

GDF SUEZ Energie Deutschland AG
Kraftwerk Farge

Flugaschedeponie

Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung

Bad Zwischenahn, 30.11.2011

BÜRO FÜR BODEN- UND GRUNDWASSERSCHUTZ
DR. CHRISTOPH ERPENBECK

Von der IHK Oldenburg öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für die Beurteilung von Boden- und Grundwasserbelastungen
Anerkannter Sachverständiger nach § 18 BBodSchG
Sachgebiete 2 und 5



Flugaschedeponie Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung

Auftraggeber: GDF SUEZ Energie Deutschland AG
Kraftwerk Farge
Friedrichstraße 200
10117 Berlin

Auftragnehmer: Büro für Boden- und Grundwasserschutz
Dr. Christoph Erpenbeck
Brokhauser Weg 39
26160 Bad Zwischenahn
Tel.: 0441 / 38 44 910
Fax: 0441 / 38 44 911

Bohrarbeiten und
Grundwassersondierungen: Ulpts Geotechnik
Jansenweg 9
26897 Bokhorst

Analytik: GPB Umweltanalytisches Labor GmbH
Stedinger Straße 45a
26135 Oldenburg
Durch DAkkS akkreditiertes Prüflaboratorium
D-PL-14164-01-00

Vermessung: Dipl.-Ing. A. Meyer
Sodenstich 15
26131 Oldenburg

Untersuchungszeitraum: Mai – Juli 2011

Projektnummer: AD 2301

Datum: 30.11.2011



INHALTSVERZEICHNIS

1	VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG	1
2	VORHANDENE UNTERLAGEN	1
3	STANDORTBESCHREIBUNG	2
4	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	3
4.1	Recherchen	3
4.2	Technische Untersuchungen	3
4.2.1	Aufbau, Geometrie und Zusammensetzung des Deponiekörpers	3
4.2.2	Zusammensetzung des Deponiewassers	4
4.2.3	Grundwasserbelastung	4
4.2.4	Oberflächenwasserbelastung	5
4.2.5	Belastung des Oberbodens	5
5	GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE STANORTSITUATION	5
6	ERGEBNISSE DER TECHNISCHEN UNTERSUCHUNGEN	6
6.1	Aufbau und Geometrie des Deponiekörpers	6
6.2	Stoffliche Zusammensetzung des Deponats	8
6.3	Grundwasserbelastung	12
6.4	Oberbodenbelastung	18
7	BEWERTUNG	20
8	ZUKÜNFTIGE NUTZUNG	23
9	HANDLUNGSBEDARF	23



ANLAGEN

Anlage 1	Übersichtskarte und Lagepläne	
Anlage 1.1	Übersichtskarte	M.: 1 : 25.000
Anlage 1.2	Übersichtslageplan	M.: 1 : 5.000
Anlage 1.3	Lageplan	M.: 1 : 1.000
Anlage 2	Unterlagen zur Geologie und Hydrogeologie (GDfB)	
Anlage 2.1	Bohrpunktkarte Umfeld Kraftwerk Farge	
Anlage 2.2	Grundwassermessstellen Umfeld Kraftwerk Farge	
Anlage 2.3	Ausgewählte Bohrprofile	
Anlage 2.4	Grundwasserdruckspiegel Bremen-Nord Herbst 2007	
Anlage 3	Ansatzpunkte und Messstellen	
Anlage 3.1	Lageplan Rammkernsondierungen	M.: 1 : 1.500
Anlage 3.2	Lageplan Grundwasseruntersuchung	M.: 1 : 1.500
Anlage 3.3	Lageplan Oberbodenmischproben	M.: 1 : 1.500
Anlage 4	Ergebnisdarstellung	
Anlage 4.1	Lage der Profilschnitte	M.: 1 : 1.500
Anlage 4.2	Profilschnitt I – I'	
Anlage 4.3	Profilschnitt II – II'	
Anlage 4.4	Profilschnitt III – III'	
Anlage 4.5	Profilschnitt IV – IV'	
Anlage 4.6	Verbreitung der Ascheablagerung	M.: 1 : 1.500
Anlage 4.7	Eigenschaften der Deponiebasis	M.: 1 : 1.500
Anlage 4.8	Ergebnisse der Deponatuntersuchung	
Anlage 5	Handlungsbedarf Geplante Grundwassermessstellen	M.: 1 : 1.500
Anlage 6	Dokumentation	
Anlage 6.1	Bohrprofile und Schichtverzeichnisse	
Anlage 6.2	Analysenbericht Deponatproben	
Anlage 6.3	Analysenbericht direct-push unterhalb Deponie	
Anlage 6.4	Analysenbericht direct-push außerhalb Deponie	
Anlage 6.5	Analysenbericht Grundwassermessstellen	
Anlage 6.6	Analysenbericht Oberbodenmischproben	



1 VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG

In die in unmittelbarer Nähe zu Ihrem Kraftwerk befindliche Flugaschedeponie wurden im Zeitraum 1975 bis 1983 Flugaschen und z.T. Grobaschen aus dem Kraftwerksbetrieb eingelagert. Eine förmliche Stilllegung gem. Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) ist bislang nicht erfolgt. Voraussetzung für eine derartige Stilllegung ist, dass von dem Deponiestandort keine erheblichen Beeinträchtigungen der Umwelt ausgehen.

Grundlage eines derartigen Nachweises ist eine Gefährdungsabschätzung für die Schutzgüter Grund- und Oberflächenwasser sowie Boden. Bislang vorliegende Untersuchungen und Daten aus der Grundwasserüberwachung reichen für eine Gefährdungsabschätzung nicht aus. Seitens der zuständigen Aufsichtsbehörde beim Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa (SUBVE) werden noch folgende Erhebungen/Untersuchungen für erforderlich gehalten:

- Angaben zur Geologie/Hydrogeologie des Deponiestandorts
- Ermittlung von Aufbau und Geometrie des Deponiekörpers
- Ermittlung des Schadstoffinventars in der Deponie
- Ergänzung des Grundwassermessstellennetzes
- Untersuchungen zur hydraulischen Grundwassersituation
- Untersuchungen zur Grundwasserqualität im An- und Abstrom der Deponie

In einem ersten Bearbeitungsschritt (Januar/Februar 2011) wurden die vorliegenden Unterlagen (Planfeststellung, Untersuchungsberichte, Gutachten) gesichtet und ausgewertet als Basis für das umgesetzte Untersuchungskonzept, das mit der Aufsichtsbehörde abgestimmt wurde.

