

20. Juli 2017

Altablagerung „Fußacher Werft“

Gefährdungsabschätzung und Prioritätenklassifizierung (§13 und §14 Altlastensanierungsgesetz)



Zusammenfassung

Bei der Altablagerung „Fußacher Werft“ handelt es sich um einen Teil einer ehemaligen Lehmgrube, der vermutlich ab 1967 bis 1976 auf einer Fläche von rd. 17.000 m² mit vorwiegend Industrie- bzw. Gewerbemüll sowie Hausmüll, Aushubmaterial und in geringem Umfang Bauschutt im Gesamtausmaß von rd. 90.000 m³ verfüllt wurde. Vor allem im nördlichen Teil der Altablagerung wurde überwiegend Hausmüll und Industrie- bzw. Gewerbemüll abgelagert. In diesem Bereich findet eine erhebliche Deponiegasproduktion statt. Das Abfallvolumen mit hohem Deponiegasemissionspotential kann mit 35.000-45.000 m³ abgeschätzt werden. Das Deponiegas breitet sich im Untergrund in östlicher Richtung aus und ist in mehreren Schächten im Nahbereich der Altablagerung nachweisbar. Zumindest temporär kann in den Schächten eine erstickend wirkende Atmosphäre vorhanden sein. Die Schadstoffemissionen in das Grundwasser sind gering. Der nördliche Teil der Altablagerung „Fußacher Werft“ stellt eine erhebliche Gefahr für die Umwelt dar. Es wird eine Einstufung in die Prioritätenklasse 3 vorgeschlagen.

1 LAGE DER ALTABLAGERUNG UND DER ALTLAST

1.1 Lage der Altablagerung

Bundesland: Vorarlberg
Bezirk: Bregenz
Gemeinde: Fußach (80213)
KG: Fussach (91108)
Grundstücksnr.: 307/65, 307/66, 344/4

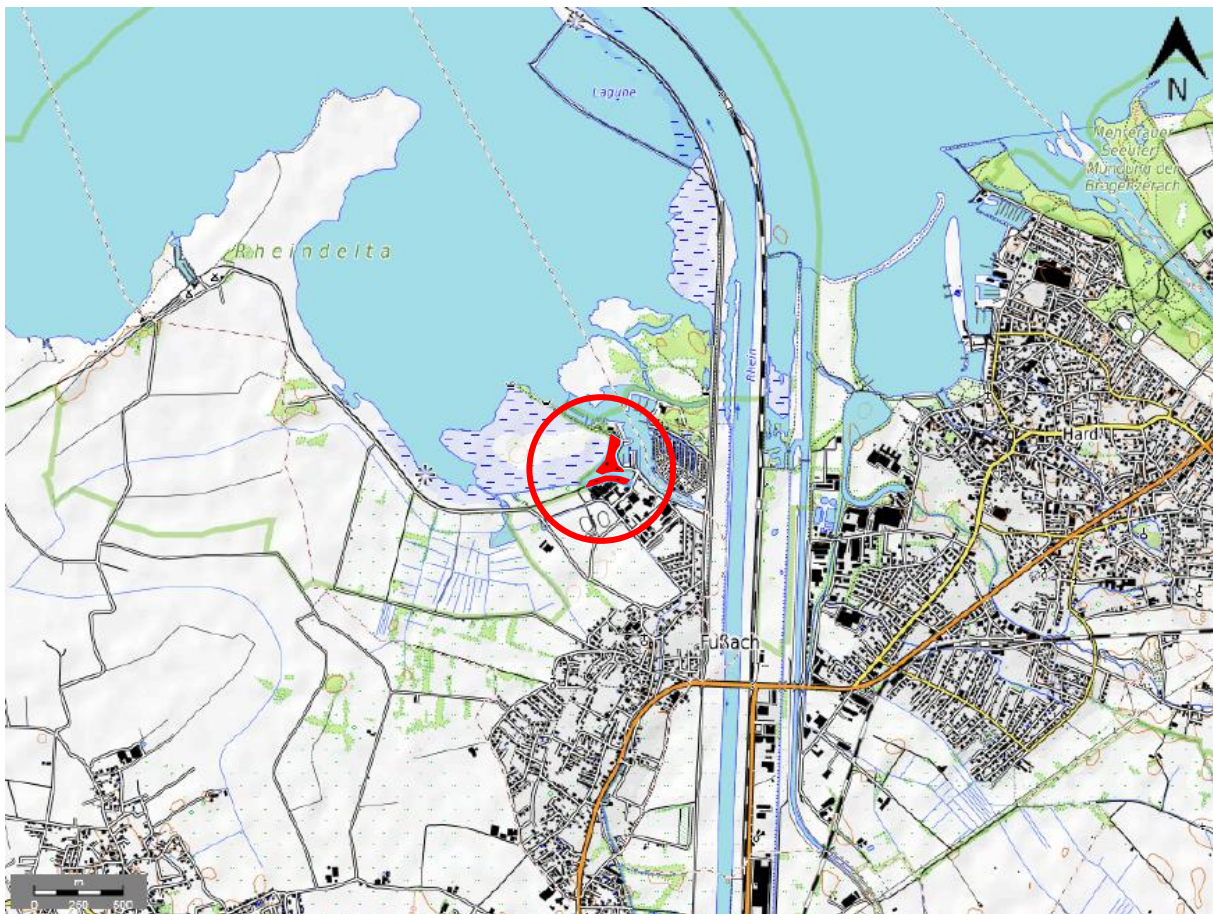


Abb.1: Übersichtslageplan

2 BESCHREIBUNG DER STANDORTVERHÄLTNISSE

2.1 Altablagerung

Die Altablagerung „Fußacher Werft“ befindet sich nördlich des Ortsgebietes von Fußach unmittelbar am Bodensee.

Bei der Altablagerung handelt es sich um einen Teil einer ehemaligen Lehmgrube, der vermutlich ab 1967 bis 1976 mit Industrie- bzw. Gewerbemüll (Kunststoff-, Textil-, Gummi- und Metallabfälle), Hausmüll, Aushubmaterial und in geringem Umfang Bauschutt aus dem gesamten Vorarlberger Rheintal verfüllt wurde. Die Ablagerungen erfolgten ohne technische Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers.

Die Altablagerung wird durch einen unverfüllten Bereich in einen südlichen Teil (der als Hochwasserschutzdamm fungiert) und einen nördlichen Teil getrennt. Die von Ablagerungen betroffene Fläche beträgt rd. 17.000 m². Die Ablagerungsmächtigkeit liegt bei maximal 5 m im südlichen Teil und maximal 10 m im nördlichen Teil. Der größte Teil der Ablagerungen ist permanent im Grundwasser eingestaut. Die Oberflächenabdeckung (Sand-Schluff-Gemisch mit kiesigen Anteilen) mit Mächtigkeit von max. 2,3 m wurde im Jahr 1990 und in den Jahren danach (Erhöhung des Dammes) geschüttet. Das Volumen der Altablagerung wird mit insgesamt rund 90.000 m³ abgeschätzt, das Volumen der Oberflächenabdeckung mit zusätzlich rd. 20.000 m³. Der Anteil an Haus-, Industrie- und Gewerbemüll in der Altablagerung wird mit rd. 65 Vol.-% abgeschätzt.

2.2 Untergrundverhältnisse

Die Altablagerung befindet sich zwischen den Deltas von Rhein und Bregenzer Ach im Bereich sandig-toniger Sedimente, die durch Seeschlämme verkittet wurden. Dementsprechend wird der Untergrund bis zumindest 15 m Tiefe aus Feinsand und Schluff aufgebaut, die den geringdurchlässigen Grundwasserleiter darstellen. Lokal sind organische Einschlüsse, Schluff-Ton- und Grobsand-Schluff-Linsen vorhanden. Die Untergrundverhältnisse sind in Abbildung 3 dargestellt.

