

"Dig and treat"
**- erste Ergebnisse einer neuen "Sanierungstechnologie" am Beispiel der ehem.
Hausmülldeponie Tiefenbach bei Oberstdorf**

Jörg Danzer

_boden & grundwasser-, Hindelanger Str. 35, 87527 Sonthofen
e-mail: joerg.danzer@boden-und-grundwasser.de

Markus Keilhauer

Wilhelm-Geiger GmbH & Co. KG, Wilhelm-Geiger-Str. 1, 87561 Oberstdorf
e-mail: markus.keilhauer@w-geiger.de

Abstract: *A former municipal landfill near Oberstdorf-Tiefenbach was completely excavated in order to eliminate the potential risk of contamination of the river of Breitach. The excavated material was separated in order to obtain information about the waste composition as well as to reduce disposal costs. The total mass of the landfill was about 9.300 t and consists of about 80 % mineral constituents, 16 % water and 4 % domestic waste.*

Zusammenfassung: *Die ehem. Hausmülldeponie Oberstdorf-Tiefenbach wurde komplett rückgebaut, um das Risiko eines Schadstoffeintrags in den Wildbach Breitach auszuschließen. Der Aushub wurde aufwendig getrennt, um Informationen über die Zusammensetzung zu bekommen und Entsorgungskosten zu sparen. Die Gesamtmasse von ca. 9.300 Tonnen bestand zu ca. 80 % aus mineralischen Bestandteilen, 16 % Wasser und 4 % Hausmüll.*

Keywords: Municipal waste deposit, excavation, waste treatment, "dig-and-treat", composition of waste

Schlagworte: Hausmülldeponie, Rückbau, Abfallbehandlung, Schadstoffinventar

1 Einleitung

Der Oberstdorfer Ortsteil Tiefenbach betrieb zwischen 1950 und 1975 südlich von Tiefenbach-Weidach eine Hausmülldeponie, wobei ein Altarm des Wildbaches Breitach mit Hausmüll und Gewerbeabfällen (Klinik, Gastronomie) verfüllt und einer Rekultivierungsschicht überdeckt wurde. Die ehemalige Deponie befindet sich im Überschwemmungsgebiet der Breitach und ist im Hochwasserfall stark erosionsgefährdet. Sie stellt daher eine potentielle Gefahr für das Oberflächengewässer dar. Aufgrund dieser Gefahr sowie wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten (Hochwasserschutz, Vergrößerung des Abflussquerschnitts) entschied sich die Gemeinde Oberstdorf für die nachhaltige Sanierung der Deponie durch Auskoffnung und Behandlung des Aushubmaterials („dig-and-treat“). Die Leistungen wurden beschränkt öffentlich ausgeschrieben und an den günstigsten Bieter vergeben.

2 Ergebnisse der Voruntersuchung

Eine Orientierenden Untersuchung (6 Baggerschürfe) ergab folgende Ergebnisse: Die ehemalige Hausmülldeponie ist gut abzugrenzen und besitzt eine Fläche von ca. 2.800 m². Der abgelagerte Hausmüll wurde regelmäßig abgebrannt. Die ca. 1 m mächtige Hausmüllschicht weist hausmüllähnliche Siedlungsabfälle (v.a. Folien, Holz, Schrott, Glas) mit einem geschätzten Volumenanteil zwischen 30 bis 50 Vol-% auf und bindet in das Grundwasser ein. Die Rekultivierungsschicht besitzt eine durchschnittliche Mächtigkeit von ca. 1,5 m. Das Schadstoffinventar (vgl. Tabelle 1) umfasst v.a. die Schwermetalle Blei (Pb), Kupfer (Cu) und Zink (Zn) sowie die Stoffgruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK)

mit mittleren Feststoff-Konzentrationen von 280 mg/kg (Pb), 120 mg/kg (Cu), 550 mg/kg (Zn) und 2,5 mg/kg (PAK). Aufgrund der Lage der Deponie ist zu besorgen, dass bei einem Hochwasserereignis durch erosive Massenverlagerung kontaminiertes Material und Hausmüll in das Oberflächengewässer gelangt.

