umweltbundesamt

07. Oktober 2010

Altlast N 6 „Aluminiumschlackendeponie“

Gefährdungsabschätzung und Prioritätenklassifizierung (§13 und §14 Altlastensanierungsgesetz)

Zusammenfassung

Bei der Altlast N 6 „Aluminiumschlackendeponie“ handelt es sich um eine ehemalige Kiesabbaugrube, in die von 1974 bis etwa 1990 ohne Basisabdichtung rund 580.000 m³ Abfälle abgelagert wurden; davon rund 380.000 m³ Aluminiumkrätzestäube mit hohen Gehalten an Aluminium und leicht löslichen Salzen. Ausgehend von der Ablagerung findet ein Eintrag von Ammonium und leicht löslichen Salzen in das Grundwasser statt. Die eingetragenen Ammoniumfrachten sind als sehr groß zu beurteilen. Mittelfristig ist nicht mit einer wesentlichen Verringerung dieser Frachten zu rechnen. Die Altlast liegt in einem Wasserschongebiet, der vorhandene Trinkwasserbrunnen liegt in ca. 2,5 km Entfernung und ist durch die Verunreinigungen im Bereich der Altablagerung nicht gefährdet. Die Altablagerung stellt eine erhebliche Gefahr für die Umwelt dar. Die Altlast wurde im Jahr 1991 in die Prioritätenklasse 2 eingestuft. Entsprechend der Bewertung der aktuellen Untersuchungsergebnisse schlägt das Umweltbundesamt keine Änderung der Einstufung der Altlast N6 „Aluminiumschlackendeponie“ vor.

Bestell-Nr.: U001-1; Firmenbuchgericht: Handelsgericht Wien; Firmenbuchnummer: FN 187010s; DVR 0492221
Bankverbindung: Raiffeisenlandesbank NÖ-Wien, Kto. 503.912, BLZ 32.000, BIC-Code RLNW AT WW, IBAN AT91 3200 0000 0050 3912

1 LAGE DER ALTABLAGERUNG

Bundesland:	Niederösterreich
Bezirk:	Wiener Neustadt
Gemeinde:	Wiener Neustadt (30401)
KG:	Wiener Neustadt (23443)
Grundstücksnr.:	3188/1, 3189, 3190

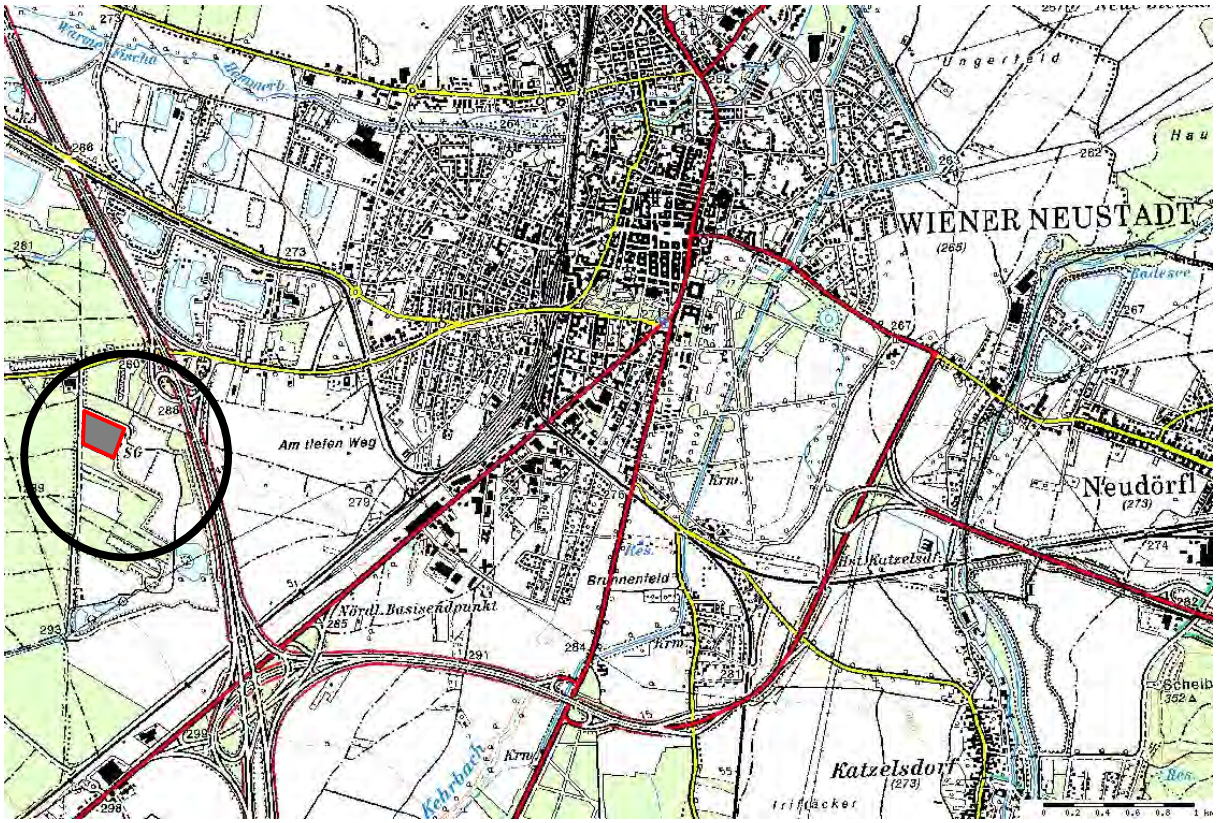


Abb. 1: Übersichtskarte

2 BESCHREIBUNG DER STANDORTVERHÄLTNISSE

2.1 Altablagerung

Die Altlast N 6 „Aluminiumschlackendeponie“ ist eine ehemalige Kiesabbaugrube im Südwesten von Wiener Neustadt, die von 1974 bis etwa 1990 mit Abfällen aufgefüllt wurde. Die Deponie ist durchschnittlich etwa 13 m tief und weist bei einer Fläche von ca. 44.000 m² inklusive der Deckschichte ein Volumen von rund 580.000 m³ auf. Abgelagert wurden Abfälle der Holz- und Textilindustrie (1974-1983) sowie Bauschutt und ab ca. 1978 mechanisch aufbereitete Aluminiumkrätze („Aluminiumschlacken“). Teilweise wurden auch Kunststoffabfälle (Folien,

Gummiteile) sowie sehr untergeordnet auch Glas- und Metallabfälle abgelagert. Über den Abfällen befindet sich eine Oberflächenabdeckung incl. Rekultivierungsschicht.

Insgesamt wurden etwa 380.000 m³ Aluminiumkrätzeabfälle, 60.000 m³ Holzspäne und 41.000 m³ sonstige Abfälle abgelagert. Das restliche Volumen von etwa 100.000 m³ nehmen die Deckschichte sowie Zwischenabdeckungen ein, die im Wesentlichen aus Kiesen bestehen. In den tiefsten Deponiebereichen, in denen die Deponiesohle zwischen 273 m ü. A. und 269 m ü. A. liegt, wurden größtenteils keine Aluminiumkrätzeabfälle sondern Holzspäne und sonstige Abfälle abgelagert (siehe Abb. 2 und Abb. 3).

Deponieeinrichtungen zum Schutz des Grundwassers sind nicht vorhanden. Die Ablagerungen, auch der Aluminiumkrätze, erfolgten direkt auf den durchlässigen Untergrund.

Abb. 2: Detaillageplan der Altablagerung sowie Relief der Deponiesohle (roter Bereich: Verschnitt mit HGW 100 (273 m. ü. A.); siehe Abschnitt 2.2)

2.2 Untergrundverhältnisse

Die Altlast liegt innerhalb der Mitterndorfer Senke im Bereich quartärer Kies- und Sandablagerungen, die im Bereich der Deponie Schluff- und Sandanteile unterschiedlichen Ausmaßes aufweisen. Diese Lockersedimente reichen bis in ca. 40 m Tiefe und werden von einer Wechsellagerung aus bis zu 20 m mächtigen Schichten von klüftigem Konglomerat mit bis zu mehreren Metern mächtigen Kies- und Sandlagen unterlagert. Dieses Schichtpaket reicht bis in eine Tiefe von zumindest 100 m.

Die Grundwasserströmung ist im Bereich der Altlast nach Nordosten gerichtet (Abb. 4). Die hydraulische Durchlässigkeit wurde mit 3,5 x 10^{-3} m/s ermittelt. Das hydraulische Gefälle beträgt rund 1,5 ‰. Für die obersten 10 m Grundwassermächtigkeit ergibt sich eine spezifische hydraulische Fracht von rund 5 m³ pro Tag und Querschnittsmeter. Ausgehend von einer Ablagerungsbreite quer zur Grundwasserfließrichtung von maximal 350 m ergibt sich ein Grundwasserdurchsatz von etwa 1.600 m³ pro Tag. Die lokal anfallende Sickerwassermenge kann mit aufgerundet 20 m³ pro Tag abgeschätzt werden, dies entspricht etwa 20 % des Niederschlags. Die Verdünnung von Sickerwasser im Grundwasser ist groß (ca. 1:80).

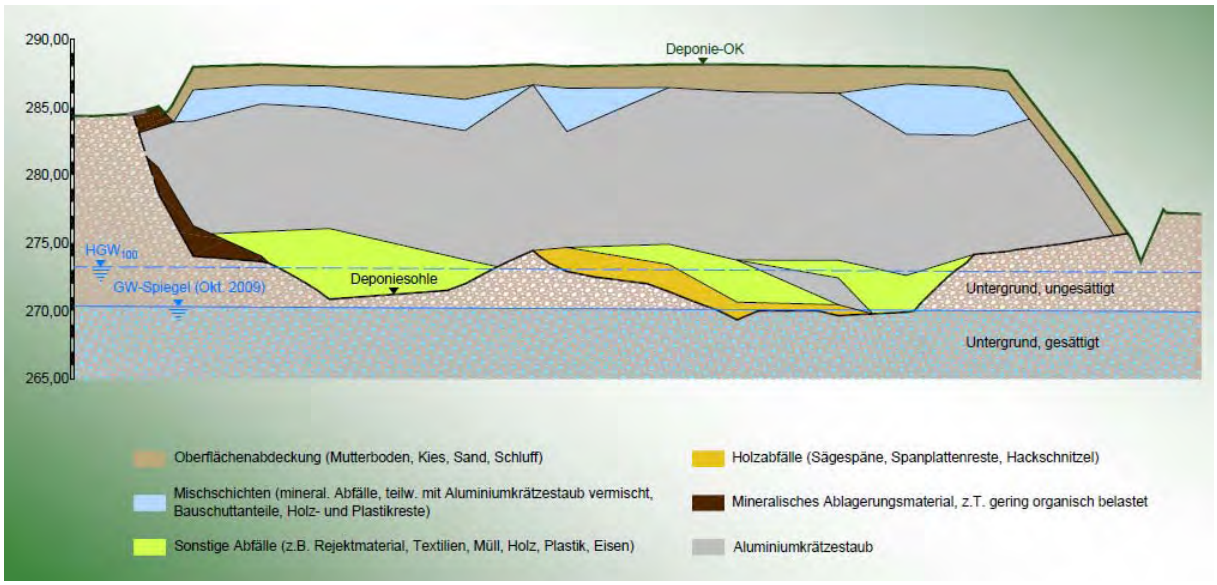


Abb. 3: Schematischer Schnitt durch die Altablagerung

Zwischen Oktober 2006 und Mai 2010 schwankte der Grundwasserspiegel im Bereich der Altablagerung etwa zwischen 264,5 m ü. A. und 270 m ü. A.