Die Altablagerung liegt auf einer Höhe von etwa 398 m ü. Adria. Der Flurabstand beträgt etwa 1-2 m. Die Grundwasserspiegellage entspricht aufgrund der unmittelbaren Nähe zum Bodensee weitgehend dem Seewasserspiegel und unterliegt vermutlich auch dessen jahreszeitlichen Schwankungen. Die Grundwasserströmung ist bei einem geringen Gefälle (etwa 0,5-1,5 ‰) nach Norden gerichtet. Temporär ist bei entsprechend höheren Seewasserspiegellagen auch eine landeinwärts gerichtete Strömung möglich. Die Ergiebigkeit des Grundwasserleiters ist als gering anzunehmen.

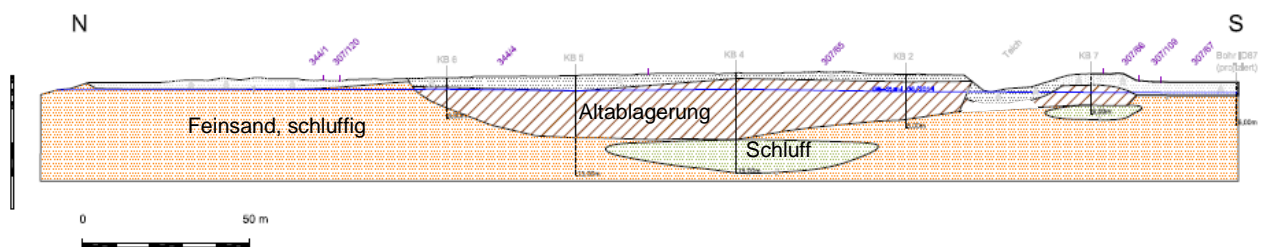


Abb.3: geologischer Schnitt

2.3 Schutzgüter und Nutzungen

Im Jahr 2014 wurde im zentralen Teil der Altablagerung ein geschotterter bzw. mit Asphaltgranulat versehener Abstellplatz für Boote und Kfz errichtet. Im Winterhalbjahr werden als Witterungsschutz temporäre Zeltüberdachungen (Abmessungen von etwa 50x15 m bzw. 70x15 m) mit offener Seite aufgestellt. Die übrigen Bereiche werden als Grünland genutzt. Zwischen den beiden Deponieteilen befindet sich ein Fischteich („Ruppteich“), der in westlicher Richtung in den Bodensee entwässert bzw. mit diesem in Wechselwirkung steht. Südlich der Altablagerung schließt ein überwiegend gewerblich genutztes Gebiet an, östlich und nördlich befinden sich Hafenanlagen (Bootsanlegestellen, Schiffswerft). Westlich der Altablagerung befindet sich ein Schilfgürtel bzw. das Naturschutzgebiet „Rheindelta“. Die Nutzungssituation auf der Altablagerung und in deren Umgebung ist in Abbildung 4 ersichtlich.

Die Altablagerung liegt am nördlichen Rand des Grundwasserkörpers „Rheintal“ und befindet sich in keinem Grundwasserschutz- oder Grundwasserschongebiet. Im Umfeld der Altablagerung sind keine Grundwassernutzungen bekannt. Die Altablagerung befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Bodensee.

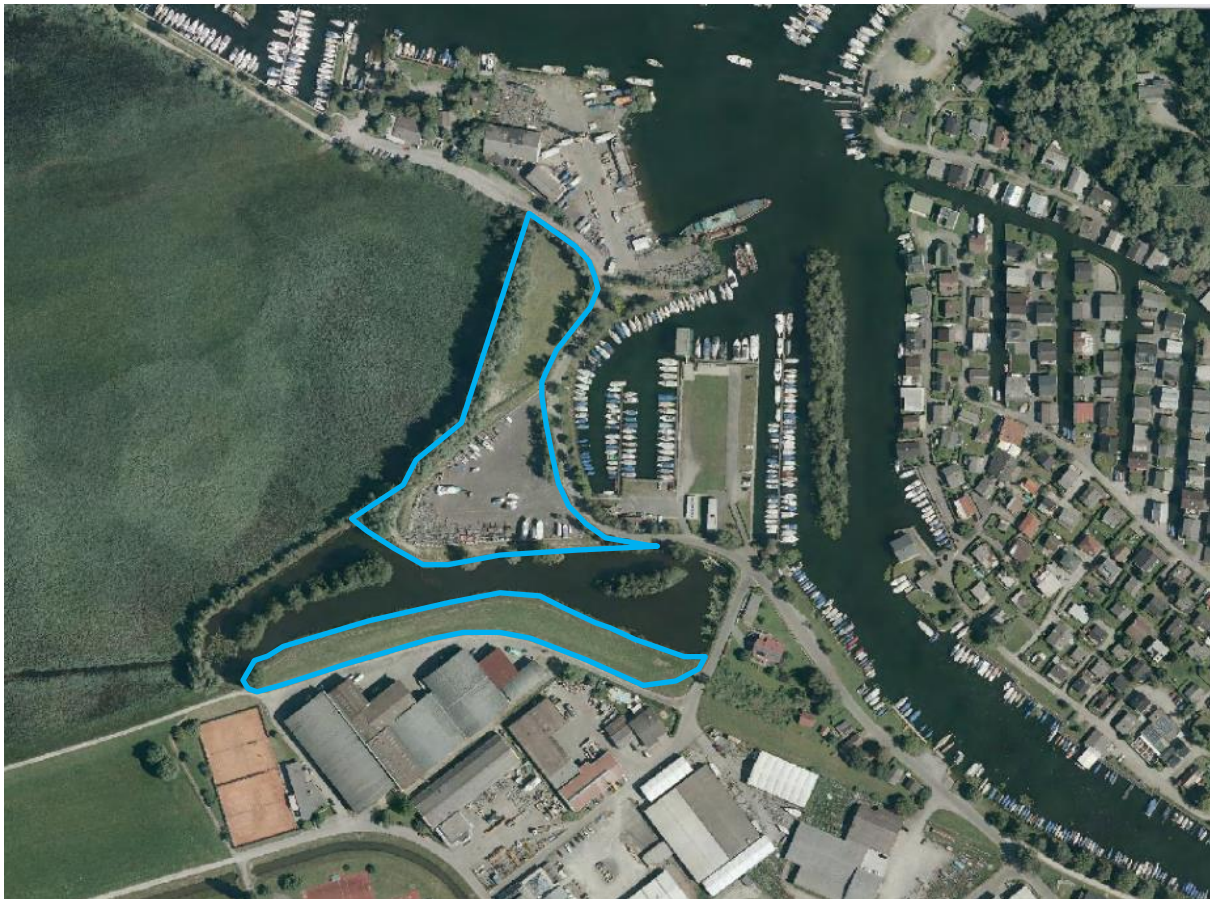


Abb.4: Lage der Altablagerung (blau) im Luftbild von 2015

3 UNTERSUCHUNGEN

Im Zeitraum von Anfang 2014 bis Sommer 2016 wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Herstellung von Rammkernsondierungen, Durchführung von Deponiegasmessungen und stichprobenartig Deponiegasuntersuchungen
- Trockenkernbohrungen, Untersuchung von Untergrundproben und Grundwasserschöpfproben
- Raumluftmessungen (3 Termine)
- Untersuchung von Oberflächenwasserproben (4 Termine)

3.1 Ergebnisse der Rammkernsondierungen und der Deponiegasuntersuchungen

Im Februar 2014 wurden im Bereich der Altablagerung 39 temporäre Deponiegasmessstellen errichtet. Zur Erkundung der geogenen Methan- und Kohlendioxidwerte wurden zusätzlich 2 temporäre Deponiegasmessstellen etwa 200 m südlich der Altablagerung hergestellt. Die Messstellen wurden mittels Kernbohrung (DN100 mm) oder Rammkernsondierung (DN80 mm) bis 2 m Tiefe hergestellt. Die Lage der Messstellen ist in Abbildung 5 ersichtlich.

