkten ursächlichen Zusammenhang.

Da der Sulfatanstieg sehr wahrscheinlich aus der Schwefeloxidation der 2002 entnommenen und im Anstrom der GMS 1 aufgetragenen Teichschlämme resultiert, ist der Boreintrag in das Grundwasser einem deutlich späteren Ereignis zuzuordnen.



Hier kommt eine Düngung der Grünflächen mit Bor haltigen Düngemitteln in Betracht. Möglich ist auch die Kalkung und Düngung des zur Versauerung neigenden Baggerguts aus dem Bootsteich.

Nach Angaben des Umweltschutzamtes wurde der Teichschlamm am Südostufer des Bootsteiches aufgetragen (s. Plan der Anlage 4.2).

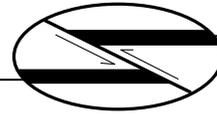
Möglicherweise lagerte ein Teil des Schlammes in Anstromnähe der Brunnen GMS 1 und GMS 10 und führte zum zeitnah zur Baggerung erfolgten Sulfatanstieg in diesen Brunnen. Nach den Baggararbeiten erfolgte südlich des Bootsteichs eine drastische Landschaftsumgestaltung durch Rückbau des ehemaligen Schwimmbades mit umfangreichen Rodungen und Anlagen neuer Grünflächen.

Bei der Bodenverbesserung im Bereich der aufgetragenen Teichschlämme und der Neuanlage von Grünflächen könnten gezielt borhaltige Dünger zum Einsatz gekommen sein.

Die im Grundwasser festgestellten Borgehalte sind aus Sicht der Gefährdungsabschätzung vernachlässigbar. So wird von der WHO für Trinkwässer ein Grenzwert für Bor von 2.400 µg/l empfohlen. In der BBodSchV wird Bor nicht berücksichtigt. In der LAWA wurde der Geringfügigkeitsschwellenwert 2015 von 740 µg/l auf 180 µg/l herabgesetzt, da Borauffälligkeiten im Grundwasser allgemein als Hinweis auf sonstige negative Beeinflussungen des Grundwassers gewertet werden.

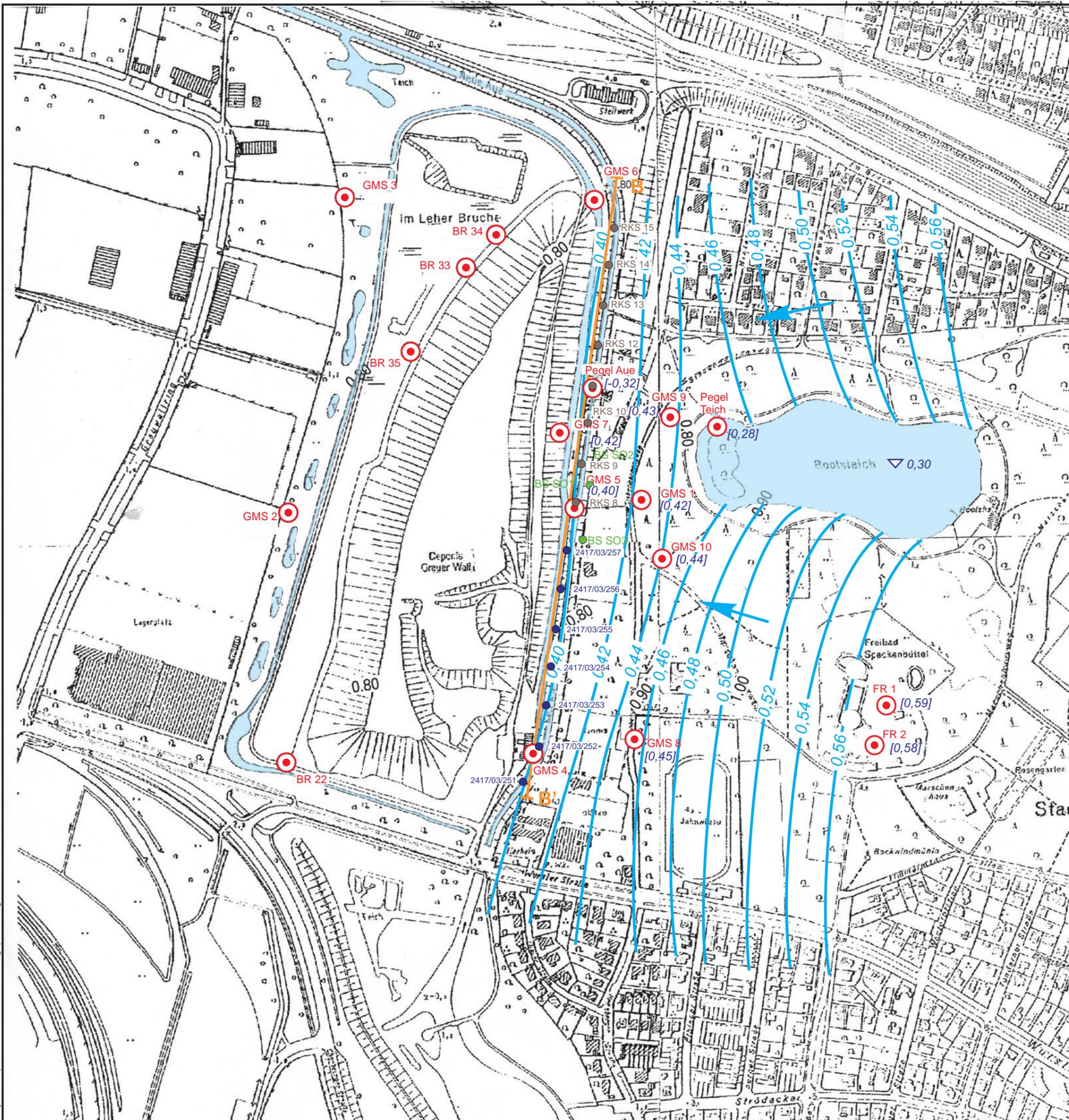
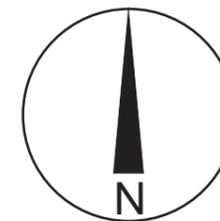
Zur weiteren Erkundung der Belastungssituation im GW-Anstrom der Deponie Grauer Wall sehen wir keinen Handlungsbedarf. Im Rahmen des Monitorings Grauer Wall sollte jedoch Augenmerk auf die Entwicklung der Borgehalte in der Messstelle GMS 5 gerichtet werden, da Bor als Tracer den Erkenntnisstand über das Grundwasserfließverhalten von der Geest in Richtung Deponie vertiefen kann.

Bremen, den 27.02.2017



***Dr. Pirwitz Umweltberatung***

Dipl. Geol. Dr. Kasimir Pirwitz



**Legende:**

-  Beobachtungsbrunnen
-  [0,48] Grundwasserstand am 20.12.2016
-  Grundwassergleichen
-  Grundwasserfließrichtung

Kartengrundlage: Umtec, Bremen 2007

<b>Dr. Pirwitz Umweltberatung</b>			
28 876 Oyten Clüverdamm 54 Tel.: 04207 - 3341 Fax: 04207 - 3342		28 207 Bremen Hastedter Heerstr. 76 Tel.: 0421 - 43 41 556 Fax: 0421 - 43 41 557	
Projekt: Hydrochemische Untersuchungen auffälliger Parameter am der Ostrand der Altdeponie Grauer Wall			
Titel: <b>Grundwassergleichenplan von 20.12.2016</b>			
Auftraggeber: Magistrat der Seestadt Bremerhaven Umweltschutzamt			
Bearbeiter: PIR/Th	Datum: 24.02.2017	Maßstab: 1 : 5.000	Anlage: 1.1

## Deponie Grauer Wall: Stichtagsmessung

Brunnen	Datum	ROK [m NN]	Wasserstand [m u ROK]	Wasserstand [m NN]
<b>GMS 1</b>	22.01.2014	1,571	0,94	0,631
<b>GMS 1</b>	24.04.2014	1,571	1,03	0,541
<b>GMS 1</b>	07.05.2014	1,571	1,00	0,571
<b>GMS 1</b>	20.12.2016	1,571	1,15	0,421
<b>GMS 1</b>	24.02.2017	1,571	1,00	0,571
<b>GMS 4</b>	22.01.2014	3,683	2,945	0,738
<b>GMS 5</b>	22.01.2014	2,114	1,49	0,624
<b>GMS 5</b>	24.04.2014	2,114	1,52	0,594
<b>GMS 5</b>	07.05.2014	2,114	1,65	0,464
<b>GMS 5</b>	20.12.2016	2,114	1,71	0,404
<b>GMS 7</b>	22.01.2014	3,701	3,105	0,596
<b>GMS 7</b>	24.04.2014	3,701	3,18	0,521
<b>GMS 7</b>	07.05.2014	3,701	3,16	0,541
<b>GMS 7</b>	20.12.2016	3,701	3,28	0,421
<b>GMS 8</b>	24.04.2014	3,91	3,280	0,630
<b>GMS 8</b>	07.05.2014	3,91	3,280	0,630
<b>GMS 8</b>	20.12.2016	3,91	3,460	0,450
<b>GMS 8</b>	24.02.2017	3,91	3,300	0,610
<b>GMS 9</b>	20.12.2016	1,36	0,930	0,430
<b>GMS 9</b>	24.02.2017	1,36	0,780	0,580
<b>GMS 10</b>	20.12.2016	2,89	2,450	0,440
<b>GMS 10</b>	24.02.2017	2,89	2,300	0,590
<b>FR 1</b>	24.04.2014	3,32	2,520	0,800
<b>FR 1</b>	07.05.2014	3,32	2,590	0,730
<b>FR 1</b>	20.12.2016	3,32	2,730	0,590
<b>FR 1</b>	24.02.2017	3,32	2,580	0,740
<b>FR 2</b>	20.12.2016	4,42	3,840	0,580
<b>FR 2</b>	24.02.2017	4,42	3,690	0,730
<b>Pegel Teich</b>	20.12.2016	0,78	0,500	0,280
<b>Pegel Aue</b>	20.12.2016	-0,02	0,300	-0,320

