

Hydrogeologische Erkundung
am Ostrand der Altablagerung
„Ostflanke,
Deponie Grauer Wall“
in Bremerhaven

Mai 2014

Auftraggeber:

Magistrat der Seestadt Bremerhaven

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



1. Einleitung

An der Ostflanke der Deponie „Grauer Wall“ im Bremerhaven-Speckenbüttel ist die Verbringung von Abfällen seit mehr als 30 Jahren abgeschlossen.

Nach Beendigung der Abfallbeschickung wurden die Abfälle an der Deponieostflanke mit einer Mutterbodenschicht abgedeckt. Der Hang wurde anschließend dicht mit Laubbäumen bewaldet.

Dieser östliche Altteil der Deponie wurde inzwischen als Altablagerung eingestuft, und in den Jahren 2009/2010 einer Gefährdungsabschätzung unterzogen.

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

Im Umfeld der Deponie wird das Grundwasser und das im „Fangegraben“ gesammelte und in die Kanalisation abgeleitete Deponiesickerwasser entsprechend des im Planfeststellungsverfahren vorgegebenen Untersuchungsumfanges regelmäßig beprobt und analysiert.

Der Dr. Pirwitz Umweltberatung wurden die Analyseergebnisse des bis 2013 durchgeführten Grundwassermonitorings zur Bewertung und Interpretation der Stofftransporte im Grundwasser vorgelegt, um Einflüsse der Deponie auf die Grundwasserbeschaffenheit zu prüfen. Dabei konzentrierte sich die Aufgabenstellung auf mögliche Grundwasserbeeinflussungen durch die Altablagerung am Osthang der Deponie, da hier die Schutzfunktion der wassergeringdurchlässigen Deckschichten des Grundwasserleiters aufgrund deren geringer Schichtstärke gegenüber der westlich angrenzenden Deponie gemindert ist.

Zur Vertiefung der Kenntnisse über den hydrogeologischen Untergrund im Übergangsbereich von der Marsch zur östlich angrenzenden Geest und der hydraulischen Verhältnisse im Übergangsbereich dieser beiden hydrogeologischen Einheiten wurden zusätzlich gezielte hydrogeologische Erkundungen am Ostrand der Altdeponie Grauer Wall durchgeführt. Diese Untersuchungen wurden der Dr. Pirwitz Umweltberatung auf der Grundlage eines Angebotes vom März 2014 durch das



Umweltschutzamt der Seestadt Bremerhaven in Auftrag gegeben. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen liegen hiermit vor.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Im Vorfeld der technischen Untersuchungen vor Ort wurden die Grundwasserstandsmessungen und chemischen Untersuchungen des „Grundwassermonitoring Grauer Wall“ der letzten Jahre gesichtet, ausgewertet und unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Untergrundverhältnisse interpretiert.

Im Untergrund des Ostrandes der Deponie Grauer Wall dünnt die geologische Barriere der Deponiebasis aus wassergeringleitenden Klei- und Geschiebelehmdeckschichten des Grundwasserleiters stark aus.

Für die Bewertung der Funktionstüchtigkeit der geologischen Barriere am Deponieostrand sollte der Schichtenaufbau an der schwächsten Stelle dieser Barriere durch drei bis zu 20 m tiefe Rammkernsondierungen eingehender erfasst werden.

Der in den letzten Jahren im Rahmen des Grundwassermonitorings erhobene Grundwasserchemismus rund um die Deponie ließ einen deutlichen Anstieg der Sulfatgehalte in der als Grundwasseranstrombrunnen interpretierten Grundwasser-messstelle GMS 1 erkennen. Um eindeutig nachweisen zu können, dass dieser Sulfatanstieg nicht im ursächlichen Zusammenhang mit der westlich gelegenen Deponie zu sehen ist, wurde eine neue Messstelle errichtet, um die Grundwasserfließrichtung in dem hydrogeologischen Dreieck zwischen den Brunnen GMS 1, FR 1 am Schwimmbad und dem neuen Brunnen GMS 8 berechnen 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

Die Deponie „Grauer Wall“ liegt hydrogeologisch im Übergangsbereich zwischen der Wesermarsch im Westen und den östlich gelegenen eiszeitlichen Sedimenten der Geest.

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.

Im unmittelbaren Umfeld der Deponie Grauer Wall sind grobkörnigere, gut wasserleitende Terrassensande der Weser („Wesersande“) nur lokal nachgewiesen. Nur in schmalen Rinnen, mit z.T. sehr groben Sanden, weisen die Wesersande Schichtstärken von mehreren Metern auf (Gutachten NfB 1987). Außerhalb der Rinnen sind die Wesersande zwischen dem Klei und dem Geschiebelehm stellenweise gar nicht vorhanden. Der junge Klei sitzt hier direkt auf den eiszeitlichen Ablagerungen der tief abgetauchten Geestoberfläche auf, die insbesondere im Südteil der Deponie großflächig von wassergeringleitendem Geschiebelehm gebildet wird. Hier können dann im Tiefenabschnitt bis 20 m unter Gelände wasserführende Schichten gänzlich fehlen.

Der meist feinsandig ausgebildete Grundwasserleiter unter der torfigen Basis des Kleis lässt sich nicht immer eindeutig den jüngeren Wesersedimenten oder den unterlagernden älteren eiszeitlichen Ablagerungen zuordnen. Eine eindeutige Interpretation der Grundwasserfließverhältnisse und des Grundwasserchemismus im Umfeld der Deponie ist aber nur möglich, wenn die rund um die Deponie positionierten Beobachtungsbrunnen im gleichen Grundwasserleiter verfiltert sind, da die eiszeitlichen Geestgrundwasserleiter und die Wesersande der Marsch nur in eingeschränkter hydraulischer Verbindung zu anderen stehen können. Vergleichende Bewertungen der hydrogeologischen und hydrochemischen Daten aus in unterschiedlichen Aquiferen verfilterten Brunnen können daher zu Fehlinterpretationen der hydrodynamischen und -chemischen Vorgänge im Untergrund der Deponie „Grauer Wall“ führen.



So liegen die Messstellen GMS 1, GMS 4, GMS 5, vermutlich auch GMS 2, hydrogeologisch im Einfluss der Geest. Die Brunnen GMS 3 und GMS 6 sind hingegen unmittelbar unter der Torfbasis des Kleis verfiltert und erfassen vermutlich Grundwasser in Sandhorizonten über den saaleiszeitlichen Ablagerungen.

Der Schichtenaufbau der Brunnen GMS 1, GMS 2 und GMS 3 wurde in Spülbohrungen ermittelt und lässt daher nicht immer exakte geologische Bodenansprachen zu.

Unter der Annahme, dass alle Beobachtungsbrunnen im selben Aquifer mit hydraulisch ungehinderten Fließverhältnissen innerhalb dieses Aquifers verfiltert sind oder uneingeschränkten hydraulischen Kontakt zueinander haben, ergibt sich nach Auswertung der im Rahmen des GW-Monitoring an 7 Brunnen durchgeführten Stichtagsmessungen das GW-Gleichenbild der Anlage 2.1 Demnach wird bei den Stichtagsmessungen im Umfeld des südlichen Deponieabschnittes, wie zu erwarten, ein Gefälle vom Brunnen GMS 1 der östlichen Geest zum GMS 2 in der Marsch westlich der Deponie festgestellt.

Die Brunnen GMS 3 und GMS 6 zeigen stets höhere Grundwasserstände als alle übrigen Beobachtungsbrunnen, so dass das Grundwassergefälle unter der Annahme eines im gesamten Umfeld der Deponie einheitlichen Grundwasserleiters im Nordteil der Deponie nach Süden gerichtet ist. Hier weist der Brunnen GMS 5 die niedrigsten Wasserstände für den Ostrand der Altdeponie auf.

Der südlichste Brunnen GMS 4 zeigt ebenfalls höhere Grundwasserstände als der GMS 5 so dass die Grundwasserfließrichtung vom Südteil der Altdeponie nach Norden gerichtet ist. Somit liegt der Brunnen GMS 5 in einer Grundwassersenke. Vorangegangene Grundwasseruntersuchungen ließen einen großräumigen GW-Absenktrichter mit Zentrum im Bereich des Brunnens GMS 5 vermuten. Wegen der hier geringmächtigen bindigen Deckschichten des Grundwasserleiters wurde eine Entwässerung des Grundwasserleiters durch die in den Grundwasserleiter einschneidende Neue Aue vermutet. Nach den Stichtagsmessungen der letzten Jahre ließe sich aber auch eine nach Westen zur Weser hin geöffnete Mulde im Verlauf der Grundwassergleichen mit den Messstellen GMS 5 und GMS 2 im Muldenkern konstruieren. Am Nord- und Südrand dieser Mulde werden in die



Wesermarsch hineinragende Geesthochlagen vermutet, stellenweise auch an der heutigen Geländetopographie und Bohraufschlüssen erkennbar, zwischen denen das Geestgrundwasser in die Wesermarsch abfließt.