Ausgeprägte Industrie- und Gewerbemüllablagerungen mit geringem Hausmüllanteil wurden sowohl im nördlichen als auch im südlichen Teil der Deponie ab Tiefen von 0,5-2 m festgestellt. Der im westlichen Randbereich zwischen Fischteich und Schilfgürtel vorhandene Damm ist mit Bodenaushub ohne Müll- und Bauschuttanteile geschüttet. Im Umfeld der Altablagerung liegen ebenfalls Schüttungen mit vorwiegend Bodenaushub vor. In einer Bohrung etwa 25 m östlich der Altablagerung (KB34) wurde in der Anschüttung bis ca. 2 m Tiefe starker Geruch nach Mineralölkohlenwasserstoffen festgestellt.

Die orientierenden Deponiegasmessungen erfolgten in Abhängigkeit von angetroffenen Müllschichten und dem Grundwasserspiegel in Tiefen von 1-2 m. Es wurden die Permanentgase Methan, Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff und Sauerstoff gemessen. An 5 Stellen wurden stichprobenartig Deponiegasprobennahmen durchgeführt und die Deponiegasproben hinsichtlich der Parameter CKW, BTEX und Σ KW C₅-C₁₀ analysiert.

Methan wurde mit Gehalten von im Mittel 4,7 Vol.-%, mit einem Maximum von rd. 64 Vol.-% gemessen. Die höchsten Methankonzentrationen waren im nördlichen Bereich der Deponie sowie an einer etwa 25 m östlich der Deponie situierten Messstelle (KB40, Anschüttung mit kiesigem Sand) festzustellen. Die Kohlendioxidgehalte lagen im Mittel bei 8,3 Vol.-%, das Maximum lag bei rd. 23 Vol.-%. Die mittlere Schwefelwasserstoff-Konzentration lag bei rd. 6 mg/m³, bei einem Maximum von rd. 43 mg/m³. Sauerstoff wurde im Mittel mit rd. 5 Vol.-% detektiert. Die Messergebnisse sind in Abbildung 5 graphisch dargestellt. Aufgrund des hohen Grundwasserspiegels konnten bei 2 Messstellen keine Deponiegasmessungen durchgeführt werden, an diesen Stellen wurden Grundwasserschöpfproben entnommen (siehe Kap.3.4). Bei einer Messstelle östlich der Altablagerung wurde vermutlich Atmosphärenluft angesaugt, die Messwerte blieben daher unberücksichtigt.

Die Ergebnisse der Deponiegasmessungen an den 17 Stellen innerhalb der Altablagerung sind zusätzlich in Tabelle 1 zusammengefasst.

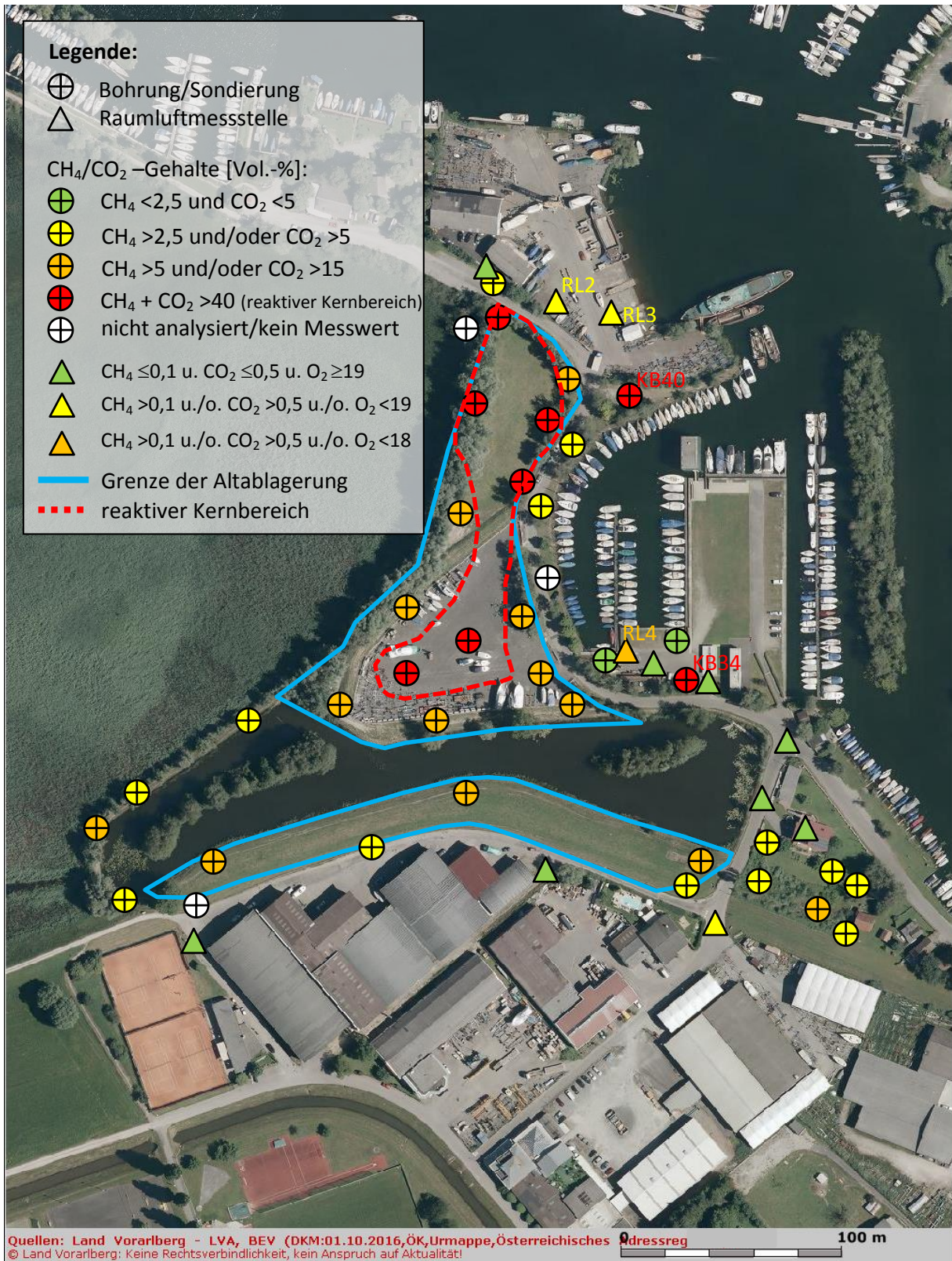


Abb.5: Lage der temporären Deponiegasmessstellen und der Raumlufthmessstellen, Ergebnisse der Deponiegas- und Raumlufthmessungen

Tab.1: Deponiegasmessungen innerhalb der Altablagerungsgrenzen

Parameter	Einheit	Messwerte			n _{Ges.}	Anzahl n Proben in Messwertbereich							
		Min.	Max.	Median		Bereich 1	n ₁	Bereich 2	n ₂	Bereich 3	n ₃	Bereich 4	n ₄
Methan	Vol.-%	0,1	55	15	17	≤5	3	>5-20	6	>20-40	5	>40	3
Kohlendioxid	Vol.-%	4,6	23	17	17	≤5	1	>5-15	5	>15-20	8	>20	3
Sauerstoff	Vol.-%	<0,1	5,8	0,6	17	≤0,1	5	>0,1-5	9	>5-18	3	>18	0
Schwefelwasserstoff	mg/m ³	3,1	32	7,7	17	≤1	0	>1-5	4	>5-20	11	>20	2

Richtwerte der ÖNORM S 2088-3 für unbebaute Gebiete: Methan 20 Vol.-%, Kohlendioxid 5 Vol.-%; Überschreitung =fett;

In den Referenzmessstellen wurde Methan mit 0,1 bzw. 1,3 Vol.-% und Kohlendioxid mit 12 bzw. 13 Vol.-% gemessen.