Etwa 500 m nordwestlich der Altablagerung befindet sich eine Grundwassermessstelle des Hydrographischen Dienstes, für die eine langjährige Messreihe verfügbar ist. Da diese Messstelle („315812“) in etwa auf der Isohypse der Messstelle S0 im Anstrom der Altablagerung liegt, lässt sich auch der langjährige Verlauf des Grundwasserspiegels im Bereich der Deponie rekonstruieren (siehe Abb. 5; Anmerkung: Im Bereich der tiefsten Stellen der Deponie liegt der Grundwasserspiegel im Allgemeinen etwa 0,5 m niedriger als im Anstrom, der von der hydrographischen Messstelle repräsentiert wird).

Seit Anfang der 1970er-Jahre waren demnach im Bereich der Deponie Schwankungen des Grundwasserspiegels zwischen rund 260 m ü. A. und 270 m ü. A. zu beobachten. Der Höchststand der letzten 38 Jahre wurde in den Jahren 1997 und 1998 sowie in den Jahren 2009 und 2010 erreicht. Alle anderen jährlichen Grundwassermaxima lagen in diesem Zeitraum zwischen 263 m ü. A. und 269 m ü. A. In Abb. 5 ist auch das Niveau der tiefsten Bereiche des Deponiekörpers eingetragen (rund 269,5 m ü. A.). Das mittlere Niveau der Deponiesohle befindet sich zum Vergleich zwischen 273 m ü. A und 274 m ü. A (siehe Abb. 2).

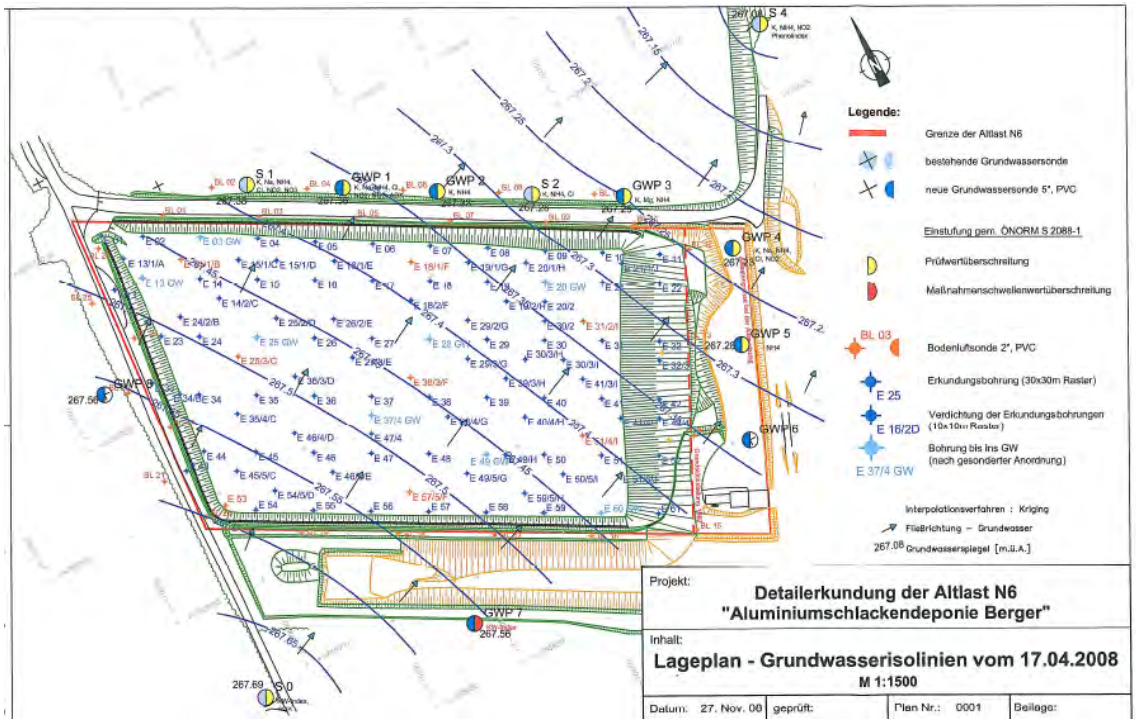


Abb. 4: Grundwassermessstellen und Grundwasserisohypsen

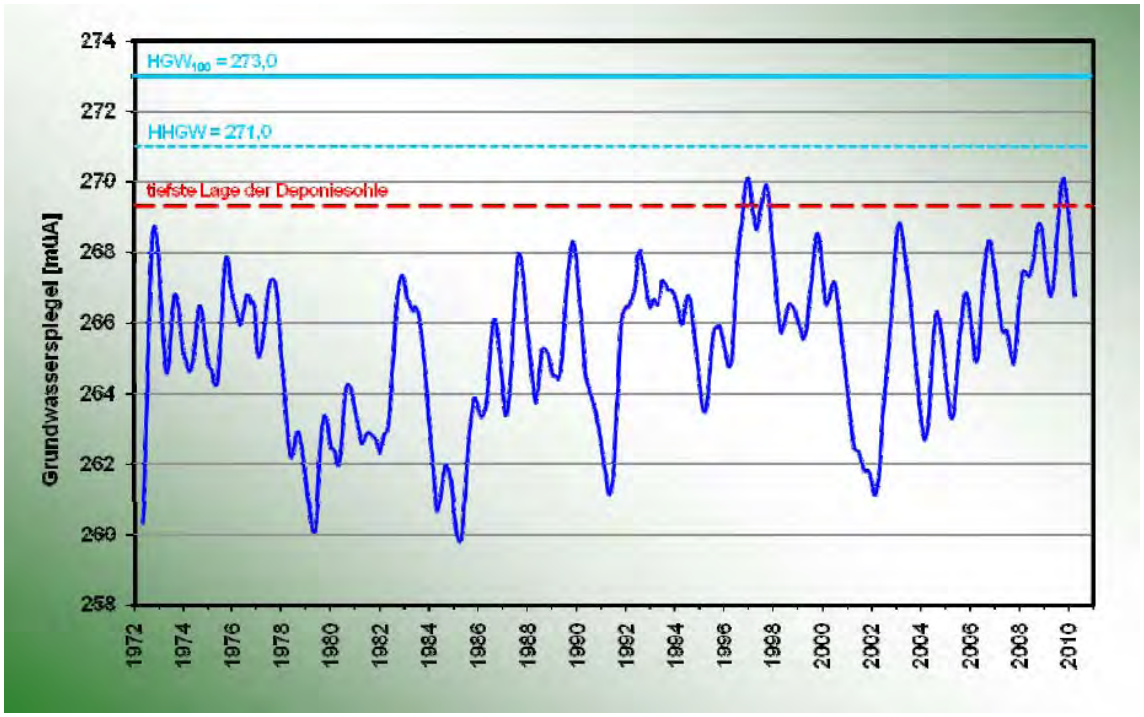


Abb. 5: Grundwasserganglinie im Deponiebereich (auf Grundlage der Ganglinie der Messstelle „315812“ des Hydrographischen Dienstes)

2.3 Schutzgüter und Nutzungen

Das Areal der Altlast wird zurzeit nicht genutzt. Östlich an die Altlast anschließend befinden sich Kiesabbauflächen, ansonsten wird die Altlast von bewaldeten Grundstücken umgeben.

Die nächstgelegenen Wohnhäuser befinden sich in ca. 500 m Entfernung. Die Siedlungsgebiete von Weikersdorf und Wiener Neustadt sind ca. 2 km entfernt. In Abstromrichtung verläuft in etwa 400 m Entfernung zur Altlast die Südautobahn mit der Abfahrt „Wiener Neustadt West“.

Die Altlast liegt im Grundwasserschongebiet des Wasserwerkes West der Stadt Wiener Neustadt, das ca. 2,5 km in Richtung NNE entfernt ist. Das Wasserwerk Ost liegt ca. 7 km in nordöstlicher Richtung entfernt. Weitere Grundwassernutzungen im näheren Abstrom der Altlast sind nicht vorhanden.

3 UNTERSUCHUNGEN

Im Bereich der Altablagerung wurden in den Zeiträumen von 1988 bis 1990 und von 2007 bis 2010 folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Bodenluftuntersuchungen
- Trockenkernbohrungen sowie Entnahme und Untersuchungen von Ablagerungsproben
- Errichtung von stationären Bodenluftmessstellen
- Durchführung von Deponiegasabsaugversuchen
- Errichtung von Grundwassermessstellen sowie Entnahme und Untersuchung von Grundwasserproben
- Durchführung von Pumpversuchen an Grundwassermessstellen

3.1 Bodenluftuntersuchungen

3.1.1 Bodenluftuntersuchungen im Deponiekörper

Im Jahr 1988 wurden an je 5 Stellen innerhalb und außerhalb der Deponie Bodenluftproben entnommen und auf C1- bis C4-Alkane sowie diverse CKW- und BTEX-Verbindungen untersucht. Während letztere nicht nachweisbar waren, waren innerhalb des Deponiekörpers Alkankonzentrationen (vermutlich hauptsächlich Methan) bis zu 25.000 mg/m³ nachzuweisen.

Im Zuge der Abteufung der Trockenkernbohrungen im Jahr 2008 wurden jeweils in mindestens 3 Tiefenstufen (ca. 5 m, 10 m und 15 m) Bodenluftproben aus dem Deponiekörper gezogen. Die Lage der Messstellen ist in Abb. 4 ersichtlich. Die Proben wurden auf die Parameter Temperatur, Luftfeuchte, Sauerstoff, Kohlendioxid, Methan, Wasserstoff und Ammoniak untersucht.

Die Analysenergebnisse der Bodenluftuntersuchungen sind in Tab. 1 zusammengefasst und den für unbebaute Gebiete in der ÖNORM S2088-3 festgelegten Orientierungswerten gegenübergestellt.

Tab. 1: Analysenergebnisse der Bodenluftuntersuchungen in den Erkundungsbohrungen (Vor-Ort-Messungen im Deponiekörper)

		Min.	Max.	Median	OW
Sauerstoff	Vol.-%	0,10	20,8	9,2	-
Kohlendioxid	Vol.-%	0,02	8,1	1,2	5
Methan	Vol.-%	0,2	8,9	1,5	20
Wasserstoff	Vol.-%	0,01	20	5,0	-
Ammoniak	Vol.-%	0,06	2,4	0,55	-

OW Orientierungswert gemäß ÖNORM S2088-3 für unbebaute Gebiete

Die Bodenluftuntersuchungen ergaben sowohl lateral als auch vertikal relativ hohe Konzentrationsschwankungen, wobei tendenziell höhere Konzentrationen im oberflächennahen Bereich der Ablagerung nachzuweisen waren. Die Mediankonzentrationen lagen zumeist deutlich unter den Maximalbelastungen (Faktor 5 bis 10).

3.1.2 Bodenluftuntersuchungen an stationären Messstellen im Deponieumfeld

Im Jahr 2008 wurden im unmittelbaren Umfeld der Deponie 26 stationäre Bodenluftmessstellen errichtet und an drei Terminen beprobt. Die Lage der Messstellen ist in Abb. 4 ersichtlich.

In Tab. 2 sind die Ergebnisse zusammengefasst und den für unbebaute Gebiete in der ÖNORM S2088-3 festgelegten Orientierungswerten gegenübergestellt.

Tab. 2: Analysenergebnisse der Bodenluftuntersuchungen an stationären Messstellen im Umfeld der Deponie (Vor-Ort-Messungen)

		Min.	Max.	Median	OW
Sauerstoff	Vol.-%	0,10	20,6	6,3	-
Kohlendioxid	Vol.-%	0,1	8,6	0,8	5
Methan	Vol.-%	0,2	7,6	1,2	20
Wasserstoff	Vol.-%	0,16	18	3,6	-
Ammoniak	Vol.-%	0,08	0,09	0,08	-

OW Orientierungswert gemäß ÖNORM S2088-3 für unbebaute Gebiete

Mit Ausnahme von Ammoniak lagen die Ergebnisse im Bereich der Messwerte aus dem Deponiekörper. Der Median der Ammoniakkonzentrationen lag hingegen ca. um den Faktor 10 unterhalb des im Deponiekörper gemessenen Medianwerts.