2 VORHANDENE UNTERLAGEN

- [1] Planfeststellungsbeschluss für die Anlage zum Ablagern von Kraftwerksasche der Nordwestdeutschen Kraftwerke Aktiengesellschaft - Kraftwerk Farge - auf dem Grundstück Berner Fährweg 2, 2820 Bremen-Farge. Freie Hansestadt Bremen - Der Senator für das Bauwesen - Planfeststellungsbehörde. Beschluss vom 02.11.1983



- [2] bregau-mai GmbH: Gefährdungsabschätzung der Altablagerung „Aschedeponie Farge“. Bremen, 20.12.2005
- [3] Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner: Deponie Farge-Blumenthal, Bremen - Ermittlung der Mutterbodenmächtigkeiten - Kurzbericht. Braunschweig, 07.10.2009
- [4] E.ON Kraftwerke GmbH: Deponie zum Ablagern von Kraftwerksasche und Füllboden auf dem Betriebsgelände des Kraftwerks Farge in Bremen Blumenthal - Anzeige der beabsichtigten Stilllegung gem. § 36 Abs. (1) KrW-/AbfG. Hannover, 16.10.2009
- [5] Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa: Flugaschedeponie beim KW Farge. Schreiben vom 15.02.2010, AZ: 23-5
- [6] Büro für Boden- und Grundwasserschutz Dr. Christoph Erpenbeck: Flugaschedeponie Farge – Grundlagenermittlung und Untersuchungskonzept zur Gefährdungsabschätzung. Bad Zwischenahn, 21.02.2011

3 STANDORTBESCHREIBUNG

Das mit Kraftwerksaschen und Füllboden aufgehöhte Wiesengelände befindet sich unmittelbar östlich des Kraftwerksgeländes in Bremen-Farge. Es wird begrenzt durch den ehemaligen Berner Fährweg im Norden und Westen, der Wilhelmshavener Straße im Süden und der Alten Straße im Osten. Es umfasst eine Fläche von ca. 65.000 m².

Die Ablagerung der Aschen und des Füllbodens erfolgte im Zeitraum 1975 - 1983. Dazu wurde zunächst auf dem anstehenden Wiesengelände der Oberboden abgeschoben und zur späteren Verwendung zur Oberflächenabdeckung in Bodenmieten zwischengelagert. Der in der Fläche verlaufende Entwässerungsgraben „Große Heideflut“ wurde nicht verfüllt. Die Auffüllung hält einen Sicherheitsabstand zu den Grabenböschungen zur Gewährleistung der Standsicherheit ein.

Im Südwesten der Aschedeponie zwischen dem Entwässerungsgraben und Wilhelmshavener Straße grenzt eine als Boden- und Bauschuttdeponie genutzte Fläche an. Diese Fläche ist nicht Teil der vorliegenden Betrachtung.

Aufbau und Mächtigkeit der Oberflächenabdeckung wurden 2009 flächenhaft untersucht [3]. Der Aufbau der Oberflächenabdeckung besteht demnach aus einer Schicht Füllboden mit einer Mutterbodenabdeckung. Es konnte eine Schichtstärke des Füllbodens zwischen 0 und > 1m und des Mutterbodens zwischen 0 und 40 cm ermittelt werden. Angaben zur Substratzusammensetzung des Füll- bzw. Mutterbodens sind in der Untersuchung nicht dokumentiert.



Die heutige Oberfläche ist flächendeckend mit Gras bewachsen. Entlang des Entwässerungsgrabens und der Ablagerungsgrenzen existiert ein Baum- und Strauchbewuchs.

Eine Nutzung des Geländes findet derzeit nicht statt. Der Grasaufwuchs wird zweimal jährlich gemäht.

4 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

4.1 Recherchen

Zur Beschreibung der geologisch/hydrogeologischen Standortgegebenheiten wurde der Geologische Dienst für Bremen (GDfB) angefragt. Aus dem Umfeld des Untersuchungsgebiets konnten vom GDfB aus der Bohrdatenbank Bohrprofile zur Verfügung gestellt werden sowie Angaben zur regionalen Grundwasserfließrichtung (Grundwassergleichenplan) gemacht werden.

4.2 Technische Untersuchungen

Die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen erfolgten im Zeitraum Mai – Juli 2011.

4.2.1 Aufbau, Geometrie und Zusammensetzung des Deponiekörpers

In der Zeit vom 23. – 30.05.2011 wurden in einem Raster von ca. 40 m x 40 m - verteilt auf einer Deponiefläche von ca. 65.000 m² - an insgesamt 33 Ansatzpunkten Rammkernsondierungen abgeteuft. Aufgrund von Zugänglichkeit, Topographie und Bewuchs mussten einige Ansatzpunkte der Bohrungen aus den Rasterpunkten verschoben werden.

Die Sondierungen wurden jeweils mindestens bis in die natürlich anstehende Deponiebasis bzw. bis in den Hauptgrundwasserleiter abgeteuft (soweit kein Bohrhindernis vorhanden war). 12 Bohrungen reichten bis 5 m u. GOK, 5 Bohrungen bis 7 bzw. 8 m u. GOK und 15 Bohrungen bis 10 m u. GOK. Eine Bohrung (incl. der Wiederholungsbohrung im unmittelbaren Umfeld) musste bei 2,5 m u. GOK aufgrund eines Bohrhindernisses abgebrochen werden.

Die gewonnenen Aufschlüsse wurden aufgenommen und dokumentiert (Schichtverzeichnisse und Bohrprofile). Aus den Sondierungen wurden Boden- und Deponatproben zur späteren Laboranalyse entnommen.

Die Bohransatzpunkte wurden am 30.05.2011 nach Lage (Landeskoordinatensystem) und Höhe (mNN) eingemessen.

Die aus den Sondierungen gewonnenen Proben wurden im Labor in der Originalsubstanz auf die Parameter Arsen, Blei, Cadmium, Chrom gesamt, Chrom VI, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink und Selen analysiert. Zusätzlich erfolgte die Untersuchung auf pH, elektr. Leitfähigkeit, Schwermetalle, Chlorid und Sulfat im Eluat. Die verwendeten Prüfverfahren sind im Analysenbericht (Anlage 6.2) vermerkt.

4.2.2 Zusammensetzung des Deponiewassers

Die ursprünglich geplante Entnahme von Deponiewasserproben mittels direct-push konnte nicht erfolgen, da zum Zeitpunkt der Geländearbeiten innerhalb des Deponiekörpers kein freies Wasser angetroffen werden konnte.

4.2.3 Grundwasserbelastung

Die Untersuchungen zur Grundwasserbelastung im Umfeld der Deponie unterteilten sich in 3 Abschnitte:

direct-push unterhalb der Deponie

Zunächst wurden am 30./31.05.2011 an 5 Ansatzstellen der Rammkernsondierungen – gleichmäßig über die Deponiefläche verteilt – Grundwassersondierungen („direct-push“) ausgeführt, zur Entnahme von Grundwasserproben unmittelbar unterhalb der Deponiebasis. Die Probenahme erfolgte jeweils etwa 1 m unterhalb der angetroffenen Grundwasseroberfläche. Die entnommenen Proben wurden im Labor auf die Parameter TOC, Arsen und Schwermetalle analysiert.

direct-push außerhalb der Deponie im Grundwasserabstrom

Am 14./15.07.2011 wurden im Grundwasserabstrom an der Westflanke der Deponie an 5 Ansatzpunkten ebenfalls Grundwassersondierungen („direct-push“) durchgeführt. Die Probengewinnung erfolgte aus 2 Entnahmetiefen: 4 – 5 m u. GOK (Tiefenlage der Deponiebasis) und 7 – 8 m u. GOK. Die Laboruntersuchung umfasste die Parameter DOC/TOC, Sulfat, Arsen sowie die Schwermetalle.