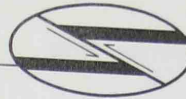
4. Ergänzende Kenntnisse über die hydrogeologische Lage der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ und den Grundwasserchemismus

4.1 Hydrogeologie des Grundwasserleiters

Am Ostrand der Deponie „Grauer Wall“ stößt das Weserurstromtal mit seinen von Kleiböden abgedeckten Sanden und Kiesen an den Geesthang. Hier dünnen diese jungen Wesersedimente aus. Auf der Schnittlinie entlang der Neuen Aue erreichen die wassergeringleitenden Torf- und Kleideckschichten des Grundwasserleiters stellenweise nur noch eine Schichtstärke um 2,0 m, im südöstlichen Schnittverlauf sogar nur ca. 1,0 m.

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

Im südlichen Schnittverlauf lagert ein Geschiebelehmhorizont über eiszeitlichen Feinsanden. Dieser oberflächennahe Geschiebelehm lässt sich nach Norden bis nahe an den Brunnen GMS 5 verfolgen. Nördlich des Brunnens werden die oberflächennahen Glazialablagerungen von Fein- bis Mittelsanden gebildet. Im nördlichen Verlauf des Profilschnittes werden diese Sande erst in größerer Tiefe von Geschiebelehm unterlagert. Die Geschiebelehmoberfläche steigt vom Brunnen GMS 5 nach Norden zum GMS 6 hin an. Die neu niedergebrachte Rammkernsondierung SO 1 nahe der GMS 5 weist eine nur 0,6 m schichtstarke Geschiebelehmlage (Fließerde ?) auf. Der tiefere Geschiebelehmhorizont wurde bis in eine Bohrtiefe von 20 m nicht angetroffen. Schon in der ca. 50 m nördlich gelegenen Sondierung SO 3 liegt die Geschiebelehmoberfläche 13,5 m unter Gelände. Ursache für diesen schroff auf Höhe des GMS 5 wechselnden Schichtenaufbau ist vermutlich eine Verschuppung des glazialen Untergrundes im Zuge der Glazialtektonik.



Im südlichen Verlauf des Profilschnittes der Anlage 5.1 lagern die dünnen Kleischichten direkt auf dem Geschiebelehm, der gegenüber der Wesererosion widerstandsfähiger als der nördlich lagernde Feinsand ist. Im Bereich des nördlich angrenzenden oberflächennahen Feinsandgebietes wurde der Geestrand stärker erodiert und verspringt als Taleinschnitt deutlich nach Osten. Im Profilschnitt sind tiefe mit Torfen und Klei verfüllte Rinnen erkennbar, die den Grundwasserleiter zwischen der Geschiebelehmoberfläche und den holozänen Weichschichten stark einengen.

Aus dem Profilschnitt ist ableitbar, dass das Grundwasser der Geest vorrangig über die tiefe Sandrinne um den GMS 5 nach Westen zur Weser als Vorflut abströmt, der Brunnen GMS 6 hingegen hydraulisch stark isoliert zu dieser entwässernden Sandrinne liegt. Das könnte ein Grund für die gegenüber dem Brunnen GMS 5 höheren Grundwasserstände des GMS 6 sein. Die hydrogeologischen Untergrundverhältnisse sind jedoch wesentlich komplexer, als dass dieser Schnitt zu einer großflächigeren Interpretation der Grundwasserfließverhältnisse im Untergrund der Deponie beitragen könnte. Er verdeutlicht aber, wie begrenzt die Aussagekraft über das großflächige Grundwasserfließverhalten im Untergrund der Deponie mittels Interpolationen der Grundwasserstände in 7 nur z.T. im Geest-, z.T. auch im Marschengrundwasserleiter verfilterten Brunnen ist.

Die Oberflächengewässer am Ostrand der Deponie scheinen nach unserer Einschätzung einen geringeren Einfluss auf das Grundwasserfließverhalten zu haben, als bisher angenommen. Obwohl der Wasserspiegel des Bootsteichs mit einer Höhe von ca. 0,35 m NN mehrere Dezimeter, der Wasserspiegel der Neuen Aue mit ca. – 0,5 m NN sogar über einem Meter unter dem umgebenden Grundwasserspiegel liegt, sind keine intensiveren Entwässerungen des Grundwasserleiters an diesen Oberflächengewässern nachweisbar (s.a. Profilschnitt der Anlage 5.2).

Der Untergrund des Bootsteiches wird nach Auswertung der uns vom Umweltamt der Stadt Bremerhaven zur Verfügung gestellten Bohrprofile von Feinsanden und Tonhorizonten unterlagert (Lauenburger Schichten), die aufgrund ihrer nur lokal wasserleitenden Eigenschaften eine sehr begrenzte hydraulische Anbindung des Teiches an den Grundwasserleiter zulassen. Daher fließen aus der über 10 ha



großen Teichfläche trotz dessen Wasserspiegels ca. 0,4 m unterhalb des umgebenden Grundwasserspiegels nur $< 10 \text{ m}^3/\text{h}$ an Teichwasser über den westlichen Entwässerungsgraben zur Neuen Aue ab.

Vom Bootsteich zur Neuen Aue nehmen die sandigen Anteile der Lauenburger Schichten zu. In der neuen Messstelle GMS 8 wurde nur noch ein dünner Tonhorizont in den Feinsanden festgestellt. Im GMS 5 an der Aue treten unter den holozänen Weichschichten nur noch Feinsande auf.

Auch die Neue Aue schneidet bei einer geloteten Tiefe von nur 0,6 m in überwiegend wassergeringleitende Bodenarten (holozäne Weichschichten und Geschiebelehm) ein und trägt wie der Bootsteich nur sehr begrenzt zur Entwässerung des umgebenden Grundwasserleiters bei.

4.2 Der Grundwasserchemismus

4.2.1 Die Grundwasserbeschaffenheit im Umfeld der Deponie Grauer Wall

Die oben beschriebenen hydrogeologischen Einheiten „Geest“ und „Marschenland“ unterscheiden sich nicht nur in ihren geologischen Bodenarten sondern auch im Chemismus ihrer Grundwässer.

Die Grundwässer des Marschenlandes sind salzhaltiger und weisen daher höhere Leitfähigkeiten, bedingt durch höhere NaCl-Gehalte, auf. Die Überlagerung des Marschengrundwasserleiters mit organikreichen Böden (Torf und Klei) bedingt höhere Stickstoff- und Phosphorgehalte. Die Kleiüberlagerung des Grundwasserleiters führt zu Sauerstoffarmut im Grundwasser. Unter diesen anaeroben Grundwasserverhältnissen ist der Stickstoff im Marschengrundwasser als Ammonium gebunden. Der chemische Sauerstoffbedarf für eine Oxidation aller gelösten Stoffe (CSB) ist in den fauligen Grundwässern des Marschenlandes sehr hoch. Aufgrund der Sauerstoffarmut werden die hohen organischen Anteile im Grundwasser unter Reduktion des Eisen III zu wasserlöslichem Eisen II teilabgebaut und die Marschenwässer sind daher eisenreicher als die Geestwässer.

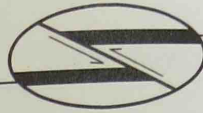


Die Geestwässer im Grundwasseranstrom der Deponie Grauer Wall liegen nach der „Grundwasser- und Geotechnischen Plankarte Bremerhaven“ im Wassertypbereich „Calcium-Hydrogencarbonat-Wasser“ und ist demnach calciumreicher als das Marschengrundwasser und weist dadurch auch einen höheren pH-Wert auf.

Gleicht man den bisherigen Kenntnisstand über den komplexen Schichtenaufbau des Deponieuntergrundes im Übergangsbereich zwischen der Marsch im Westen und der Geest im Osten mit den Grundwasserchemismen der rund um die Deponie errichteten Beobachtungsbrunnen ab, wird das hydrogeologische Umfeld der Deponie und die Lage der einzelnen Beobachtungsbrunnen innerhalb komplexen hydrodynamischen Verhältnisse zwischen den Marschen- und Geestgrundleitern deutlicher erkennbar.

Alle oben aufgeführten typischen Merkmale der Marschengrundwässer sind nur im Brunnen GMS 3 deutlich ausgeprägt (s. Anlagen 6.2). Die Brunnen am Ostrand der Altdeponie „Grauer Wall Ostflanke“ weisen hingegen relativ einheitlich geringe Werte der in Anlage 6.2 grafisch ausgewerteten Leitparameter auf.