Bei keiner der stichprobenartig untersuchten Deponiegasproben waren leichtflüchtige chlorierte und aliphatische Kohlenwasserstoffe nachweisbar. Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe in Form von Benzol wurden lediglich bei einer Messstelle in Spurenkonzentrationen (0,3 mg/m³) detektiert.

3.2 Ergebnisse der Raumlufmessungen

An insgesamt 3 Terminen (Dezember 2014, Dezember 2015 und August 2016) wurden in einem Halbkeller südöstlich der Deponie sowie in 11 Schächten im Nahbereich der Deponie Raumlufmessungen hinsichtlich der Deponiegaskomponenten Methan, Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff und Sauerstoff durchgeführt. Die Schächte weisen Tiefen von 1,2-3,0 m auf. Die überwiegende Anzahl der Schächte ist begehbar.

Leicht erhöhte Methan-Gehalte von 0,2-1,0 Vol.-% wurden bei den Schächten RL2 (vermutlich begehbar, Tiefe 2,5 m) und RL3 (Ölabscheiderschacht) gemessen. Leicht erhöhte Kohlendioxid-Gehalte (0,7 bzw. 0,9 Vol.-%) waren bei einem Termin bei den Schächten RL3 und RL4 messbar. Bei RL4 (begehbar, Tiefe 1,2 m) lag bei einem Termin ein deutlich herabgesetzter Sauerstoff-Gehalt vor (17,9 Vol.-%). Bei RL3 wurden Sauerstoff-Gehalte von 18,0-18,3 Vol.-% gemessen. Die Schwefelwasserstoff-Konzentration lag bei allen Messstellen durchwegs unter dem MAK-Wert von 15 mg/m³ (max. 6 mg/m³ bei RL4).

Die Lage des Gebäudes mit Halbkeller und der Schächte sowie die Ergebnisse der Raumlufmessungen sind in der Abbildung 5 dargestellt.

3.3 Ergebnisse der Feststoffuntersuchungen

Im Juni 2014 wurden im Bereich der Altablagerung 8 Rammkernbohrungen (RKB1 bis RKB8; DN 273 mm) bis in Tiefen von 6-9 m bzw. an 2 Stellen bis 15 m Tiefe abgeteuft. Die Lage der Bohrungen ist in Abbildung 6 ersichtlich.

Im nördlichen Deponieteil wurde eine Ablagerungsmächtigkeit von durchschnittlich 8 m und maximal 10 m festgestellt, im südlichen Teil von 3-5 m. Die müllhaltigen Ablagerungsschichten mit durchschnittlicher Mächtigkeit von rd. 7 m (nördlicher Teil) bzw. 2,5-3 m (südlicher Teil) befinden sich zu >75 % in der gesättigten Zone. Diese Schichten waren dunkelgrau bis schwarz gefärbt und wiesen einen fauligen, modrigen Geruch auf. Nur lokal war KW-Geruch wahrnehmbar.

Aus dem Deponiekörper und dem natürlichen Untergrund wurden insgesamt 58 Feststoffproben gezogen, von denen insgesamt 19 Ablagerungsproben und 5 Proben aus dem natürlichen Untergrund unter der Deponiesohle für die Laboranalytik ausgewählt wurden. Die Proben wurden hinsichtlich der Parameter Metalle (Arsen, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei, Quecksilber, Zink), Gesamt-Cyanid, TOC, PAK und KW-Index im Gesamtgehalt sowie im Eluat hinsichtlich pH-

Wert, elektr. Leitfähigkeit, Metalle (wie Gesamtgehalt sowie Bor, Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium), Ammonium, Nitrit, Nitrat, Chlorid, Sulfat und TOC untersucht. 4 Proben mit KW-Geruch wurden ausschließlich hinsichtlich der Gesamtgehalte der Parameter BTEX und CKW analysiert. Ausgewählte Ergebnisse der Untersuchung von Ablagerungsproben sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 dargestellt.

Tab.2: Gesamtgehalte in Ablagerungsproben

Parameter	Einheit	Messwerte			n _{Ges.}	Anzahl n Proben in Messwertbereich								ÖNORM S 2088-1	
		Min.	Max.	Median		Bereich 1	n ₁	Bereich 2	n ₂	Bereich 3	n ₃	Bereich 4	n ₄	PW (a)	MSW
Arsen	mg/kg TS	5,5	63	8	15	≤10	11	>10-50	3	>50-200	1	>200	0	50	-
Cadmium	mg/kg TS	<0,1	7,3	1,1	15	≤0,1	2	>0,1-2	9	>2-10	4	>10	0	2	-
Chrom	mg/kg TS	18	220	38	15	≤20	1	>20-100	13	>100-500	1	>500	0	100	-
Kupfer	mg/kg TS	7,2	1900	120	15	≤20	3	>20-100	4	>100-500	7	>500	1	100	-
Quecksilber	mg/kg TS	<0,04	1,1	0,16	15	≤0,1	6	>0,1-1	8	>1-5	1	>5	0	1	-
Nickel	mg/kg TS	13	160	40	15	≤10	0	>10-100	14	>100-500	1	>500	0	100	-
Blei	mg/kg TS	8,7	4000	100	15	≤10	1	>10-100	7	>100-500	6	>500	1	100	-
Zink	mg/kg TS	40	2600	320	15	≤50	2	>50-500	8	>500-1500	3	>1500	2	500	-
KW-Index (GC)	mg/kg TS	<25	17000	160	15	≤25	1	>25-100	6	>100-1000	4	>1000	4	100	1000
ΣKW C10-C22	mg/kg TS	<10	910	51	15	≤10	0	>10-100	12	>100-500	1	>500	2	-	-
ΣBTEX	mg/kg TS	0,44	5,7	1,5	4	≤1	1	>1-6	3	>6-10	0	>10	0	6	-
Benzol	mg/kg TS	<0,01	0,04	<0,01	4	≤0,01	3	>0,01-1	1	>1-6	0	>6	0	1	-
ΣPAK EPA15	mg/kg TS	<0,32	7,7	0,4	15	≤0,32	7	>0,32-4	6	>4-10	2	>10	0	4	100
Naphthalin	mg/kg TS	<0,02	1,0	0,05	15	≤0,02	6	>0,02-1	9	>1-5	0	>5	0	1	-
ΣCKW	mg/kg TS	<0,14	1,0	0,18	4	≤0,14	2	>0,14-0,5	1	>0,5-1	1	>1	0	-	-

PW (a)...Prüfwert a der ÖNORM S 2088-1, Tabelle 1; Überschreitung =fett;

MSW...Maßnahmenschwellenwert der ÖNORM S 2088-1, Tabelle 1; Überschreitung =fett;

ΣKW C10-C22... Summe der Kohlenwasserstoffe mit Kettenlängen C₁₀ bis C₂₂ (mobile Fraktion im KW-Index); ΣBTEX...Summe von Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol; ΣPAK EPA15...Summe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (16 Einzelsubstanzen nach US-EPA Method 550, abzüglich Naphthalin); ΣCKW...Summe der leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffe (13 Einzelsubstanzen)