3 Durchführung der Sanierung

Der Rückbau der Deponie erfolgte sukzessive rückschreitend von Osten nach Westen, wobei jeweils zunächst die Überdeckung und anschließend die Hausmüllschicht ausgebaut und abtransportiert wurde. Das nicht oder nur gering belastete Material der Überdeckung, insgesamt ca. 7.400 t, wurde in eine nahegelegene Erdaushubdeponie verbracht.

Der eigentliche Deponiekörper bestand überwiegend aus mineralischen Bestandteilen mit unterschiedlichen Korngrößen (Schluff bis Kies, Steine). Die Konsistenz des ausgebauten Materials reichte von schüttfähigem Kies aus der ungesättigten Bodenzone bis breiig/pastösem schluffreichem Material, das in wassergesättigtem Zustand unter dem Grundwasserspiegel ausgebaut wurde.

4 Behandlung des Aushubmaterials

Der Deponiekörper, insgesamt ca. 9.300 t, wurde zur Zwischenlagerung und zur weiteren mechanischen Behandlung in eine nach BImSchG-genehmigte Boden- und Bauschuttbehandlungsanlage transportiert. Die Zwischenlagerung des Materials stellte bereits eine Herausforderung dar, da nur eine begrenzte Fläche innerhalb der Anlage zur Verfügung stand und sich das Material aufgrund der teilweise stark breiigen Konsistenz nur schwer aufhalten ließ.

In einem ersten Aufbereitungsschritt wurde das Material in eine Fein- (< 40 mm) und eine Grobfraction (> 40 mm) getrennt. Dabei war zunächst das Ziel eine Feinfraktion herzustellen, die bereits weitgehend frei von nicht-mineralischen Fremdbestandteilen ist und direkt zur Rekultivierung oder im Deponiebau eingesetzt werden kann. Aufgrund der breiig-bindigen Konsistenz wurde zur Trennung ein Sternsieb verwendet und ca. 4.400 t Feinfraktion produziert.

Aufgrund der Deklarationsanalysen (vgl. Kap. 5) konnte das Material der Deponieklasse (DK) 1 zugeordnet und im Rahmen einer Deponiebaumaßnahme entsorgt werden. Zur Sicherstellung der Einbaufähigkeit und Verdichtbarkeit wurde das Material vorher z.T. mit einem hydraulischen Tragschichtbinder verbessert.

Ziel der Aufbereitung der verbleibenden Grobfraction von ca. 4.900 t war es, diese möglichst vollständig vom Anteil nicht-mineralischer Siedlungsabfälle (v.a. Holz, Folie und Schrott) zu berauben. Dabei bestand die Problematik darin, dass diese Anteile z.T. in die sehr bindige Matrix eingeschlossen waren. Die Abtrennung erfolgte über eine Kombination von Sortierbagger, Stern- und Schwingsiebtechnik und Magnetabscheider. Die im Siebüberlauf verbliebenen nicht-mineralischen Anteile (v.a. Holz, Folien und Kunststoffe) wurden händisch nachsortiert. Die erhaltenen Chargen wurden wiederum beprobt und analysiert (vgl. Kap. 5) und es konnten auf diese Weise weitere ca. 4.700 t Bodenmaterial, das keine Hausmüllanteile mehr enthielt, einer weiteren Entsorgung als < Z 2 gem. LAGA Boden zugeführt werden.

5 Ergebnisse der chemischen Analysen

Zur abfallrechtlichen Klassifizierung des Materials wurden Chargen von jeweils ca. 1.000 t durch ein unabhängiges Labor beprobt und auf den Parameterumfang gem. Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) Boden (Feststoff und Eluat) sowie gem. Abfallablagereungsverordnung (AbfAbIV) analysiert. Die Ergebnisse der chemischen Analysen sowohl der Deklarationsanalytik als auch der Voruntersuchung sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Übersicht der Analysenergebnisse der Deklarationsanalysen der Feinfraktion 0 – 40 mm (Stichprobenumfang n = 6), der Grobfraktion (n = 4) sowie der Ergebnisse der Voruntersuchung (n = 5). MW = Mittelwert; Stabw = Standardabweichung; Max = Maximalwert; Min = Minimalwert; EOX = extrahierbare organische Halogene; BTEX = Stoffgruppe Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol; LHKW = Stoffgruppe leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe; PAK = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe; PCB = Polychlorierte Biphenyle; Corg = organischer Kohlenstoffgehalt, n.n. = nicht nachgewiesen; n.b. = nicht bestimmt.