Die maximalen Methangehalte lagen deutlich unter dem Orientierungswert der ÖNORM S 2088-3 für unbebaute Gebiete; die Kohlendioxidgehalte bis auf einzelne Messwerte ebenfalls.

3.1.3 Bodenluftabsaugversuche

An den stationären Messstellen BL4, BL13, BL17 und BL23 (siehe Abb. 4) wurden im Juli 2008 Bodenluftabsaugversuche über jeweils 8 Stunden durchgeführt. Es ergaben sich

Kohlendioxidkonzentrationen von durchwegs < 3 Vol.-% und Methankonzentrationen von durchwegs < 1 Vol.-%. Ammoniak war mit Ausnahme vereinzelt kurzfristig auftretender Spitzen von < 10 ppm an keiner Messstelle nachweisbar (zum Vergleich: der MAK-Wert für Ammoniak beträgt 20 ppm). Die Wasserstoffkonzentration bewegte sich an der Messstelle BL4 während des gesamten Absaugversuches im Bereich von 2,4 Vol.-%, an den anderen Messstellen lag sie unter 0,5 Vol.-%.

3.2 Untersuchungen von Abfall- und Untergrundproben

Im Juli 2008 wurden im Bereich der Altablagerung 111 Trockenkernbohrungen (siehe Abb. 4) bis zumindest an die Deponiesohle abgeteuft (durchschnittliche Endteufe: 16 m), aus diesen Abfall- und Untergrundproben gezogen und an diesen Gesamt- und Eluatgehalte bestimmt.

Der Hauptanteil (etwa 65 %) des abgelagerten Materials besteht aus abgereicherter Aluminiumkrätze, die vor ihrer Ablagerung mechanisch behandelt wurde (Aluminiumkrätzestaub). Der Gesamtaluminiumgehalt beträgt im Mittel 20 % bis 30 %, der Anteil metallischen Aluminiums etwa 10 %. Der Rest setzt sich aus Aluminiumoxid (Al_2O_3), Aluminiumcarbid (Al_4C_3), Aluminiumnitrid (AlN) und Aluminiumchloriden ($AlCl_3$) zusammen. Entsprechend dem sekundärmetallurgischen Verfahren aus dem die Aluminiumkrätzen stammen, enthalten diese zudem unterschiedlich hohe Mengen an Salzschlacken (bis zu 10 %). Dabei handelt es sich um leichtlösliche Salze, hauptsächlich Natrium- und Kaliumchlorid, untergeordnet auch Calciumfluorid.

Der Korndurchmesser des Materials lag durchwegs unter 2 mm; Die Aluminiumkrätzeablagerungen waren mit Ausnahme einer etwa 1 m mächtigen Schicht an der Deponiesohle und unterhalb der Oberflächenabdeckung weitgehend trocken.

Eine Übersicht über Analyseergebnisse an Aluminiumkrätzeproben und Proben aus dem gewachsenen Untergrund unterhalb der Deponie geben Tab. 3 und Tab. 4.

Die an Aluminiumkrätzeproben ermittelten Medianwerte der Gesamtgehalte lagen bei den Schwermetallen Blei, Kupfer und Zink um den Faktor 10 bis 100 über den jeweiligen Prüfwerten der ÖNORM S2088-1. Ähnliches gilt für die Eluatgehalte der Parameter Kupfer, Ammonium-Stickstoff, Chlorid und Fluorid.

Im gewachsenen Untergrund lagen die maximalen Gesamtgehalte der Schwermetalle Kupfer und Blei etwa um den Faktor 10 über den jeweiligen Prüfwerten, die Medianwerte aber deutlich unter den Prüfwerten. Der Medianwert für den Parameter Ammonium-Stickstoffgehalt lag im Eluat etwa um den Faktor 30 über dem Prüfwert.

Tab. 3: Ausgewählte Analysenergebnisse von Aluminiumkrätzeproben

		Min.	Max.	Median	PW	MSW
Gesamtgehalte						
Gasbildungspotential	g/(l*a)	0,75	1,3	0,99	-	-
Aluminium	mg/kg	17.000	360.000	220.000	-	-
Blei	mg/kg	52	6.700	940	100	-
Kupfer	mg/kg	21	15.000	5.700	100	-
Zink	mg/kg	500	21.000	4.500	500	-
Eluatgehalte						
Aluminium	mg/kg	1	66	27	-	-
Kupfer	mg/kg	0,1	**51**	2,6	1	**10**
Ammonium-Stickstoff	mg/kg	320	7.900	2.600	10	-
Chlorid	mg/kg	24	95.000	30.000	2.000	-
Fluorid	mg/kg	4	1.500	200	20	-
Natrium	mg/kg	170	31.000	8.600	-	-
Kalium	mg/kg	10	68.000	14.000	-	-

PW Prüfwert a gemäß ÖNORM S2088-1
MSW Maßnahmenschwellenwert a gemäß ÖNORM S2088-1

Tab. 4: Ausgewählte Analysenergebnisse von Untergrundproben

		Min.	Max.	Median	PW	MSW
Gesamtgehalte						
Aluminium	mg/kg	2.100	230.000	7.600	-	-
Blei	mg/kg	10	1.900	16	100	-
Kupfer	mg/kg	10	9.200	33	100	-
Eluatgehalte						
Ammonium-Stickstoff	mg/kg	0,4	4.600	290	10	-

PW Prüfwert a gemäß ÖNORM S2088-1
MSW Maßnahmenschwellenwert a gemäß ÖNORM S2088-1

3.3 Grundwasseruntersuchungen

Im Juli und August 1989 wurden im Bereich der Altablagerung vier Grundwassermessstellen errichtet, wobei die Messstelle S0 den Grundwasseranstrom und die Messstellen S1, S2 und S3 den unmittelbaren Abstrom der Altablagerung repräsentieren (siehe Abb. 4; die nicht mehr existente Messstelle S3 befand sich im Bereich der im Jahr 2008 neu errichteten Messstelle GWP 5). Die Messstellen wurden an drei Terminen beprobt.

Die Tab. 5 gibt einen Überblick über die im Jahr 1989 im Grundwasser ermittelten Maximalkonzentrationen ausgewählter Parameter.

Tab. 5: Ausgewählte Analysenergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im Jahr 1989

		Max. Anstrom	Max. Abstrom	PW	MSW
Aluminium	mg/l	0,10	**2,2**	0,12	**0,2**
Ammonium	mg/l	0,05	112	0,3	-
Nitrit	mg/l	< 0,01	0,18	0,3	-
Nitrat	mg/l	15	230	50	-
Natrium	mg/l	28	85	30	-
Kalium	mg/l	36	108	12	-
Kaliumpermanganat-verbrauch	mg/l	0,6	**43**	12	**20**
Sauerstoff (Min.)	mg/l	10,5	< 0,1	-	-

PW Prüfwert a gemäß ÖNORM S2088-1
MSW Maßnahmenschwellenwert a gemäß ÖNORM S2088-1

Aus den Ergebnissen ließ sich eine deutliche Beeinflussung des Grundwassers durch die Altablagerung erkennen, die sich in z. T. sehr hohen Gehalten an Ammonium, Nitrat und Alkalimetallen sowie einem sehr niedrigen Sauerstoffgehalt im Grundwasserabstrom ausdrückten. Zudem waren im Abstrom durchwegs deutlich erhöhte Aluminiumgehalte > 0,1 mg/l festzustellen.

Im Jahr 2008 wurden 10 neue Grundwassermessstellen hergestellt (GWP1 bis GWP10), wobei sich die Messstellen GWP7 und GWP8 im Anstrom, die Messstellen GWP6 und GWP9 seitlich und die Messstellen GWP1 bis GWP5 sowie GWP10 im unmittelbaren Abstrom der Altablagerung befinden (siehe Abb. 4). Die Messstellen wurden zwischen April 2008 und Mai 2010 an 13 Terminen beprobt. Die bereits im Jahr 1989 beprobten Messstellen S0, S1 und S2 sowie die Messstelle S4, die sich etwa 150 m nordöstlich der Altlablagerung befindet und deren weiteren Abstrom repräsentiert, wurden zwischen Mai 2007 und Mai 2010 insgesamt an 16 Terminen beprobt. Zusätzlich wurden direkt in der Altablagerung eine Reihe von Trockenkernbohrungen zu Kombinationsmessstellen für die Entnahme von Bodenluft- und Grundwasserproben ausgebaut. Diese Messstellen wurden zwischen April 2008 und Mai 2010 an zumindest 5 Terminen beprobt.

Tab. 6, Tab. 7 und Tab. 8 zeigen ausgewählte Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen in den Jahren 2008 bis 2010.

Tab. 6: Ausgewählte Analysenergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im Zeitraum 2008 bis 2010 (Messstellen im Grundwasseranstrom)

		Min.	Max.	Median	PW	MSW
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	506	592	557	-	-
Ammonium	mg/l	< 0,01	0,1	< 0,01	0,3	-
Nitrat	mg/l	9,6	18	12,8	50	-
Natrium	mg/l	4,2	7,5	5,9	30	-
Kalium	mg/l	< 1	1,9	1,1	12	-
Chlorid	mg/l	8,7	13	10	60	-
Sauerstoff	mg/l	9,6	12,8	11	-	-

PW Prüfwert a gemäß ÖNORM S2088-1; MSW Maßnahmenschwellenwert a gemäß ÖNORM S2088-1

Tab. 7: Ausgewählte Analysenergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im Zeitraum 2008 bis 2010 (Messstellen im Grundwasserabstrom)

		Min.	Max.	Median	PW	MSW
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	539	11.950	797	-	-
Ammonium	mg/l	0,02	860	8,3	0,3	-
Nitrat	mg/l	2,6	511	26	50	-
Natrium	mg/l	3,4	918	23	30	-
Kalium	mg/l	1,1	971	23	12	-
Chlorid	mg/l	9,7	2.540	53	60	-
Sauerstoff	mg/l	< 0,01	12,4	1,79	-	-

PW Prüfwert a gemäß ÖNORM S2088-1
MSW Maßnahmenschwellenwert a gemäß ÖNORM S2088-1

Tab. 8: Ausgewählte Analysenergebnisse der Grundwasseruntersuchungen bei hohen Grundwasserständen (bis zu 270 m ü. A.) von Oktober 2009 bis Mai 2010 (Messstellen innerhalb des Deponiebereiches)

		Min.	Max.	Median	PW	MSW
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	580	8.900	2.400	-	-
Ammonium	mg/l	0,015	802	99	0,3	
Nitrat	mg/l	< 1	140	13	50	-
Fluorid	mg/l	< 0,1	**4**	< 0,1	0,9	**1,5**
Aluminium	mg/l	< 0,01	**0,40**	0,059	0,12	**0,2**
Blei	mg/l	< 0,001	**0,019**	< 0,001	0,006	**0,01**
Kupfer	mg/l	0,0018	**1,3**	0,025	0,06	**0,1**
Nickel	mg/l	< 0,001	**0,15**	0,01	0,012	**0,02**
Zink	mg/l	< 0,02	1,0	0,07	1,8	-

PW Prüfwert a gemäß ÖNORM S2088-1
MSW Maßnahmenschwellenwert a gemäß ÖNORM S2088-1

Ähnlich den Ergebnissen aus dem Jahr 1989 zeigt sich eine deutliche Beeinflussung des Grundwassers durch die Altablagerung. Im Grundwasserabstrom waren z. T. sehr hohe Gehalte an Ammonium, Nitrat, Alkalimetallen und Chlorid sowie z. T. sehr niedrige Gehalte an gelöstem Sauerstoff nachzuweisen. Die höchsten Konzentrationen traten an den Messstellen GWP3 und GWP4 im nordöstlichen und an den Messstellen GWP1 und S1 im nördlichen Abstrom der Altablagerung auf. Ende 2008 bis Anfang 2009 war an den Messstellen im unmittelbaren Abstrom bei den meisten Parametern eine Konzentrationserhöhung bis um den Faktor 10 festzustellen. Im Anschluss fielen die Konzentrationen wieder auf das ursprüngliche Niveau. Ende 2009 und Anfang 2010 war ein erneut ein starker Anstieg, teilweise bis um den Faktor 100, gefolgt von einem neuerlichen starken Konzentrationsabfall zu beobachten (Abb. 6 und Abb. 7).