Das Grundwasser des Brunnens GMS 2 auf der Westseite der Deponie Grauer Wall vermittelt zwischen dem Grundwasserchemismus des Marschengrundwassers im Brunnen GMS 3 und dem chlorid-, stickstoff- und phosphatarmen Grundwasser der Geest. Die Konzentrationsverläufe der in der Anlage 6.2. graphisch ausgewerteten Parameter des Brunnens GMS 2 liegen für die Leitparameter der Marschengrundwässer trotz der räumlichen Lage dieses Brunnens in den Wesermarschen zwischen den des GMS 3 und des GMS 1. Der Grund für diesen „Mischchemismus“ zwischen dem Geest- und dem Marschengrundwasser wird beim Vergleich der Lage der Filterstrecken zum hydrogeologischen Untergrund erkennbar. Während der Brunnen GMS 3 in Sanden unmittelbar unter den holozänen Weichschichten (Torfe und Klei) verfiltert ist, erfasst die gegenüber dem GMS 3 ca. 3 m tiefer liegende Filterstrecke des GMS 2 einen grobsandigeren vermutlich älteren Sandhorizont, der durch einen rotbraun gefärbten Ton (älterer Verwitterungshorizont) von den überlagernden wassergesättigten jüngeren Wesersedimenten abgeschirmt ist. Über diesen Brunnen lässt sich nicht nur ein zeitweise gleichmäßiges Grundwassergefälle vom GMS 1 über den GMS 5 bis zum GMS 2 nachweisen, sondern auch der



Grundwasserchemismus spricht eher für einen Geestgrundwassertransport in tieferen Grundwasserstockwerken bis unter die Deponie „Grauer Wall“.

4.2.2 Der Grundwasserchemismus am Ostrand der Deponie

Wie oben dargestellt ist die Grundwasserfließrichtung von der Geest im Osten auf die Ablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ nach Westen gerichtet. Demnach belegt der Brunnen GMS 1 des „Grundwassermonitorings Grauer Wall“ den Chemismus des von der Geest nach Westen gerichteten Grundwasseranstroms der Deponie.

Der in dem Brunnen GMS 1 nachweisbare **Sulfatanstieg ist nicht auf die Quellwirkung der Deponie Grauer Wall zurückzuführen**, da der für das Deponiesickerwasser typische hohe Chloridgehalt in den Grundwasserproben dieses Brunnens nicht nachgewiesen wurde (s. Anlage 6.2). Die Chloridgehalte der im Ringgraben gesammelten Deponiesickerwässer liegen im Mittel bei Werten um 4.500 mg/l, die Chloridgehalte des Brunnens GMS 1 hingegen unter 50 mg/l. 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. Die Ursache des Sulfatanstiegs im GMS 1 ist vermutlich in dem Versauerungspotential der Teichschlämme des östlich an den GMS 1 angrenzenden Bootsteichs oder der z.T. entwässerten Torfe im Untergrund zwischen dem Bootsteich und der GMS 1 zu sehen. Die um den Bootsteich aufgebrachten Schlämme aus der Teichbaggerung zeigten über sehr lange Zeiträume eine starke Versauerung durch die Sulfatbildung unter Lufteinfluss der im Teichschlamm enthaltenen Schwefelverbindungen.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass zeitversetzt auch der Sulfatgehalt des GMS 5 ansteigt (s. Anlage 6.2). 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. 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.



Der erst 2006 gesetzte Brunnen GMS 4 lässt als einziger Brunnen den Verdacht auf eine lokale und temporäre Grundwasserbeeinflussung durch die Deponie aufkommen. Nur in den ersten Beprobungsjahren wird in diesem Brunnen ein deutlich erhöhter Chloridgehalt festgestellt, der mit einem Maximalgehalt von fast 400 mg/l sogar temporär die Chloridkonzentration des GMS 3 in der Wesermarsch überschreitet. Auch der Stickstoffgehalt ist in diesem Brunnen zeitgleich erhöht. Das Grundwasser dieses Brunnens unterscheidet sich während dieser Anfangsphase der Brunnenbeprobungen aber durch niedrige Phosphor- und Eisengehalte von den Marschengrundwässern. In den letzten 4 Jahren ist das Grundwasser dieser Messstelle wieder völlig unauffällig und entspricht in ihrem Chemismus den übrigen Brunnen an der Altflanke der Deponie Grauer Wall.

5. Zusammenfassende Ergebnisbewertung im Hinblick auf mögliche Grundwassergefährdungen an der Ostflanke der Altdeponie Grauer Wall

Die Grundwasserfließverhältnisse am Rand der Geest im Übergang zur westlich gelegenen Marsch sind aufgrund des unterschiedlichen Schichtenaufbaus und der Lage der Beobachtungsbrunnen in unterschiedlichen Aquiferen dieser beiden geologischen Einheiten sehr komplex. Der hydraulische Kontakt zwischen den wasserleitenden Schichten der Geest und den Marschengrundwässern im Deponieabstrom ist vermutlich lokal eingeschränkt, so dass kein einheitliches Grundwasserfließbild von den abströmenden Geestgrundwässern in die Marsch erkennbar wird.

Die bisherigen Grundwasseruntersuchungen im Umfeld der Deponie Grauer Wall lassen keine Schädigung des Grundwassers durch eine Schadstoffmigration aus dem Abfallkörper über den Sickerwasserpfad in den Grundwasserleiter erkennen. Lokal und temporär begrenzt auftretende chemische Grundwasserveränderungen können nicht auf den Durchbruch von Deponiesickerwässern durch die geologische Barriere unter der Deponie in den Grundwasserleiter interpretiert werden.



Die Grundwasserfließrichtung ist von der Geest im Osten zur Wesermarsch im Westen gerichtet. Der Brunnen GMS 1 liegt eindeutig im Grundwasseranstrom der Altdeponie „Grauer Wall Ostflanke“. Chemische Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit in diesem Brunnen können nicht auf die Auswirkungen der Altdeponie zurückgeführt werden.

Die im Brunnen GMS 5 zeitversetzt zum deutlichen Sulfatanstieg im Geestbrunnen GMS 1 erkennbare Sulfaterhöhung gibt Hinweise darauf, dass sich der Stofftransport über den Grundwasserpfad über die Neuen Aue hinaus nach Westen verfolgen lässt.

Trotz ihrer Wasserspiegel, deutlich unter den umgebenden Grundwasserständen, lassen weder die Aue, noch der östlich gelegene Bootsteich maßgebliche Entwässerungen des Grundwasserleiters erkennen.

Der niedrigste Wasserstand der eingemessenen Grund- und Oberflächengewässer am Ostrand der Altdeponie Grauer Wall wurde im Fangegraben festgestellt. Dieser Ringgraben um die Deponie fasst die am Ostrand der Altdeponie Grauer Wall austretenden Deponiesickerwässer.

Das hydraulische Gefälle ist vom Grundwasserleiter in den Fangegraben gerichtet. Daher ist selbst im Falle von Wasserwegsamkeiten an der Grabensohle ein Austrag von Deponiesickerwässern aus dem Fangegraben in den Grundwasserleiter gegen das hydraulische Druckgefälle ausgeschlossen.

Auch nach einer Vertiefung des Kenntnisstandes über die Grundwasserfließverhältnisse am Ostrand der Deponie Grauer Wall und der Wirkung der Altablagerung „Grauer Wall Ostflanke“ auf das Grundwasser lässt sich keine von der Altdeponie Grauer Wall ausgehende Gefährdung des Allgemeinwohls erkennen.

Die Grundwasserfließverhältnisse und der Grundwasserchemismus am Ostrand der Altablagerung werden mit den bestehenden Grundwassermessstellen ausreichen erfasst. Insbesondere die im Grundwassermonitoring der Gesamtdeponie berücksichtigten Messstellen GMS 5 und GMS 7 sind mit ihren Filterstrecken unmittelbar unter den Schwachstellen der geologischen Barriere an der Ostflanke der



Altdeponie verfiltert und ermöglichen ein Früherkennung möglicher Einflüsse der Deponiesickerwässer auf die Grundwasserbeschaffenheit.