Parameter	Einheit	Feinfraktion 0 – 40 mm (n = 6)				Grobfraktion > 40 mm (n = 4)				Voruntersuchung (n = 5)			
		MW	Stabw	Max	Min	MW	Stabw	Max	Min	MW	Stabw	Min	Max
Feststoff													
Trockensubstanz	%	81	4	87	74	88	5	94	82	73	7	62	78
Arsen	mg/kg	18	6	22	14	n.n.				12	6	4	19
Blei	mg/kg	160	88	304	87	100	81	213	22	282	221	79	650
Cadmium	mg/kg	1,4	0,8	2,4	0,7	0,6	0,3	0,9	0,4	1,0	1,0	0,4	2,8
Chrom, gesamt	mg/kg	31	8	39	21	23	6	28	19	24	11	12	36
Kupfer	mg/kg	208	305	828	45	127	133	295	18	121	96	15	240
Nickel	mg/kg	32	11	51	21	24	6	28	20	27	11	12	38
Quecksilber	mg/kg	0,2	0,0	0,3	0,1	0,2	0,0	0,2	0,1	1,0	1,9	0,1	4,3
Thallium	mg/kg	n.n.				n.n.				0,7	0,9	0,2	1,8
Zink	mg/kg	607	315	1055	310	345	257	693	103	552	385	210	1200
Cyanide, gesamt	mg/kg	0,6	0,3	0,9	0,2	0,3	0,2	0,5	0,2	0,5	0,4	0,1	0,8
EOX	mg/kg	n.n.				n.n.				n.n.			
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	65	7	70	54	96	27	115	77	321	319	72	680
BTEX	mg/kg	n.n.				n.n.				0,9	0,6	0,5	1,3
LHKW	mg/kg	n.n.				n.n.				n.n.			
PAK	mg/kg	3,0	1,3	4,8	1,1	0,9	0,7	1,9	0,3	2,5	1,4	0,3	4,2
PCB	mg/kg	0,0	0,0	0,1	0,0	n.n.				0,1	0,1	0,0	0,2
Corg	Gew-%	3,9	3,4	10,7	1,8	2,2	0,6	3,0	1,5	n.b.			
extrah lipoph Stoffe	Gew-%	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1		0,1	0,1	n.b.			
Atmungsaktivität AT4	mg O ₂ /g	0,4	0,2	0,8	0,2	n.b.				n.b.			
Eluat S4													
pH - Wert		7,6	0,6	8,6	7,1	8,4	0,9	9,7	7,7	n.b.			
el. Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	263	46,6	326,0	204,0	200	29,9	241,0	171,0	n.b.			
Chlorid	mg/l	2,3	1,3	3,6	1,1	3,1	0,4	3,3	2,8	n.b.			
Sulfat	mg/l	54	30,6	107,0	27,0	37	13,1	50,0	19,0	n.b.			
Cyanide, gesamt	µg/l	n.n.				5,8		5,8	5,8	n.b.			
Kupfer	µg/l	n.n.				25		25,0	25,0	n.b.			
Zink	µg/l	11		11,0	11,0	15	2,8	17,0	13,0	n.b.			