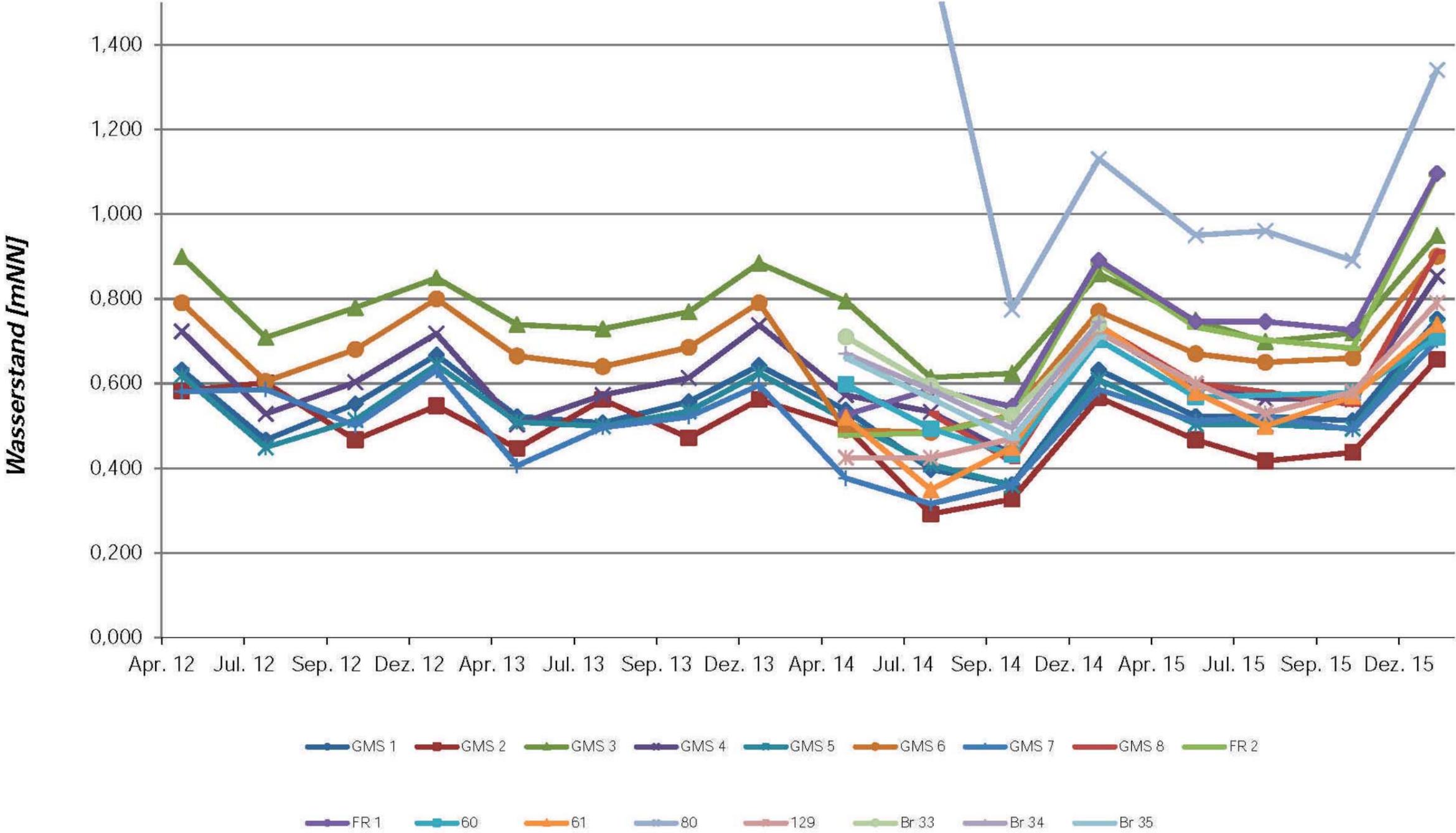
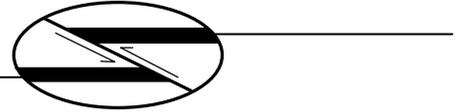


Diagramm 3.1: Ganglinien zu den Grundwasserständen (April 2012 bis Februar 2016)



## Ausbau der Brunnen

1070133

**celler brunnenbau** gmbH



Postanschrift: Postf. 91, D-3100 Celle  
Trittweg · D-3101 Wathlingen  
Telefon (05144) 8911-15  
Telex 925009 cebrb-d

# Schichtenverzeichnis für Wasserbohrungen

Meßtischblatt Nr.: \_\_\_\_\_

Lage: r \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_

Name: Beobachtungsbrunnen 1

Ortsname der Bohrung: Bremerhaven, Deponie Grauwall B 1  
Seestadt Bremerhaven, Amt für

Auftraggeber: Stadtentwässerung Auftrag Nr.: 13957

Bohrzeit von 8.11.84 bis \_\_\_\_\_ Eingesetztes Bohrgerät: M 300

Bohrverfahren: Spülbohrung Bohrgerätführer: F. Bednarzick

Zweck der Bohrung: Erkundung und Grundwassermeßstelle Erfolg: ja/nein

Bohr-Anfangs- $\phi$ : 150 mm Bohr-End- $\phi$ : 240 mm Filter- $\phi$ : 4 1/2"

Bohrlochmessung: ja/nein durch: \_\_\_\_\_

Flowmetermessung: ja/nein

Einbautiefe des Filters von 9 bis 11 m mit/ohne Kiesschüttung

Wassersperre von 1 bis 2

Wasserstand 0,98 m u. Gel. in Ruhe

Absenkung auf: 4,85 m u. Gel. bei Förderung von 12 cbm/h

Auffällige Wassereigenschaften: \_\_\_\_\_

Pumpversuch mit Kreisel-/Kolben-/U-Pumpe/Lufthebeverfahren? Dauer: \_\_\_\_\_ Minuten

bei \_\_\_\_\_ m = \_\_\_\_\_ l/sec oder \_\_\_\_\_ cbm/h W.-Probe entnommen ja/nein

bei \_\_\_\_\_ m = \_\_\_\_\_ l/sec oder \_\_\_\_\_ cbm/h W.-Probe entnommen ja/nein

bei \_\_\_\_\_ m = \_\_\_\_\_ l/sec oder \_\_\_\_\_ cbm/h W.-Probe entnommen ja/nein

bei \_\_\_\_\_ m = \_\_\_\_\_ l/sec oder \_\_\_\_\_ cbm/h W.-Probe entnommen ja/nein

Wasserprobe gesandt an: \_\_\_\_\_

Name des beratenden Geologen: \_\_\_\_\_

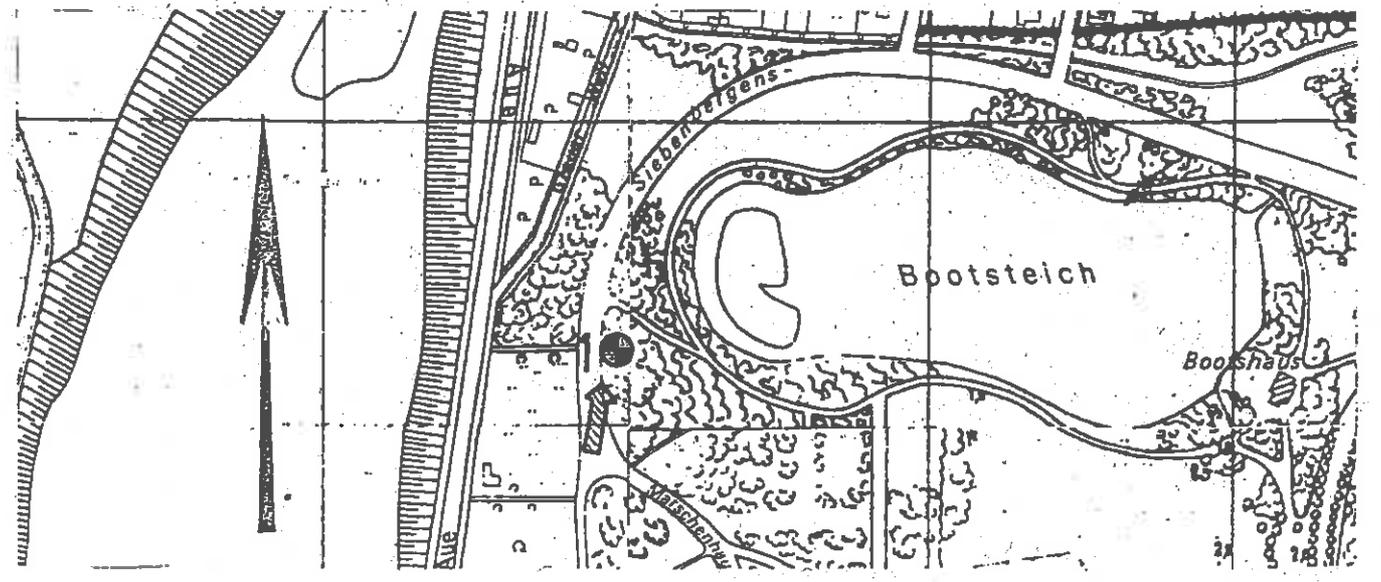
Wird von der Verwaltung ausgefüllt!

