

29. Mai 2017

Altablagerung „Malonsbach“

Gefährdungsabschätzung und Prioritätenklassifizierung (§§ 13 und 14 Altlastensanierungsgesetz)



Zusammenfassung

Bei der Altablagerung „Malonsbach“ handelt sich um ein ehemaliges Torfabbaugebiet, in das von 1967/68 bis 1983 rund 140.000 m³ Haus- und Sperrmüll, Gewerbeabfälle sowie Bauschutt ohne technische Abdichtungsmaßnahmen gegen den Untergrund abgelagert wurden. Ab 1984 wurden nur noch Bauschutt und Aushubmaterialien deponiert. Die Altablagerung umfasst eine Fläche von rund 20.000 m² und ein Gesamtvolumen von mindestens 200.000 m³. Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ergibt sich, dass der abgelagerte Hausmüll nach wie vor biochemischen Abbaureaktionen unterliegt. Die damit verbundenen sehr hohen Methan- und Kohlendioxidkonzentrationen im Deponiegas liegen in einer Größenordnung wie sie für eine mehrere Jahrzehnte alte Hausmülldeponie charakteristisch ist. Das Volumen des reaktiven Kernbereichs kann mit rund 130.000 m³ abgeschätzt werden. Aufgrund der Größe und des hohen Deponiegasemissionspotentials stellt die Altablagerung „Malonsbach“ eine erhebliche Gefahr für die Umwelt dar. Das Umweltbundesamt schlägt eine Einstufung in die Prioritätenklasse 3 vor.

1 LAGE DER ALTABLAGERUNG

Bundesland: Vorarlberg
Bezirk: Feldkirch
Gemeinde: Röthis (80416)
Katastralgemeinde: Röthis (92119)
Grundstücksnummer: 485/1