Die Grundwasserbelastung korreliert zeitlich verzögert mit dem Grundwasserstand. Aus Abb. 6 und Abb. 7 ist zu erkennen, dass jeweils zwei bis vier Monate vor den starken Konzentrationsanstiegen im Grundwasser (Jahreswechsel 2008/2009 bzw. 2009/2010) Anstiege des Grundwasserspiegels auf eine Höhe von 268,5 m ü. A. oder höher festzustellen waren.

Das Verhältnis aus der Summe der molaren Natrium- und Kaliumkonzentrationen zur Chloridkonzentration im Grundwasserabstrom belegt, dass es sich bei den ausgetragenen Substanzen um ein Gemisch aus reinem Natrium- und Kaliumchlorid handelt und in der ungesättigten Zone keine Ionenaustauschprozesse in relevantem Ausmaß stattfinden (Abb. 8).

Bemerkenswert sind die relativ hohen Konzentrationen leicht löslicher Salze an den böschungsnahen Kombinationsmessstellen innerhalb der Ablagerung (E60 GW, E57/5/F, E55, E13 GW, BL26). Auf Grundwasserniveau befinden sich diese Messstellen eigentlich im Anstrom der Deponie.

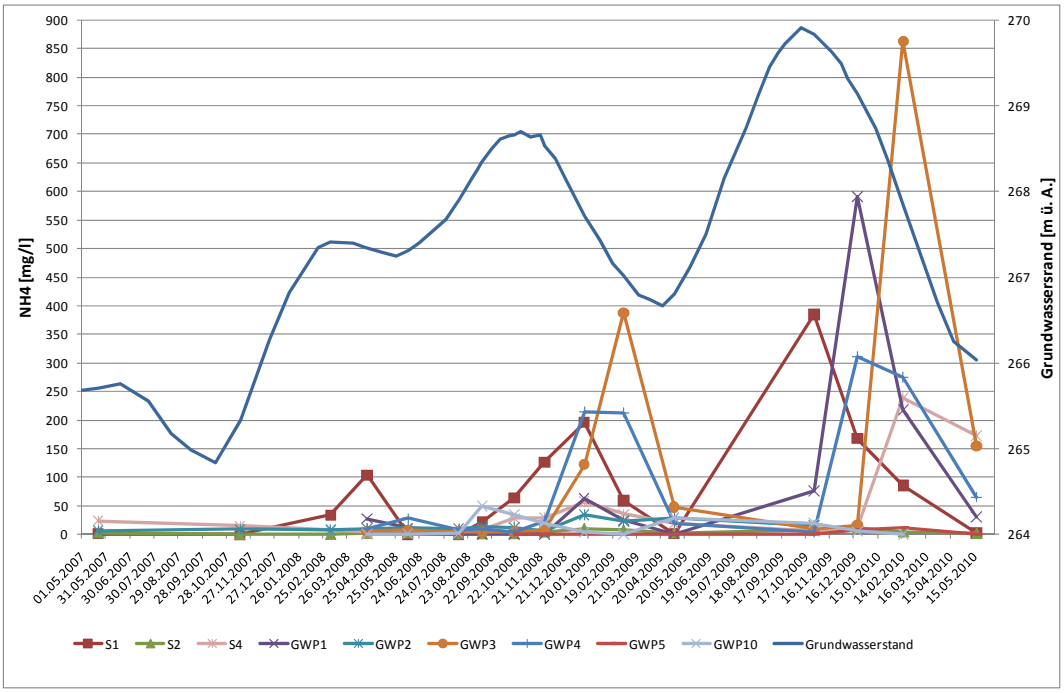


Abb. 6: Ammoniumkonzentrationen im Abstrom der Altablagerung „Aluminiumschlackendeponie“ sowie Grundwasserstände

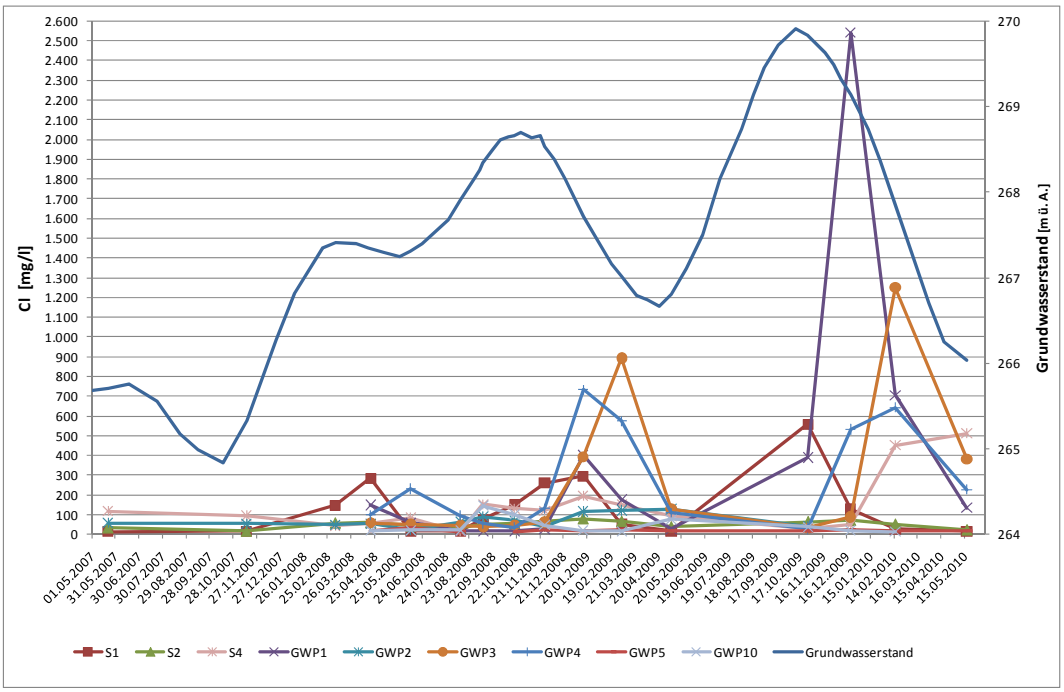


Abb. 7: Chloridkonzentrationen im Abstrom der Altablagerung „Aluminiumschlackendeponie“ sowie Grundwasserstände

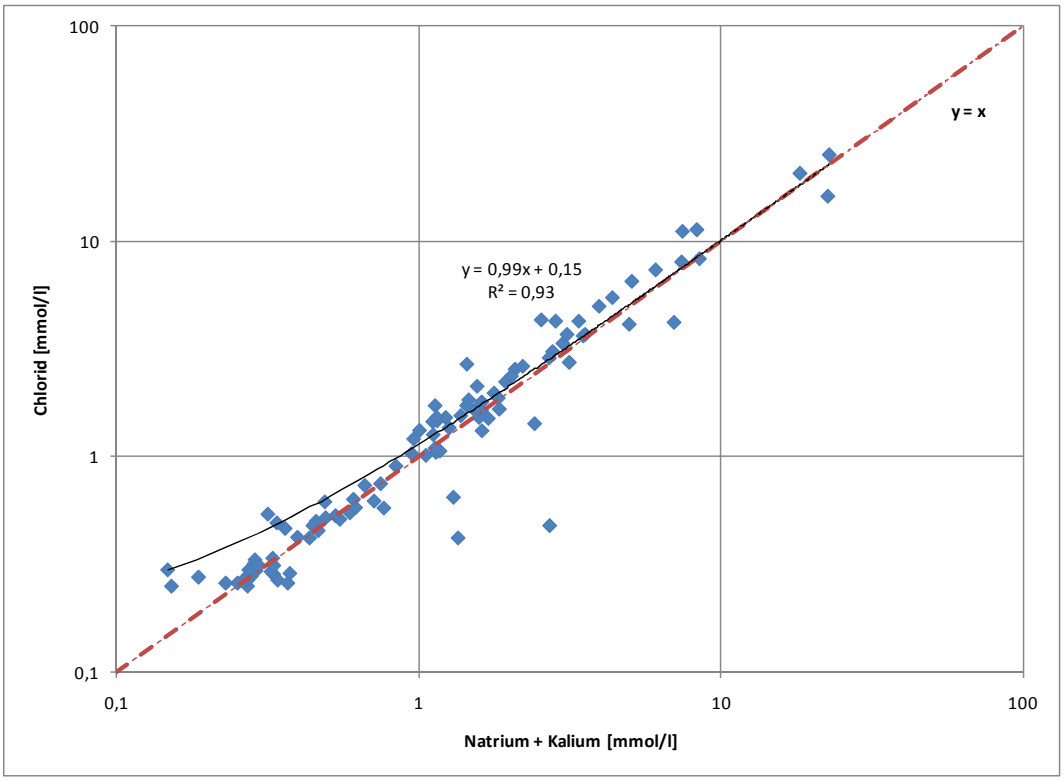


Abb. 8: Verhältnis der Chloridkonzentrationen zur Summe aus Natrium- und Kaliumkonzentrationen (Abstrommesswerte 2007-2009; strichlierte Linie: Molverhältnis Cl zu Summe aus Na+K = 1)

Auffällig ist, dass die im Jahr 1989 deutlich erhöhten Aluminiumgehalte im Abstrom nicht mehr beobachtet werden konnten. Die aktuellen Aluminiumkonzentrationen im Grundwasserabstrom lagen fast durchwegs unter 0,01 mg/l, also etwa eine Zehnerpotenz unter den Werten aus dem Jahr 1989 (vgl. Tab. 5). Die maximale im Abstrom der Altlablagerung gemessene Aluminiumkonzentration lag bei 0,04 mg/l und somit deutlich unter dem Prüfwert gemäß ÖNORM S2088-1. Überschreitungen des Maßnahmenschwellenwerts gemäß ÖNORM S2088-1 von 0,2 mg/l waren lediglich an den innerhalb der Deponie gelegenen Messstellen als Folge des Grundwasserhöchststandes (270 m ü. A.) an einem Messtermin im Februar 2010 zu beobachten (Maximum: 0,4 mg/l).

Auch Fluoridkonzentrationen im Abstrom, die in der Größenordnung des Maßnahmenschwellenwertes von 1,5 mg/l liegen (maximal rund 5 mg/l), sind auf Grundwasserhochstände von über 269 m ü. A. zurückzuführen.

In den Kombinationsmessstellen, die das Grundwasser direkt unterhalb der Ablagerung repräsentieren, waren zeitweise erhöhte Konzentrationen der Metalle Kupfer, Nickel, Blei und Quecksilber in der Größenordnung des Maßnahmenschwellenwerts der ÖNORM S 2088-1 und darüber nachzuweisen. Im Fall von Kupfer, Nickel und Blei traten vereinzelt (v.a. im Februar 2010 im Anschluss an den Grundwasserhöchststand) auch Konzentrationen auf, die den Maßnahmenschwellenwert um den Faktor 10 überschritten. Im Abstrom der Ablagerung konnten hingegen nur sehr selten, wiederum als Folge sehr hoher Grundwasserstände erhöhte Schwermetallkonzentrationen beobachtet werden (Blei vereinzelt in der Größenordnung des Prüfwerts der ÖNORM S 2088-1; Nickel vereinzelt in der Größenordnung des Maßnahmenschwellenwerts der ÖNORM S 2088-1; Kupfer mehrmals im Bereich des Prüfwerts und einmalig an einer Messstelle im Bereich des Maßnahmenschwellenwerts).