Beir.: Auftrag-Nr.: \_\_\_\_\_

Gesandt an Geologisches Landesamt in \_\_\_\_\_ am \_\_\_\_\_

Gesandt an Auftraggeber \_\_\_\_\_ am \_\_\_\_\_

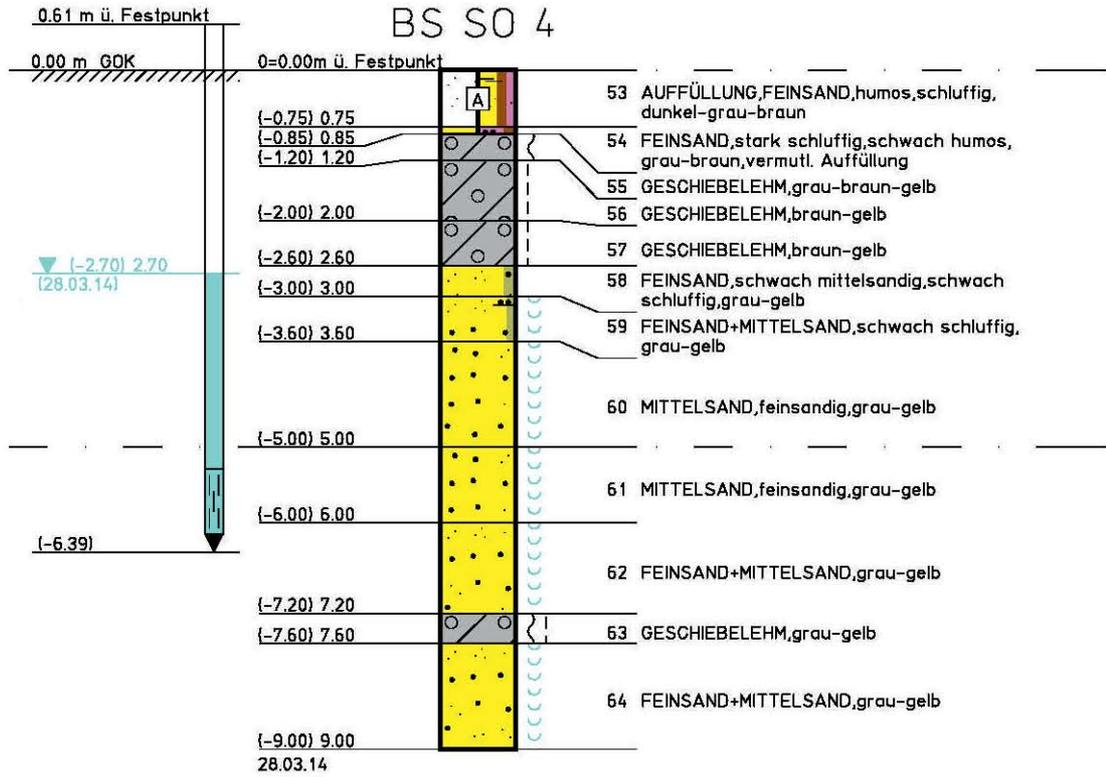
Raum für Bemerkungen oder Lageskizze:





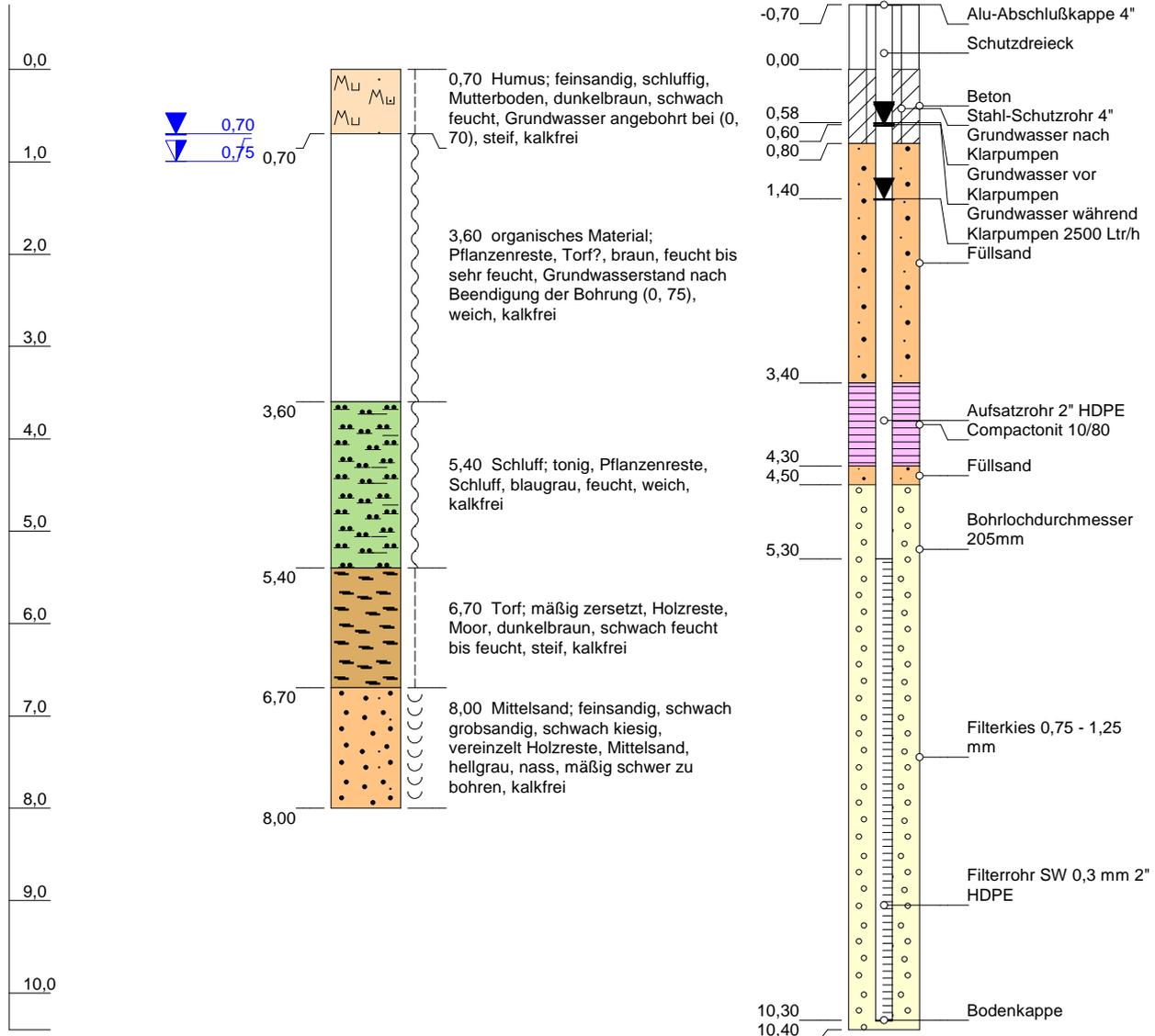
# GMS 8

# BS S0 4



m u. GOK (0,00 m)

GWM S09



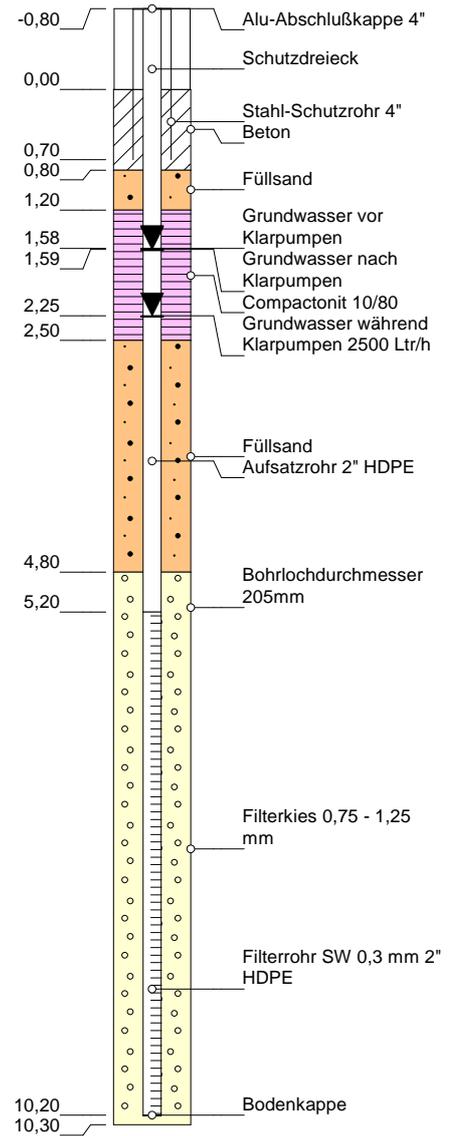
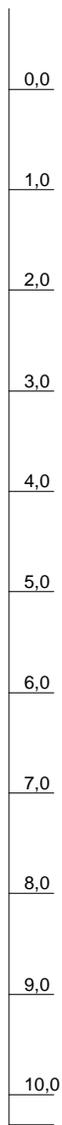
Höhenmaßstab: 1:75 Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: Siebenbergensweg, Bremerhaven</b>		 <p>Eckernförderstraße 280 24119 Kronshagen Tel.: 0431- 39 57 49 Fax: 0431- 39 57 59</p>
<b>Bohrung: GWM S09</b>		
Auftraggeber: Dr. Pirwitz Umweltberatung	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Grisar Bohrtechnik / 16 KI 36002	Hochwert: 0	
Bearbeiter: Dipl. Geol. Bode	Ansatzhöhe: 0,00 m	
Datum: 06.12.2016	Endtiefe: 8,00 m	

m u. GOK (0,00 m)

