

Drain-and-Gate zur Sanierung/Sicherung einer ehem. Hausmülldeponie - Ergebnisse der Sanierungsuntersuchung

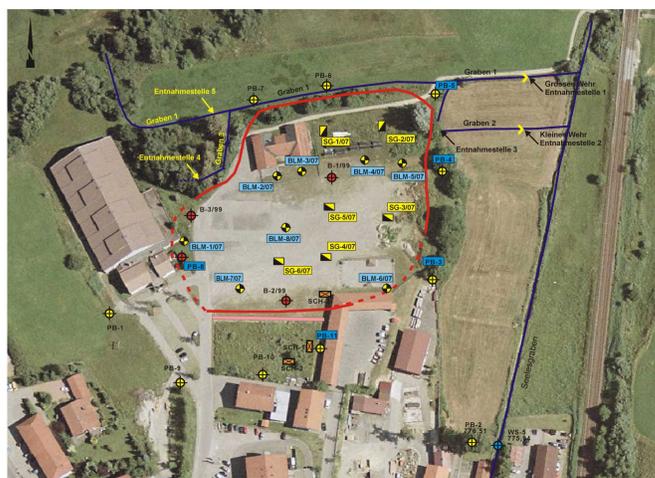
Jörg Danzer, Rainer Klein

„boden & grundwasser“, Hindelanger Str. 35, D-87527 Sonthofen, info@boden-und-grundwasser.de

Fragestellung und Ziel

Die ehemalige Hausmülldeponie Pfalzen-Sinswang in Oberstaufen (Landkreis Oberallgäu) stellt eine potentielle Gefahr auf den Wirkungspfaden Boden-Mensch, Boden-Grundwasser und Boden-Oberflächengewässer dar. Im Rahmen eines Gutachtens zur Konzeption wurden verschiedene Sanierungs- bzw. Sicherungsalternativen fachlich-technisch sowie ökonomisch verglichen. Zu diesen zählen neben der kompletten Auskoffnung, die Umschließung mit passiver Wasserhaltung, Drain-and-Gate im Abstrom, Natural Attenuation sowie eine Drainage im westlichen Zustrom in Kombination mit einer Oberflächenabdichtung. Aus fachlichen und ökonomischen Gründen wurde von den zuständigen Behörden die Sicherungsvariante "Drain-and-Gate im Abstrom" favorisiert. Ziel der durchgeführten Sanierungsuntersuchung war es, die vorhandene Datengrundlage zu verdichten, um die Grundlage für die detaillierte Sanierungsplanung zu schaffen. Insbesondere wurde das Schadstoffinventar, die Bodenluft (Deponiegase), Deponie- und Grundwasser sowie Sicker- und Oberflächenwasser untersucht und der Deponiewasserhaushalt - zeitlich hoch aufgelöst erfasst.

Untersuchungsgebiet



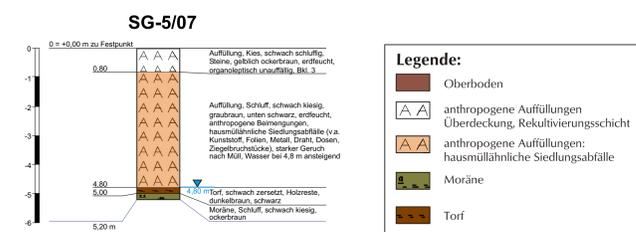
[Abb. 1] Untersuchungsgebiet: Luftbild mit Lage von Aufschlüssen und Messstellen.

[Topographie] "Die ehemalige Hausmülldeponie Pfalzen-Sinswang befindet sich im Norden des Marktes Oberstaufen auf einer Höhe von ca. 782 nüNN. Sie besitzt eine Ausdehnung in Nord-Süd-Richtung von ca. 120 m, in Ost-West-Richtung von ca. 140 m und eine Fläche von ca. 1,5 ha. Die Deponie ist weitgehend eben und ihre Oberfläche ist weitgehend unversiegelt

[Geologie] Den geologischen Untergrund bilden würmzeitliche Grundmoränen (Schluffe mit unterschiedlichen Kies und Steingehalten), die im Projektgebiet durch Torfe überlagert sind.

[Ehem. Nutzung] Die Hausmülldeponie Pfalzen-Sinswang wurde zwischen 1960 und 1978 betrieben. Dabei wurde der südliche Teil des sich im Norden anschließenden Sinswanger Moos ohne Basisabdeckung - mit Ablagerungen überdeckt bzw. aufgefüllt.