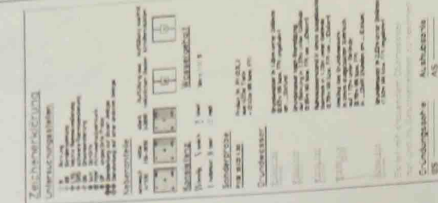
Bremen, den 20.05.2014

Dr. Pirwitz Umweltberatung

Dipl. Geol. Dr. Kasimir Pirwitz

Deponie Grauer Wall: Stichtagsmessung

Brunnen	Datum	ROK [m NN]	Wasserstand [m u ROK]	Wasserstand [m NN]
GMS 1	22.01.2014	1,571	0,94	0,631
GMS 1	24.04.2014	1,571	1,03	0,541
GMS 1	07.05.2014	1,571	1,00	0,571
GMS 2	22.01.2014	1,127	0,565	0,562
GMS 3	22.01.2014	1,579	0,695	0,884
GMS 4	22.01.2014	3,683	2,945	0,738
GMS 5	22.01.2014	2,114	1,49	0,624
GMS 5	24.04.2014	2,114	1,52	0,594
GMS 5	07.05.2014	2,114	1,65	0,464
GMS 6	22.01.2014	2,77	1,98	0,790
GMS 7	22.01.2014	3,701	3,105	0,596
GMS 7	24.04.2014	3,701	3,18	0,521
GMS 7	07.05.2014	3,701	3,16	0,541
GMS 8	24.04.2014	3,91	3,280	0,630
GMS 8	07.05.2014	3,91	3,280	0,630
FR 1	24.04.2014	3,3	2,520	0,780
FR 1	07.05.2014	3,3	2,590	0,710



Appendix 4.7

Sonderungen
Grundbesitzer Bremen
27.03 - 28.03.2014



Ausbau der Beobachtungsbrunnen GMS 1 bis GMS 7



Schichtenverzeichnis für Wasserbohrungen

Meßschblatt Nr.: _____

Lage: r _____ h _____

Name: Beobachtungsbrunnen

Ortsname der Bohrung: Bremerhaven, Deponie Grauwall 1 = GMS 1

Auftraggeber: Seestadt Bremerhaven, Amt für

Bohrzeit von 8.11.84 bis _____ Auftrag Nr.: 13957

Bohrverfahren: Spülbohrung Eingesetztes Bohrgerät: M 300

Zweck der Bohrung: Erkundung und Grundwassermeßstelle Bohrer/Vorher: F. Bednarzick

Bohr-Anfangs- ϕ : 150 mm Bohr-End- ϕ : 240 mm Filter- ϕ : 4 1/2" Erfolg: ja / nein

Bohrlochmessung: ja / nein durch: _____

Flowmetermessung: ja / nein

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

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 Kreis-/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: _____

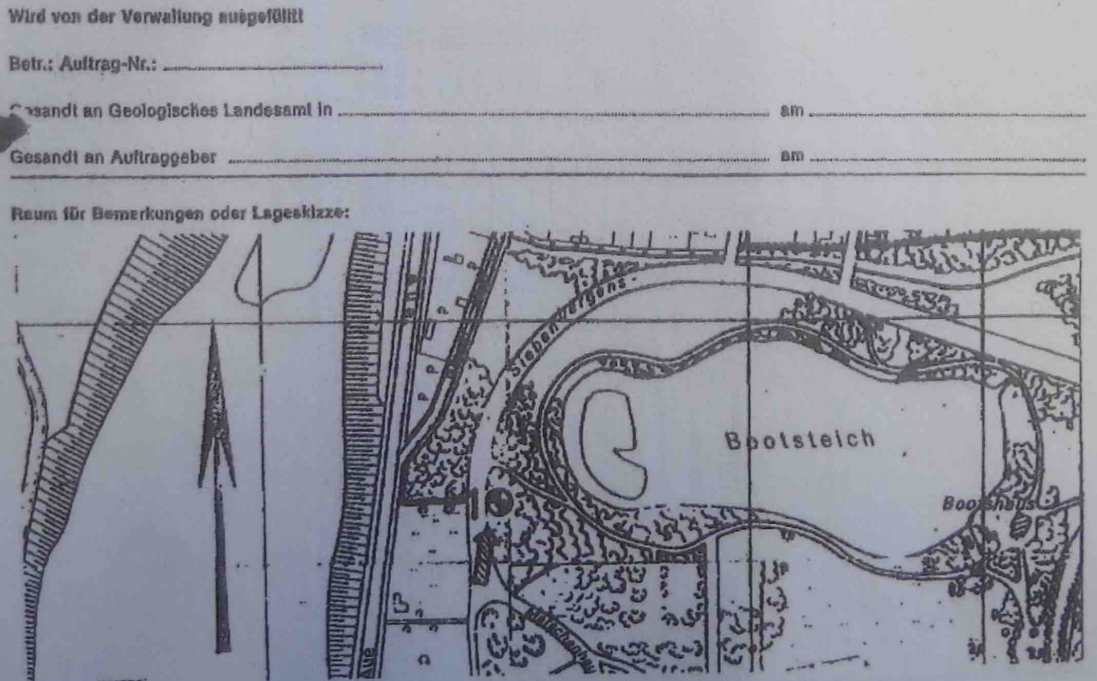
Wird von der Verwaltung ausgeführt _____

Betr.: Auftrag-Nr.: _____

Gesandt an Geologisches Landesamt in _____ am _____

Gesandt an Auftraggeber _____ am _____

Raum für Bemerkungen oder Lagekizze:



Bj = GMS 1

Local

[illegible]



Schichtenverzeichnis für Wasserbohrungen

Meßtischblatt Nr.: _____

Lage: _____ h _____

Name: Seestadt Bremerhaven 2

Ortsname der Bohrung: Bremerhaven, Deponie Grauwall D 2 = GMS 2
Auftraggeber: Seestadt Bremerhaven, Amt für Auftrag Nr.: 13957
Stadtentwässerung
Bohrzeit von 9.11.1984 bis _____ Eingesetztes Bohrgerät: M 300
Bohrverfahren: Spülbohrung Bohrgerätführer: F. Bednarzick
Zweck der Bohrung: Erkundung und Grundwassermeßstelle Erfolg: ja/nein
Bohr-Anfangs-φ: 150 mm Bohr-End-φ: 240 mm Filter-φ: 4 1/2"
Bohrlochmessung: ja/nein durch: _____
Flowmetermessung: ja/nein
Einbautiefe des Filters von 18 bis 20 m mit/ohne Kiesschüttung
Wassersperrtiefe von 16 bis 15 und 2 - 1 m
Wasserstand 1.02 m u. Gel. in Ruhe
Absenkung auf: 5.18 m u. Gel. bei Förderung von ca. 12 cbm/h
Aufällige 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: _____

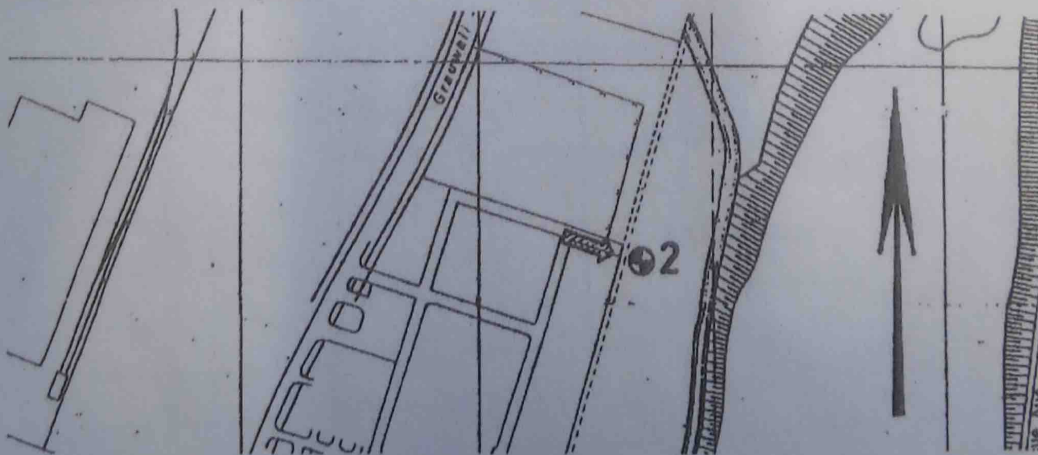
Wird von der Verwaltung ausgeführt

Beitr.: Auftrag-Nr.: _____

Gesandt an Geologisches Landesamt in _____ km

Gesandt an Auftraggeber _____ km

Raum für Bemerkungen oder Lagekarte:



Celler -
P.O.

[illegible]

celler brunnenbau

Postanschrift: Postf. 91, D-3100 Celle
Triftweg · D-3101 Wathlingen
Telefon (05144) 8611-15
Telefax 925009 cbrb-d



Schichtenverzeichnis für Wasserbohrungen

Meßlochblatt Nr.: _____

Lage: f _____ h _____

Name: Beobachtungsbrunnen 3

Ortsname der Bohrung: Bremerhaven Deponie Grauwall B-3 = GMS 3

Auftraggeber: Seestadt Bremerhaven, Amt für 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

Bohr-Anfangs-φ: 150 mm Bohr-End-φ: 240 mm Filter-φ: 4 1/2"

Bohrlochmessung: ja / nein durch: _____

Flowmetermessung: ja / nein

Einbautiefe des Filters von 15 bis 17 m mit / ohne Kieseinfüllung

Wassersperre von 2 bis 1

Wasserstand 1,35 m u. Gel. in Ruhe

Senkung auf: 5,97 m u. Gel. bei Förderung von 6 cbm/h

Auffällige Wassereigenschaften: _____

Pumpversuch mit Kreis-/Kolben-/U-Pumpe/Lufthebervorrichtung? 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: _____