GWM S10



Höhenmaßstab: 1:75 Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: Siebenbergensweg, Bremerhaven</b>		<p>Eckernförderstraße 280 24119 Kronshagen Tel.: 0431- 39 57 49 Fax: 0431- 39 57 59</p>
<b>Bohrung: GWM S10</b>		
Auftraggeber: Dr. Pirwitz Umweltberatung	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Grisar Bohrtechnik / 16 KI 36002	Hochwert: 0	
Bearbeiter: Dipl. Geol. Bode	Ansatzhöhe: 0,00 m	
Datum: 06.12.2016	Endtiefe: 10,30 m	

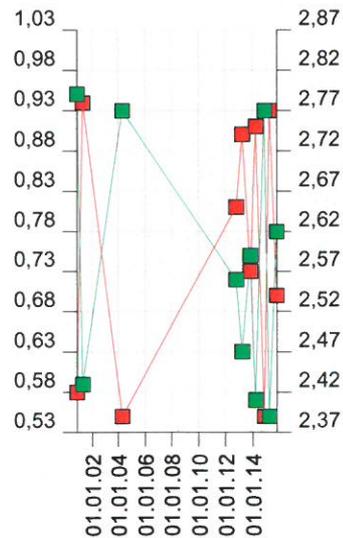
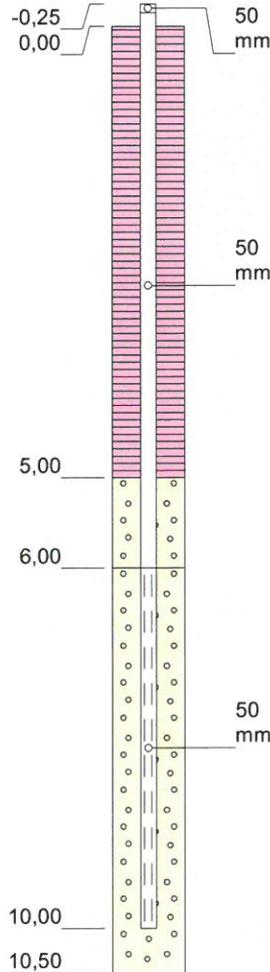
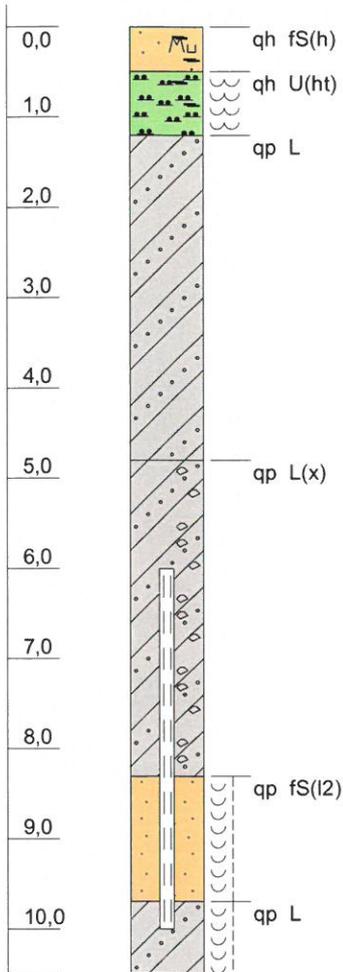
m u. GOK (3,07 m NHN)

Hydrotrat. Einheit der Verfilterung: 2

GW-leiter-Hydraulik der Verfilterung: GS

GW-leiter-Stockwerk der Verfilterung: OH

Höhenmaßstab: 1:80 Horizontalmaßstab: 1:50



■ Grundwasserspiegel [mNHN]  
■ Grundwasserspiegel [muROK]  
 ROK [mNHN]: 3,32

Kennung der Messstelle: HYD, GdFB

Bemerkung zur Messstelle:

Art der Messstelle: UWB

Bemerkung zur Bohrung: ROK Niv.NHN d. K.u.V.amt BHV in 10/2013, Alte ROKmNN: 3,37 mNN

Projekt:	
<b>Bohrung:</b>	<b>2417/04/0492 GWM B1 Freibad</b>
Auftraggeber:	Jacobsen BHV
Bohrfirma:	Harms
Autor Bohrprot.:	
Datum:	21.07.1999
Rechtswert:	3472295
Hochwert:	5939787
Ansatzhöhe:	3,07 m
Endteufe:	10,50 m



Leobener Str. marum  
 D-28359 Bremen  
 Tel.: 0421-218 65911  
 Fax: 0421-218 65919  
 URL: www.gdfb.de

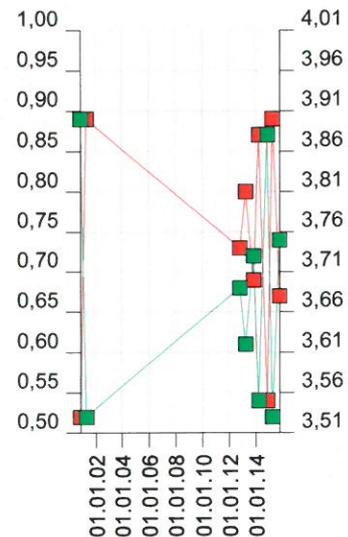
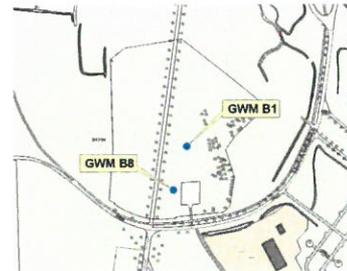
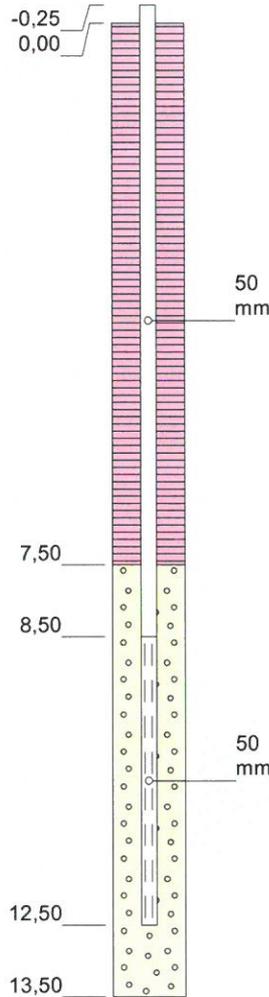
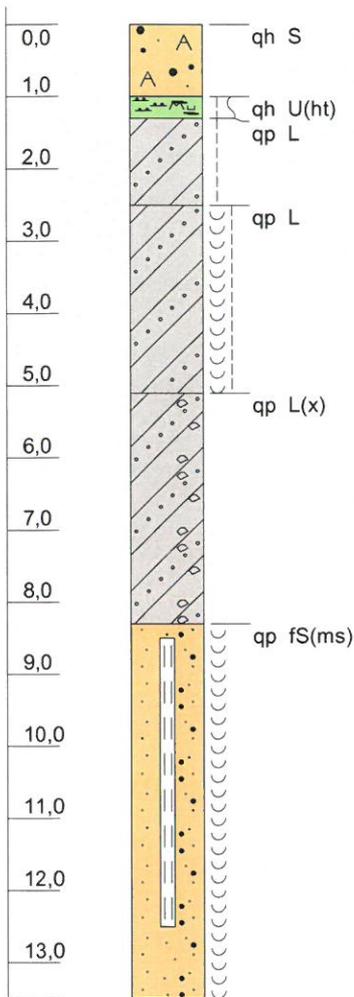
m u. GOK (4,17 m NHN)

Hydrostrat. Einheit der Verfilterung: 2

GW-leiter-Hydraulik der Verfilterung: GS

GW-leiter-Stockwerk der Verfilterung: OH

Höhenmaßstab: 1:100 Horizontalmaßstab: 1:50



■ Grundwasserspiegel [mNHN]  
■ Grundwasserspiegel [muROK]  
 ROK [mNHN]: 4,42

Kennung der Messstelle: HYD, GDfB

Bemerkung zur Messstelle:

Art der Messstelle: UWB

Bemerkung zur Bohrung: Alte ROKmNN: 4,630, ROK Niv.NHN d. K.u.V.-amt BHV in 8/2013

Projekt:

**Bohrung: 2417/04/0493 GWM B8 Freibad**

Auftraggeber: Jacobsen BHV

Rechtswert: 3472280

Bohrfirma: Harms CUX

Hochwert: 5939737

Autor Bohrprot.:

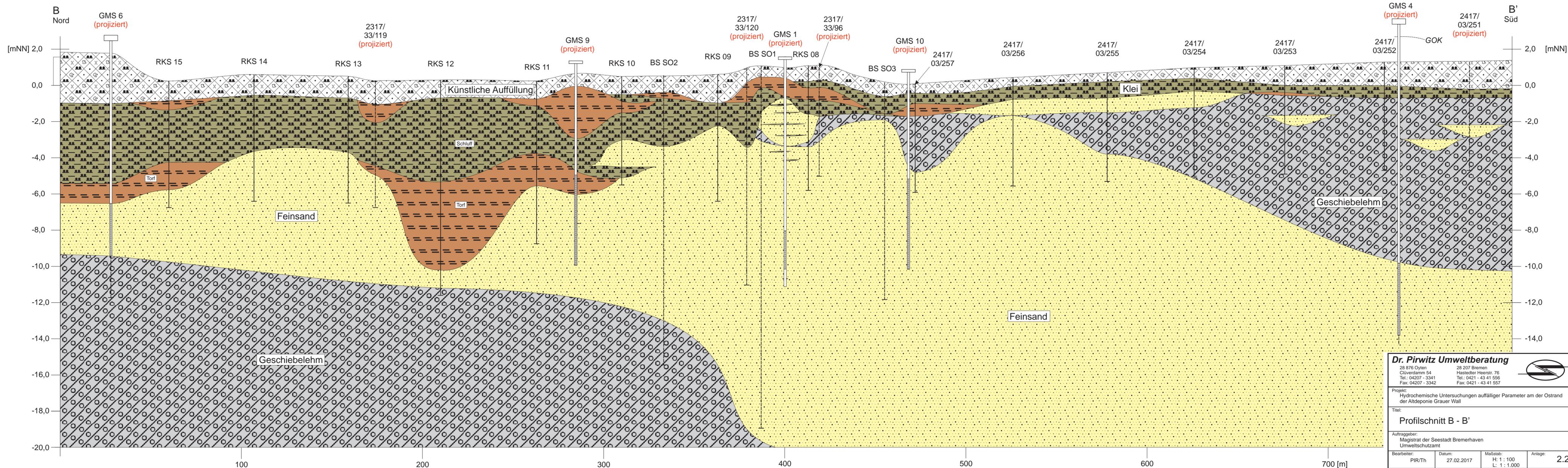
Ansatzhöhe: 4,17 m

Datum: 21.07.1999

Endteufe: 13,50 m



Leobener Str. marum  
 D-28359 Bremen  
 Tel.: 0421-218 65911  
 Fax: 0421-218 65919  
 URL: www.gdfb.de



**Dr. Pirwitz Umweltberatung**  
 28 876 Oyten | 28 207 Bremen  
 Clüverdamm 54 | Hasteder Heerstr. 76  
 Tel.: 04207 - 3341 | Tel.: 0421 - 43 41 556  
 Fax: 04207 - 3342 | Fax: 0421 - 43 41 557

Projekt: Hydrochemische Untersuchungen auffälliger Parameter am der Ostrand der Aldeponie Grauer Wall

Titel: **Profilschnitt B - B'**

Auftraggeber: Magistrat der Seestadt Bremerhaven  
 Umweltschutzamt

Bearbeiter: PIR/Th | Datum: 27.02.2017 | Maßstab: H: 1 : 100, L: 1 : 1.000 | Anlage: 2.2

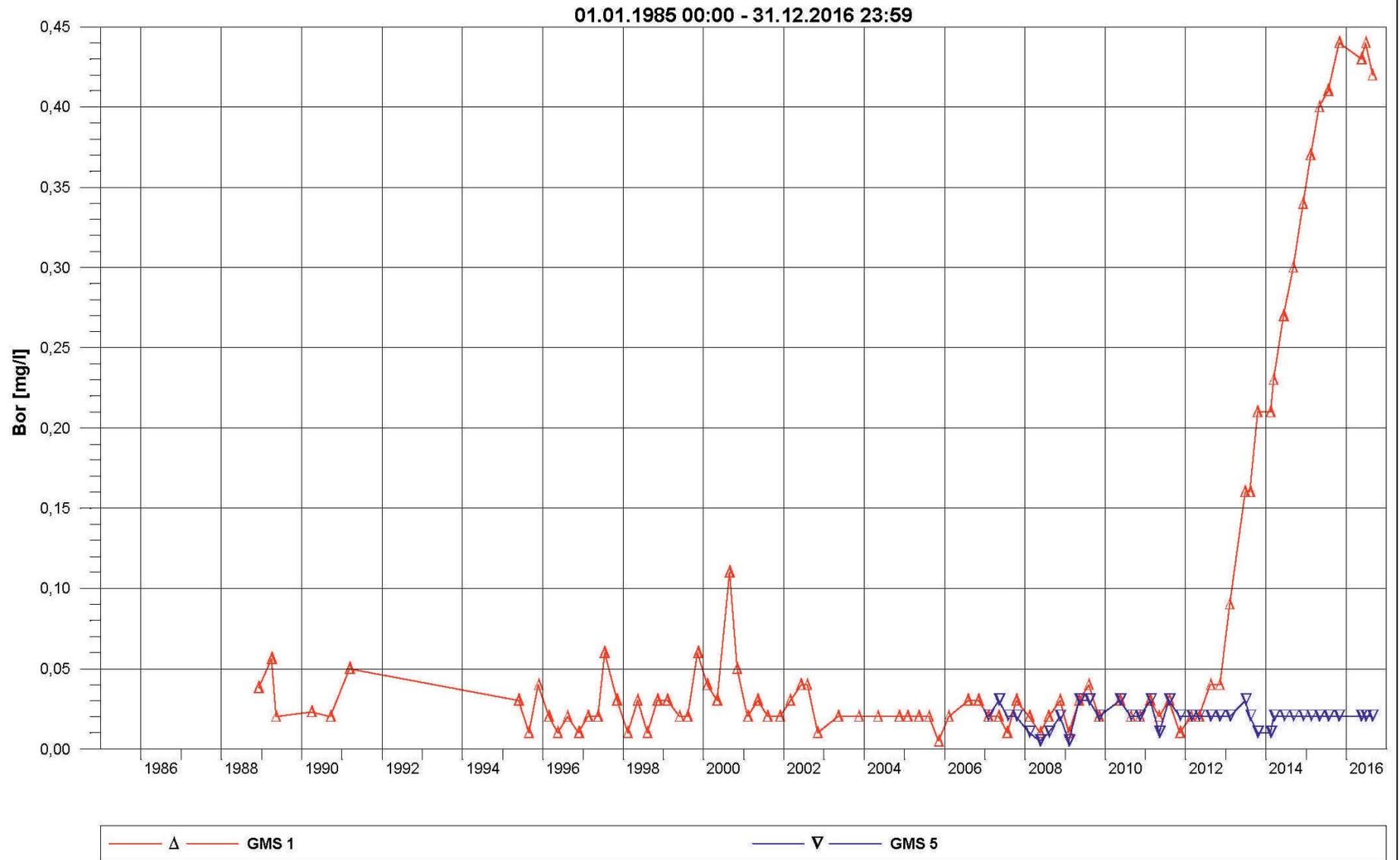
Projekte/Deponie Grauer Wall/2017/SchnittB



## Konzentrationsverlauf

# Konzentrationsverlauf Bor

© LWM-Base



Magistrat der Stadt Bremerhaven  
 Umweltschutzamt / Wasserbehörde  
 Wurster Straße 49  
 27580 Bremerhaven