Beprobung vorhandener Grundwassermessstellen

Aus 4 vorhandenen Grundwassermessstellen im Grundwasseran- und Abstrom der Deponie wurden am 06.06.2011 Proben entnommen und auf die Vor-Ort-Parameter, DOC/TOC, BSB₅, Arsen und Schwermetalle analysiert.

Die für die Grundwasseranalysen verwendeten Prüfverfahren sind in den jeweiligen Analysenberichten vermerkt (Dokumentation Anlage 6.3 - 6.5).

4.2.4 Oberflächenwasserbelastung

Im Zeitraum der Geländeuntersuchungen führten die Gräben im unmittelbaren Umfeld der Deponie kein Wasser. Eine Beprobung konnte somit nicht erfolgen.

4.2.5 Belastung des Oberbodens

Zur Feststellung der Oberbodenbelastung auf der Deponieoberfläche gem. BBodSchG¹ für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze wurde die Deponiefläche in 7 Teilbereiche unterteilt und in diesen jeweils Oberbodenmischproben entnommen (30./31.05.2011). Unter Berücksichtigung der Vorgaben der BBodSchV² wurden aus jeweils 20 Einstichen Mischproben der Tiefenhorizonte 0 – 10 und 10 – 30 cm (Vorgabe Beprobungstiefen für Grünland) gewonnen. Die Untersuchung der Mischproben erfolgte im Labor auf die Parameter Arsen, Blei, Cadmium, Chrom gesamt, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink. Die verwendeten Prüfverfahren sind im Analysenbericht (Anlage 6.6) vermerkt.

5 GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE STANORTSITUATION

Der oberflächennahe geologische Untergrundaufbau am Standort der Flugaschedeponie ist geprägt durch die tidebeeinflusste Weser. Oberhalb mächtiger glazifluviatiler Sande bildeten sich im Holozän in Teilbereichen Niedermoore und/oder organisch-tonig-schluffige Sedimente („Klei“), die wiederum von Decksanden überlagert sein können. Anhand der vom Geologischen Dienst für Bremen (GDfB) aus der Bohrdatenbank zur Verfügung gestellten Unterlagen und der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung abgeteuften Bohrungen ist am Standort ein Wechsel zwi-

¹ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten vom 17.03.1998 (BGBl. I S. 502)

² Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.07.1999. Bundesgesetzblatt 1999 Teil I Nr. 36, 16.07.1999, S. 1554 - 1582



schen Moorbildungen, Kleiablagerungen sowie nicht abgedeckten Sanden zu verzeichnen. Überprägt wird der Bereich durch Bodenumlagerungen und künstliche Auffüllung. In den Anlagen 2.1 - 2.3 sind der Bohrpunkteplan sowie ausgewählte Bohrprofile (unmittelbares Deponieumfeld) aus der Bohrdatenbank des GdFB dokumentiert.

Den Grundwasserleiter bilden die glazifluviatilen Sande. Die Grundwasserfließrichtung ist auf die Weser nach Südwest gerichtet (vgl. Grundwassergleichenplan des GdFB in Anlage 2.4). Der Grundwasserflurabstand beträgt im Bereich der Flugaschedeponie im Mittel 3 – 4 m. Der Tideeinfluss auf das Grundwasser beschränkt sich auf einen schmalen Saum entlang der Weser und beträgt nach Angaben des GdFB unmittelbar an der Weser wenige dm und baut sich bereits nach wenigen 100 m vollständig ab. Ein Einfluss auf die Fließrichtung ergibt sich daraus nicht.

Zusätzlich zum Hauptgrundwasserleiter können zeit- und bereichsweise oberflächennächste Grund- bzw. Stauwasserkörper (oberhalb des Kleis) vorhanden sein.

Die Hauptvorflut für das Grundwasser bildet die Weser. Die im Untersuchungsbe- reich vorhandenen Gräben entwässern im Wesentlichen Oberflächenwasser und oberflächennahes Grund- bzw. Stauwasser. Die Sohle der Gräben befindet sich überwiegend im Tiefenbereich des Kleis.

6 ERGEBNISSE DER TECHNISCHEN UNTERSUCHUNGEN

6.1 Aufbau und Geometrie des Deponiekörpers

Aufbau und Geometrie des Deponiekörpers können anhand von insgesamt 34 bis in den natürlich anstehenden Untergrund abgeteufte Bohrungen beschrieben werden. Die Lage der Bohrungen ist in Anlage 3.1 dargestellt, die Schichtverzeichnisse und Bohrprofile in Anlage 6.1 dokumentiert. Die Bezeichnung der in einem Raster von ca. 40 m x 40 m angelegten Bohrungen ergibt sich dabei aus den etwa Nord-Süd verlaufenden mit A – H und den etwa West-Ost verlaufenden mit 1 – 9 bezeichneten Achsen.

Neben den Bohrprofilen wird in den Anlagen 4.1 – 4.5 der Aufbau des Deponiekörpers und der unterlagernden Schichten in geologischen Profilen dargestellt.

An der Deponieoberfläche ist eine Abdeckschicht aus vegetationsfähigem Boden – zumeist schwach humoser bis humoser Sand, z.T. auch schluffiger Sand, der mit



geringen Anteilen von Bauschutt durchsetzt sein kann – in einer Mächtigkeit von 0,1 bis 0,9 m vorhanden. Mächtigkeiten zwischen 0,2 und 0,4 m überwiegen. Unterhalb der Abdeckung folgt in weiten Bereichen aufgefülltes Bodenmaterial, überwiegend Sande, z.T. lehmig-schluffig ausgeprägt, die mit Bauschutt durchsetzt sein können. Darüber hinaus können in diesem Material geringe Anteile an Kraftwerkaschen eingemischt sein. Eine Ausnahme bilden kleinere Teilbereiche der Deponie, in denen diese Schicht unterhalb der Abdeckung nicht vorhanden ist (RKS 3E, 5F, 7E, 8G). Die Mächtigkeit dieser Schicht (soweit vorhanden) reicht von wenigen dm bis zu 3,4 m.

In 3 Arealen der Deponiefläche befinden sich – erkennbar auch an den wallartigen Geländeaufhöhungen – Lagerflächen von Bodenmaterial. An der Ostseite der Deponie lagert auf einer Fläche von ca. 2.500 m² Bodenmaterial in einer mittleren Mächtigkeit von 1,5 m. Der baumbestandene Bereich zwischen der Südwestspitze und der Mitte der Deponie stellt ebenfalls ein Bodenlager dar (ca. 5.000 m²). Da in diesem Bereich keine Aschen abgelagert wurden (s.u.), lagert der Boden unmittelbar auf dem natürlich anstehenden Untergrund. Die Ablagerungsmächtigkeit beträgt hier im Mittel ca. 5 m. Südöstlich an diesen Bereich anschließend kam aus der ursprünglichen Fläche ausgeschobener Torf zur Ablagerung. Dies erfolgte auf einer Fläche von ca. 2.000 m² in einer Mächtigkeit von ca. 1 m.