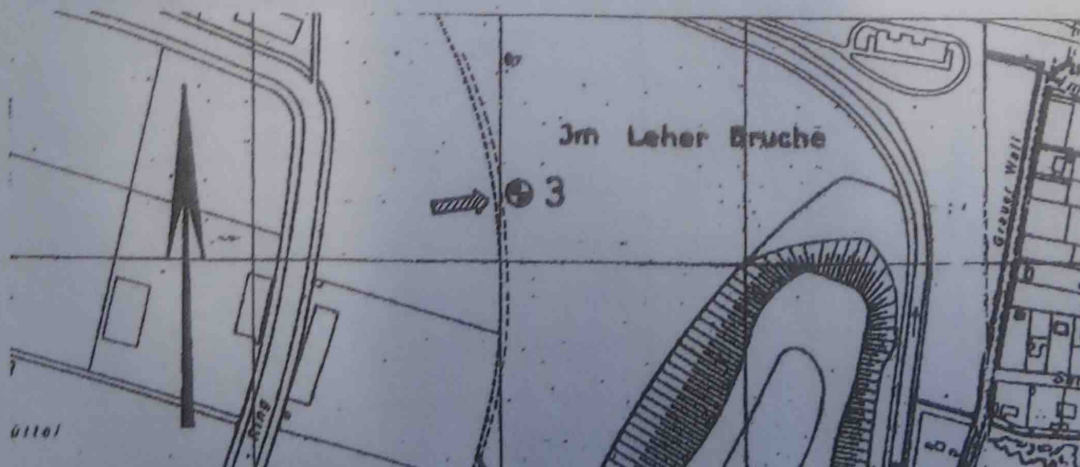
Wird von der Verwaltung ausgefüllt

Betr.: Auftrag-Nr.: _____

Gesandt an Geologisches Landesamt in _____ am _____

Gesandt an Auftraggeber _____ am _____

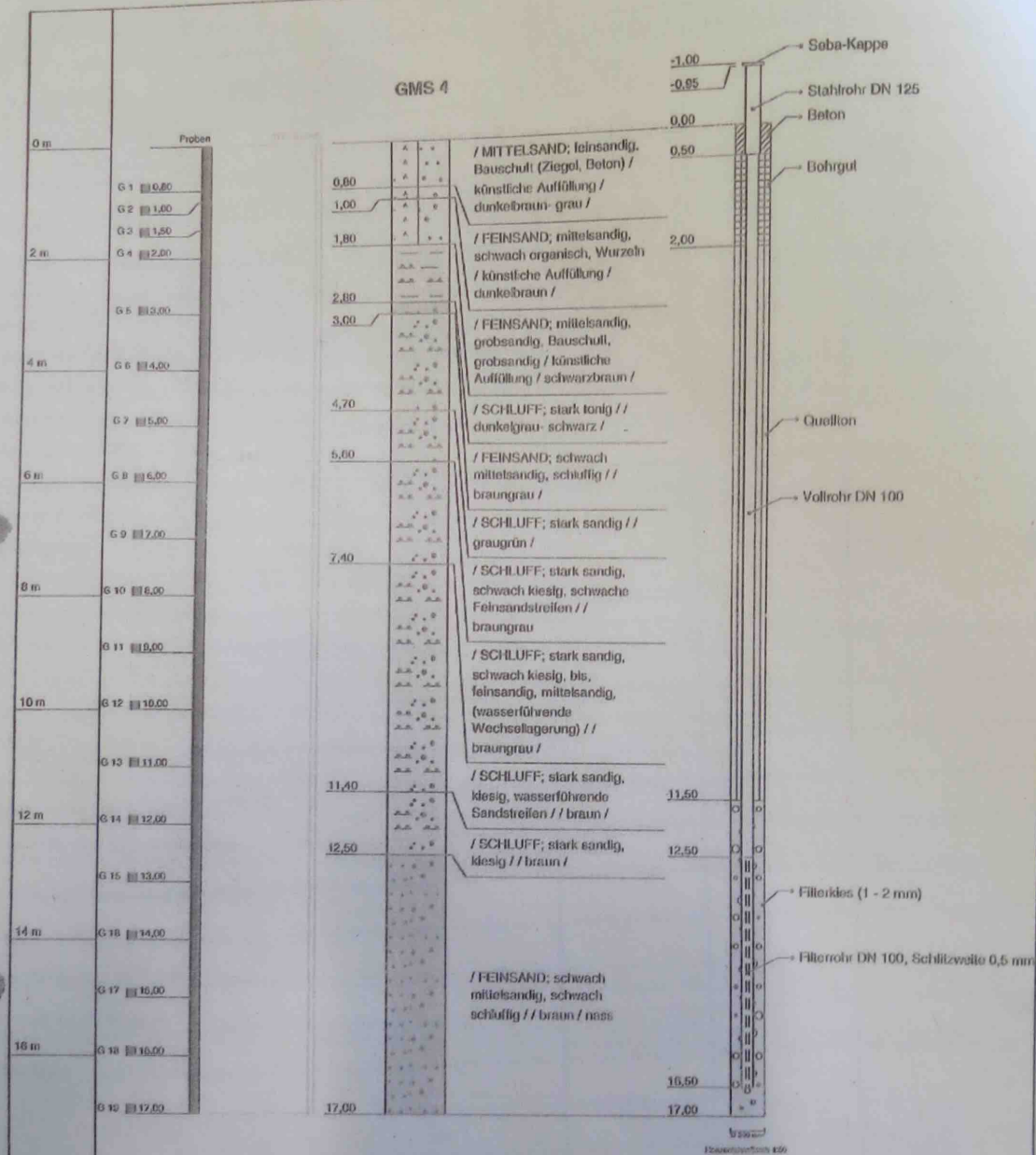
Raum für Bemerkungen oder Lage-skizze:



23

= GMS 3

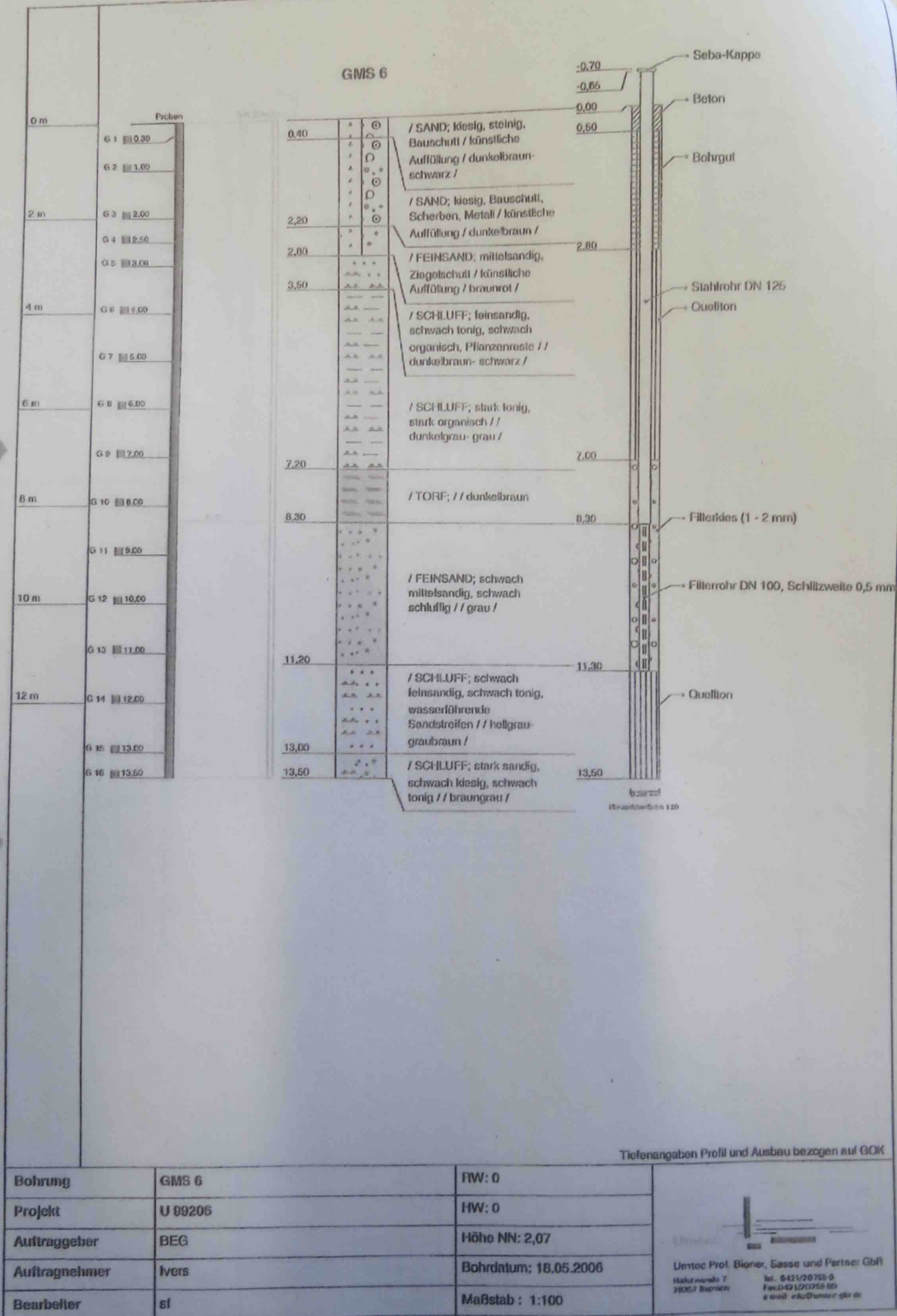
[illegible]