Die höchsten mittleren (Schadstoff-)Konzentrationen im Feststoff wurden für die Schwermetalle Zink (345 mg/kg – 607 mg/kg), Kupfer (127 mg/kg – 208 mg/kg) und Blei (100 mg/kg – 160 mg/kg) gemessen. Untergeordnet waren Arsen, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber sowie Cyanide enthalten. Von den organischen Schadstoffen wurden Kohlenwasserstoffe (C10 – C40) mit mittleren Konzentrationen zwischen ca. 65 mg/kg und 96 mg/kg und PAK mit mittleren Konzentrationen zwischen 0,9 mg/kg und 3 mg/kg gemessen. Im S4-Eluat wurden elektrische Leitfähigkeiten zwischen 200 µS/cm und 262 µS/cm sowie Chlorid, Sulfat, Zink sowie in der Grobfraktion Cyanide und Kupfer in relativ geringen Konzentrationen gemessen.

Den steuernden Parameter für die Entsorgung stellte der organische Kohlenstoffgehalt (Corg) zwischen ca. 2 und 11 Gew-% dar, dessen biologische Abbaubarkeit - bestimmt als Atmungsaktivität über vier Tage (AT4) – im Mittel unter 0,5 mg/kg Sauerstoff lag.

6 Zusammensetzung der ehem. Hausmülldeponie

Aus den in Tabelle 1 dargestellten mittleren Schadstoffkonzentrationen und den bekannten Massen der Feinfraktion (0 – 40 mm) und Grobfraktion (> 40 mm) wurden die (Schad-)stoffmassen und damit das Inventar bzw. die Zusammensetzung der ehem. Hausmülldeponie abgeschätzt. Die Ergebnisse dieser Abschätzung sind mit dem berechneten prozentualen Anteil in Tabelle 2 dargestellt.

Von einer Gesamtmasse von ca. 9.300 t entfallen ca. 81,6 % auf mineralische Bestandteile inkl. Glas, 15,6 % Wasser und 1,6 % organischen Kohlenstoff. Die verbleibenden 1,2 % Hausmüllanteile enthalten ca. 69 t Schrott, ca. 26 t Holz und ca. 10 t Kunststoffe. Das abgeschätzte Schadstoffinventar umfasst ca. 3,6 t Zink, 1,3 t Kupfer, 1 t Blei, 643 kg Kohlenwasserstoffe (C10 – C40), 217 kg Nickel, 210 kg Chrom, 63 kg Arsen, 14 kg PAK, 7,5 kg Cadmium, 3,4 kg Cyanide, 1,3 kg Quecksilber und ca. 100 g PCB.

Tabelle 2: Übersicht der Analyseergebnisse der Deklarationsanalysen der Fein- und Grobfraktion sowie der Ergebnisse der Voruntersuchung

Parameter	Einheit	Feinfraktion 0 - 40 mm	Grobfraktion > 40 mm	Gesamtfraktion	Anteil [%]
Gesamtmasse	t	4.397	4.915	9.311	100,0
Mineralische Bestandteile inkl. Glas	t	3.551	4.312	7.863	81,6
Wasser	t	846	603	1.449	15,6
Organischer Kohlenstoff Corg	t	137	10	146	1,6
Schrott	t	-	68,5	68,5	0,74
Holz	t	-	25,9	25,9	0,28
Kunststoff, Folien	t	-	9,9	9,9	0,11
extrahierbare lipophile Stoffe	t	4,1	0,3	4,4	0,05
Zink	kg	2.154	1.488	3.642	0,04
Kupfer	kg	738	546	1.284	0,01
Blei	kg	567	430	996	0,01
Kohlenwasserstoffe C10-C40	kg	229	414	643	0,007
Nickel	kg	114	104	217	0,002
Chrom, gesamt	kg	109	101	210	0,002
Arsen	kg	63	n.n.	63	0,001
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	kg	10	4	14	0,0002
Cadmium	kg	4,9	2,7	7,5	0,0001
Cyanide, gesamt	kg	2,1	1,3	3,4	0,00004
Quecksilber	kg	0,6	0,7	1,3	0,00001
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	kg	0,1	-	0,1	0,000001