Die eigentlichen Ascheablagerungen beginnen bei minimal 0,1 m u. GOK (RKS 5F). Es überwiegen aber Tiefen der Aschenoberfläche von mehreren dm bis in den Meterbereich. Angetroffen werden zum einen mit Bodenmaterial durchmischte Aschen und zum anderen reine Aschelagen. Bei den Aschen überwiegen ganz deutlich die feinkörnigen, schluffähnlichen grauen Flugaschen. Schwarze Grobaschen oder Kesselsande, die eine Körnung zwischen Grobsand und Feinkies aufweisen, sind deutlich seltener anzutreffen. Im Bereich der Sondierungen RKS 2D, 5E und 8B sowie in dem baumbestandenen Wallbereich, der sich von der Südwestspitze bis in den zentralen Bereich der Deponie erstreckt, erfolgte keine Ascheablagerung. Hier ist ausschließlich aufgefülltes Bodenmaterial anzutreffen. Die Verbreitung der Ascheablagerung ist im Lageplan der Anlage 4.6 dargestellt. Hieraus geht gleichzeitig der Verlauf der Deponieaußengrenze hervor.

Die Basis der Deponie ist in Tiefen zwischen 1,5 und 6,5 m u. GOK anzutreffen. In den meisten Bereichen beträgt die Gesamtablagerungsmächtigkeit zwischen 3 und 5 m.

An der Basis der Deponie stehen im flächenmäßig größeren Anteil unmittelbar die glazifluviatilen Sande an. Im westlichen Bereich der Deponiefläche sowie in einem Bereich, der sich vom Zentrum der Deponie nach Norden hin erstreckt werden an der Basis Klei (überwiegend im Westen) bzw. Torf angetroffen. Die flächenhafte Ausprägung der Deponiebasis ist im Lageplan der Anlage 4.7 dargestellt.

6.2 Stoffliche Zusammensetzung des Deponats

Aus den abgeteufte Sondierbohrungen wurden insgesamt 49 Materialproben aus dem Auffüllungsbereich entnommen. Von diesen Proben wurden 34 zur Analyse im Labor ausgewählt, 15 Proben wurden als Rückstellproben zur eventuellen späteren Untersuchung aufbewahrt. Untersucht wurden die Schwermetallkonzentrationen zuzüglich Arsen und Selen im Feststoff sowie Arsen, Schwermetalle einschließlich Chromat und Sulfat und Chlorid im Eluat. Der Analysenbericht ist in Anlage 6.2 dokumentiert.

Zur Einordnung vorgefundener Konzentrationen bezüglich einer Grundwassergefährdung gem. der Orientierungswerte der LAWA³ und einer Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Mensch gem. BBodSchV werden diese den entsprechenden Prüf- und Maßnahmenschwellenwerten – soweit solche vorliegen – gegenübergestellt. Eine zusammenfassende tabellarische Darstellung der Ergebnisse findet sich in Anlage 4.8.

Die Analyseergebnisse der Festsubstanz lassen sich wie folgt zusammenfassen:

³ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden. Stuttgart, Januar 1994



Tabelle 1: Statistische Zusammenfassung der Festsubstanzzanalysen (34 Proben)

Parameter	Einheit	Mittelwert*	Median	Minimum	Maximum	Anzahl Werte < NG	BBodSchV: Prüfwerte Wirkungspfad Boden-Mensch			
							Kinderspiel- flächen	Wohngebiete	Park- + Freizeitan- lagen	Industrie + Gewerbe
Arsen	mg/kg TS	43	15,5	< 6,0	190	16	25	50	125	140
Blei	mg/kg TS	97	83,5	< 25	400	14	200	400	1.000	2.000
Cadmium	mg/kg TS	1,1	0,5	< 0,30	4,6	16	10	20	50	100
Chrom, ges.	mg/kg TS	45	37,5	< 6,0	120	4	200	400	1.000	1.000
Kupfer	mg/kg TS	111	88,5	< 6,0	370	6	-	-	-	-
Nickel	mg/kg TS	58	38,5	< 6,0	170	7	70	140	350	900
Quecksilber	mg/kg TS	0,16	0,1	< 0,10	0,44	23	10	20	50	80
Zink	mg/kg TS	182	145	< 25	690	8	-	-	-	-
Selen	mg/kg TS	7,6	6	< 6,0	29	25	-	-	-	-

* in die Mittelwertbildung gehen die Konzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze (NG) mit dem Wert der Nachweisgrenze ein

Die Schwermetallgehalte in der Festsubstanz der untersuchten Proben unterliegen unabhängig vom Substrat (Boden, Asche) einer starken Streuung. Quecksilber und Selen werden überwiegend unterhalb der Nachweisgrenze analysiert. Tendenziell werden die höheren Konzentrationen in den Ascheproben bzw. den Proben mit einem höheren Ascheanteil gemessen. Hinsichtlich der räumlichen Verteilung sind die höheren Schwermetallgehalte vor allem im östlichen und südlichen Bereich der Deponie anzutreffen (RKS 5F, 6G, 7G, 7H, 8E, 8G, 9D, 9E, 9F). Die Prüfwerte der BBodSchV hinsichtlich des Wirkungspfad Boden-Mensch – dieser Gefährdungspfad ist nur relevant bei einem direkten Kontakt – werden in einzelnen Proben überschritten. Die maximal gemessene Arsenkonzentration (190 mg/kg TS in Probe 7G-1) übersteigt den Prüfwert für Industrie und Gewerbe, in 3 Proben werden die Arsenprüfwerte für Park- und Freizeitanlagen überschritten. Die Bleikonzentrationen erreichen in einer Probe den Prüfwert für Wohngebiete und in 2 weiteren Proben werden die für Kinderspielplätze überschritten. Die Nickelkonzentrationen überschreiten in 3 Proben den Prüfwert für Wohngebiete und in 11 weiteren Proben den für Kinderspielplätze.

Entsprechend der Streuung der Festsubstanzgehalte ist auch bei den in den Eluaten vorgefundenen Konzentrationen eine deutliche Streuung zu beobachten. Bei Chlorid, Cadmium, Chrom VI und Quecksilber werden überwiegend Konzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze gemessen. Dabei kann Chrom VI in keiner und Quecksilber in nur einer Probe nachgewiesen werden. Die Sulfatgehalte unterliegen ebenfalls einer großen Streuung und nehmen Werte zwischen der Nachweisgrenze und 2.100 mg/l an. Die Arsenkonzentrationen erreichen in einigen Proben den Maßnahmenschwellenwertbereich der LAWA, ebenso die genannte maximal Quecksilberkonzentration (1 Probe). Die Maximalkonzentrationen der übrigen Schwermetalle erreichen den Prüfwertbereich der LAWA.