Im Bereich der Altablagerung ist weiters eine flächendeckende, bereits im Anstrom vorhandene Tetrachlorethenbelastung des Grundwassers in der Größenordnung von 5 µg/l bis 20 µg/l zu beobachten.

3.3.1 Pumpversuche

Im Juli 2008 wurden an den Grundwassermessstellen GWP2, GWP4, GWP10 jeweils 24-stündige sowie an den Kombinationsmessstellen E31/2/I, E25/3/C und E38/3/F jeweils 8-stündige Pumpversuche durchgeführt und nach jeweils 1 Stunde, 2 Stunden, 8 Stunden und ggf. 24 Stunden Grundwasserproben entnommen. Im August 2008 wurde analog an der Messstelle S4 ein 48-stündiger Pumpversuch durchgeführt.

Die im Laufe des Pumpversuches kontinuierlich gemessenen Vorort-Parameter sowie die chemischen Analysen der standortrelevanten Parameter erwiesen sich durchwegs als relativ konstant (siehe beispielsweise die Konzentrationsverläufe an der Messstelle S4 in Abb. 9). Die ermittelten Konzentrationen lagen an allen Messstellen im Schwankungsbereich der an den Pumpproben im Rahmen der routinemäßigen Beweissicherung ermittelten.

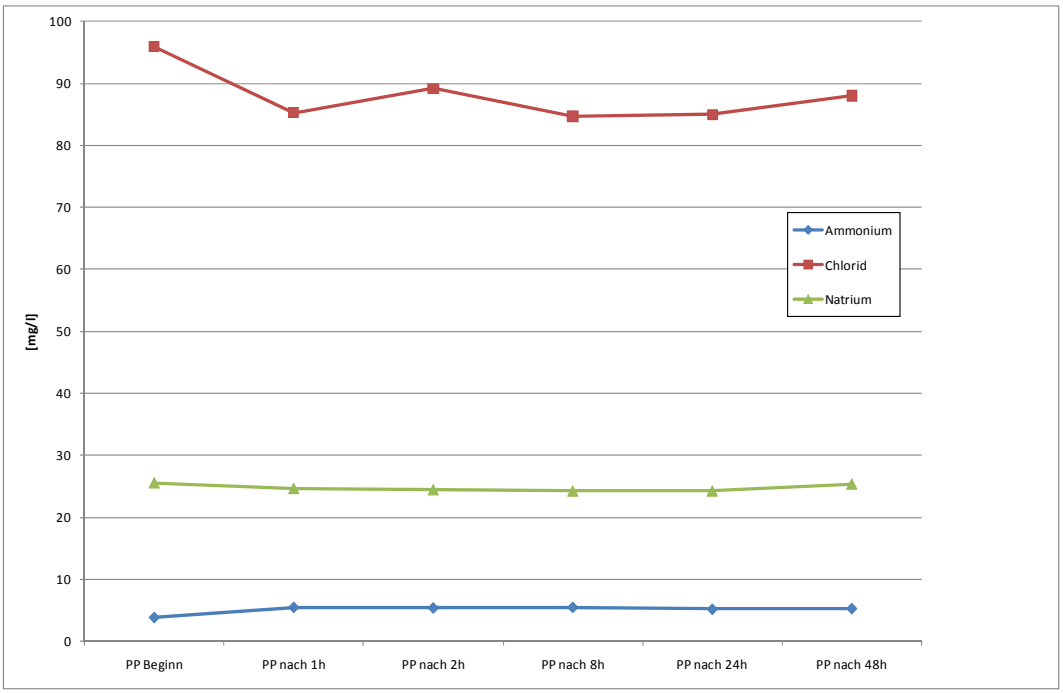


Abb. 9: Konzentrationsverlauf ausgewählter Parameter während des 48-stündigen Pumpversuches an der Grundwassermessstelle S4

3.3.2 Überlegungen zu den Schadstoffeintragsmechanismen in das Grundwasser

Bei Altablagerungen ohne Basisabdichtung erfolgt der Schadstoffeintrag in das Grundwasser im Normalfall nahezu ausschließlich über konvektive Transportprozesse in Zusammenhang mit der Versickerung von Niederschlagswasser. Da im gegenständlichen Fall das angetroffene Material sehr trocken und relativ dicht gelagert war, sowie bei Kontakt mit Wasser rasch intensive, wasserverbrauchende Gasbildungsreaktionen in Gang kamen, soll an dieser Stelle mittels überschlägiger Berechnungen überprüft werden, inwieweit ein konvektiver Schadstoffeintrag bei der Altlast „Aluminiumschlackendeponie“ von Bedeutung ist bzw. welche anderen Eintragsmechanismen für die Grundwasserbelastung verantwortlich sein könnten.

Die Überlegungen beziehen sich dabei hauptsächlich auf das Chlorid-Ion, da es einerseits ein relevanter Bestandteil der Emissionen aus der Deponie ist und andererseits aufgrund seiner Eigenschaften (hohe Löslichkeit, kaum Wechselwirkung mit anderen Schadstoffen oder der Deponiematrix, kein relevanter Rückhalt in der ungesättigten Zone) als eine Art Tracer fungiert. Die Ausführungen gelten sinngemäß auch für andere Anionen (z. B. Fluorid), mit leichten Einschränkungen auch für Alkalimetalle (Natrium, Kalium). Mit stärkeren Einschränkungen gelten die Ausführungen theoretisch auch für Aluminium und Schwermetalle, wenngleich bei diesen in Abhängigkeit von pH-Wert, Redoxpotential, Ionenradius und -ladung mit wesentlich stärkeren Rückhalteprozessen in der Deponiematrix und dem ungesättigten Untergrund zu rechnen ist, weshalb Aluminium- und Schwermetallbelastungen im Abstrom der Deponie auch kaum auftreten. Für die Stickstoffeinträge (Ammonium, Nitrat, Nitrit) in das Grundwasser sind die Ausführungen nicht oder nur sehr stark eingeschränkt gültig.

Schadstoffeintrag über Sickerwasser bei hoher Grundwasserbelastung (Maximalbelastung bei Hochwasserständen)

Ausgehend von den vorliegenden Grundwasseruntersuchungsergebnissen kann, unter Berücksichtigung der Standortverhältnisse, die Tiefe des durch Deponiesickerwasser beeinflussten Grundwasserbereiches mit maximal 10 m angenommen werden. In Tab. 9 sind darauf aufbauend die maximalen Schadstoffkonzentrationen sowie die daraus abgeleiteten Schadstofffrachten, die im Grundwasserabstrom der Deponie transportiert werden, den Schadstoffkonzentrationen und -frachten gegenübergestellt, die gemäß einer groben Abschätzung theoretisch über das Sickerwasser transportiert werden. Im Falle der Konzentrationen liegt das Verhältnis Sickerwasser zu Grundwasser (bei Maximalbelastung am 16.2. 2010) zwischen 8 und 13 und somit rund eine Zehnerpotenz unterhalb des theoretischen „Verdünnungsfaktors“ des Grundwassers von etwa 80 (1.600 m³ Grundwasser pro Tag bei einem Sickerwasseranfall von aufgerundet 20 m³ pro Tag). Dementsprechend liegen auch die Verhältnisse der Frachten im Sickerwasser und im Grundwasser für die einzelnen Stoffe rund eine Zehnerpotenz unter einem Verhältnis von 1:1. Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass der Stoffeintrag in das Grundwasser nicht ausschließlich durch die Ablagerung durchströmendes Sickerwasser stattfindet, sondern auch noch andere Austragsmechanismen von Bedeutung sein müssen.

Dies scheint zunächst in Übereinstimmung zum sehr geringen Wassergehalt der Aluminiumkrätzeablagerungen zu sein. Eine überschlägige stöchiometrische Abschätzung ergibt jedoch, dass zur Bildung der in den Aluminiumkrätzeablagerungen gemessenen Gasgemische eine im Vergleich zum Sickerwasseranfall eine um etwa eine Zehnerpotenz geringere Wassermenge erforderlich ist, sodass das chemisch nicht verbrauchte restliche Niederschlagswasser entsprechend der Durchlässigkeit der Oberflächenabdeckung und des Ablagerungsmaterials theoretisch bis zum Grundwasser sickern könnte. Es ist davon auszugehen, dass die Versickerung von Niederschlagswasser hauptsächlich über die Böschungsbereiche und über Störzonen in der Deponie (vgl. die relativ hohen Grundwasserkonzentrationen an den böschungsnahen Messstellen innerhalb der Ablagerung) erfolgt. Im Deponiekörper selbst wird mittel- und langfristig kein Wasser gespeichert, sondern das im Ablagerungsmaterial zurückgehaltene Wasser („Feldkapazität“) in chemischer Reaktion verbraucht.

Tab. 9: Gegenüberstellung vereinfachter, grober Abschätzungen der Sickerwasserkonzentrationen und –frachten sowie der im Grundwasser auftretenden Konzentrationen und Frachten bei „Maximalbelastung“ des Grundwassers

	Konzentration			**Stofffracht**		
	Sickerwasser *	Grundwasser **	Verhältnis	Sickerwasser	Grundwasser	Verhältnis
	[mg/l]	[mg/l]	[-]	[g/d]	[g/d]	[-]
Chlorid	3.000	355	8	47.737	564.054	0,1
Natrium	860	90	10	13.685	143.460	0,1
Kalium	1.400	106	13	22.277	168.067	0,1
Ammonium	*260*	186	*1*	5.319	296.024	0,02

* Die Konzentrationen des Sickerwassers wurden für diese Abschätzung mittleren Eluatkonzentration gleichgesetzt. Dies ist zur Simulierung der löslichkeitslimitierten Freisetzungsprozesse leicht löslicher Salze zulässig. Aus methodischen Gründen kann jedoch aufgrund der hohen Reaktivität des Materials mit Wasser (Ammoniakbildung) von der Ammoniumkonzentration im Eluat nicht unmittelbar auf die Sickerwasserqualität rückgeschlossen werden.

** Gewichteter Mittelwert der am 16.02. 2010 ermittelten Grundwasserkonzentrationen an den Abstrommessstellen GWP1-GWP5, GWP10, S1 und S2

Schadstoffeintrag über Sickerwasser bei niederer Grundwasserbelastung („Basisbelastung“ bei Normalwasserständen)

In Tab. 10 sind analog zu Tab. 9 die aus Eluatversuchen abgeleiteten Sickerwasserkonzentrationen und -frachten Grundwasserkonzentrationen und -frachten gegenübergestellt. Anstelle der Grundwassermaximalkonzentrationen wurden in dieser Tabelle jedoch die Basisbelastungen gemäß Tab. 12 herangezogen. Es ist ersichtlich, dass in diesem Fall mit Ausnahme von Ammonium das Verhältnis der Konzentrationen im Bereich von 80 (entspricht dem Verdünnungspotential des Grundwassers in Bezug auf den Sickerwasseranfall) und das Verhältnis der Frachten v.a. bei Chlorid und Kalium relativ nah am Faktor 1 liegt und sich somit bei diesen Stoffen die aus der Deponie ausgetragenen Frachten in der Größenordnung der im Grundwasserabstrom transportierten Frachten bewegen. Die Basisbelastung bei normalen Grundwasserständen scheint demnach hauptsächlich eine Folge des Eintrages von belasteten Sickerwässern (vornehmlich über Randbereiche und Störungszonen) zu sein.