Zur Ablagerung gelangten neben Hausmüll auch Bauschutt und Sperrmüll. Der abgelagerte Müll wurde in unregelmäßigen Abständen immer wieder abgebrannt und dadurch z.T. mineralisiert, homogenisiert und in seiner Mächtigkeit reduziert. Die Mächtigkeit des Deponiekörpers liegt zwischen ca. 3 und 5 m. Die Deponie wurde nach 1978 mit einer ca. 1 m mächtigen (Rekultivierungs-)Schicht aus Erdaushub, der z.T. Bauschuttbestandteile enthält, überdeckt.



[Abb. 2] Profil der Deponie (Baggerschurf/Schürfgrube SG-5/07)

Methoden



[Abb. 3 a bis d] Untersuchungsmethoden: Baggerschürfe (a), Bohrungen (b), Bodenluft- und Grundwasserermessungen (c), Untersuchung von Bodenluft (d).

Methoden



[Abb. 4 a bis d] Untersuchungsmethoden: Messung der Gasemission über die Oberfläche, FID-Begehung (a), Monitoring Grund- und Oberflächenwasser (b), Raumluftuntersuchungen, Bodenluftabsaugversuche gem. ITVA-Richtlinie (c und d).

[Tab. 1] Rahmenbedingungen der Bodenluftabsaugversuche, Gegenüberstellung der geplanten und realisierten Parameter.

Parameter	Einheit	BLM-1	BLM-2	BLM-3
Methan-Konzentration, Voruntersuchung	[Vol-%]	17	22	51
Mittlere Methan-Konzentration, Absaugversuch	[Vol-%]	1,3	43	45
Initiale Absaugrate, geplant	[m ³ /h]	10	10	4
Mittlere Absaugrate, Absaugversuch ca.	[m ³ /h]	9	1,2	1,5
Mittlerer Unterdruck Absaugmessstelle ca.	[hPa]	-100	-30	-3
Versuchsdauer, geplant	[h]	104	104	104
Versuchsdauer, realisiert	[h]	101	110	306
Minimal abgesaugtes Luftvolumen, geplant	[m ³]	1.040	1.040	416
Abgesaugtes Luftvolumen, realisiert ca.	[m ³]	910	132	460
Theoretische geplante Reichweite bei 1-fachem Austausch des Porenvolumens (Annahme PV = 0,2) ca.	[m]	29	29	18
Theoretisch realisierte Reichweite bei 1-fachem Austausch des Porenvolumens (Annahme PV = 0,2) ca.	[m]	27	10	19

Ergebnisse - Wasser

[Tab. 2] Übersicht der Analyseergebnisse Grundwasser in Zustrom, Schadstoffherd und Abstrom. MW = Mittelwert; Stabw = Standardabweichung; Max = Maximalwert; Min = Minimalwert; AOX = adsorbierbare organische Halogene; PAK = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe; B(a)P = Benzo(a)pyren; CSB = Chemischer Sauerstoffbedarf; TOC = Total organic carbon; n.n. = nicht nachgewiesen.