Tab.3: Eluatgehalte in Ablagerungsproben

Parameter	Einheit	Messwerte			n _{Ges.}	Anzahl n Proben in Messwertbereich								ÖNORM S 2088-1	
		Min.	Max.	Median		Bereich 1	n ₁	Bereich 2	n ₂	Bereich 3	n ₃	Bereich 4	n ₄	PW (a)	MSW (a)
pH-Wert	-	6,9	7,9	7,6	15	6-11	15	≥5 <6	0	>11 ≤12	0	<5 >12	0	<6 >11	<5 >12
el. Leitfähigkeit	mS/m	<30	178	53	15	≤30	2	>30-150	11	>150-250	2	>250	0	150	-
Bor	mg/kg TS	0,3	6,8	1,8	15	≤0,5	2	>0,5-1	2	>1-5	10	>5	1	-	-
Blei	mg/kg TS	<0,05	0,28	<0,05	12	≤0,05	10	>0,05-0,1	1	>0,1-0,5	1	>0,5	0	0,1	1
Kupfer	mg/kg TS	<0,05	0,18	<0,05	12	≤0,05	8	>0,05-1	4	>1-5	0	>5	0	1	10
Calcium	mg/kg TS	390	4500	860	15	≤500	4	>500-1000	7	>1000-2000	2	>2000	2	-	-
Magnesium	mg/kg TS	15	200	74	15	≤10	0	>10-50	5	>50-100	6	>100	4	-	-
Natrium	mg/kg TS	20	360	83	15	≤10	0	>10-50	2	>50-100	6	>100	7	-	-
Kalium	mg/kg TS	4,5	170	18	15	≤10	5	>10-50	9	>50-100	0	>100	1	-	-
NH4-N	mg/kg TS	2,1	210	66	15	≤5	1	>5-10	1	>10-100	10	>100	3	10	-
NO2-N	mg/kg TS	0,1	4,7	0,1	15	≤0,1	10	>0,1-2	3	>2-5	2	>5	0	2	-
NO3-N	mg/kg TS	<20	<20	<20	15	≤20	15	>20-50	0	>50-100	0	>100	0	100	-
Chlorid	mg/kg TS	<10	80	14	15	≤10	5	>10-100	10	>100-2000	0	>2000	0	2000	-
Sulfat	mg/kg TS	290	9800	1200	15	≤500	2	>500-1500	7	>1500-2500	3	>2500	3	2500	-
TOC	mg/kg TS	52	510	120	15	≤50	0	>50-100	5	>100-500	9	>500	1	50	-

PW (a)...Prüfwert a der ÖNORM S 2088-1, Tabelle 2; Überschreitung =fett;

MSW (a)...Maßnahmenschwellenwert a der ÖNORM S 2088-1, Tabelle 2; Überschreitung =fett;

NH4-N...Ammonium-Stickstoff, NO2-N...Nitrit-Stickstoff; NO3-N...Nitrat-Stickstoff;

TOC...gesamter organischer Kohlenstoff;

In den Proben mit Mineralöl-Konzentrationen über dem Maßnahmschwellenwert waren überwiegend hochsiedende Kohlenwasserstoffe aus dem Schmierölbereich enthalten.

Cyanide waren in keiner Probe nachweisbar. Der TOC wurde im Mittel mit 44.000 mg/kg TS und maximal 200.000 mg/kg TS gemessen.

Die in der Tabelle 3 nicht dargestellten Metalle lagen, sofern nachweisbar, in Konzentrationen unter den Prüfwerten der ÖNORM S 2088-1 vor.

In den Proben aus dem natürlichen Untergrund waren im Gesamtgehalt keine Überschreitungen der Richtwerte der ÖNORM S 2088-1 festzustellen. In den Eluaten lagen Prüfwertüberschreitungen bei den Parametern $\text{NH}_4\text{-N}$ (26-170 mg/kg TS) und TOC (53-110 mg/kg TS) vor.

3.4 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen

Im Zuge der Rammkernsondierungen im Februar 2014 wurden an 2 Stellen außerhalb der Altablagerung bedingt durch den hohen Wasserspiegel anstelle der Deponiegasmessungen Grundwasserschöpfproben entnommen und hinsichtlich der Parameter CSB, TOC, Chlorid und Ammonium analysiert. Die Lage der beiden Probenahmestellen (KB11, KB24) ist in Abbildung 6 ersichtlich.

Im Juni 2014 wurden aus 7 Kernbohrungen (RKB1-RKB6, RKB8; siehe Abbildung 6) Grundwasserschöpfproben entnommen. In RKB7 wurde kein Grundwassereintritt ins Bohrloch festgestellt. Die Schöpfproben wurden hinsichtlich des Parameterblockes I der GZÜV, der Metalle Arsen, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei, Quecksilber, Zink sowie der Parameter Gesamt-Cyanid, Phenol-Index, KW-Index, CKW, BTEX und PAK untersucht.

Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für ausgewählte Parameter sind in Tabelle 4 dargestellt. Die nicht dargestellten Parameter waren entweder nicht nachweisbar oder lagen in unauffälligen Konzentrationen vor.

Die Richtwertüberschreitungen bei den Parametern Benzol, ΣBTEX (im Wesentlichen Benzol und Xylol), CKW (in Form von Di- und Trichlormethan), $\Sigma\text{PAK EP15}$ und Phenol-Index wurden bei den Bohrungen RKB2, RKB3 und RKB5 festgestellt. Die Richtwertüberschreitungen beim Parameter Nickel wurden bei den Bohrungen RKB2, RKB3, RKB4, RKB5 und RKB8 gemessen.

Die Ammonium-Konzentrationen waren bei den Aufschlüssen RKB6 und RKB8 sowie den außerhalb der Deponie gelegenen RKB1, KB11 und KB24 mit Werten von 0,2-1,5 mg/l um 1-2 Zehnerpotenzen geringer als im zentralen Bereich der Deponie (RKB2-RKB5).

Die Überschreitungen des Maßnahmschwellenwertes für den KW-Index bei RKB5 und RKB8 waren gemäß den GC-Chromatogrammen vermutlich auf biogene Kohlenwasserstoffe und/oder Kunststoffe zurückzuführen. Der Anteil der mobilen Fraktion ($\text{C}_{10}\text{-C}_{22}$) in der Probe aus RKB5 lag bei rd. 25 %.

Tab.4: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen (Schöpfproben aus dem offenen Bohrloch) innerhalb der Deponiegrenzen

Parameter	Einheit	Altablagerung			n _{Ges.}	PW < n ≤ MSW	n > MSW	ÖNORM S 2088-1	
		RKB2-RKB6, RKB8 (n=6)						PW	MSW
		Min.	Max.	Median					
Calcium	mg/l	45	250	210	6	1	-	240	
Magnesium	mg/l	9	66	38	6	5	-	30	
Natrium	mg/l	6	38	14	6	1	-	30	
Kalium	mg/l	2	55	24	6	5	-	12	
Bor	mg/l	0,03	1,0	0,7	6	3	0	0,6	1
Eisen	mg/l	0,02	31	10	6	-	-		
Mangan	mg/l	0,09	1,2	0,4	6	-	-		
Ammonium (NH ₄)	mg/l	1,5	61	39	6	6	-	0,3	
Nitrat (NO ₃)	mg/l	<0,1	0,39	<0,1	6	0	-	50	
Sulfat	mg/l	0,2	29	4	6	0	-	150	
Chlorid	mg/l	7,0	29	13	6	0	-	60	
Nickel	mg/l	0,006	0,097	0,026	6	1	4	0,012	0,02
DOC	mg/l	3,6	72	47	6	-	-		
KW-Index (GC)	µg/l	<100	530	<100	6	4	2	60	100
ΣKW (GC) C ₁₀ -C ₂₂	µg/l	<100	140	<100	6	-	-		
ΣBTEX	µg/l	<0,6	257	10	6	0	1	30	50
Benzol	µg/l	<0,1	15	1,2	6	0	3	0,6	1
Toluol	µg/l	<0,1	1,6	0,7	6	0	0	6	10
ΣTetra- und Trichlorethen	µg/l	<0,2	0,2	<0,2	6	0	0	6	10
ΣCKW	µg/l	0,3	106	1,5	6	0	1	18	30
ΣPAK TVO	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	6	6	0	0,1	0,2
ΣPAK EPA15	µg/l	<0,75	2,0	<0,75	6	6	-	0,5	
Naphthalin	µg/l	<0,1	0,7	<0,1	6	0	-	1	
Phenolindex	µg/l	<10	42	16	6	1	-	30	

PW...Prüfwert der ÖNORM S 2088-1, Tabelle 4+5; Überschreitung =fett;

MSW...Maßnahmenschwelienwert der ÖNORM S 2088-1, Tabelle 4+5; Überschreitung =fett;