Tab. 10: Gegenüberstellung vereinfachter, grober Abschätzungen der Sickerwasserkonzentrationen und –frachten sowie der im Grundwasser auftretenden Konzentrationen und Frachten „Basisbelastung“)

	Konzentration			**Stofffracht**		
	Sickerwasser *	Grundwasser **	Verhältnis	Sickerwasser	Grundwasser	Verhältnis
	[mg/l]	[mg/l]	[-]	[g/d]	[g/d]	[-]
Chlorid	3.000	38	80	47.737	59.579	0,8
Natrium	860	14	63	13.685	21.547	0,6
Kalium	1.400	17	81	22.277	27.564	0,8
Ammonium	*260*	*7*	*36*	5.319	11.393	0,5

* Die Konzentrationen des Sickerwassers wurden für diese Abschätzung mittleren Eluatkonzentration gleichgesetzt. Dies ist zur Simulierung der löslichkeitslimitierten Freisetzungsprozesse leicht löslicher Salze zulässig. Aus methodischen Gründen kann jedoch aufgrund der hohen Reaktivität des Materials mit Wasser (Ammoniakbildung) von der Ammoniumkonzentration im Eluat nicht unmittelbar auf die Sickerwasserqualität rückgeschlossen werden.

** Basisbelastung: Gewichteter Mittelwert der zwischen 12.8. 2008 und 20.10. 2008 ermittelten Grundwasserkonzentrationen (jeweils Mittelwert der 3 Messdurchgänge) an den Abstrommessstellen GWP1-GWP5, GWP10, S1 und S2 abzüglich des zeitlich korrespondierenden Mittelwerts der Grundwasserkonzentrationen an den Anstrommesstellen GWP7, GWP8 und S0

Bei Annahme, dass der Chloridaustrag über das Sickerwasser (unter Vernachlässigung von Störungszonen) zur Gänze auf die unmittelbare Oberfläche der Aluminiumschlackeablagerungen und auf Böschungsbereiche beschränkt ist, ergibt sich eine dafür zur Verfügung stehende Chlormenge von etwa 5.000 Tonnen.[1] Bei einem gemäß Tab. 10 jährlichen Chloridaustrag von rund 18 Tonnen über das Sickerwasser ergäbe sich ein potentieller Zeitraum von mehr als 250 Jahren, um die gesamte Chlormenge, die in den Randbereichen der Deponie (rund 10 % des Gesamtvolumens) lagert, auszutragen. Die zur Verfügung stehende Chlormenge ist somit ausreichend, um einen langfristigen Austrag von Sickerwasser mit einer Qualität und Quantität zu ermöglichen, auf deren Grundlage sich die Basisbelastung des Grundwassers ausreichend gut nachvollziehen lässt.

Schadstoffeintrag über diffusive Transportprozesse

Aufgrund der sehr hohen Porenlösungskonzentrationen in der Aluminiumkrätze – beispielsweise Natriumchlorid im Bereich seiner Löslichkeitsgrenze – kann für manche Stoffe ein diffusiver Stofftransport als Austragsmechanismus von Bedeutung sein. Eine Abschätzung belegt vor allem bei sehr hohen Grundwasserständen (≥ 269 m ü. A.), die einen vergleichsweise kurzen Diffusionsweg bedingen, einen signifikanten Beitrag der Diffusion am Chlorideintrag in das Grundwasser. In diesem Fall liegt der berechnete Chlorideintrag in derselben Zehnerpotenz wie die im Grundwasser transportierte Chloridfracht (Tab. 11, obere Zeile; Faktor 5). Die

[1] Annahmen: für den Sickerwasseraustrag zur Verfügung stehende Fläche:
Böschung: 4 x 200 m x 10 m = 8.000 m²; Oberfläche: 44.000 m² → Summe: rund 50.000 m²;
Schichtdicke: 1 m → Volumen: 50.000 m³ (ca. 1/10 des Gesamtvolumens); Dichte: 1,8 t/m³;
Salzgehalt: 10 % → Chlorgehalt: 6 % → für den Sickerwasseraustrag zur Verfügung stehende Chlormenge in den Randbereichen der Deponie: rund 5.000 t

Basisbelastung an Chloriden im Grundwasser, die bei normalen Grundwasserständen auftritt, lässt sich mit diffusivem Schadstofftransport aus der Deponie in das Grundwasser hingegen nur teilweise erklären. Hier unterscheiden sich die berechneten und die im Grundwasser gemessenen Stoffflüsse um deutlich mehr als eine Zehnerpotenz (Tab. 11, untere Zeile; Faktor 77).

Tab. 11: Abschätzung der durch Diffusion im ungesättigten Untergrundbereich transportierten Chloridmenge in Gegenüberstellung zur im Grundwasser gemessenen

Konzentrations-differenz Δc	Wegstrecke für Diffusion z	Diffusions-koefizient D	Porosität p	Wassergehalt θ	Tortuositäts-faktor ** τ	Nettofluss berechnet *** I	Nettofluss berechnet I	GW gemessen*	gemessen/ berechnet	GWS
[mg/l] = [g/m³]	[m]	[m²/s]	[m³/m³]	[m³/m³]	[-]	[g/m²/s]	[kg/Tag]	[kg/Tag]	[-]	[müA]
220000	0,1	2E-09	0,4	0,1	0,012	5,10575E-06	19,41	100	5	269,5
220000	2,5	2E-09	0,4	0,1	0,012	2,0423E-07	0,78	60	77	267,0

* siehe Tab. 12; oberer Wert: Median; unterer Wert: Basisbelastung
** $\tau = \theta^{7/3}/p$ nach Millington (1970)
*** $I = \tau * D * \theta * (\Delta c/z)$
GW(S) Grundwasser(spiegel)

Schadstoffeintrag aus der ungesättigten Zone unterhalb der Deponiesohle

Ein weiterer möglicher Schadstoffeintragsmechanismus – eine Art Mischform zwischen den zuvor besprochenen – ist auf einen stetigen, diffusiven Massenfluss bzw. auf konvektive Verlagerungsprozesse in der ungesättigten Zone zurückzuführen. Bei normalen und niedrigen Grundwasserständen bzw. zu langem Diffusionsweg bis in die gesättigte Zone könnte es theoretisch durch Ausfällungsprozesse zu einer Salzanreicherung im ungesättigten Untergrund kommen. Bei einer nachfolgenden Erhöhung des Grundwasserspiegels käme es zu einem Einstau dieser mit Salzen angereicherten Zonen, und damit zu einer relativ raschen Konzentrationserhöhung im Grundwasser. Dieser Effekt scheint lokal, beispielsweise im Bereich der Messstelle S1, stark ausgeprägt zu sein.

Schadstoffeintrag bei Einstau der Deponiesohle

Bei Grundwasserständen ab etwa 270 m ü. A. kommt es zum Einstau der tiefsten Deponiebereiche (siehe Abb. 3). Obwohl das eingestaute Deponievolumen gering ist – der Großteil der Deponiesohle befindet sich auf einer Seehöhe von etwa 273 m ü. A. bis 274 m ü. A. – kann der in diesen Fällen erhöhte Schadstoffeintrag in das Grundwasser wahrscheinlich zu einem großen Anteil auf direkte Lösungsprozesse im Grundwasser zurückgeführt werden. In diesen Fällen scheinen auch verstärkt Aluminium und Schwermetalle in Lösung zu gehen.

Ammoniumeintrag in das Grundwasser

Die im Grundwasser auftretenden Ammoniumbelastungen lassen sich weder durch Sickerwassereintrag noch durch diffusiven Stofftransport befriedigend erklären. Obwohl die beiden Prozesse wahrscheinlich auch einen Anteil am Eintrag in das Grundwasser haben, scheinen sie durch Rücklösungsprozesse von gebildetem Ammoniakgas im Grundwasser bzw. in Porenwässern an der Deponiebasis sowie anschließende teilweise Nitrifikation des Ammoniums

im Grundwasser deutlich überlagert zu werden. Selbst eine grobe Quantifizierung dieser Prozesse ist aufgrund ihrer Komplexität und der vorhandenen Datenlage nicht möglich.

Zusammenfassung der relevanten Schadstoffeintragsmechanismen

Entsprechend den oben ausgeführten Überlegungen lassen sich die relevanten Schadstoffeintragsmechanismen in das Grundwasser folgendermaßen zusammenfassen:

Bei sehr hohen Grundwasserständen (≥ 269 m ü. A.), die zeitlich verzögert mit der Maximalbelastung des Grundwassers korrelieren, scheinen hauptsächlich Diffusionsprozesse maßgeblich für den Schadstoffeintrag an leicht löslichen Salzen zu sein. Sofern Deponiebereiche eingestaut werden (≥ 270 m ü. A.), erlangen auch direkte Lösungsprozesse im Grundwasser hohe Bedeutung für das Emissionsgeschehen. Ausschließlich in diesen Fällen kann es auch zu einer geringfügigen Mobilisierung von Aluminium und Schwermetallen kommen. Der Einfluss von Diffusionsprozessen auf das Belastungsbild des Grundwassers sinkt mit sinkendem Grundwasserspiegel. Bei normalen Grundwasserständen, die zeitlich mit der „Basisbelastung“ des Grundwassers korrelieren, dürften schließlich hauptsächlich konvektive Transportprozesse in Zusammenhang mit der Versickerung von Niederschlag in Randbereichen der Deponie für den Eintrag leicht löslicher Salze in das Grundwasser von Bedeutung zu sein. Im Falle von Ammonium scheinen die einfachen Diffusions- und Konvektionsprozesse durch Rücklösungsprozesse von Ammoniakgas und Nitrifikationsprozesse deutlich überlagert zu werden.

4 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG

Bei der Altlast N 6 „Aluminiumschlackendeponie“ handelt es sich um eine ehemalige Kiesabbaugrube im Südwesten von Wiener Neustadt, die von 1974 bis etwa 1990 mit Abfällen verfüllt wurde. Die Deponie ist durchschnittlich etwa 13 m tief und weist bei einer Fläche von ca. 44.000 m² inklusive der Deckschichte ein Volumen von rund 580.000 m³ auf. Abgelagert wurden Abfälle der Holz- und Textilindustrie (1974-1983) sowie Bauschutt und ab 1978 mechanisch aufbereitete Aluminiumkrätze („Aluminiumschlacken“). Die Ablagerung verfügt über keine Basisabdichtung.

Insgesamt wurden etwa 380.000 m³ Aluminiumkrätzen, 60.000 m³ Holzspäne und 41.000 m³ an sonstigen Abfällen abgelagert. Die im Wesentlichen aus Kiesen bestehenden Deck- und Zwischenabdeckschichten weisen in Summe ein Volumen von etwa 100.000 m³ auf.

Das Areal der Altlast wird zurzeit nicht genutzt. Östlich an die Altlast anschließend befinden sich Kiesabbauflächen, ansonsten wird die Altlast von bewaldeten Grundstücken umgeben.

Die nächstgelegenen Wohnhäuser befinden sich in ca. 500 m Entfernung. Die Siedlungsgebiete von Weikersdorf und Wiener Neustadt sind ca. 2 km entfernt.

Die Altlast liegt im Grundwasserschongebiet des Wasserwerks West der Stadt Wiener Neustadt, das ca. 2,5 km in Richtung NNE entfernt ist. Das Wasserwerk Ost liegt ca. 7 km in nordöstlicher Richtung. In Abstromrichtung verläuft in etwa 400 m Entfernung zur Altlast die Südautobahn mit der Abfahrt „Wiener Neustadt West“.

Die Altlast liegt innerhalb der Mitterndorfer Senke im Bereich quartärer Kies- und Sandablagerungen. Diese Lockersedimente reichen bis in ca. 40 m Tiefe und werden von einer Wechsellagerung aus bis zu 20 m mächtigen Schichten von klüftigem Konglomerat mit bis zu

mehreren Metern mächtigen Kies- und Sandlagen unterlagert. Dieses Schichtpaket reicht bis in eine Tiefe von zumindest 100 m.

Die Grundwasserströmung ist im Bereich der Altlast nach Nordosten gerichtet. Der Grundwasserdurchfluss in den obersten zehn Metern des Grundwasserkörpers wurde mit etwa 1.600 m³ pro Tag ermittelt. Die lokal anfallende Sickerwassermenge kann mit aufgerundet 20 m³ pro Tag abgeschätzt werden, dies entspricht etwa 20 % des Niederschlags. Die Verdünnung von Sickerwasser im Grundwasser ist groß (ca. 1:80).