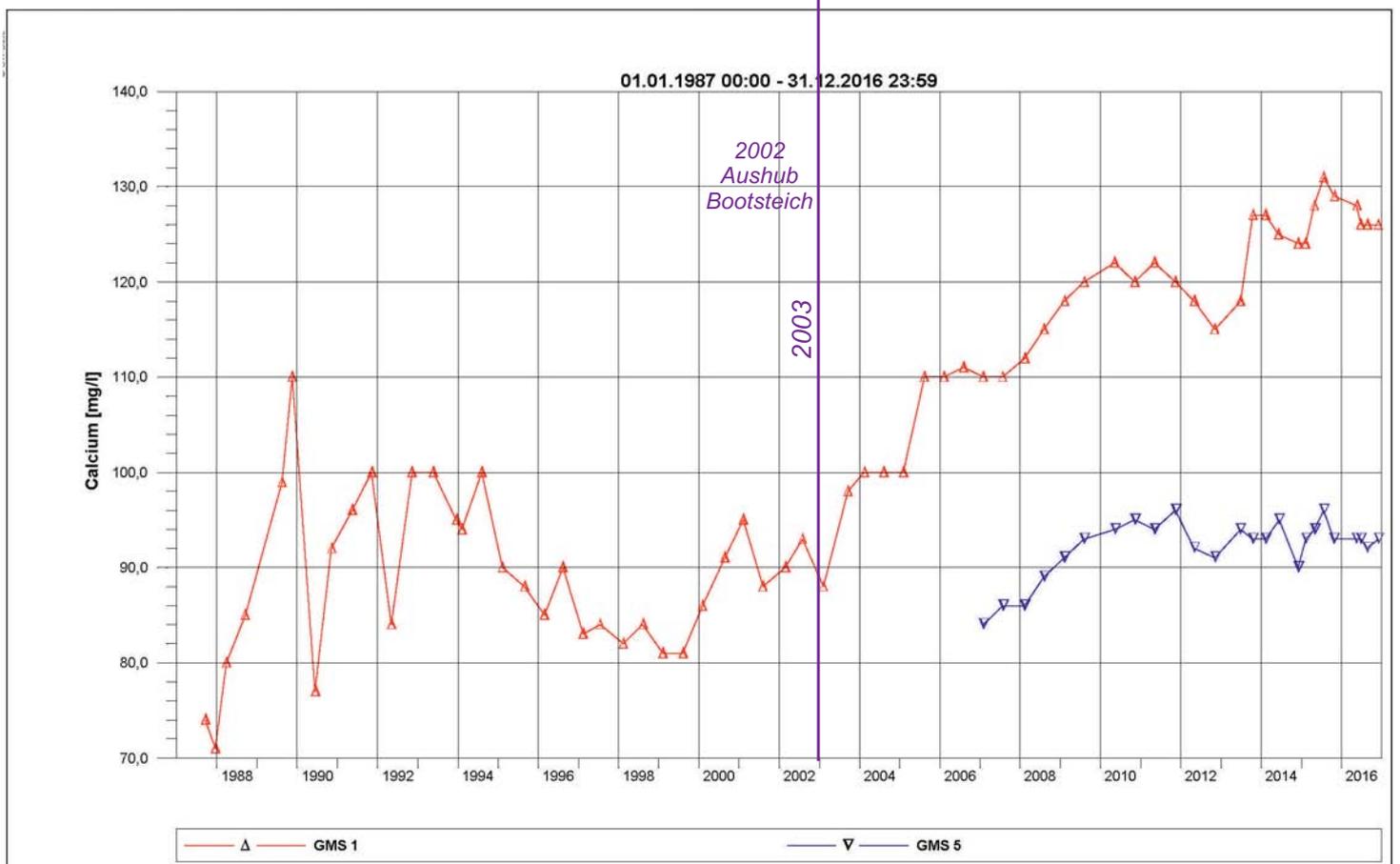
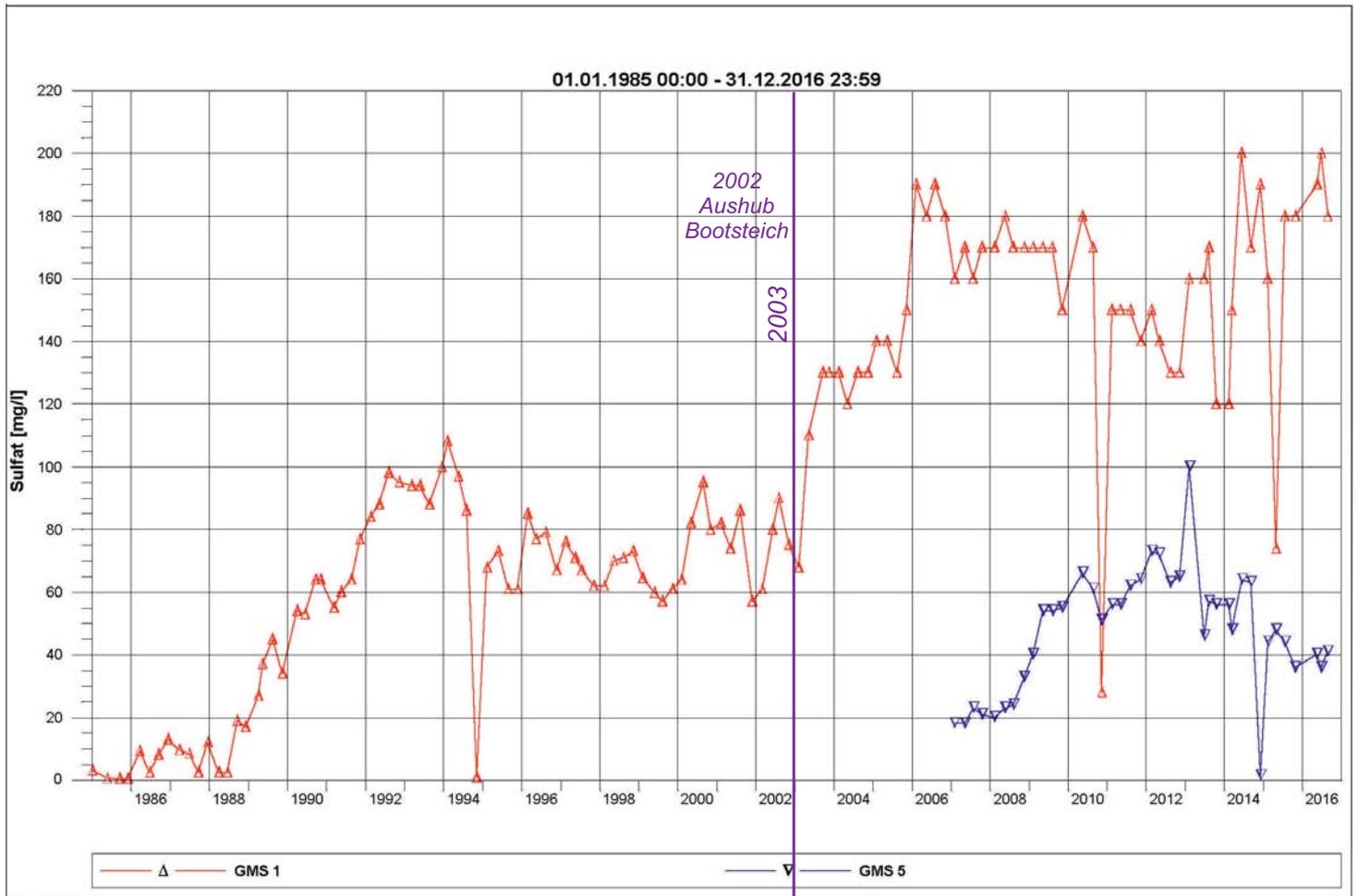
Grundwasserbeprobung Deponie Grauer Wall  
 GMS 1 & 5

Parameter  
 Bor

Kl.,20.10.2016

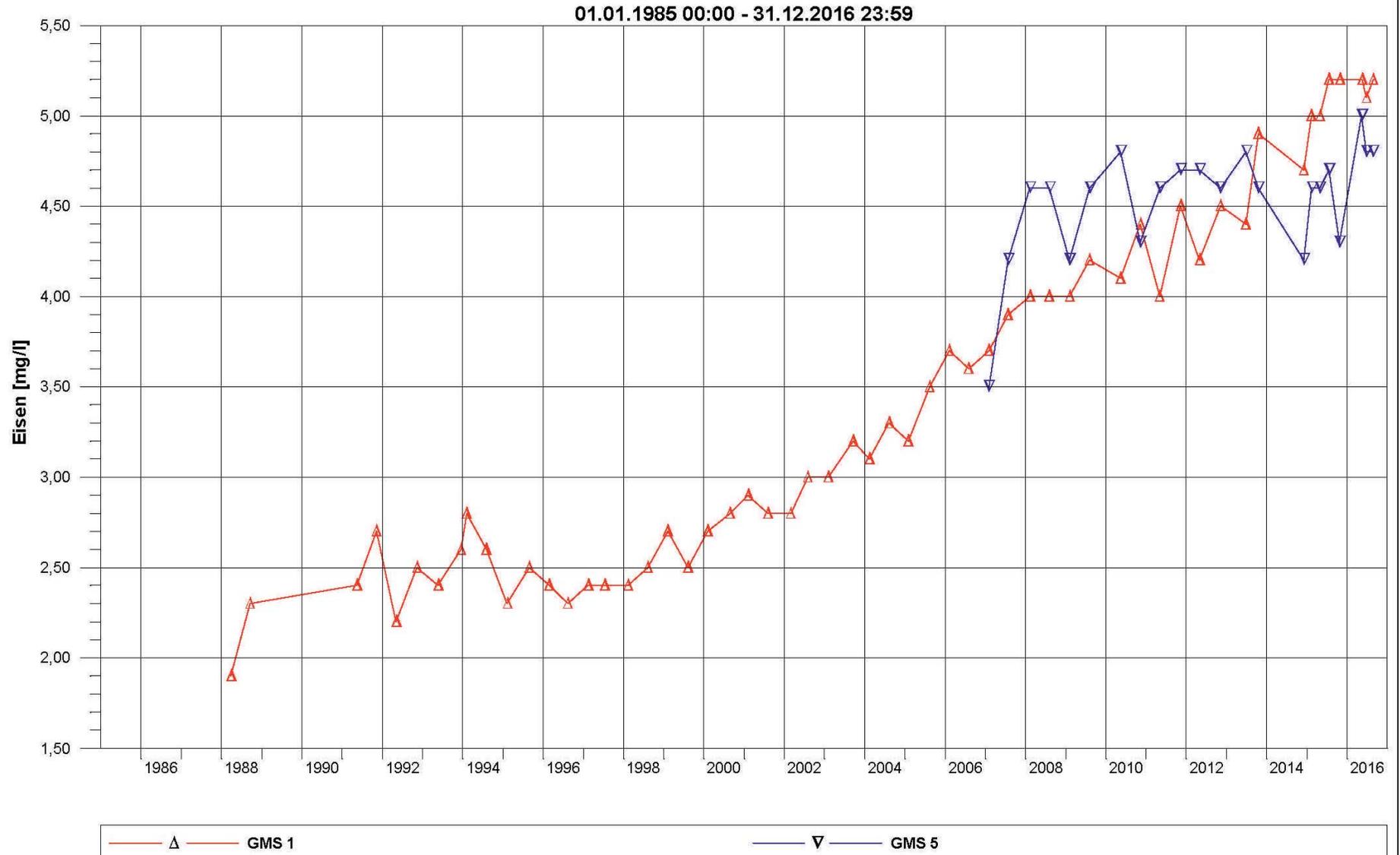
Anlage 3.1.1

# Konzentrationsverlauf Sulfat/ Calcium



# Konzentrationsverlauf Eisen

© GW-EBase



Magistrat der Stadt Bremerhaven  
Umweltschutzamt / Wasserbehörde  
Wurster Straße 49  
27580 Bremerhaven