DOC...gelöster organischer Kohlenstoff; ΣKW C₁₀-C₂₂...Summe der Kohlenwasserstoffe mit Kettenlängen C₁₀ bis C₂₂ (mobile Fraktion im KW-Index); ΣBTEX...Summe von Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol; ΣPAK TVO...Summe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (4 Einzelsubstanzen nach Trinkwasserverordnung); ΣPAK EPA15...Summe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (16 Einzelsubstanzen nach US-EPA Method 550, abzüglich Naphthalin); ΣCKW...Summe der leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffe (14 Einzelsubstanzen)

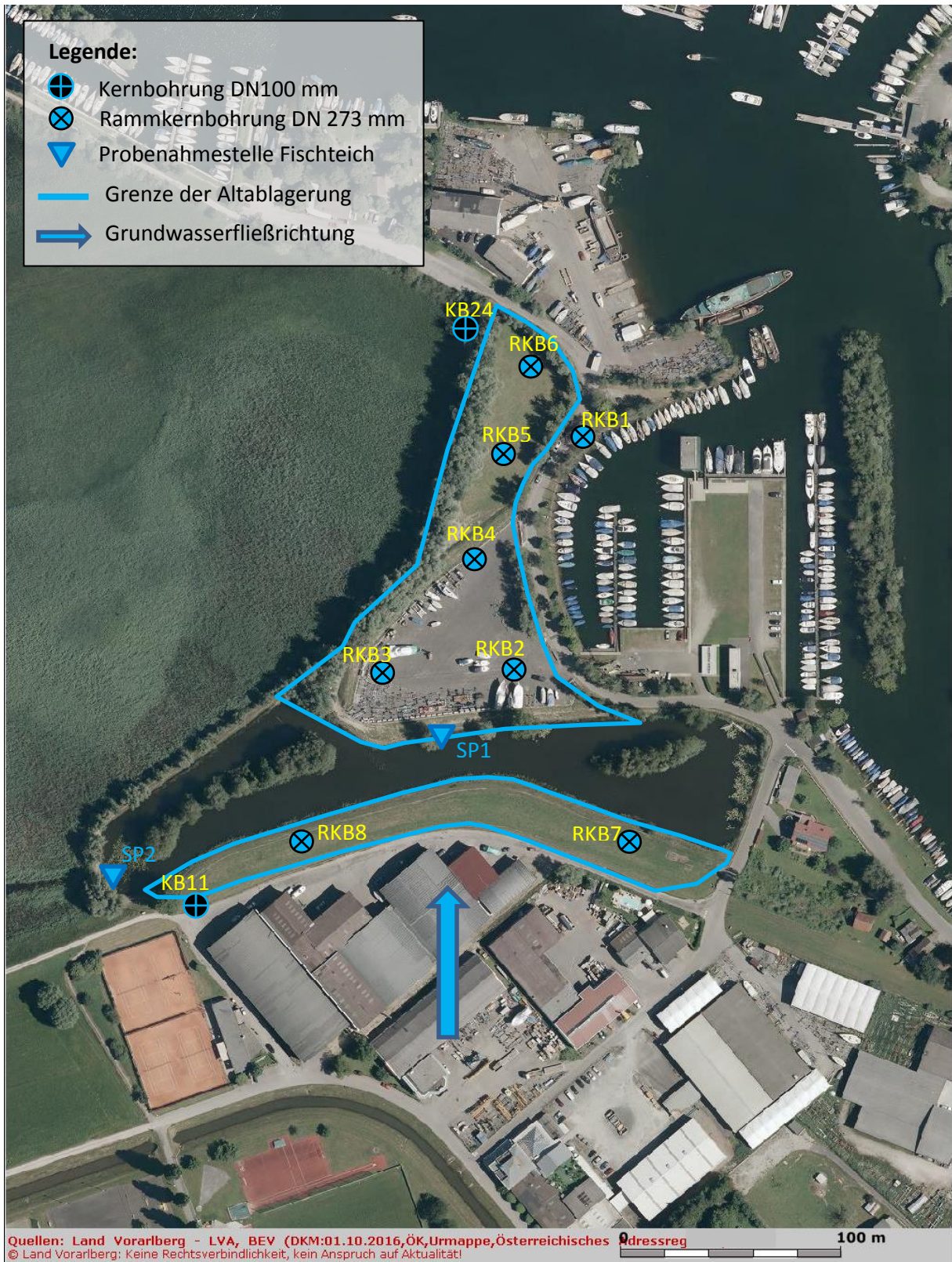


Abb.6: Lage der Kernbohrungen und Oberflächenwassermessstellen; generelle Grundwasserfließrichtung

3.5 Ergebnisse der Oberflächenwasseruntersuchungen

Im November 2015 sowie im Februar, März und August 2016 wurden Schöpfproben an 2 Stellen aus dem Fischteich entnommen. Die Lage der Probenahmestellen SP1 und SP2 ist aus Abbildung 6 ersichtlich. Die Messstelle SP2 befindet sich im Bereich des Teichablaufes. Die Schöpfproben wurden hinsichtlich des Parameterblockes I der GZÜV, der Metalle Arsen, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei, Quecksilber, Zink sowie der Parameter Gesamt-Cyanid, Phenol-Index, KW-Index, CKW, BTEX und PAK untersucht.

Die Ergebnisse der Oberflächenwasseruntersuchungen für ausgewählte Parameter sind in Tabelle 5 dargestellt und orientierend den Grenzwerten der Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer gegenübergestellt. Die in der Tabelle nicht dargestellten Parameter waren entweder nicht nachweisbar oder lagen in unauffälligen Konzentrationen vor.

Tab.5: Ergebnisse der Oberflächenwasseruntersuchungen

Parameter	Einheit	Teich Mitte			Teich Abfluss			n _{Gas.}	QZV Chemie OG	
		SP1 (n=4)			SP2 (n=4)				JD-UQN	ZHK-UQN
		Min.	Max.	MW	Min.	Max.	MW			
pH-Wert	-	7,7	8,0	7,9	7,7	8,0	7,9	8		
Wassertemperatur	°C	7	24	12	6	24	12	8		
Gesamthärte	°dH	9,2	10,2	9,9	9,4	10,3	10,0	6		
Kalium	mg/l	1,9	2,5	2,1	1,9	2,4	2,1	8		
Bor	mg/l	0,016	0,021	0,017	0,015	0,021	0,017	8		
Eisen	mg/l	0,07	0,14	0,09	0,05	0,11	0,08	8		
Mangan	mg/l	0,01	0,07	0,03	0,01	0,08	0,03	8		
Ammonium (NH ₄ -N)	mg/l	<0,008	0,23	0,077	<0,008	0,22	0,077	8	*	
Nitrit (NO ₂ -N)	mg/l	<0,003	0,010	0,005	<0,003	0,010	0,005	9	**	
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	<0,23	0,25	<0,23	<0,23	<0,23	<0,23	9		
Chlorid	mg/l	4,2	6,4	5,3	4,1	6,2	5,2	8		
Nickel	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	8	0,004	0,034
DOC	mg/l	5,1	8,7	6,5	5,3	8,4	6,5	6		
KW-Index (GC)	µg/l	<30	41	<30	<30	<30	<30	8		
ΣBTEX	µg/l	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	8		
Benzol	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	8	10	50
ΣCKW	µg/l	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	4		
ΣPAK TVO	µg/l	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	4		
ΣPAK EPA15	µg/l	<0,045	<0,045	<0,045	<0,045	<0,045	<0,045	4		
Naphthalin	µg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,009	0,006	4	2	130
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	4	0,00017	0,27

JD-UQN...Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnorm gemäß Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG); Überschreitung =**fett**; ZHK-UQN...Zulässige-Höchstkonzentrations-Umweltqualitätsnorm gemäß QZV Chemie OG; Überschreitung =**fett**; MW...Mittelwert; NO₂-N...Nitrit-Stickstoff, NO₃-N...Nitrat-Stickstoff, NH₄-N...Ammonium-Stickstoff; siehe auch Erläuterungen zu Tabelle 4;

*...die UQN NH₄-N ist abhängig von der Wassertemperatur und dem pH-Wert beim Messtermin, sie beträgt 0,5-0,8 mg/l;

**...die UQN NO₂-N ist in Abhängigkeit von der Chlorid-Konzentration und biozönotischen Fischregion festgelegt; beim Fischteich werden die Grenzwerte für Potamalgewässer angesetzt, die UQN beträgt 0,1 mg/l.