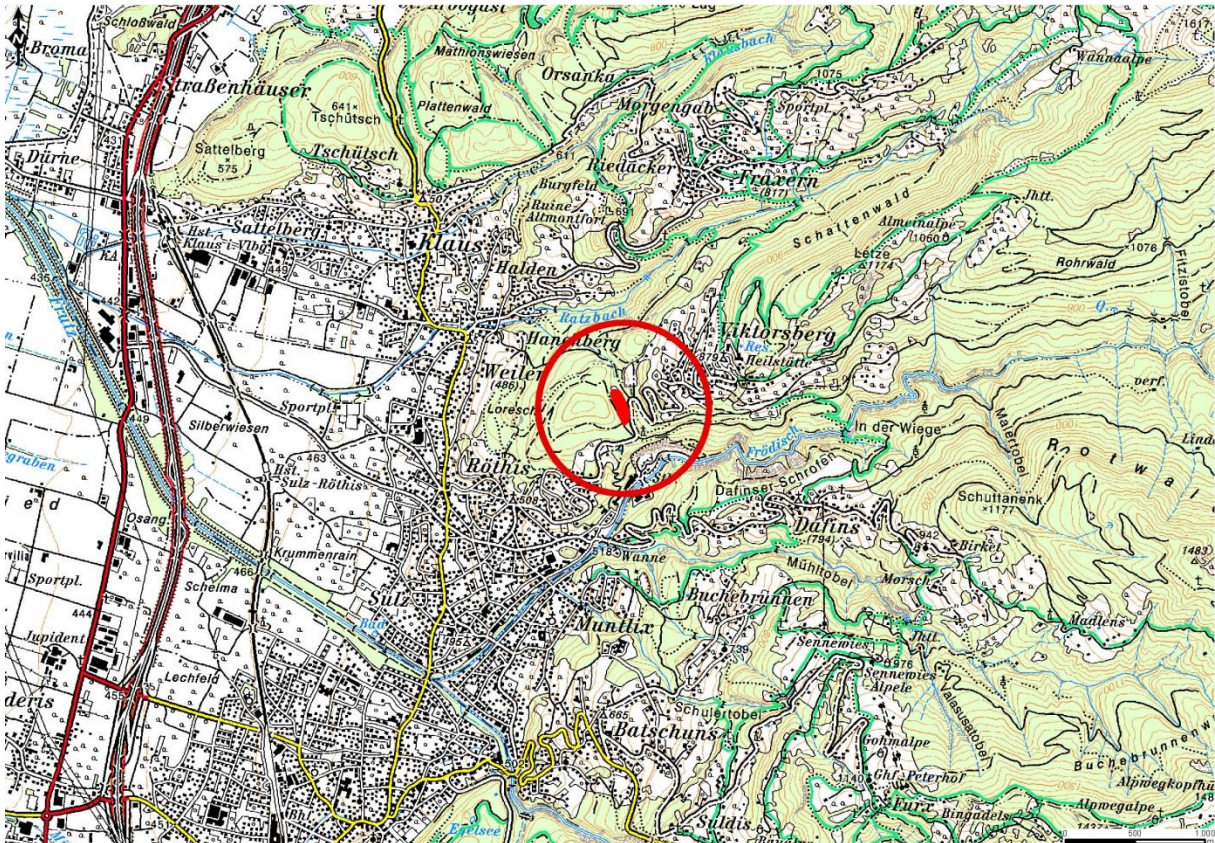


Abbildung 1: Übersichtslageplan

2 BESCHREIBUNG DER STANDORTVERHÄLTNISSE

2.1 Altablagerung

Die Altablagerung „Malonsbach“ befindet sich auf einem Bergrücken ca. 1 km nordöstlich der Ortschaft Röthis an der Landesstraße L70 nach Viktorsberg im Quellbereich des Malonsbaches (siehe Abbildung 1).

Die Ablagerungsfläche stellt ein ehemaliges Hochmoor dar, das zur Gewinnung von Brennstoff in den Jahren nach dem 2. Weltkrieg abgebaut wurde. In die dadurch entstandene Geländemulde wurden ab 1967/68 rund 140.000 m³ Haus- und Sperrmüll, Gewerbeabfälle sowie Bauschutt ohne technische Abdichtungsmaßnahmen gegen den Untergrund abgelagert. Nach Inbetriebnahme der regionalen Abfalldeponie Böschistobel in Nenzing im Jahre 1983 wurde die Deponie „Malonsbach“ bis 1994 als Baurestmassendeponie betrieben, sodass oben genannte Abfälle mit Bauschutt und Aushubmaterialien überschüttet wurden.

Die Abfallablagerungen erfolgten auf einer Fläche von rund 20.000 m². Während im zentralen Bereich der Deponie die Mächtigkeit der Ablagerungen bis zu 22 m beträgt, liegt sie in den Randbereichen bei wenigen Metern. Im Jahre 2008 wurde der gesamte Deponiebereich mit einer bis zu 2 m mächtigen Schicht aus Kieswaschschlamm abgedeckt.

Bei Annahme einer mittleren Deponiemächtigkeit von 10 m beträgt das Gesamtvolumen der Ablagerung inklusive der Abdeckung mindestens 200.000 m³.

Die Oberfläche der Altablagerung liegt auf einer Seehöhe von 650 m ü. A bis 660 m ü. A. Etwa 65 m bis 80 m unter diesem Niveau verläuft ein Tunnel durch den Bergrücken, der einen nördlich der Altablagerung gelegenen Steinbruch („Steinbruch Sifeler“) mit dem dazugehörigen Betriebsgelände im Süden verbindet („Zufahrtstunnel Sifeler“; siehe Abbildung 2 und Abbildung 4).

2.2 Untergrundverhältnisse

Die Altablagerung befindet sich auf einem von Südwesten nach Nordosten ansteigenden schmalen Bergrücken, der im Norden vom Ratzbach und im Süden von der Frödisch – beides Zuflüsse der Frutz – begrenzt wird.