Tabelle 2: Statistische Zusammenfassung der Eluatanalysen (34 Proben)

Parameter	Einheit	Mittelwert*	Median	Minimum	Maximum	Anzahl Werte < NG	LAWA-Orientierungswerte	
							Prüfwerte	Maßnahmen-schwellenwerte
pH		7,7	7,8	6,09	10,73	-	-	-
Leitfähigkeit	µS/cm	525	215	11,3	2.180	-	-	-
Chlorid	mg/l	1,2	1,0	< 1	2,4	22	-	-
Sulfat	mg/l	383	50	< 1	2.100	2	-	-
Arsen	mg/l	0,019	0,005	< 0,001	0,13	5	0,002 - 0,01	0,02 - 0,06
Blei	mg/l	0,003	0,002	< 0,001	0,011	16	0,01 - 0,04	0,08 - 0,2
Cadmium	mg/l	0,001	0,001	< 0,0005	0,0021	20	0,001 - 0,005	0,01 - 0,02
Chrom, ges.	mg/l	0,007	0,002	< 0,001	0,046	10	0,01 - 0,05	0,1 - 0,25
Chrom VI	mg/l	<0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	34	0,005 - 0,02	0,03 - 0,04
Kupfer	mg/l	0,015	0,014	< 0,001	0,048	1	0,02 - 0,05	0,1 - 0,25
Nickel	mg/l	0,005	0,003	< 0,001	0,038	7	0,015 - 0,05	0,1 - 0,25
Quecksilber	mg/l	0,0005	0,0005	< 0,0005	0,0021	33	0,0005 - 0,001	0,002 - 0,005
Zink	mg/l	0,042	0,033	< 0,01	0,15	4	0,1 - 0,3	0,5 - 2

* in die Mittelwertbildung gehen die Konzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze mit dem Wert der Nachweisgrenze ein

6.3 Grundwasserbelastung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden Grundwasserproben mittels Grundwassersondierungen bzw. Direktbeprobungsverfahren (direct-push / DP) unterhalb und im Abstrom der Deponie sowie aus 4 vorhandenen Grundwassermessstellen im An- und Abstrom entnommen (Lage der Messstellen in Anlage 3.2). Die zugehörigen Analysenberichte sind in Anlage 6.3 – 6.5 dokumentiert.

Die Bewertung der vorgefundenen Grundwasserzusammensetzung erfolgt anhand der von der LAWA definierten Geringfügigkeitsschwellenwerte⁴ (GfS). GfS werden definiert *„als Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden.“* Ferner werden die Prüf- und Maßnahmenschwellenwerte der LAWA mit aufgeführt.

Die unmittelbar unterhalb der Deponie entnommenen Grundwasserproben entsprechen etwa dem Ort der Beurteilung gem. BBodSchG und werden somit auch mit den Prüfwerten der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser verglichen. Darüber hinaus fließt in die Bewertung der Vergleich zu der am Standort gegen vorliegenden Zusammensetzung bzw. aus anderen Quellen stammenden Belastungen ein.

Grundwasserbelastung unterhalb Deponie

An 5 Ansatzstellen, verteilt über die Deponiefläche, wurden mittels direct-push Grundwasserproben unmittelbar unterhalb der Deponiebasis entnommen und auf Schwermetalle einschließlich Arsen sowie TOC analysiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

⁴ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Düsseldorf, Dezember 2004



Tabelle 3: Analysenergebnisse der direct-push-Untersuchung unterhalb der Deponie

Messstelle		DP-2 D	DP-6 F	DP-7 D	DP-8 G	DP-9 B	LAWA			BBodSchV
							GfS	Prüfwerte	Maßnahmen- schwellenwerte	Prüfwerte Boden- Grundwasser
Parameter	Einheit									
TOC	mg C/l	10	18	31	20	27	-	-	-	-
Arsen	mg/l	< 0,001	0,0014	0,0036	< 0,001	0,0046	0,010	0,002 - 0,01	0,02 - 0,06	0,010
Blei	mg/l	0,0046	0,0021	0,0054	0,0042	0,0098	0,007	0,01 - 0,04	0,08 - 0,2	0,025
Cadmium	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0005	0,001 - 0,005	0,01 - 0,02	0,005
Chrom, ges.	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,007	0,01 - 0,05	0,1 - 0,25	0,050
Kupfer	mg/l	< 0,001	< 0,001	0,0047	< 0,001	< 0,001	0,014	0,02 - 0,05	0,1 - 0,25	0,050
Nickel	mg/l	0,0055	0,0055	0,0013	0,0043	0,0031	0,014	0,015 - 0,05	0,1 - 0,25	0,050
Quecksilber	mg/l	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0002	0,0005 - 0,001	0,002 - 0,005	0,001
Zink	mg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,058	0,1 - 0,3	0,5 - 2	0,5

Die angetroffenen TOC-Gehalte reichen von 10 – 31 mg C/l. Geogen sind im Grundwasser Konzentrationen unterhalb von 10 mg C/l zu erwarten. Die Schwermetallkonzentrationen sind in den untersuchten Grundwasserproben gering bzw. unauffällig. Cadmium, Chrom, Quecksilber und Zink werden jeweils unterhalb der analytischen Nachweisgrenze gemessen. Arsen wird mit maximal 4,6 µg/l, Blei mit 9,8 µg/l, Kupfer mit 4,7 µg/l und Nickel mit 5,5 µg/l analysiert. Die Arsenkonzentrationen in 7D und 9B erreichen den Prüfwertbereich der LAWA, die Bleikonzentration am Messpunkt 9 B überschreitet die GfS, bewegt sich aber noch unterhalb des unteren Prüfwertes. Die Prüfwerte der BBodSchV werden jeweils deutlich unterschritten.

Grundwasserbelastung im Umfeld der Deponie

Im Umfeld der Deponie wurden Grundwasserproben aus vorhandenen Messstellen im An- und Abstrom sowie aus direct-push-Sondierungen an der westlichen Deponieflanke entnommen (zwei Entnahmetiefen) Die Ergebnisse sind in den Tabellen 4 und 5 zusammengefasst.

Die Messstellen im Grundwasseranstrom GW 0 und GW 2 (Bezeichnung übernommen aus der bisherigen Überwachung; Bezeichnung der Bohrdatenbank: 2717-32-404, 2717-32-419 mit sehr langen Filterstrecken von 5 – 30 m u. GOK) erfassen die Grundwasserzusammensetzung über einen großen Tiefenhorizont. In diesen nicht von der Deponie beeinflussten Messstellen wird in GW0 die GfS für Blei überschritten. In GW 2 übersteigt die Arsenkonzentration die GfS. Blei, Nickel und Zink erreichen den Prüfwertbereich der LAWA. Die weiteren Schwermetallkonzentrationen im Grundwasseranstrom sind unauffällig und entsprechen dem zu erwartenden geogenen Hintergrund. Die organischen Inhaltsstoffe (DOC/TOC, BSB₅) liegen ebenfalls im Bereich der natürlichen Belastung. In den abstromig gelegenen Brunnen GW 1 und GW 3 (Bezeichnung der Bohrdatenbank: 2717-31-165, 2717-31-260 mit Filterstrecken von 3 - 5 bzw. 1,5 - 10 m u. GOK) werden Bleikonzentrationen im Prüfwertbereich der LAWA angetroffen, zusätzlich liegen in GW 1 GfS-Überschreitungen bezüglich Kupfer und Zink vor. Signifikante Änderungen gegenüber dem Anstrom liegen in beiden Messstellen hinsichtlich der el. Leitfähigkeit und in GW 1 hinsichtlich Kupfer vor.