 Untec Prof. Bienen, Sasse und Partner GbR
 Hahnenstraße 7
 26367 Buxtehude
 Tel.: 0421/20768-0
 Fax: 0421/20768-50
 e-mail: info@untec-gbr.de



Univ.-Prof. Dr. rer. oec. Bodo Seitz und Partner GbR
Hohenstraße 7
92057 Bamberg
Tel.: 0431/20750-0
Fax: 0431/20750-30
e-mail: info@seitz-consulting.de



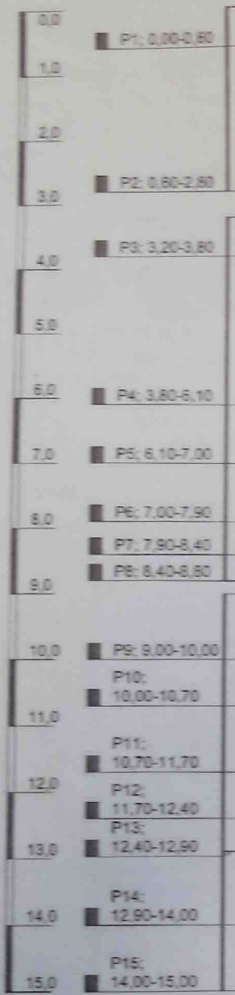
		Schichtenverzeichnis					
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 1	
Projekt: Deponie Grauer Wall						Datum: 24.05.2011	
Bohrung: GW 7							
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe				
0,60	a) Sand; kiesig, humos			schwach feucht		P1	0,60
	b) Schlacke (50-80 %), wenig Betonbruch						
	c)	d) leicht zu bohren	e) braun				
	f) Auffüllung	g)	h)				
2,80	a) Kies; sandig, schluffig			modrig-fauliger Geruch sehr feucht bis naß		P2	2,80
	b) organisches Material, Betonbruch, wenig Glas und Kunststoff						
	c) weich	d) sehr leicht zu bohren	e) dunkelgraubraun				
	f) Auffüllung	g)	h)				
3,38	a) Schluff; feinsandig, schwach tonig, lagenweise (Torf)			modrig-fauliger Geruch sehr feucht			
	b)						
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) braun, dunkelgrau				
	f) Klei	g)	h)				
6,00	a) Schluff; tonig, schwach humos			modrig-fauliger Geruch Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung 3.40m sehr feucht		P3	3,80
	b)						
	c) weich	d) sehr leicht zu bohren	e) dunkelgrau				
	f) Klei	g)	h)				
7,90	a) Mittelsand; stark feinsandig, schwach grobsandig			naß		P4 P5 P6	6,10 7,00 7,90
	b)						
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellgraubraun				
	f)	g)	h)				

		Schichtenverzeichnis				Seite: 2		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Datum: 24.05.2011		
Projekt: Deponie Grauer Wall								
Bohrung: GWM 7								
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
8,40	a) Mittelsand; stark grobsandig, schwach feinsandig, sehr schwach feinkiesig				naß		P7	8,40
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellgraubraun					
	f)	g)	h)	i) 0				
8,80	a) Mittelsand; stark feinsandig, schwach grobsandig				naß		P8	8,80
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellgraubraun					
	f)	g)	h)	i) 0				
8,90	a) Feinsand; mittelsandig, schluffig				sehr feucht			
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i) 0				
10,70	a) Mittelsand; stark feinsandig, lagenweise (schluffig)				naß		P9 P10	10,00 10,70
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i) 0				
12,40	a) Mittelsand; stark grobsandig, schwach feinkiesig				naß		P11 P12	11,70 12,40
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i) 0				

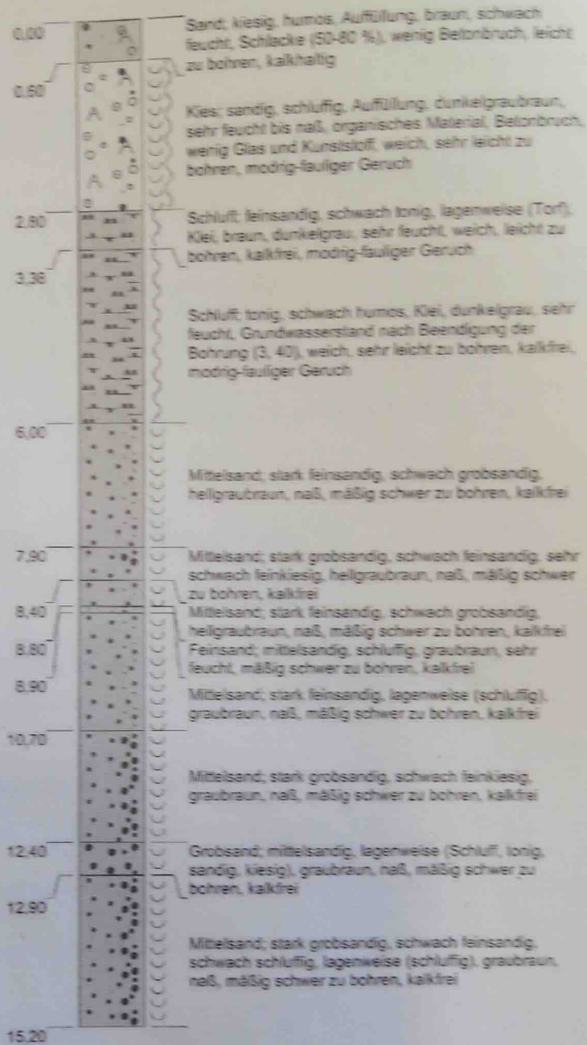
		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Seite: 3	
Projekt: Deponie Grauer Wall						Datum: 24.05.2011	
Bohrung: GWM 7							
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe i) Kalk- gehalt				
12,90	a) Grobsand; mittelsandig, lagenweise (Schluff, tonig, sandig, kiesig)			naß		P13	12,90
	b)						
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) graubraun				
	f)	g)	h) i) 0				
15,20	a) Mittelsand; stark grobsandig, schwach feinsandig, schwach schluffig, lagenweise (schluffig)			naß		P14 P15	14,00 15,00
	b)						
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) graubraun				
	f)	g)	h) i) 0				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

GWM 7

m ü. GOK (0,00 m NN)