4 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG

Bei der Altablagerung „Fußacher Werft“ handelt es sich um einen Teil einer ehemaligen Lehmgrube, der vermutlich ab 1967 bis 1976 auf einer Fläche von rd. 17.000 m² mit vorwiegend Industrie- bzw. Gewerbemüll sowie Hausmüll, Aushubmaterial und in geringem Umfang Bauschutt ohne technische Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers verfüllt wurde. Die Abfälle wurden aus dem gesamten Vorarlberger Rheintal angeliefert.

Die Altablagerung wird durch einen unverfüllten Bereich (Fischteich) in einen südlichen Teil, der als Hochwasserschutzdamm fungiert, und einen nördlichen Teil getrennt. Die Ablagerungsmächtigkeit liegt bei maximal 5 m im südlichen Teil und maximal 10 m im nördlichen Teil. Die müllhaltigen Ablagerungsschichten mit durchschnittlicher Mächtigkeit von rd. 7 m (nördlicher Teil) bzw. 2,5-3 m (südlicher Teil) befinden sich zu >75 % in der gesättigten Zone. Das Volumen der Altablagerung wird mit rd. 90.000 m³ abgeschätzt. Der Deponiekörper inklusive der ab 1990 aufgebraachten Oberflächenabdeckung (Sand-Schluff-Gemisch mit kiesigen Anteilen) umfasst rd. 110.000 m³.

Die müllhaltigen Schichten sind dunkelgrau bis schwarz gefärbt und weisen einen fauligen, modrigen Geruch auf. Die Ammonium- und TOC-Konzentrationen sind in den Eluaten erhöht und überschreiten die Prüfwerte bis zum 20- bzw. 10-fachen. Das Volumen der Müllablagerungen (Industrie- und Gewerbemüll, untergeordnet Hausmüll) kann entsprechend den Ergebnissen der Bohrungen mit etwa 60.000 m³ abgeschätzt werden.

Die an Ablagerungsproben durchgeführten Feststoffuntersuchungen sowie die Untersuchungen an Grundwasserschöpfproben weisen auf stellenweise vorhandene Belastungen durch Kohlenwasserstoffe (MKW, PAK, CKW) und Schwermetalle hin (u. a. Kupfer, Blei, Zink). Es ist jedoch nicht anzunehmen, dass größere Mengen von Abfällen mit stark erhöhtem Schadstoffgehalt abgelagert wurden. Gemäß den Ergebnissen der Chromatogramm-Auswertungen und den Eluatuntersuchungen ist die Mobilität der MKW und Schwermetalle gering.

Die Deponiegasmessungen an temporären Messstellen zeigen vor allem im nördlichen Teil der Altablagerung hohe bis sehr hohe Methangehalte (>20 Vol.-%) und erhöhte bis hohe Kohlendioxidgehalte (>15 Vol.-%). Die Deponiegaszusammensetzung weist auf den Ablauf intensiver biochemischer Abbauprozesse im Deponiekörper hin. Der reaktive Kernbereich (Summe von CH₄ + CO₂ >40 Vol.-%) umfasst eine Fläche von 5.000-6.000 m² (siehe Abbildung 5). Das Abfallvolumen mit hohem Deponiegasemissionspotential kann bei einer durchschnittlichen Mächtigkeit der Müllschicht von 7 m grob mit 35.000-45.000 m³ abgeschätzt werden.

Östlich der Altablagerung im Bereich der Hafestraße und der Hafenanlage liegen kiesig-sandige Anschüttungen bzw. technische Schüttungen vor. Die stellenweise sehr hohen Deponiegasgehalte in diesem Bereich sind vermutlich auf Deponiegasmigration innerhalb der vergleichsweise gut durchlässigen Anschüttungen zurückzuführen. Die in einzelnen Schächten im Bereich der Werft und des Hafens nachgewiesenen Methan-Gehalte weisen ebenfalls auf eine Deponiegasmigration hin. Stellenweise weist die Luft in den Schächten herabgesetzte Sauerstoff- und erhöhte Kohlendioxidkonzentrationen auf, sodass zumindest temporär eine erstickend wirkende Atmosphäre (Sauerstoff <18 Vol.-% oder CO₂ >2,5 Vol.-%) vorhanden sein kann.

Im Grundwasser im Bereich der Altablagerung liegen die für Hausmülldeponien typischen Parameter Ammonium, DOC und Kalium durchwegs in erhöhten Konzentrationen vor. Die gemessene Ammonium-Konzentration überschreitet den Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 bis zum 200-fachen. Stellenweise werden die Maßnahmenschwellenwerte für die Parameter Nickel, KW-Index, ΣBTEX, Benzol und CKW überschritten. Trotz der erhöhten Schadstoff- und Ammonium-Konzentrationen innerhalb der Ablagerungsgrenzen sind aufgrund der geringen Ergiebigkeit des Grundwasserleiters die Schadstoff- und Ammoniumfrachten im Grundwasser nicht erheblich. Eine Ausbreitung von Schadstoffen im Grundwasser ist durch die unmittelbare Nähe des Vorflu-

ters (Bodensee) begrenzt und kann mit <100 m angenommen werden. Durch die vorhandene Grundwasserverunreinigung werden keine Grundwassernutzungen im Abstrom beeinträchtigt.

Im Fischteich zwischen den beiden Deponieteilen liegen entsprechend den Oberflächenwasseruntersuchungen an 4 Terminen durchwegs unauffällige Konzentrationen vor. Eine Beeinflussung der Wasserqualität durch die Ablagerungen ist nicht erkennbar.

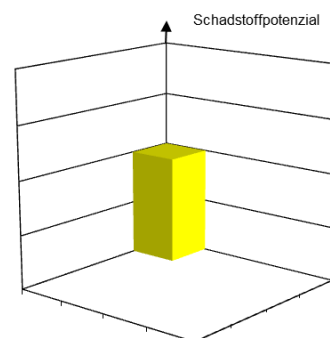
Zusammenfassend ergibt sich aufgrund der vorliegenden Unterlagen und Untersuchungsergebnisse, dass bei der Altablagerung „Fußacher Werft“ vorwiegend Industrie- bzw. Gewerbemüll mit Hausmüllanteilen abgelagert wurde. Die Schadstoffemissionen in das Grundwasser sind als gering anzunehmen. Jedoch findet vor allem im nördlichen Teil der Altablagerung eine erhebliche Deponiegasproduktion statt. Das Abfallvolumen mit hohem Deponiegasemissionspotential kann mit 35.000-45.000 m³ abgeschätzt werden. Das Deponiegas breitet sich im Untergrund in östlicher Richtung aus und ist in mehreren Schächten im Nahbereich der Altablagerung nachweisbar. Zumindest temporär kann in den Schächten eine erstickend wirkende Atmosphäre vorhanden sein. Der nördliche Teil der Altablagerung „Fußacher Werft“ stellt eine erhebliche Gefahr für die Umwelt dar.