Der Grundwasserspiegel im Bereich der Altablagerung unterliegt Schwankungen von mehr als 10 m (von unter 258 m ü. A. bis über 270 m ü. A.). Die Deponiesohle liegt großteils auf einer Seehöhe von etwa 274 m ü. A. Die tiefsten Stellen der Deponie im östlichen Bereich der Altablagerung reichen bis zu 5 m tiefer auf eine Seehöhe von ca. 269 m ü. A. Der Großteil der Deponiesohle liegt zumindest 5 m über den durchschnittlichen jährlichen Grundwasserhochständen. Im Zeitraum von 1973 bis 2010 erreichte der Grundwasserstand dreimal (1997, 1998 und 2009/2010) die Deponiesohle auf einer geringen Fläche, wodurch jeweils rund 0,5 % des Deponievolumens eingestaut waren. Im Falle eines 100-jährlichen Hochwasserereignisses würden maximal 30.000 m³ oder etwa 5 % des Deponievolumens eingestaut werden. Der Großteil der Deponiesohle läge in diesem Fall etwa 1 m über dem Grundwasserspiegel.

Untersuchungen an Proben der abgelagerten Aluminiumkrätze ergaben einen Aluminiumgehalt von 20 % bis 30 %, wobei der Anteil metallischen Aluminiums etwa 10 % beträgt, der Rest setzt sich aus Aluminiumoxid (Al_2O_3), Aluminiumcarbid (Al_4C_3), Aluminiumnitrid (AlN) und Aluminiumchloriden ($AlCl_3$) zusammen. Entsprechend dem sekundärmetallurgischen Verfahren, aus dem die Aluminiumkrätzen stammen, enthalten sie unterschiedlich hohe Mengen an Salzschlacken. Dabei handelt es sich um leichtlösliche Salze, hauptsächlich Natrium- und Kaliumchlorid, untergeordnet auch Calciumfluorid. Weiters sind teilweise hohe Schwermetallgehalte (z. B. Blei (Median: 940 mg/kg; Kupfer (Median: 5.700 mg/kg und Zink (Median: 4.500 mg/kg)) nachzuweisen, die ein bis zwei Größenordnungen über den entsprechenden Prüfwerten der ÖNORM S 2088-1 liegen. Durch Eluatuntersuchungen konnte eine vergleichsweise geringe Mobilisierbarkeit dieser Schwermetalle nachgewiesen werden. Lediglich Kupfer war in den Eluaten z. T. in erhöhtem Ausmaß nachzuweisen (Maximum: 50 mg/kg; Median: 3 mg/kg; Prüf- bzw. Maßnahmenschwellenwert nach ÖNORM S 2088-1: 1 mg/kg bzw. 10 mg/kg). Entsprechend dem hohen Gehalt an leicht löslichen Salzen im Ausgangsmaterial finden sich in den Eluaten hohe Natrium-, Kalium-, Chlorid- und Fluoridkonzentrationen.

Entsprechend der Menge und der stofflichen Eigenschaften der abgelagerten Abfälle sowie der hohen Mobilisierbarkeit von Stickstoffverbindungen und leicht löslichen Salzen ist das Schadstoffpotenzial der Altablagerung insgesamt als hoch zu bewerten.

Bodenluftmessungen im unmittelbaren Umfeld der Altablagerung ergaben Belastungen durch Methan, Kohlendioxid, Ammoniak und Wasserstoffgas. Phosphin konnte nicht nachgewiesen werden. Die maximalen Methangehalte von 8 Vol.-% lagen deutlich unter dem Orientierungswert der ÖNORM S 2088-3 für unbebaute Gebiete (20 Vol.-%); die Kohlendioxidgehalte bis auf einzelne Messwerte ebenfalls (Max.: > 8 Vol.-%; Median: 0,8 Vol.-%; Orientierungswert: 5 Vol.-%). Der mittlere Ammoniakgehalt lag bei rund 0,08 Vol.-% (Max.: 0,09 Vol.-%), der mittlere Wasserstoffgehalt bei rund 3,6 Vol.-% (Max: 18 Vol.-%). Bei achtstündigen Bodenluftabsaugversuchen an ausgewählten Messstellen ergaben sich Kohlendioxidkonzentrationen von < 3 Vol.-% und Methankonzentrationen von < 1 Vol.-%. Ammoniak war mit Ausnahme vereinzelt kurzfristig auftretender Spitzen von < 10 ppm an keiner

Messstelle nachweisbar (zum Vergleich: der MAK-Wert für Ammoniak beträgt 20 ppm). Die Wasserstoffkonzentration bewegte sich im Bereich von < 3 Vol.-%, meist lag sie unter 0,5 Vol.-%.

Das Gasbildungspotenzial der Altablagerung ist aufgrund der Stoffeigenschaften der abgelagerten Aluminiumkrätze grundsätzlich sehr hoch. Unter den vorhandenen Standortbedingungen ist die Nachbildungsrate und die Migrationsweite der in der Deponie gebildeten Gasgemische als gering einzustufen. Aufgrund der derzeitigen Nutzung des Deponiegeländes und seines Umfeldes ist entsprechend der Beurteilung der Bodenluftuntersuchungsergebnisse keine erhebliche Gefahr für das Schutzgut Luft vorhanden.

Grundwasseruntersuchungen belegen eine deutliche Beeinträchtigung des Grundwassers durch die Altablagerung. Zum Teil sind sehr hohe Gehalte an Ammonium, Nitrat, Alkalimetallen und Chlorid sowie ein sehr niedriger Sauerstoffgehalt im Grundwasserabstrom festzustellen. Die höchsten Belastungen traten im nördlichen und nordöstlichen Abstrom auf. Ende 2008 und Anfang 2009 war an diesen Messstellen bei den meisten relevanten Parametern verglichen mit dem ursprünglichen Niveau eine Konzentrationserhöhung bis um den Faktor 10 festzustellen. Im Anschluss fielen die Konzentrationen wieder auf das ursprüngliche Niveau. Ende 2009 und Anfang 2010 war erneut ein starker Anstieg, teilweise bis um den Faktor 100, gefolgt von einem neuerlichen starken Konzentrationsabfall zu beobachten.

Die hohen Nitratkonzentrationen – bei gleichzeitig sehr hohen Ammonium- und sehr geringen Sauerstoffgehalten – weisen auf Nitrifikationsprozesse im Grundwasser unterhalb der Deponie hin. Weiterführende Nitrifikationsprozesse, die zu einer signifikanten Abnahme der Ammoniumgehalte im weiteren Abstrom führen würden, sind durch die geringen Gehalte an gelöstem Sauerstoff stark eingeschränkt (an der 150 m entfernten Messstelle S4 liegt der Sauerstoffgehalt durchwegs unter 0,5 mg/l).

Die Fluoridkonzentrationen lagen an den Abstrommessstellen nur bei sehr hohen Grundwasserständen in der Größenordnung des Maßnahmenschwellwerts, ansonsten fast durchwegs unterhalb der Nachweisgrenze.

Im Jahr 1989, d. h. während bzw. kurz nach Beendigung der Ablagerungstätigkeit, waren im Abstrom an allen Messstellen deutlich erhöhte Aluminiumgehalte > 0,1 mg/l festzustellen. Diese erhöhten Aluminiumgehalte waren im Zuge der Untersuchungen in den Jahren 2007 bis 2010 nicht mehr nachweisbar.

Im Abstrom der Ablagerung konnten nur sehr selten, wiederum als Folge sehr hoher Grundwasserstände (Einstau der tiefsten Bereiche) erhöhte Schwermetallkonzentrationen beobachtet werden (Blei vereinzelt in der Größenordnung des Prüfwerts der ÖNORM S 2088-1; Nickel vereinzelt in der Größenordnung des Maßnahmenschwellenwerts der ÖNORM S 2088-1; Kupfer mehrmals im Bereich des Prüfwerts und einmalig an einer Messstelle im Bereich des Maßnahmenschwellenwerts).

Die Grundwasserbelastung durch Chlorid, Natrium, Kalium und Ammonium korreliert zeitlich verzögert mit dem Grundwasserstand. Jeweils zwei bis vier Monate vor den starken Konzentrationsanstiegen im Grundwasser (Jahreswechsel 2008/2009 bzw. 2009/2010) waren Anstiege des Grundwasserspiegels auf eine Höhe von 269 m ü. A. oder höher festzustellen.

Bei diesen sehr hohen Grundwasserständen (≥ 269 m ü. A.) sind vermutlich hauptsächlich Diffusionsprozesse maßgeblich für den Schadstoffeintrag an leicht löslichen Salzen zu sein. Sofern Deponiebereiche eingestaut werden (≥ 270 m ü. A.), erlangen auch direkte Lösungsprozesse im Grundwasser hohe Bedeutung für das Emissionsgeschehen. Ausschließlich in diesen Fällen kann es auch zu einer geringfügigen Mobilisierung von Aluminium und

Schwermetallen kommen. Der Einfluss von Diffusionsprozessen auf das Belastungsbild des Grundwassers sinkt aber mit sinkendem Grundwasserspiegel. Bei normalen Grundwasserständen, die zeitlich mit der „Basisbelastung“ des Grundwassers korrelieren, dürften hauptsächlich konvektive Transportprozesse, d.h. primär Versickerung von Niederschlag in Randbereichen der Deponie für den Eintrag leicht löslicher Salze in das Grundwasser von Bedeutung zu sein. Im Falle von Ammonium scheinen die einfachen Diffusions- und Konvektionsprozesse durch Rücklösungsprozesse von Ammoniakgas und Nitrifikationsprozesse deutlich überlagert zu werden.

Ausgehend von den vorliegenden Grundwasseruntersuchungsergebnissen kann unter Berücksichtigung der Standortverhältnisse die Tiefe des durch Deponiesickerwasser beeinflussten Grundwasserbereiches mit maximal 10 m angenommen werden.

Tab. 12 enthält eine grobe Abschätzung der im unmittelbaren Grundwasserabstrom transportierten maximalen und mittleren Schadstofffrachten sowie der Schadstofffrachten, die sich aus der von der Deponie ausgehenden „Basisbelastung bei normalen Grundwasserständen“ unter den bisher angenommenen Randbedingungen (Durchlässigkeit, Mächtigkeit der Grundwasserbelastung) ergeben. Demnach beträgt die mittlere Ammoniumfracht im Abstrom rund 20 kg pro Tag, die maximale rund 300 kg pro Tag. Diese Frachten sind jedenfalls als sehr groß zu bewerten. Die sich bei „Basisbelastung“ (7 mg/l Ammonium) ergebende Fracht von rund 11 kg pro Tag ist als groß zu bewerten. Die Chloridfrachten belaufen sich auf rund 60 kg bis 600 kg pro Tag und die Alkalimetallfrachten auf rund 50 kg bis 300 kg pro Tag. Diese Frachten sind als erheblich zu bewerten.