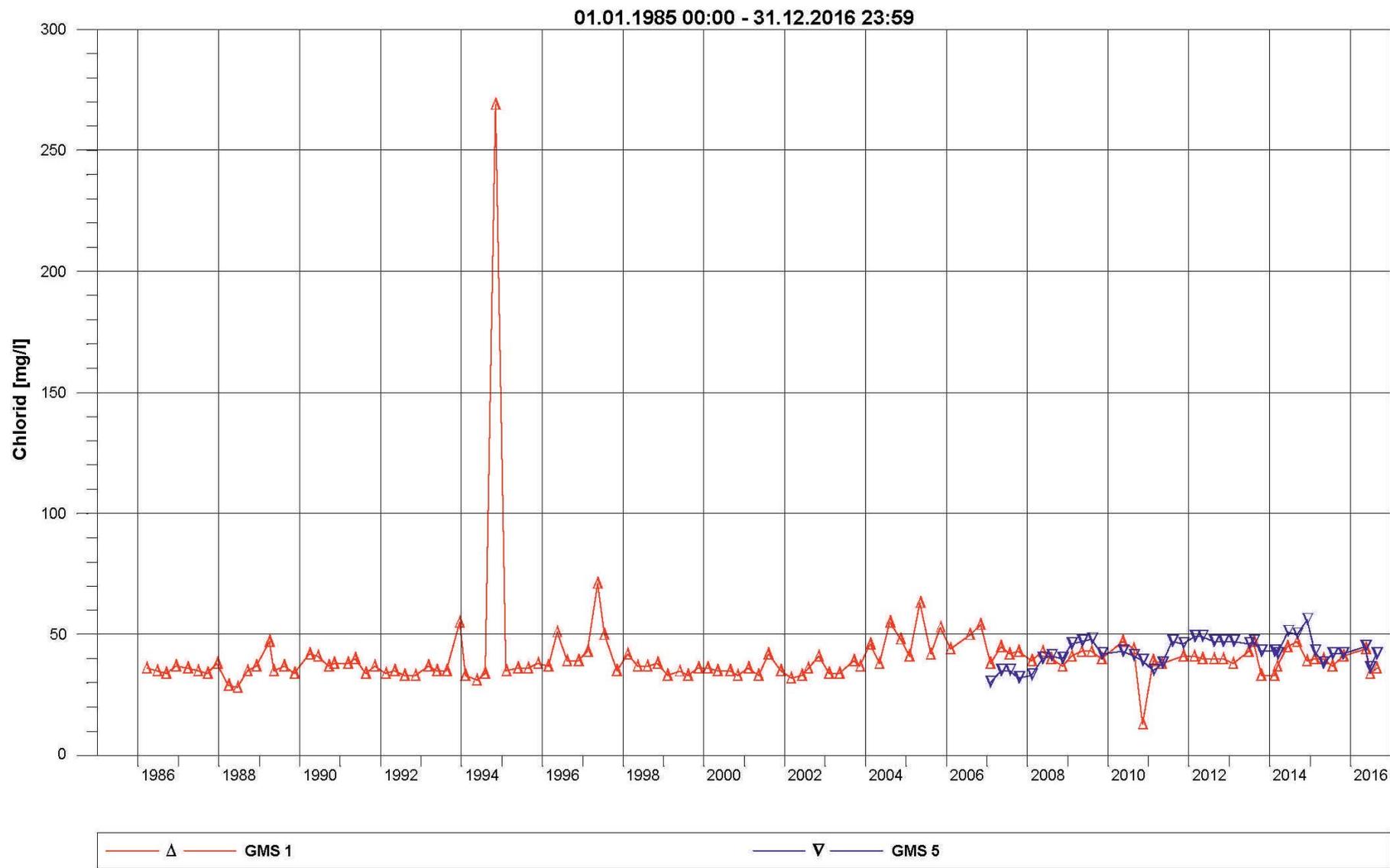
Grundwasserbeprobung Deponie Grauer Wall  
GMS 1 & 5  
KI.,20.10.2016

Parameter  
Eisen

Anlage 3.1.3

# Konzentrationsverlauf Chlorid

© GW-Base



Magistrat der Stadt Bremerhaven  
Umweltschutzamt / Wasserbehörde  
Wurster Straße 49  
27580 Bremerhaven

Grundwasserbeprobung Deponie Grauer Wall  
GMS 1 & 5

Parameter  
Chlorid

Kl., 20.10.2016

Anlage 3.1.4



Zeitungsartikel

# Spezialpresse entsaftet den Modder

Bagger holt Schlamm aus Bootsteich im Speckenbütteler Park – Arbeiten dauern bis Ende Februar 2003 – Kosten: 800 000 Euro

Braune Brocken purzeln von einem Förderband. Sie riechen leicht modrig und sind formbar wie Knetgummi. Winzige Pflanzenreste stecken in der Masse. Insgesamt 30 000 Kubikmeter Schlamm sollen bis Ende Februar 2003 aus dem Bootsteich des Speckenbütteler Parks gebaggert sein.

Liegt der Schlamm auf Halde, sind ihm bereits 70 Prozent Flüssigkeit entzogen worden. Der Weg dorthin beginnt mit einem Schwimmbagger auf dem Teich. Über dem Grund schwenkt ein Schneidkopf, der den Schlamm löst. Dann gelangt die Masse über eine Rohrleitung zu der Entwässerungsmaschine in Ufernähe.

„Siebe in einem Hochbehälter fangen Holzstücke ab. Restmüll ist bisher nicht gefunden worden“, erläutert Bauleiter Ulrich Gens. Der Schlamm wird durchgerührt und läuft dann zwischen zwei Siebbändern durch, die das Wasser hinauspressen – bis am Ende 30 Prozent Trockenmasse übrig bleiben.

„Das entzogene Wasser kommt wieder in den Teich“, beschreibt Gens den weiteren Weg. Die Trockenmasse wird auf mehreren Flächen im Speckenbütteler Park ver-

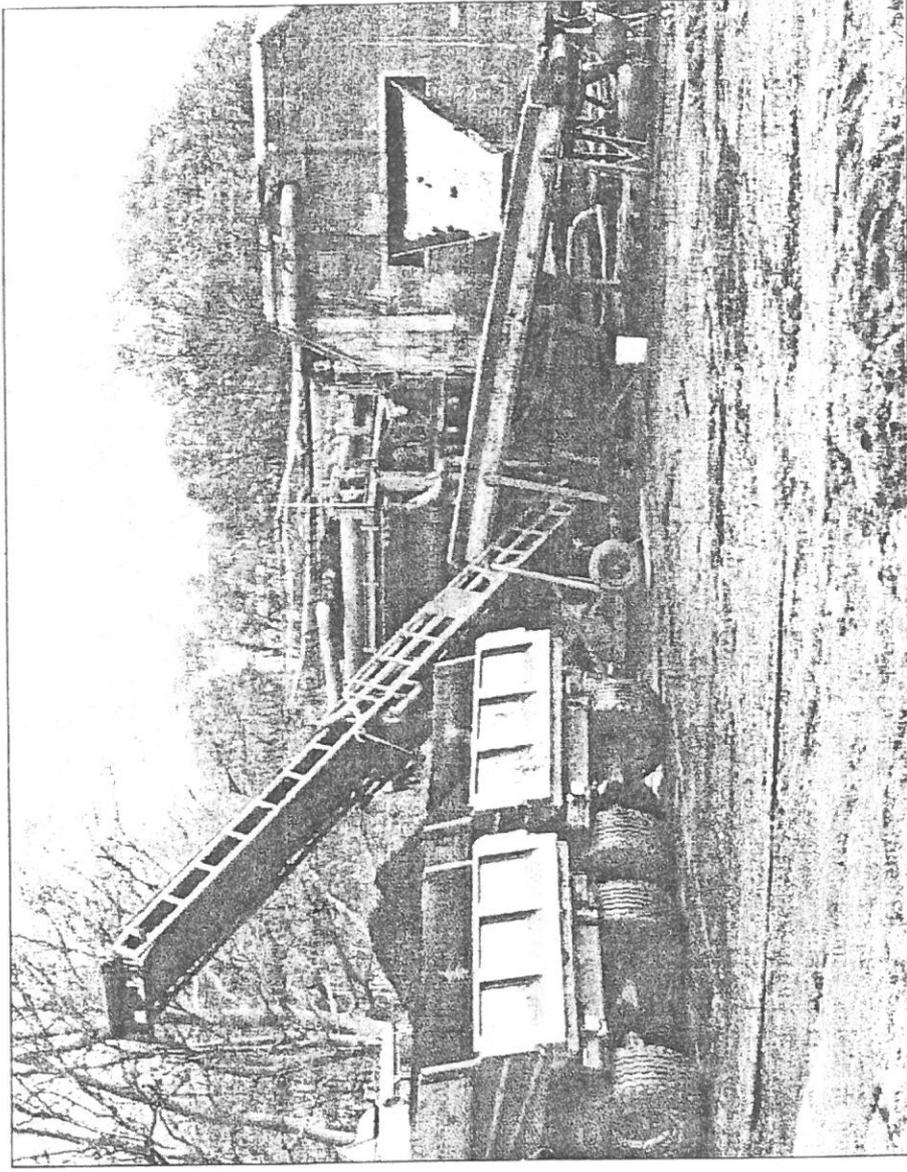
teilt. „In ein paar Jahren ist davon nichts mehr zu sehen“, vermutet Eilert Janßen, Leiter des Umweltschutzamtes. Der Anfang ist bereits gemacht: Arbeiter haben mit der Trockenmasse eine Kante von etwa einem Meter Höhe gezogen. „Eine Entsorgung hätten wir nicht finanzieren können“, sagt Baustadtrat Volker Holm (CDU), der wie Gartenbaudezernent Rolf Stindl (CDU) zur Baustelle geeilt ist.