Tabelle 4: Analysenergebnisse der Proben aus den Grundwassermessstellen

Messstelle		Anstrom		Abstrom		LAWA		
		GW 0	GW 2	GW 1	GW 3	GfS	Prüfwerte	Maßnahmen- schwellenwerte
Filtertiefe	m u. GOK	5 - 30	5 - 30	3 - 5	1,5 - 10	-	-	-
Parameter	Einheit					-	-	-
Färbung		ohne	ohne	ohne	gelb	-	-	-
Trübung		keine	keine	keine	schwach	-	-	-
Geruch		geruchlos	geruchlos	geruchlos	faulig	-	-	-
Temperatur	°C	10,7	10,5	11,7	12,0	-	-	-
el. LF	µS/cm	441	313	787	983	-	-	-
pH		6,44	6,02	6,90	7,25	-	-	-
O ₂	mg/l	0,68	0,39	2,47	0,70	-	-	-
DOC	mg C/l	10	2,7	6,9	16	-	-	-
TOC	mg C/l	11	3,1	7,3	16	-	-	-
BSB ₅	mg O ₂ /l	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	-	-	-
Arsen	mg/l	< 0,0010	0,021	< 0,0010	< 0,0010	0,010	0,002 - 0,01	0,02 - 0,06
Blei	mg/l	0,010	0,016	0,013	0,024	0,007	0,01 - 0,04	0,08 - 0,2
Cadmium	mg/l	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	0,0005	0,001 - 0,005	0,01 - 0,02
Chrom, ges.	mg/l	< 0,0010	0,0018	< 0,0010	0,0016	0,007	0,01 - 0,05	0,1 - 0,25
Chrom VI	mg/l	< 0,050	< 0,0050	< 0,050	< 0,0050	-	0,005 - 0,02	0,03 - 0,04
Kupfer	mg/l	0,0058	0,0027	0,017	0,0034	0,014	0,02 - 0,05	0,1 - 0,25
Nickel	mg/l	0,0027	0,020	0,0027	0,0022	0,014	0,015 - 0,05	0,1 - 0,25
Quecksilber	mg/l	< 0,00050	< 0,00050	< 0,00050	< 0,00050	0,0002	0,0005 - 0,001	0,002 - 0,005
Zink	mg/l	0,021	0,16	0,063	< 0,010	0,058	0,1 - 0,3	0,5 - 2

Die aus den direct-push-Sondierungen gewonnenen Proben repräsentieren die Grundwasserzusammensetzung unmittelbar am abstromigen Rand der Deponie (Ergebniszusammenstellung in Tabelle 5). Bezüglich der organischen Inhaltsstoffe fallen die vergleichsweise großen Differenzen zwischen DOC und TOC auf. Dieser Umstand ist vermutlich auf das Probenahmeverfahren zurückzuführen, mit dem nur geringe Wasservolumina gefördert werden und diese nicht frei sind von organischen und mineralischen Partikeln. Dies kann zu einer Erhöhung des TOC führen.

Die DOC-Konzentrationen in DP 2 und DP 3 liegen mit Werten zwischen 24 und 68 mg C/l oberhalb der natürlichen Werte. Eine einheitliche Abhängigkeit der DOC-Konzentrationen von der Probenahmetiefe ist nicht erkennbar.

Die Sulfatgehalte in diesem Grundwasser bewegen sich zwischen der Nachweisgrenze maximal 160 mg/l. Erhöhte Konzentrationen sind in DP 1, 4 und 5 zu beobachten. In DP 1 und 3 wird jeweils oberflächennah eine gegenüber der Tiefe höhere Konzentration gemessen, in den Messstellen DP 4 und 5 verhält es sich dagegen umgekehrt. In DP 2 sind in beiden Tiefen keine Sulfate nachweisbar.

Die Schwermetalle und Arsen werden in überwiegend geringen Konzentrationen gemessen. Arsen, Chrom und Quecksilber werden jeweils unterhalb der Nachweisgrenze analysiert. Cadmium wird mit lediglich in 2 Proben mit Konzentrationen von 0,2 bzw. 0,5 µg/l gemessen. Blei ist mit Konzentrationen zwischen 2,2 und 11 µg/l, Kupfer zwischen 2,4 und 6,7 µg/l sowie Nickel zwischen der Nachweisgrenze und 14 µg/l. Zink ist in 2 Proben nachweisbar mit Konzentrationen von 16 bzw. 43 µg/l.

Der Parameter Blei überschreitet in DP5 (7 - 8 m) den GfS und erreicht in den Messstellen DP 3 (7 – 8 m) und in DP 5 (4 - 5 m) den Prüfwertbereich der LAWA.

Tabelle 5: Analyseergebnisse der direct-push-Untersuchung im Grundwasserabstrom der Deponie

Messstelle		DP 1		DP 2		DP 3		DP 4		DP 5		LAWA		
Filtertiefe in m u. GOK		4,0-5,0	7,0-8,0	4,5-5,5	7,0-8,0	4,0-5,0	7,0-8,0	4,0-5,0	7,0-8,0	4,0-5,0	7,0-8,0	Gfs	Prüfwerte	Maßnahmen- schwellenwerte
Parameter	Einheit											-	-	-
DOC	mg C/l	16	4,7	68	43	24	39	12	17	6,0	11	-	-	-
TOC	mg C/l	31	9,8	120	52	190	38	29	33	38	20	-	-	-
Sulfat	mg/l	67	42	<1,0	<1,0	11	< 1,0	21	69	92	160	240	-	-
Arsen	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,010	0,002 - 0,01	0,02 - 0,06
Blei	mg/l	0,0022	0,0029	0,0046	0,0069	0,0025	0,011	0,0067	0,0035	0,011	0,0094	0,007	0,01 - 0,04	0,08 - 0,2
Cadmium	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0003	< 0,0002	< 0,0002	0,0005	< 0,0002	0,0005	0,001 - 0,005	0,01 - 0,02
Chrom ges.	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,007	0,01 - 0,05	0,1 - 0,25
Kupfer	mg/l	0,0042	0,0056	0,0048	0,0024	0,0042	0,0044	0,0026	0,0055	0,0024	0,0067	0,014	0,02 - 0,05	0,1 - 0,25
Nickel	mg/l	0,0033	0,014	0,0018	0,0057	< 0,001	0,0051	< 0,0010	0,0098	0,0081	0,0060	0,014	0,015 - 0,05	0,1 - 0,25
Quecksilber	mg/l	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0002	0,0005 - 0,001	0,002 - 0,005
Zink	mg/l	0,016	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,043	< 0,01	0,058	0,1 - 0,3	0,5 - 2

6.4 Oberbodenbelastung

Aus 7 Einzelbereichen der Deponieoberfläche (Lage in Anlage 3.3) wurden zur Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Nutzpflanze gem. BBodSchV Oberbodenmischproben aus den Tiefenhorizonten 0 – 10 cm und 10 – 30 cm entnommen. Die Ergebnisse werden in Tabelle 6 zusammengefasst und den Maßnahmenwerten der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Pflanze (Grünlandflächen) sowie den Prüfwerten für den Wirkungspfad Boden-Mensch gegenübergestellt. Der zugehörige Analysenbericht ist in Anlage 6.6 dokumentiert.