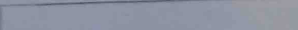


3.40



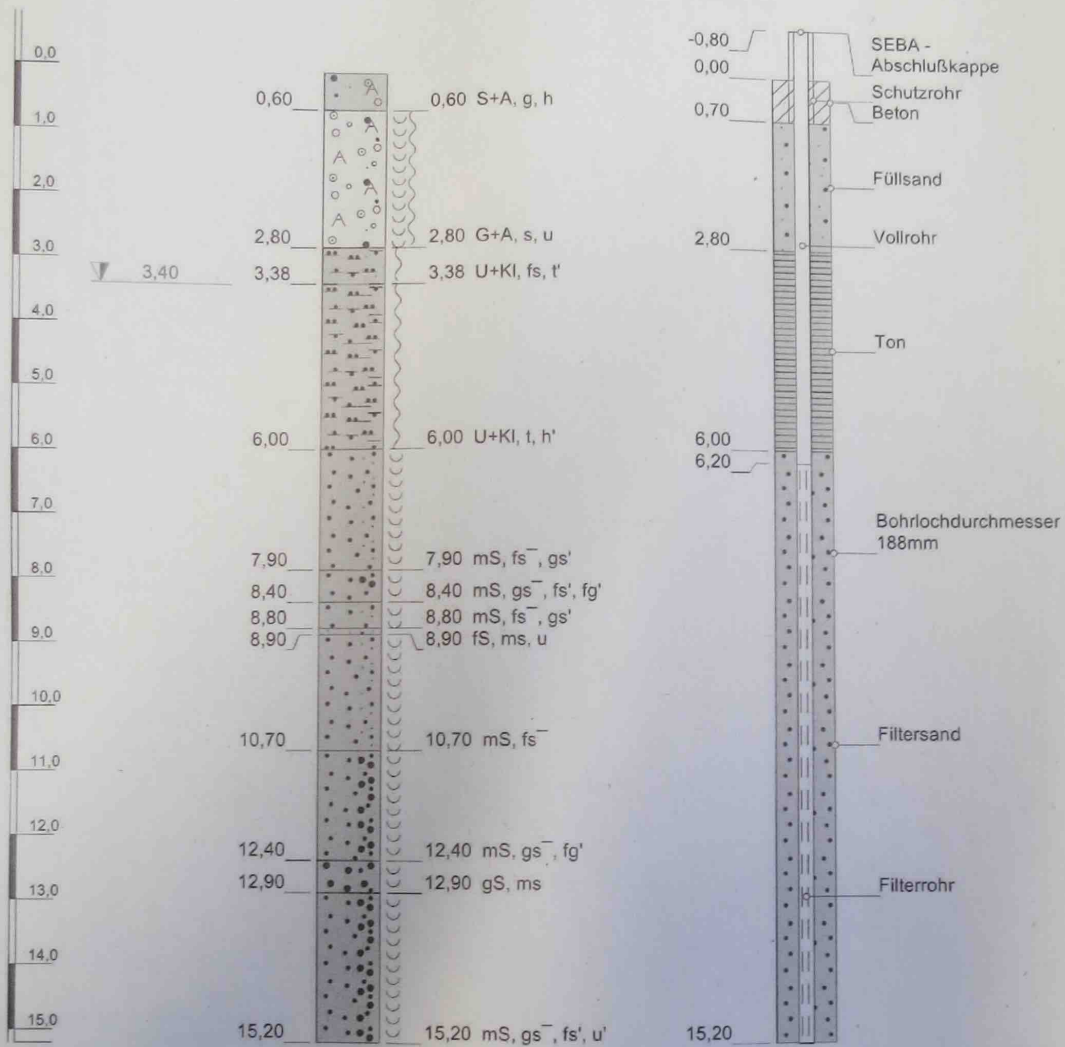
Höhenmaßstab: 1:100

Blatt 1 von 1

Projekt: Deponie Grauer Wall		
Bohrung: GWM 7		
Auftraggeber: BEG Bremerhavener Entsorgungs-GmbH	Rechtswert: 0	
Bohrfirma: TUG UMWELT GmbH & Co. KG	Hochwert: 0	
Bearbeiter: Niekamp	Ansatzhöhe: 0,00m	
Datum: 24.05.2011	Anlage	

m u. GOK (0,00 m NN)

GWM 7



Höhenmaßstab: 1:100

Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

Projekt: Deponie Grauer Wall

Bohrung: GWM 7

Auftraggeber: BEG Bremerhavener Entsorgungs-GmbH

Rechtswert: 0

Bohrfirma: TüG UMWELT GmbH & Co. KG

Hochwert: 0

Bearbeiter: Niekamp

Ansatzhöhe: 0,00m

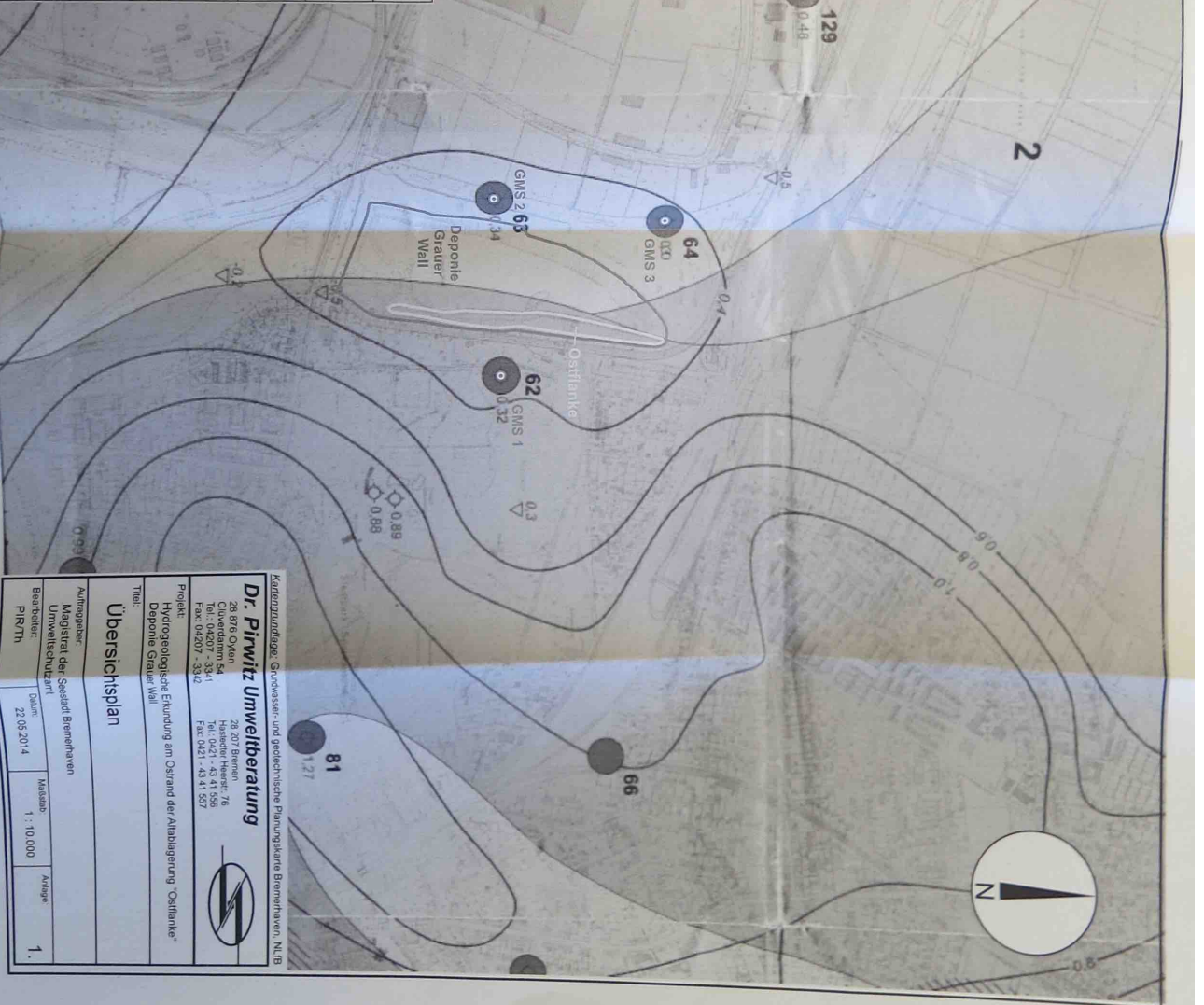
Datum: 24.05.2011

Anhang

Endtiefe: 15,20m

TüG UMWELT ***
Technischer Umweltservice ***

Wasser-Nr.	Bezeichnung des Wasser- und Ionengehalts (mmol/l) (%)	Säuregrad (pH)	Spez. el. Leitfähigkeit (µS/cm)	Gesamt-Wasserhärte (mmol/l Härtegrad)	Elektrolytgehalt (mg/l)
1	Calcium-Hydrogencarbonat-Wasser Ca=80%, HCO ₃ =40%	6,8 - 7,1 sehr schwach sauer bis sehr schwach	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 ₃ =50%	ablässig sehr schwach sauer bis sehr schwach	660 - 800 gering	4,29 - 5,72 etwas hart	1,55 - 6,9 mittel bis hoch
3	Calcium-Natrium-Hydrogencarbonat-Wasser Ca=60%, Na=15-60%, HCO ₃ =20% Cl ⁻ (NO ₃)=50%	6,2 - 6,6 schwach sauer bis sehr schwach	680 - 1100 gering bis mittel	3,57 - 6,43 mittelhart bis etwas hart	0,08 - 5,9 gering bis hoch
4	Calcium-Natrium-Sulfat-Chlorid-Natrium-Wasser Ca=50%, Na=50%, SO ₄ =20% Cl ⁻ (NO ₃)=60%	5,0 - 5,8 mittel sauer	400 - 700 gering	1,79 - 3,57 mittelhart	0,025 - 1,6 gering bis mittel
5	Natrium-Calcium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Wasser Na=60%, Ca=40%, HCO ₃ =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%	6,5 - 7,0 sehr schwach sauer bis neutral	300 - 1400 sehr hoch	11,4 - 33,2 sehr hart	0,43 - 15,0 mittel bis sehr hoch



Kontaktadresse: Geochemie- und geotechnische Planungskunde Bremerhaven, NUTB Dr. Pirwitz Umweltberatung 28 875 Bremen Cluvedamm 54 Tel.: 04207 - 3341 Fax: 04207 - 3342			
Projekt: Hydrogeologische Erkundung am Ostflanke der Ablagerung 'Ostflanke' Deponie Grauer Wall			
Übersichtsplan Auftraggeber: Magistrat der Stadt Bremerhaven Umweltschutzamt Beauftragter: PIRTH			
Datum:	22.05.2014	Maßstab:	1 : 10.000
Anlage:	1.		