5 PRIORITÄTENKLASSIFIZIERUNG

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

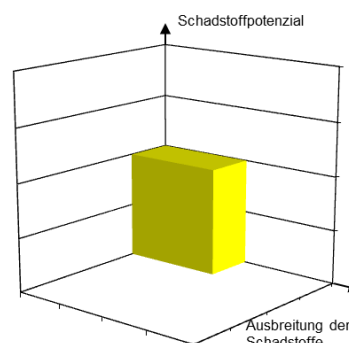
5.1 Gasemissionspotenzial: hoch (2)

Im Bereich der Altablagerung wurden vermutlich ab 1967 bis 1976 überwiegend Industrie-, Gewerbe- und Hausmüll im Ausmaß von rd. 60.000 m³ sowie untergeordnet mineralische Abfälle abgelagert. Entsprechend ihren stofflichen Eigenschaften unterliegen die Abfälle unter den vorliegenden Bedingungen anaeroben Abbauprozessen, die hohe Deponiegasgehalte zur Folge haben. Das Abfallvolumen mit hohem Deponiegasemissionspotential kann mit 35.000-45.000 m³ abgeschätzt werden. Aufgrund des Volumens und der Reaktivität der Abfälle ist das Gasemissionspotenzial als hoch zu bewerten.



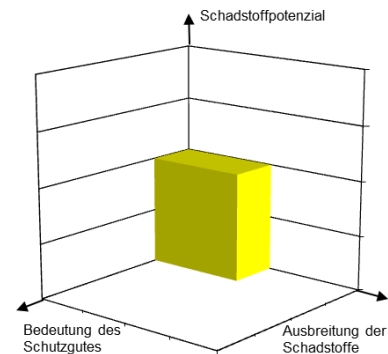
5.2 Schadstoffausbreitung: nachgewiesen (2)

Infolge der vergleichsweise gering gasdurchlässigen Oberflächenabdeckung der Deponie und der Oberflächenversiegelung im Bereich der Hafenstraße kommt es zu einer Deponiegasmigration in den östlich angrenzenden Untergrundbereich. Im Nahbereich der Altablagerung ist Deponiegas stellenweise sowohl im Untergrund als auch in mehreren Schächten vorhanden bzw. nachweisbar. Die Schadstoffausbreitung ist insgesamt als nachgewiesen zu beurteilen.



5.3 Schutzgut: sonstige Nutzung (1)

Der zentrale Bereich der Altablagerung wird als Abstellplatz für Boote und Kfz verwendet. Im Winterhalbjahr werden als Witterungsschutz für die Boote temporäre Zeltüberdachungen mit offener Seite aufgestellt. Die übrigen Bereiche der Altablagerung werden als Grünland genutzt. Eine Bebauung ist auf der Altablagerung nicht vorhanden. Auf den gewerblich genutzten Flächen im Umfeld befinden sich keine unterkellerten Gebäude. Ein Wohnhaus südöstlich der Altablagerung verfügt über einen Halbkeller. Eine Deponiegasmigration bis in diesen Bereich kann aufgrund der Untersuchungen ausgeschlossen werden.



5.4 Prioritätenklasse – Vorschlag: 3

Entsprechend der Beurteilung der vorhandenen Untersuchungsergebnisse, der Gefährdungsabschätzung und den im Altlastensanierungsgesetz § 14 festgelegten Kriterien schlägt das Umweltbundesamt die Einstufung des nördlichen Teils der Altablagerung „Fußacher Werft“ in die Prioritätenklasse 3 vor.

6 HINWEISE ZUR NUTZUNG

Bei der Nutzung des Standortes sind zumindest folgende Punkte zu beachten:

- Im Bereich der Altablagerung ist im Untergrund mit Deponiegas und kontaminiertem Material zu rechnen.
- In der unmittelbaren Umgebung der Altablagerung ist im Untergrund und in Schächten mit erhöhten Deponiegasgehalten zu rechnen. Es besteht die Möglichkeit, dass die Gas-Luft-Gemische zündfähig sind. Eine Migration von Deponiegas in (teils begehbare) Schächte im Nahbereich der Altablagerung wurde nachgewiesen. Zumindest temporär kann in den Schächten eine erstickend wirkende Atmosphäre vorhanden sein, sodass eine Begehung nur unter entsprechenden Schutzvorkehrungen erfolgen darf.
- Tiefbauarbeiten (z. B. unterirdische Verlegung von Leitungen und Kanälen, Errichtung von Kellern und ähnlichen Objekten) sollten generell nur unter entsprechenden Schutzvorkehrungen erfolgen.
- Bei der technischen Ausgestaltung von dauerhaften Tiefbauten (z. B. Leitungen und Schächte, Keller) im Bereich der Altablagerung ist zu prüfen, ob eine entsprechende Gasableitung oder eine entsprechende Gasdichtheit erforderlich ist. Durch die Herstellung von dauerhaften Tiefbauten können Migrationspfade für Deponiegas in den Untergrund angrenzender Grundstücke entstehen.
- Bei einer Bebauung des Ablagerungsbereiches sind die Eigenschaften der Altablagerung (z.B. Deponiegasbildung, Setzungen, etc.) zu beachten.
- In Zusammenhang mit allfälligen zukünftigen Bauvorhaben bzw. der Befestigung oder Entsiegelung von Oberflächen ist zu berücksichtigen, dass in Abhängigkeit von der Art der Ableitung der Niederschlagswässer Schadstoffe mobilisiert werden können.
- Bei einer Änderung der Nutzung können sich durch Deponiegas oder kontaminiertes Material zusätzliche Gefahrenmomente ergeben.
- Aushubmaterial im Bereich der Altablagerung kann erheblich kontaminiert sein.

7 HINWEISE ZUR SANIERUNG

7.1 Ziele der Sanierung

Aufgrund der aktuellen Nutzung im Bereich der Altablagerung ergibt sich keine Gefährdung durch eine Deponiegasmigration in die Umgebung.

Die aktuellen und zukünftig zu erwartenden Auswirkungen der Altablagerung auf das Grundwasser sind gering. Im Bereich der Altablagerung ist aufgrund der hydrogeologischen Situation und der wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen keine Nutzung des Grundwassers vorhanden oder zu erwarten.

Ausgehend von der Gefährdungsabschätzung und unter Berücksichtigung der Standort- und Nutzungsverhältnisse ist zu gewährleisten, dass es zu keiner verstärkten Ausbreitung von Deponiegas und keinem verstärkten Austrag von Schadstoffen aus der Altablagerung kommt.

7.2 Empfehlungen zur Variantenstudie

Die Ablagerungen bestehen überwiegend aus Industrie-, Gewerbe- und Hausmüll und untergeordnet aus mineralischen Abfällen. Die müllhaltigen Ablagerungsschichten befinden sich zu >75 % in der gesättigten Zone.

Vor einem Vergleich möglicher Sanierungsmaßnahmen wäre zu prüfen, ob Maßnahmen zur Begrenzung von Schadstoffemissionen aus dem Bereich der Altablagerung erforderlich sind, oder ob Kontrolluntersuchungen zur Überwachung möglicher Emissionen ausreichen.

DI Martin Weisgram e.h.

Anhang

Verwendete Unterlagen und Bewertungsgrundlagen

- Ergänzende Untersuchungen gemäß § 13 Abs.1 ALSAG 1989 für die Verdachtsfläche „Fußacher Werft“, 1. Zwischenbericht, Dornbirn, Juli 2013
- Ergänzende Untersuchungen gemäß § 13 Abs.1 ALSAG 1989 für die Verdachtsfläche „Fußacher Werft“, 2. Zwischenbericht, Dornbirn, April 2014
- Ergänzende Untersuchungen gemäß § 13 Abs.1 ALSAG 1989 für die Verdachtsfläche „Fußacher Werft“, 3. Zwischenbericht, Dornbirn, Februar 2015
- Ergänzende Untersuchungen gemäß § 13 Abs.1 ALSAG 1989 für die Verdachtsfläche „Fußacher Werft“, Abschlussbericht, Dornbirn, März 2017
- ÖNORM S 2088-1: Altlasten – Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser, 1.9.2004.
- ÖNORM S 2088-3: Altlasten – Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Luft, 1.1.2003.
- Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer, BGBl. II Nr. 96/2006 i. d. F. BGBl. II Nr. 461/2010.
- Arbeitshilfe zur Abschätzung von Sickerwasserbelastungen an kontaminierten Standorten. REP-0300. Umweltbundesamt. Wien, 2011.

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