7 Diskussion

Beim Auskoffern der Deponie wurden viele unversehrte Glasflaschen angetroffen, die im Rahmen der Aufbereitung zerbrochen wurden, so dass die Glasfraktion der Hausmüllbestandteile in die mineralischen Bestandteile „überführt“ wurde. Geht man davon aus, dass der Anteil von Glas in einer ähnlichen Größenordnung wie der Schrott liegt, ergibt sich für die Hausmüllbestandteile Schrott, Glas, Holz, Kunststoffe sowie der organische Substanz ein Gewichtsanteil von ca. 3,5 %. Geht man davon aus, dass bei der gewählten Behandlungs- und Bilanzierungsmethode der Hausmüll nicht vollständig erfasst wurde, wird der tatsächliche Hausmüllanteil über diesem Wert liegen. Für den Fall, dass der Anteil um einen Faktor 2 unterschätzt würde – was unwahrscheinlich erscheint – läge der Hausmüllanteil im Bereich

von ca. 7 Gew-%. Diese Ergebnisse sind vermutlich u.a. darauf zurück zu führen, dass Papier, Kunststoffe und andere brennbaren organischen Materialien durch das immer wieder kehrende Abbrennen während des Betriebs der Deponie reduziert bzw. der Kohlenstoff in inerte Formen (Asche) umgewandelt und iterativ mit mineralischem Material überdeckt wurde.

Im Rahmen der Voruntersuchung wurde der Hausmüllanteil deutlich überschätzt. Die Gesamtmasse der Hausmülldeponie dagegen wurde im Rahmen der Voruntersuchung deutlich unterschätzt, da ca. 30 % der Hausmüllschicht aus dem Grundwasser ausgebaut wurde.

Die mittleren Konzentrationen der chemischen Analysen der Voruntersuchung stimmen verhältnismässig gut mit denen der Deklarationsanalysen überein, wobei die Konzentrationen z.T. etwas überschätzt wurden (Blei, Quecksilber, Thallium, Kohlenwasserstoffe).

8 Schlußfolgerung

Die ehemalige Hausmülldeponie Tiefenbach wurde komplett ausgebaut. Die Gesamtmasse betrug ca. 9.300 t, die sich aus ca. 80 Gew-% mineralischen Bestandteilen, 16 Gew-% Wasser und 4 Gew-% Hausmüllbestandteilen zusammen setzte. Die Hausmüllbestandteile waren überwiegend in der Grobfraction > 40 mm vertreten und relativ homogen im Deponiekörper verteilt. Der organische Kohlenstoff war überwiegend in der Feinfraction < 40 mm enthalten. Aufgrund der Ergebnisse der AT4-Versuche handelte es sich um inerte Kohlenstoff-Verbindungen (Asche, Kohle, Huminstoffe). Die Konzentrationen der Schadstoffe waren im Mittel in der Feinfraction um einen Faktor 2 höher als in der Grobfraction. Die Masse der Hausmüllschicht wurde im Rahmen der Voruntersuchung unterschätzt, da sich ca. 30 % unter dem Grundwasserspiegel befand. Die im Rahmen der Voruntersuchung ermittelten Schadstoff-Konzentrationen stimmten gut mit den Ergebnissen der Deklarationsanalytik überein. Dies zeigt, dass der Stichprobenumfang (Anzahl der Baggerschürfe, Proben und Analysen) für die vorliegende Verteilung der Schadstoffe ausreichend war.

Die aufwendige Aufbereitung des Aushubmaterials ermöglichte sowohl die wirtschaftliche Entsorgung der behandelten Fraktionen im Zuge von konventionellen Rekultivierungs- und Deponiebaumaßnahmen als auch die Rückgewinnung von Wertstoffen mit z.T. positivem Marktwert (Schrott, Kunststoffe, Holz). Dadurch konnte wertvolles höherwertiges Deponievolumen der Klassen DK-II und DK-III (Beseitigung) geschont und durch eine Verwertungsquote von nahezu 100 % für den Abfallerzeuger eine erhebliche Kosteneinsparung bewirkt werden.

9 Literatur

DANZER, J., KEILHAUER, M, (2008): "Dig and treat" – Rückbau der ehem. Hausmülldeponie Tiefenbach bei Oberstdorf, GAB im Dialog Ausgabe 1/2008, Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern (Hrsg.), München.