Die vorgefundenen Schwermetallgehalte sind insgesamt gering und entsprechen weitgehend den natürlichen Hintergrundkonzentrationen. Die Prüf- und Maßnahmenwerte der BBodSchV werden jeweils deutlich unterschritten.

Tabelle 6: Analysenergebnisse der Oberbodenmischproben

											BBodSchV					
Messstelle		OMP 1		OMP 2		OMP 3		OMP 4		OMP 5		Maßnahmewerte Boden- Nutzpflanze	Prüfwerte Boden-Mensch			
												Grünland- flächen	Kinder- spiel- flächen	Wohn- gebiete	Park- + Freizeit- anlagen	Industrie + Gewerbe
Entnahmetiefe in cm u. GOK		0 - 10	10 - 30	0 - 10	10 - 30	0 - 10	10 - 30	0 - 10	10 - 30	0 - 10	10 - 30					
Parameter	Einheit															
Arsen	mg/kg TS	7,5	< 6,0	7,2	8,9	9,7	25	8,9	13	< 6,0	< 6,0	50	25	50	125	140
Blei	mg/kg TS	< 25	< 25	26	33	30	59	25	33	< 25	< 25	1.200	200	400	1.000	2.000
Cadmium	mg/kg TS	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	20	10	20	50	100
Chrom ges.	mg/kg TS	18	8,8	22	33	24	50	19	25	< 6,0	< 6,0	-	200	400	1.000	1.000
Kupfer	mg/kg TS	21	< 6,0	16	31	23	64	17	40	< 6,0	< 6,0	1.300	-	-	-	-
Nickel	mg/kg TS	13	< 6,0	16	24	16	36	16	33	< 6,0	< 6,0	1.900	70	140	350	900
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,15	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	2	10	20	50	80
Zink	mg/kg TS	67	31	58	74	65	120	62	82	< 25	< 25	-	-	-	-	-

7 BEWERTUNG

Geometrie und Ausdehnung der Ablagerung

Auf den im Eigentum der Kraftwerk Farge GmbH befindlichen Flächen östlich des Berner Fährwegs in Bremen-Farge wurden im Zeitraum 1975 – 1983 Flugaschen und Grobaschen/Kesselsande abgelagert. Die Ablagerungsfläche erstreckt sich insgesamt auf etwa 65.000 m². Darin enthalten sind etwa 6.500 m², in denen ausschließlich Bodenmaterial abgelagert wurden. Daraus folgt eine Nettoablagerungsfläche für die Aschen von ca. 58.500 m².

Bei einer mittleren Ablagerungsmächtigkeit (Gesamtmächtigkeit einschließlich Abdeckboden und Bodenlager) von 4 – 5 m ergibt sich ein Gesamtablagerungsvolumen von ca. 260.000 – 300.000 m³. Hierin enthalten sind sowohl die zur Abdeckung verwendeten Bodenmassen als auch die vorhandenen Bodenlager. Ausgehend von einer mittleren Ablagerungsmächtigkeit der Aschen einschließlich der mit Aschen durchsetzten Bodenmaterialien von ca. 2,5 – 3,0 m ist von einem Volumen von 145.000 – 175.000 m³ auszugehen (Bezug Fläche der Ascheablagerung von 58.500 m²). Gemäß der vom Betreiber geführten Ablagerungsstatistik (vgl. [2]) sind 111.611 m³ Aschen eingelagert worden. Unter Berücksichtigung der angetroffenen Durchmischung der Aschen mit Bodenmaterial und der z.T. nur schwer möglichen Abgrenzung der Abdeckschichten von mit Aschen durchsetzten Ablagerungshorizonten sowie der Schätzgenauigkeit bei dem gegebenen Sondieraster kann diese Mengenangabe durch die vorliegende Untersuchung bestätigt werden.

Deponiebasis

An der Deponiebasis stehen z.T. die fluviatilen Sande und z.T. Torfe bzw. Klei an. Die Sande nehmen an der Basis einen Flächenanteil von ca. 60 % der Gesamtdeponiefläche ein, die bindigen Sedimente bzw. Torf dagegen etwa 40 % der Gesamtfläche. Somit ist an der Deponiebasis nur bereichsweise eine z.T. nur geringmächtige Barriere zum Grundwasserleiter vorhanden, überwiegend lagern die deponierten Materialien unmittelbar auf den anstehenden Sanden. In die Ablagerung eindringendes Niederschlagswasser kann somit in den Grundwasserleiter einsickern. Da der Grundwasserwasserspiegel sich im Niveau der Deponiebasis und zeit- und bereichsweise auch innerhalb der Ablagerung befindet, ist eine unmittelbare Wechselwirkung zwischen Deponiesickerwasser und Grundwasser gegeben.



Ablagerungsinventar

Die aus der Ablagerung entnommenen Proben weisen sowohl in der Festsubstanz als auch im Eluat größtenteils geringe Schwermetallkonzentrationen auf.

Eine Differenzierung der vorgefundenen Schadstoffkonzentrationen hinsichtlich des jeweiligen Mengenanteils an Asche in den einzelnen Proben oder hinsichtlich Flugasche bzw. Grobasche kann anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht erfolgen.

Zur Beurteilung einer von den abgelagerten Aschen ausgehenden Grundwassergefährdung können neben den Ergebnissen der Eluatuntersuchungen – im Eluat werden maximale Arsenkonzentrationen oberhalb der Maßnahmenschwellenwerte der LAWA gemessen – zusätzlich die Ergebnisse der unmittelbar an der Deponiebasis entnommenen und Grundwasserproben herangezogen werden. Die hier gemessenen Arsen- und Schwermetallkonzentrationen in diesem Grundwasser sind weitgehend unauffällig. An zwei Messpunkten werden Arsenkonzentrationen im LAWA-Prüfwertbereich und an einer Lokation eine Bleikonzentration analysiert, die den Geringfügigkeitsschwellenwert leicht übersteigt. Das Grundwassergefährdungspotential ist insgesamt als gering einzustufen.