Parameter	Einheit	Zustrom				Schadstoffherd				Abstrom				Stufe-1-Wert
		MW	Stabw	Min	Max	MW	Stabw	Min	Max	MW	Stabw	Min	Max	
Temperatur	°C	10,2	1,7	6,9	12,8	10,5	1,9	7,4	14,6	9,7	1,0	8,3	11,8	Änderung
pH-Wert		7,1	0,1	6,9	7,3	7,1	0,6	6,5	8,4	6,9	0,2	6,7	7,5	+ 0,3 bis 1,0
Leitfähigkeit	µS/cm	504	88	434	712	1048	537	370	2100	742	162	476	965	+ 200
Sauerstoff	mg/l	3,0	1,4	2,0	5,0	2,4	1,2	1,2	4,6	2,2	1,2	1,5	4,4	- 3
Ammonium	mg/l	0,2	0,1	0,0	0,4	17,9	19,7	0,1	67,0	2,2	2,7	n.n.	8,0	+0,3
Natrium	mg/l	6,1	2,1	3,3	9,9	40,9	31,7	9,9	93,0	19,9	11,5	3,2	40,0	+ 20
Kalium	mg/l	0,9	0,7	0,3	2,1	26,3	33,9	1,8	100,0	4,1	5,1	0,1	15,0	+ 10
Magnesium	mg/l	13,0	4,9	6,1	18,0	39,1	46,8	8,8	170,0	14,5	4,2	7,8	22,0	+ 10
Calcium	mg/l	80,1	29,1	10,0	100	111,2	53,3	37,0	213,0	133,5	30,5	94,0	170,0	+ 20
KS 4,3	mmol/l	5,5	0,4	4,7	6,0	10,1	3,7	4,4	15,3	7,8	1,6	5,3	9,9	+/- 1
Nitrat	mg/l	1,5	1,0	0,2	2,7	1,3	0,8	0,2	2,5	1,4	0,5	0,9	2,1	+/- 10
Sulfat	mg/l	7,2	4,3	1,4	16,0	3,1	3,9	0,4	12,0	2,2	2,9	0,1	8,2	+/- 30
Chlorid	mg/l	5,9	1,9	4,2	9,2	63,2	54,8	6,8	159,0	33,1	18,5	4,4	64,0	+ 30
Bor	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,02	0,25	0,27	0,02	1,00	0,05	0,03	0,02	0,1	+ 0,1
Phosphor	mg/l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
CSB	mg/l	8,0	17,4	0,0	49,0	53,0	27,5	24,0	92,0	34,2	12,8	16,0	55,0	
TOC	mg/l	2,3	1,5	0,0	4,0	14,4	12,6	3,0	42,0	7,1	4,3	1,0	15,0	
AOX	mg/l	0,01	0,01	0,00	0,03	0,05	0,03	0,01	0,10	0,02	0,01	0,01	0,05	+ 0,08
Naphthalin	µg/l	0,05	0,04	n.n.	0,10	0,76	0,92	n.n.	2,90	0,06	0,01	0,05	0,06	2
B(a)P	µg/l	0,00	0,00	n.n.	0,00	0,01	0,04	n.n.	0,12	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,01
EPA PAK ₁₅₋₁	µg/l	0,04	0,06	n.n.	0,16	1,27	1,38	n.n.	4,73	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,2
Arsen	µg/l	0,7	0,9	n.n.	2,0	5,7	15,9	n.n.	60,0	1,4	1,3	n.n.	4,0	10
Blei	µg/l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	53,4	186,5	n.n.	700,0	n.n.	n.n.	n.n.	0,0	25
Cadmium	µg/l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,2	0,6	n.n.	2,4	0,03	0,1	n.n.	0,2	5
Chrom	µg/l	0,5	0,8	n.n.	2,0	8,3	21,3	n.n.	79,0	0,2	0,4	n.n.	1,0	50
Kupfer	µg/l	1,6	1,4	n.n.	3,0	13,8	33,1	n.n.	123,0	1,5	1,4	n.n.	3,0	50
Nickel	µg/l	2,5	3,5	n.n.	8,0	40,4	75,5	n.n.	235,0	2,1	5,7	n.n.	18,0	50
Quecksilber	µg/l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,1	0,2	n.n.	0,7	n.n.	n.n.	n.n.	0,0	1
Zink	µg/l	0,6	1,8	n.n.	5,0	158,7	518,7	n.n.	1950	13,7	31,0	n.n.	100,0	500
Selen	µg/l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	10
Zinn	µg/l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	40
Eisen, ges.	mg/l	0,3	0,3	0,0	1,0	18,1	20,6	0,1	68,0	1,6	2,1	0,0	6,3	
Mangan	mg/l	0,3	0,2	0,1	0,5	0,9	1,1	0,1	3,2	0,6	0,4	0,2	1,3	

[Tab. 3] Übersicht der Analyseergebnisse Deponie- und Grundwasser: organische und Summen-Parameter.

Probenbezeichnung	Einheit	Deponiewasser				GW im Abstrom			
		BLM-1/07	PB-8	BLM-2/07	BLM-3/07	PB-3	PB-4	PB-5	
KW (gesamt)	mg/l	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Benzol	µg/l	5,1	5,2	1,4	0,7	<0,5	<0,5	<1	
BTEX - Summe	µg/l	15,1	20	6,5	2,5	n.n.	n.n.	n.n.	
LHKW - Summe	µg/l	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
Naphthalin	µg/l	2,3	<0,01	0,21	2	<0,01	0,03	0,04	
PAK nach EPA	µg/l	2,78	0,02	0,34	2,31	n.n.	0,09	0,1	
PAK ohne Naph	µg/l	0,48	0,02	0,13	0,31	n.n.	0,06	0,06	
Summenparameter									
TOC	mg/l	n.b.	9	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	13	
DOC	mg/l	5,8	8,1	<0,5	14	5,3	4,8	13	
KW C5-C10	mg/l	n.b.	<0,5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	<0,5	
CSB	mg/l	n.b.	20	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	43	
BSB 5	mg/l	n.b.	2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	<1	
AOX	mg/l	<0,01	0,03	0,04	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	
DOC-Abbaurrate	%	n.b.	n.b. ^{a)}	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b. ^{a)}	
Oxidierbarkeit (KMnO ₄ -Verbrauch)	mg/l	22	35	53	47	16	27	50	
KMnO ₄ -Index (als O ₂)	mg/l	5,6	8,9	13	12	4	6,8	13	
Lipophile Stoffe	mg/l	n.b.	<2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	<2	
Leuchtbakterien	GL	1	1	1	1	1	1	1	