## Ein Meter dicke Schicht

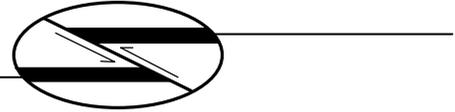
Die gut ein Meter dicke Schicht hat die Wasserqualität im Bootsteich verschlechtert und dessen Tiefe auf durchschnittlich einen knappen Meter verringert. Entstanden ist sie vor allem durch faulendes Laub. Rund 800 000 Euro kostet die Entschlammung, die vom Land Bremen aus Mitteln der Abwasserabgabe finanziert wird. Laut Janßen ist die Masse schadstofffrei.

An den Rohren im Teich, dem Baggerschiff und dem Geräusch der Pumpen stören sich die Wasserservögel nicht. Hin und wieder bleiben Spaziergänger stehen und schauen zu, wie braune Brocken vom Förderband herunterpur-

tw  
zeln.



An Land wird das Baggergut ausgepresst und die Trockenmasse zu den Lagerflächen gefahren.



Luftbild 2004

mit Auftragsfläche Teichschlamm



## Deponie Grauer Wall: Analysen der Wasserproben 2016

Labornummer Probenbezeichnung Dimension	58284 <b>GMS 1</b> [µg/L]	58285 <b>GMS 8</b> [µg/L]	58286 <b>GMS 9</b> [µg/L]	58287 <b>GMS 10</b> [µg/L]	58288 <b>FR 1</b> [µg/L]	58289 <b>FR 2</b> [µg/L]	58290 <b>Aue</b> [µg/L]	58291 <b>Teich</b> [µg/L]
Eisen	5.100	88	4.100	3.900	4.900	600	1.800	690
Bor	480	37	31	250	250	68	66	59
Chlorid	30.000	17.000	12.000	40.000	16.000	21.000	130.000	25.000
Sulfat	180.000	35.000	2.700	150.000	85.000	48.000	43.000	48.000
Benzol	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Toluol	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ethylbenzol	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
m/p-Xylol	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
o-Xylol	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Trimethylbenzole	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
<b>Summe BTEX</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>2</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>	<b>n.n.</b>
EDTA	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1



## Boranalyse Holzspäne



Labor IBEN GmbH, Postf. 290219, 27532 Bremerhaven

Umweltschutzamt Bremerhaven  
-Abfallbehörde-  
Wursterstr. 49  
  
27580 Bremerhaven

**Vorläufiger Prüfbericht 16111185**

Bremerhaven, 10.11.2016

Daten:	Rindenmulch
Verpackung:	Kunststoffbeutel
schriftlich durch:	Herrn Albers
Probeneingang:	07.11.2016 durch: Auftraggeber
Prüfbeginn:	08.11.2016
Prüfende:	10.11.2016

**Chemisch/physikalische Untersuchungen**

Parameter	Befund	Einheit	Methode
Königswasseraufschluß	.		DIN EN 13349 (S 7a) 2001-04*
Königswasseraufschluß			
Bor (B)	28	mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 (ICP) 2009-09*
Asche	.		DIN EN 12879 (S 3a) 2001-02*
Asche			
Bor (B)	1,74	mg/kg Asche	DIN EN ISO 11885 (ICP) nach Veraschung
Eluat	.		DIN 38414- S4 1984-10*
Eluat			
Bor (B)	0,017	mg/l	DIN EN ISO 11885 (ICP) 2009-09*

Dies ist ein vorläufiger Prüfbericht, der per Mail versendet wurde.  
Die Bezeichnung "vorläufiger Prüfbericht" bezieht sich auf die nicht vorhandene rechtliche Unterschrift.  
Die bereits vorhandenen Ergebnisse entsprechen dem Prüfbericht, in dem die Ergebnisse durch Unterschrift bestätigt werden.

Dr. rer. nat. E. Schuirmann  
staatl. geprüfter Lebensmittelchemiker  
Geschäftsführer/Laborleiter

Susanne Graubner  
Diplom Chemikerin  
Abteilungsleiterin Umwelt

**Seite 1 von 1 zum Prüfbericht Nr.: 16111185**

Auszüge aus dem Bericht dürfen nur mit vorheriger Genehmigung vervielfältigt werden. Beurteilungen der Proben beziehen sich nur auf die durchgeführten Untersuchungen. Die Ergebnisse beziehen sich ausdrücklich auf die jeweils aufgeführte(n) Probe(n). Die akkreditierten Prüfverfahren sind mit \* gekennzeichnet.

Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. H.-J. Iben  
Dr. rer. nat. E. Schuirmann  
Amtsgericht Bremen Nr. 2195  
Ust.-Id.-Nr.: DE 114706980  
Steuer-Nr. 75/529/19720

Sitz der Gesellschaft:  
D-27572 Bremerhaven  
Am Lunedeich 157  
Postfach 29 02 19  
D-27532 Bremerhaven  
Germany

Telefon +49(0)471-97294-0  
Telefax +49(0)471-97294-44  
24 h-Service Tel. +49(0)471-97294-11  
e-Mail: labor-iben@labor-iben.de  
www.labor-iben.de

Weser-Elbe Sparkasse  
BLZ 292 500 00  
Konto-Nr. 123 005 159  
BIC BRLADE21BRS  
IBAN DE65 2925 0000 0123 0051 59



Tab. 4.1.: Gehalte an Arsen, Schwermetallen, Bor und Titan in naturbelassenem Holz, Literaturdaten (mg/kgTM)

Holzsortiment	Pappeln u. Weiden	Nadelhölzer	Laubhölzer	naturbel. Holz	naturbel. Holz	naturbel. Holz	waldfrisches Holz	Fichte, Stammholz	Fichte, Rinde	naturbel. Restholz	naturbel. Altholz
Lit	1)	1)	1)	2)	3)	4)	5)	5)	5)	6)	7)
n	Messung min - max n = 10	Lit. u. Umfragen min - max (n)	Lit. u. Umfragen min - max (n)	Messung min - max n = 18	Messung min - max n = 6	Messung min - max n = 4	Messung Mittelwert (n)	Messung Mittelwert (n)	Messung Mittelwert (n)	Messung Mittelwert n = 5	Messung min - max n = 25
Arsen	<0,02 - 0,08	0,02 - 1,1 (18)	0,08 (1)	<1	<0,1 - <1,0	n.n. - 1,25	0,03 (26)	0,15 (8)	0,05	<0,05 - 0,4	
Blei	<0,1 - 0,4	0,5 - 5,0 (28)	0,5 - 10,8 (4)	<0,1 - 4,7	<2,5 - 6,5	1,5 - 2,4	2,2 (10)	18,1 (11)	1,5	0,3 - 9,8	
Cadmium	0,19 - 0,83	0,06 - 0,40 (27)	0,16 - 0,40 (4)	<0,05 - 0,3	<0,1 - 0,2	0,04 - 0,17	0,38 (10)	1,89 (14)	0,1	<0,01 - 0,45	
Chrom	<0,25 - 0,87	1,4 - 12,3 (15)	4,2 - 7,0 (2)	<0,2 - 2,4	<0,5 - 5,4	0,35 - 3,12	0,64 (10)	0,95 (12)	0,48	0,1 - 1,6	
Kupfer	2,5 - 4,0	1,7 - 8,5 (27)	1,5 - 7,1 (43)	<1 - 5,1	0,6 - 11,0	2,0 - 6,4	0,8 (10)	5,5 (14)	1,7	0,5 - 4,2	
Quecksilber	<0,001 - 0,009	0,01 - 0,12 (17)	0,01 (1)	<1	<0,05	<0,03 - 0,03	-	-	<0,04	<0,2	
Nickel	<0,25 - 1,3	1,3 - 9,6 (9)	2,0 (1)	<1 - 1,3	<1,5 - 2,6	-	-	-	0,9	-	
Zink	36,5 - 137	37,6 (23)	20,8 (42)	3,4 - 28	8 - 61	-	19,8 (10)	165,3 (14)	10,8	2,6 - 68	
Bor	-	6,4 (5)	11,0 (41)	-	<5 - 9	-	-	-	2,7	1,3 - 5	
Titan	-	-	-	-	<0,25 - 2,5	-	-	-	1,9	-	

1) SIMLU Bayern, 2000

2) EMPA, 2000

3) Gras, 2002

4) aus UBA, 1999 (Aehlig et al., 1996)

5) aus UBA, 1999 (Lammersdorf, 1988)

6) LFU Bayern, 1998

7) UBA, 1999