Ein Gefährdungspotential hinsichtlich eines Direktkontakts mit den Aschen (Wirkungspfad Boden-Mensch) ist unter den gegebenen Bedingungen (Abdeckung mit Bodenmaterial) nicht gegeben. Im Fall eines Bodeneingriffs z.B. im Zuge von Bauarbeiten (Wegebau, Aufstellen von Masten o.ä.) ist das genannte Gefährdungspotential eher gering. Gemessen an den Prüfwerten der BBodSchV für diesen Wirkungspfad werden nur in Einzelfällen die Kriterien einer Nutzung als Park- und Freizeitanlage überschritten (offen liegende Aschen würden eine derartige Nutzung mit Einschränkungen zulassen, eine flächenhafte Abdeckung sollte aus Vorsorgegründen vor allem zur Verhinderung einer Staubentwicklung und -verfrachtung aber erhalten bleiben). Eine Gefährdung für Arbeiten in diesem Bereich, die einen Kontakt mit den Aschen bedingen könnten, ist ebenfalls nicht zu erwarten. Besondere Arbeitsschutzmaßnahmen sind aus der stofflichen Zusammensetzung der Aschen nicht abzuleiten.

Grundwasserbelastung

Die Grundwasserzusammensetzung im Abstrom der Deponie wird von dieser in Teilbereichen durch Sulfateinträge beeinflusst. Im Vergleich der entnommenen Grundwasserproben und unter Berücksichtigung der Eluatuntersuchungen der Deponatproben sind die bereichsweise erhöhten Sulfatkonzentrationen ursächlich den



in der Deponie abgelagerten Aschen zuzuordnen. Gemäß der geochemischen Grundwasserkartierung⁵ sind im Untersuchungsbereich Sulfatkonzentrationen im Grundwasser zwischen 40 und 80 mg/l zu erwarten. Diese Größenordnung wird an der südwestlichen Deponiegrenze überschritten. Die hier maximal gemessene Sulfatkonzentration unterschreitet aber noch den Geringfügigkeitsschwellenwert der LAWA.

Hinsichtlich der angetroffenen Schwermetallgehalte im Grundwasser kann ein Einfluss der Deponie dagegen nicht oder allenfalls geringfügig unterstellt werden. In einzelnen Grundwasserproben werden zwar die LAWA-Prüfwerte für Blei erreicht. Allerdings sind bereits im Grundwasseranstrom derartig erhöhte Bleikonzentrationen zu beobachten. Die in GW 1 gefundenen erhöhten Kupfer- bzw. Zinkkonzentrationen sind vermutlich nicht auf die Deponie zurückzuführen. Dieser oberflächennah verfilterte Brunnen fördert nur geringe Wassermengen (Filterstrecke befindet sich z.T. im Klei). Ein Anstrom dieser Messstelle von der Deponie ist in Zweifel zu ziehen.

Im Rahmen der bisherigen Überwachung (beschrieben in [2]) – beprobt wurde jeweils die Messstelle GW 1 – konnte kein Einfluss der Deponie auf das Grundwasser festgestellt werden. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung vor allem aufgrund der Lage der Filterstrecke und der nur geringen Ergiebigkeit dieser Messstelle, hat die bisherigen Überwachung eine nur eingeschränkte Aussagekraft.

Eigenschaften der Oberflächenabdeckung

Die Mächtigkeit der Oberflächenabdeckung ist sehr heterogen und z.T. nur gering. Schadstoffe in ökotoxikologisch relevanten Konzentrationen werden nicht nachgewiesen. Gemessen an den Maßnahmeschwellenwerten der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze, hier für Grünland, sind die Schwermetallkonzentrationen unauffällig und stehen einer Verwertung des Grasaufwuchses (z.B. Schafhaltung) nicht im Wege. Ebenso werden die Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch deutlich unterschritten, so dass auch aus dieser Sicht keine Gefährdungen gegeben sind und eine öffentliche Nutzung als Park- oder Grünanlage möglich ist.

⁵ Ortlam, D., Sauer, M.: Geochemische Grundwasser-Kartierung Bremen. Herausgeber: Bremer Entsorgungsbetriebe, Bearbeitung: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Außenstelle Bremen, Bremen 1993



8 ZUKÜNFTIGE NUTZUNG

Es ist vorgesehen, das Gelände der Aschedeponie in seinem derzeitigen Charakter zu erhalten. Dazu ist eine Pflege der Fläche erforderlich, um einer Verbuschung vorzubeugen. Die Offenhaltung des Geländes erfolgt durch eine ein- bis zweimal jährliche Mahd oder Beweidung z.B. durch einen Schafauftrieb. Die Anlage von Wegen oder weitere Einrichtungen zur Freizeitnutzung des Geländes sind seitens des Betreibers nicht geplant aber aus gutachtlicher Sicht mit der Einschränkung, dass keine Aschen dauerhaft freigelegt werden, möglich.

9 HANDLUNGSBEDARF

Die durchgeführten Untersuchungen bilden eine ausreichende Grundlage zur Abschätzung des von der Deponie ausgehenden Gefährdungspotentials für die relevanten Gefährdungspfade Boden-Grundwasser, Boden-Pflanze sowie Boden-Mensch. Der Gefährdungspfad Boden-Luft ist am Standort nicht gegeben, da weder eine Verstaubung der eingelagerten Aschen noch eine Deponiegasbildung zu besorgen sind.

Zur Verifizierung der Ergebnisse zur Grundwassergefährdung sollte auf Zeit eine Grundwasserüberwachung installiert werden. Dazu werden Grundwassermessstellen (GWM) mit je 2 Filtertiefen (Filterlängen 2 m, Tiefenniveau der Deponiebasis und eine Ebene darunter) vorgeschlagen. 1 Doppel-GWM sollte im Grundwasseranstrom und 3 Doppel-GWM im Abstrom der Deponie angeordnet werden, deren Lage in Anlage 5 dargestellt ist. Über einen Zeitraum von 3 Jahren sollten diese 2 x jährlich (Frühjahr und Herbst) beprobt und auf die Vor-Ort-Parameter sowie DOC/TOC, Sulfat und Schwermetalle analysiert werden. Auf dieser Basis kann über Art und Umfang der weiteren Nachsorge – bis hin zur Entlassung aus der Nachsorge – entschieden werden.

Darüber hinausgehende Maßnahmen zur Sicherung der Deponie, z.B. eine weitere Abdeckung bzw. Dichtung der Deponieoberfläche, werden aus derzeitiger Sicht nicht für erforderlich gehalten.

Zur Offenhaltung des Geländes sollte eine ein- bis zweimal jährliche Mahd oder Beweidung vorgesehen werden. Eine Nutzung des Grünsaufwuchses z.B. durch einen Schafauftrieb oder zu Futterzwecken ist aus ökotoxikologischer Sicht uneingeschränkt möglich. Zukünftige Nutzungen des Geländes als öffentlich zugängliche



Park- oder Grünanlage sind ebenfalls möglich. Die Abdeckung der Aschen durch eine Bodenschicht sollte aus Gründen der Vorsorge aber flächendeckend erhalten bleiben, vor allem um Verstaubungen durch Wind auszuschließen.

Aufgestellt:

Bad Zwischenahn, 30.11.2011



(Dr. Christoph Erpenbeck)
BÜRO FÜR BODEN- UND GRUNDWASSERSCHUTZ
Sachverständiger nach § 18 BBodSchG SG 2 und 5