Tab. 12: Abschätzung der Stofffrachten im Grundwasser

	Grundwasserkonzentration			**Stofffracht im Grundwasser**		
	Maximum *	Median **	"Basis" ***	Maximum	Median	"Basis"
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[g/d]	[g/d]	[g/d]
Chlorid	355	64	38	564.054	102.132	59.579
Natrium	90	26	14	143.460	41.064	21.547
Kalium	106	27	17	168.067	42.359	27.564
Ammonium	186	14	7	296.024	22.828	11.393

* Gewichteter Mittelwert der am 16.02. 2010 ermittelten Grundwasserkonzentrationen an den Abstrommessstellen GWP1-GWP5, GWP10, S1 und S2

** Gewichteter Mittelwert der Mediane (2007-2010) der ermittelten Grundwasserkonzentrationen an den Abstrommessstellen GWP1-GWP5, GWP10, S1 und S2

*** Basisbelastung: Gewichteter Mittelwert der zwischen 12.8. 2008 und 20.10. 2008 ermittelten Grundwasserkonzentrationen (jeweils Mittelwert der 3 Messdurchgänge) an den Abstrommessstellen GWP1-GWP5, GWP10, S1 und S2 abzüglich der zeitlich korrespondierenden Grundwasserkonzentrationen an den Anstrommesstellen GWP7, GWP8 und S0

Die Länge der Schadstofffahne wurde bisher nicht ermittelt. Entsprechend den noch hohen Konzentrationen im Grundwasserabstrom (in ca. 150 m Entfernung) ist mit einer Ammoniumfahne im Grundwasser mit bis zu 500 m, mit erhöhten Chlorid- und Alkalimetallkonzentrationen möglicherweise auch noch weiter entfernt, zu rechnen. Es ist allerdings davon auszugehen, dass die von der Altlast ausgehenden Chlorid- und Alkalimetallbelastungen von der Salzbelastung in Zusammenhang mit der 400 m nordöstlich der Altlast verlaufenden Südautobahn überlagert werden. Die ca. 2,5 km entfernten Brunnen des Wasserwerks Wiener Neustadt West sind nicht von der Schadstofffahne betroffen. Auf Grund des

Alters und der Entwicklung der Grundwasserverunreinigung seit dem Jahr 1989 kann eine mittel- oder langfristige Gefährdung dieses Wasserwerks ausgeschlossen werden.

Die Tetrachlorethenbelastung des Grundwassers ist bereits im Anstrom der Deponie vorhanden und somit nicht auf diese zurückzuführen.

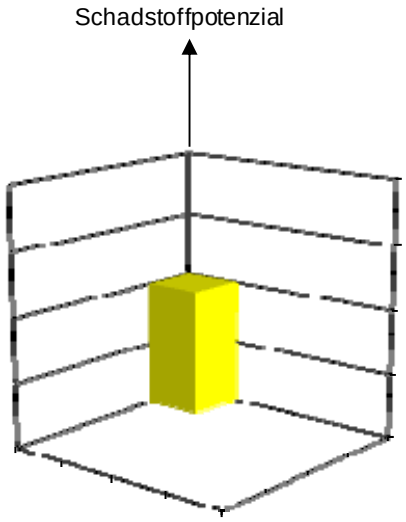
Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Altablagerung entsprechend ihrer Menge und Zusammensetzung ein hohes Schadstoffpotential und ein sehr großes Reaktionspotenzial aufweist. Aufgrund der derzeitigen Nutzung des Deponiegeländes und seines Umfeldes stellen die Gasbelastungen im Untergrund keine erhebliche Gefahr für das Schutzgut Luft dar. Die in das Grundwasser eingetragenen Ammoniumfrachten sind sehr groß und verursachen eine massive Grundwasserbeeinträchtigung. Die Schadstoffausbreitung im Grundwasser ist weitreichend. Kurz- und mittelfristig ist aufgrund der Emissionscharakteristik derartiger Ablagerungen nicht mit einer Abnahme der ins Grundwasser eingetragenen Frachten zu rechnen. Die Altablagerung stellt eine erhebliche Gefahr für das Grundwasser dar.

5 PRIORITÄTENKLASSIFIZIERUNG

Maßgebliches Schutzgut für die Bewertung des Ausmaßes der Umweltgefährdung ist das Grundwasser. Die maßgeblichen Kriterien für die Prioritätenklassifizierung können wie folgt zusammengefasst werden:

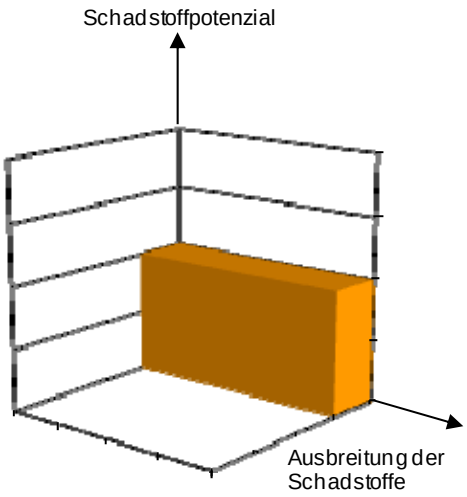
5.1 Schadstoffpotenzial: hoch (2)

Auf einer Fläche von rund 44.000 m² wurden etwa 380.000 m³ Aluminiumkrätze in Form feinkörniger Stäube mit hohen Gehalten an Aluminium, leicht löslichen Salzen und teilweise auch Schwermetallen abgelagert. Diese Abfälle unterliegen ihren stofflichen Eigenschaften entsprechend unter den gegebenen Bedingungen Reaktionen, die mit Ammonium und leicht löslichen Salzen belastete Sickerwässer zur Folge haben, während Aluminium und Schwermetalle aus der Abfallmatrix nur in sehr geringem Ausmaß mobilisierbar sind. Aufgrund des großen Ablagerungsvolumens und der mobilisierbaren Stoffe ist das Schadstoffpotenzial der Altablagerung insgesamt als hoch zu bewerten.



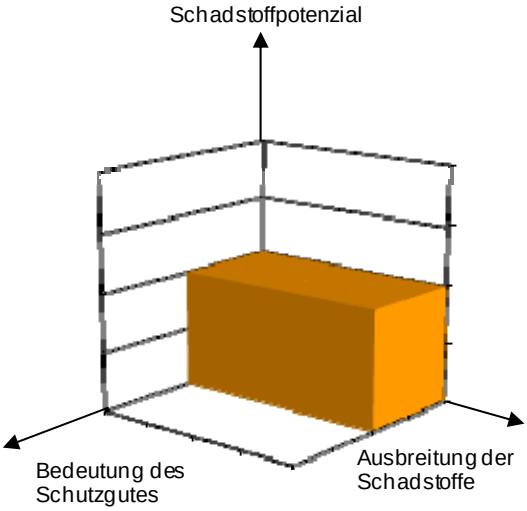
5.2 Schadstoffausbreitung: weitreichend (4)

Ausgehend von der Altablagerung ist im Grundwasserabstrom eine Belastung durch Ammonium, Nitrat, Alkalimetalle und Chlorid festzustellen. Die abschätzbaren mittleren Ammoniumfrachten sind als sehr groß zu beurteilen, die Frachten der anderen maßgeblichen Stoffe (Chlorid etc.) als erheblich. Die Ammoniumbelastungen reichen vermutlich bis maximal 500 m in den Grundwasserabstrom. Die Schadstofffahne ist daher als lang zu klassifizieren. Kurz- und mittelfristig ist nicht mit einer Abnahme der ins Grundwasser eingetragenen Frachten zu rechnen, so dass auch keine Veränderung der Schadstofffahne zu erwarten ist. Entsprechend der sehr großen Ammoniumfracht im Grundwasser und der langen Schadstofffahne ist die Schadstoffausbreitung insgesamt als weitreichend zu bewerten.



5.3 Schutzgut: gut nutzbar (2)

Die Altablagerung befindet sich in einem Grundwasserkörper mit großem Dargebot und im Wasserschongebiet des Wasserwerks West der Stadt Wiener Neustadt, das in ca. 2,5 km Entfernung im Grundwasserabstrom liegt. Eine Gefährdung dieses Wasserwerks durch die Altablagerung ist auszuschließen.



5.4 Prioritätenklasse – Vorschlag: 2

Die Altlast wurde im Jahr 1991 in die Prioritätenklasse 2 eingestuft. Entsprechend der Bewertung der aktuellen Untersuchungsergebnisse, der aktualisierten Gefährdungsabschätzung und den im § 14 Altlastensanierungsgesetz festgelegten Kriterien schlägt das Umweltbundesamt keine Änderung der Einstufung der Altlast N6 „Aluminiumschlackendeponie“ vor.

6 HINWEISE ZUR NUTZUNG DER ALTABLAGERUNG

Entsprechend dem Ausmaß der vorhandenen Untergrundverunreinigungen sind Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Unabhängig von den erforderlichen Sanierungsmaßnahmen sind bei der Nutzung des Standortes zumindest folgende Punkte zu beachten

- Da im gesamten Ablagerungsbereich und im näheren Umfeld das Auftreten von gesundheitsschädlichen oder explosionsfähigen Gasen oder Gasgemischen (Wasserstoffgas, Ammoniak, Kohlendioxid, Methan) möglich ist, ist von einer Bebauung und Tiefbauarbeiten jeglicher Art abzuraten.
- Bei unumgänglichen Tiefbauarbeiten im Bereich der Altablagerung und im näheren Umfeld (z. B. Erkundungsbohrungen, unterirdische Verlegung von Leitungen und Kanälen, Wartungsarbeiten an unterirdischen Objekten) müssen Maßnahmen geprüft und gesetzt werden, um mögliche Gefahren durch die Bildung explosionsfähiger oder erstickend wirkender Gas-Luft-Gemische auszuschließen sowie die Exposition von Menschen gegen die Inhalation toxischer Bodenluftkomponenten zu vermeiden.
- Durch eine Änderung der Nutzung dürfen sich keine neuen Gefahrenmomente ergeben und der Umweltzustand nicht verschlechtert werden (z. B. zusätzliche Mobilisierung von Schadstoffen).
- In Zusammenhang mit allfälligen zukünftigen Bauvorhaben bzw. der Befestigung von Oberflächen muss die Art der Ableitung der Niederschlagswässer eingehend untersucht werden. Eine erhöhte Mobilisierung von Schadstoffen und ein erhöhter Eintrag von Schadstoffen in das Grundwasser durch Versickerungen muss ausgeschlossen werden.
- Die bei Tiefbauarbeiten ausgehobenen kontaminierten Materialien müssen den geltenden gesetzlichen Bestimmungen entsprechend behandelt bzw. entsorgt werden.

Dr. Gernot Döberl e.h.

DI Stefan Weihs e.h.

Anhang

Verwendete Unterlagen und Bewertungsgrundlagen

- Informationen über die Recherchen des Umweltbundesamtes zur Aluminiumschlackendeponie der Firma Berger Gesellschaft m.b.H. bei Wiener Neustadt. UBA-IB-124. Wien, September 1988.
- Bericht über Untersuchungen zur Ermittlung des Gefährdungspotentials der Aluminiumschlackendeponie der Fa. Helene Berger in Wr. Neustadt. Salzburg, Februar 1990.
- Gefährdungsabschätzung für die Verdachtsfläche „Aluminium-Schlackendeponie Berger“. Wien, Jänner 1991.
- Altlast N 6 „Aluminiumschlackendeponie Berger“, Wr. Neustadt, Niederösterreich. Studie zum Gefährdungspotential der Altlast anhand vorhandener Unterlagen; Vorschlag für ein erforderliches Detailerkundungsprogramm. Wien, Jänner 2007.
- Detailerkundung der Altlast N6 „Aluminiumschlackendeponie Berger“ in der KG Wiener Neustadt, Niederösterreich. Wien, Dezember 2008.
- Situationsbericht zur Altlast N6. Leoben, April 2009.
- Altlast N6 „Aluminiumschlackendeponie Wiener Neustadt, Niederösterreich. Projektvorschlag. Wien, Oktober 2009.
- Gutachten über die Aluminiumschlackendeponie Berger. Leoben, Juni 2010.

- ÖNORM S 2088-1: Altlasten – Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser. Wien, September 2004.
- ÖNORM S 2088-3: Altlasten – Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Luft. Wien, Jänner 2003.
- Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über Grenzwerte für Arbeitsstoffe und über krebserregende Arbeitsstoffe (Grenzwerteverordnung 2003 – GKV 2003).

Die ergänzenden Untersuchungen wurden im Rahmen der Vollziehung des Altlastensanierungsgesetzes vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft veranlasst und finanziert.