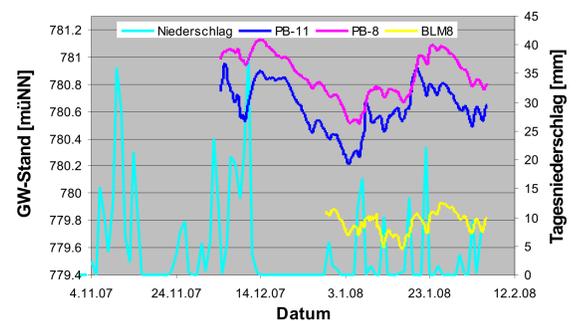
^{a)} nicht bestimmbar, da DOC-Konzentration zu niedrig (< 30 mg/l)

Ergebnisse - Schadstoffinventar

[Tab. 4] Übersicht der Analyseergebnisse zur Charakterisierung des Schadstoffinventars im Feststoff (Stichprobenumfang n = 14) und Abschätzung des Schadstoffinventars. EOX = extrahierbare organische Halogene; BTEX = Stoffgruppe Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol; LHKW = leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe; PCB = Polychlorierte Biphenyle.

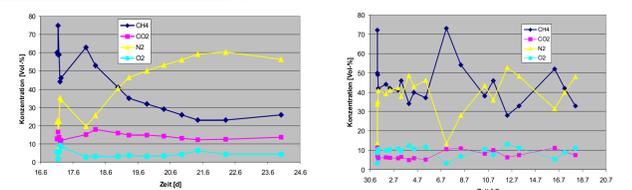
Parameter	Einheit	MW	Stabw	Max	Min	Masse	Einheit
Trockensubstanz	%	76	10	90	54	83.011	t
organischer Kohlenstoff C _{org}	%	3	2	7	1	3.396	t
KW C10-C40 (GC)	mg/kg	510	415	1700	140	56.100	kg
Zink (Zn)	mg/kg	392	230	710	66	43.104	kg
Blei (Pb)	mg/kg	289	379	1500	19	31.798	kg
Kupfer (Cu)	mg/kg	81	97	400	13	8.941	kg
Nickel (Ni)	mg/kg	28	21	93	10	3.096	kg
Chrom (Cr)	mg/kg	24	10	39	7	2.593	kg
PAK-15, ohne Naph	mg/kg	17	26	104	2	1.848	kg
Arsen (As)	mg/kg	9	3	15	4	937	kg
Cyanide ges.	mg/kg	1,4	1,1	3,5	0,2	152	kg
Naphthalin	mg/kg	1,3	3,5	13,0	0,1	138	kg
Cadmium (Cd)	mg/kg	1,1	1,2	4,9	0,2	120	kg
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,8	0,9	3,6	0,1	92	kg
BTEX	mg/kg	0,6	0,4	1,3	0,1	61	kg
Quecksilber (Hg)	mg/kg	0,5	0,6	2,2	0,1	51	kg
PCB-Summe	mg/kg	0,2	0,2	0,6	0,0	20	kg
Thallium (Tl)	mg/kg	0,1	0,0	0,2	0,1	15	kg
LHKW	mg/kg	0,1	-	0,1	0,1	11	kg

Grundwasserdynamik



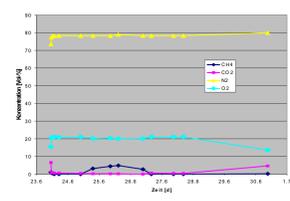
[Abb. 5] Grundwasser-Dynamik (Deponiewasserhaushalt) und Niederschläge.

Bodenluft - Deponiegas



[Abb. 6] Deponiegas BLM-2.

[Abb. 7] Deponiegas BLM-3.



[Abb. 8] Deponiegas BLM-1.

Emission

[Tab. 6] Abschätzung der Emission (Schadstofffracht) im Abstrom (E_{max} = maximal tolerierbare Emission gem. VwV "Orientierungswerte").

Parameter	Emission Abstrom	E _{max}
	Mittelwert [g/d]	[g/d]
Ammonium	26	1.100
Naphthalin	0,6	4,5