Legende:

- Beobachtungsbrunnen
- Grundwasserstand am 24.04.2014
- Grundwassergleichen
- Grundwasserfließrichtung

10.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48

0.48



Dr. Pirwitz Umweltberatung
28 876 Oylen
28 876 Oylen
Tel. 0421 - 43 41 555
Tel. 0421 - 43 41 557
Fax 0421 - 43 41 557

Projekt:

Hydrogeologische Erkundung im Ostend der Abfalllagerung "Ostend"

Deponie Grafrath

Titel:

Grundwassergleichenplan von 24.04.2014

Auftraggeber:

Magistrat der Stadt Bielefeld

Umweltdezernat

Stand:

22.05.2014

Maßstab:

1:5.000

Arbeits:

2.2

Projektordeponie (Grafrath) 2010/10/10 (geplan. GWS)

A Ost

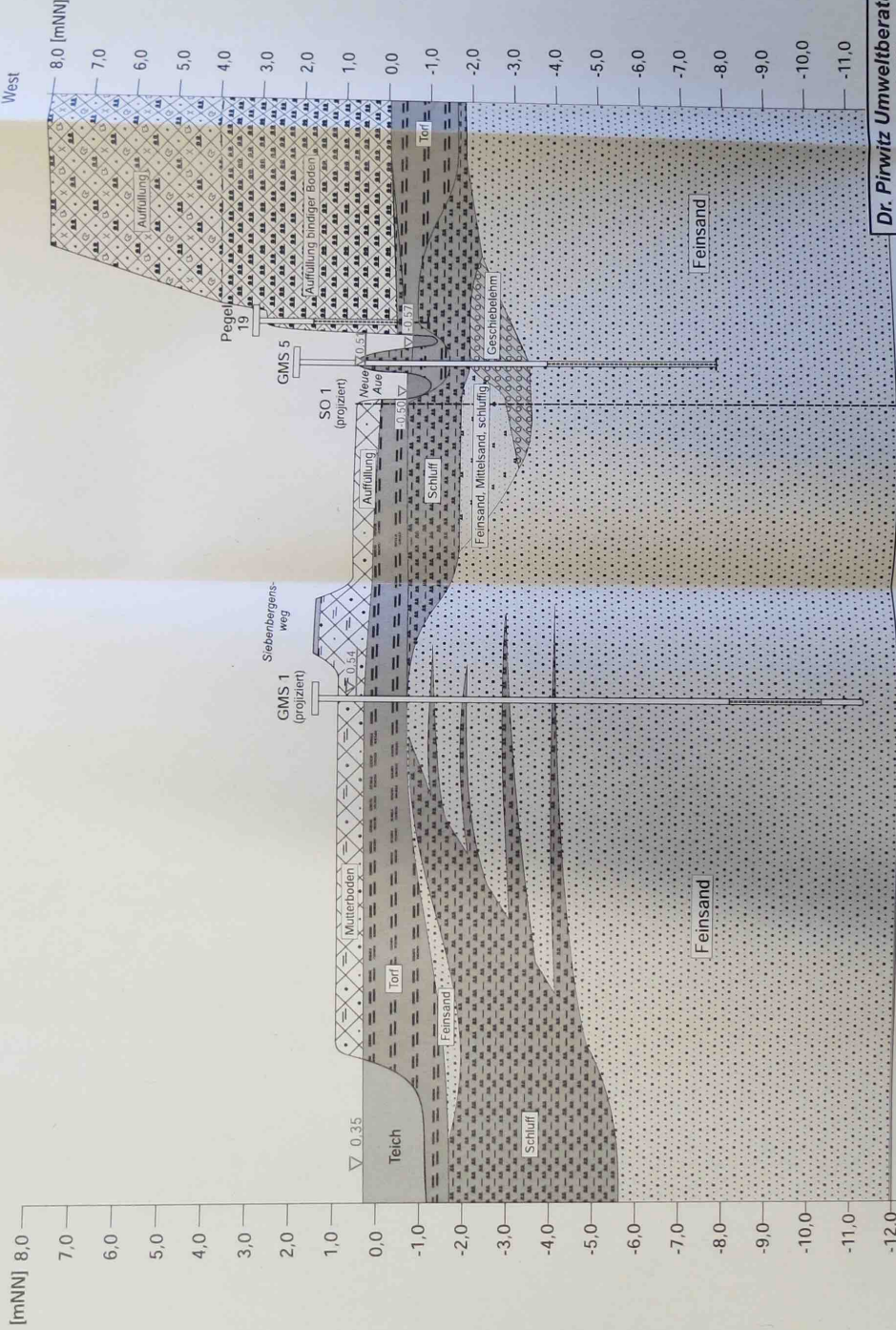
[mNN] 8,0

7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0
-1,0
-2,0
-3,0
-4,0
-5,0
-6,0
-7,0
-8,0
-9,0
-10,0
-11,0
-12,0

A' West

8,0 [mNN]

7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0
-1,0
-2,0
-3,0
-4,0
-5,0
-6,0
-7,0
-8,0
-9,0
-10,0
-11,0



Dr. Pirwitz Umweltberatung

28 816 Oytzen
Bismarckstr. 75
31848 Osterode
Tel.: 04271 - 43 41 556
Fax: 04271 - 43 41 557

Projekt:
Hydrogeologische Erkundung am Ostrand der Ablagerung "Ostflanke"
Deponie Grauer Wall

Titel:
Profilschnitt A - A'

Auftraggeber:
Magistrat der Seestadt Bremerhaven
Umweltschutzamt

Beauftragter:
PIR/Th

Datum:
22.05.2014

Anlage:
5.1

Deponie Grauer Wall, Bremerhaven
 Ergebnisbericht zu vierteljährlichen Wasserstandsmessungen
 (April 2012 bis Januar 2014)

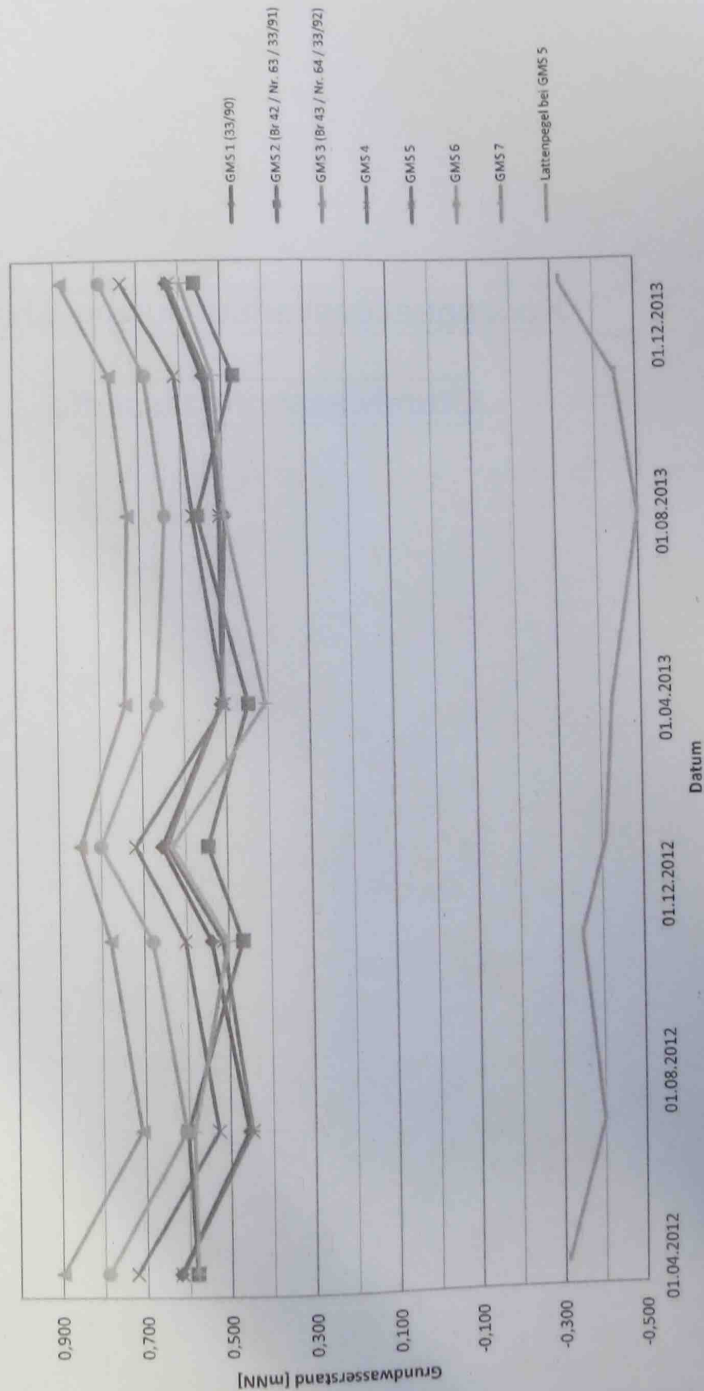


Diagramm 1: Grundwasser und Ringgraben