Großräumig betrachtet liegt die Altablagerung im Bereich des sogenannten Helvetikums, einer großtektonischen Einheit, die die Basis der ostalpinen Einheiten darstellt und im betrachteten Gebiet tektonisch stark verformt ist. Der Untergrund der Altablagerung wird aus kretazischen mergelig-kalkigen Drusberg-Schichten aufgebaut, die den Kern einer Großfalte bilden. Dieser Kern aus Drusberg-Schichten wird von verkarsteten Schraffenkalken ummantelt, die in der Umgebung der Deponie großflächig aufgeschlossen sind und im „Steinbruch Sifeler“ abgebaut werden. Die Faltenachse („Sattel“) dürfte sich unmittelbar unterhalb der Altablagerung befinden und nach Südwesten, den Bergrücken im Wesentlichen nachzeichnend, einfallen. Das Gebirge unterhalb der Deponie ist von zahlreichen Trennflächen durchzogen, wobei auch Großklüfte vorhanden sind (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3).

Geomorphologisch betrachtet befindet sich die Altablagerung auf einer Verflachung des Bergrückens – eine ehemalige glaziale Abflussrinne („Trockental“), die sich am Rand des Rheintalgletschers in der jüngsten Eiszeit quer zum Bergrücken und der Faltenachse gebildet hat.

An der Basis der Altablagerung stehen einerseits Schraffenkalke bzw. Drusberg-Schichten und andererseits schluffig bis kiesige Sedimente der glazialen Entwässerung an. Über diesen hat sich nach dem Gletscherrückzug und dem Trockenfallen des Tals das erwähnte Hochmoor gebildet, dessen nicht abgebaute Reste stellenweise ebenfalls an der Deponiebasis anzutreffen sind.

Die Entwässerung des Bereiches der Altablagerung erfolgt entsprechend dem geologischen Aufbau des Untergrundes und seiner tektonischen Zerlegung sowie den geomorphologischen Gegebenheiten in unterschiedliche Richtungen. Die Hauptentwässerungsrichtung des Bergrückens folgt dem Einfallen der Faltenachse nach Südwesten. Das Bergwasser fließt dabei in den ver-

karsteten Schrätkalken sowie in den oberen, kalkig ausgebildeten Drusberg-Schichten ab. Im Liegenden bilden die mergeligen Drusberg-Schichten den Wasserstauer. Zusätzlicher Bergwasserabfluss erfolgt entlang der Schichtflächen und v. a. der Klüfte.

Durch das Trockental werden die Schrätkalke quer zur Faltenachse abgeschnitten, sodass einerseits oberhalb des Trockentales (östlich der Altablagerung) Quellen an der Schichtgrenze zu den Drusberg-Schichten austreten (siehe Abbildung 3). Andererseits existieren Quellen südlich der Altablagerung, an denen Bergwasser zutage tritt, das durch Querklüfte in Richtung Frödisch abgeleitet wird. Die entlang der Klüfte in die unterlagernden Drusberg-Schichten eintretenden Bergwässer werden über den „Zufahrtstunnel Sifeler“ abgezogen (siehe Abbildung 2). Südwestlich des Trockentales tritt Oberflächenwasser in die verkarsteten Schrätkalke ein und bildet einen eigenständigen Bergwasserstrom entlang der einfallenden Faltenachse in Richtung Südwesten. Im gesamten Hangbereich in Richtung Wohngebiet Röthis sind keine Quellen vorhanden, da die Schrätkalke unter die Talebene abtauchen und direkt in die Rhein-/Frutztalfüllung unterirdisch entwässern (siehe Abbildung 3).

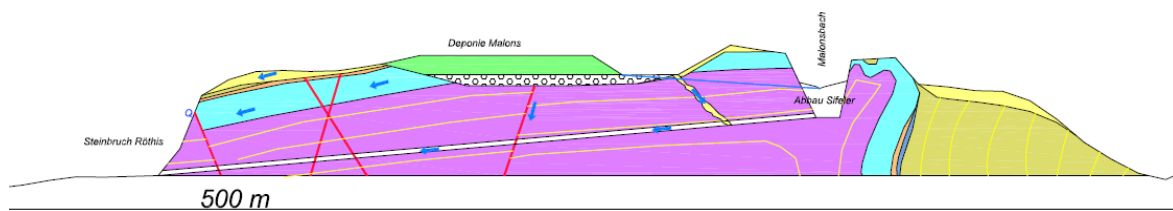


Abbildung 2: Geologischer Schnitt quer zur Faltenachse entlang der Achse des „Zufahrtstunnels Sifeler“ (SSE-NNW)

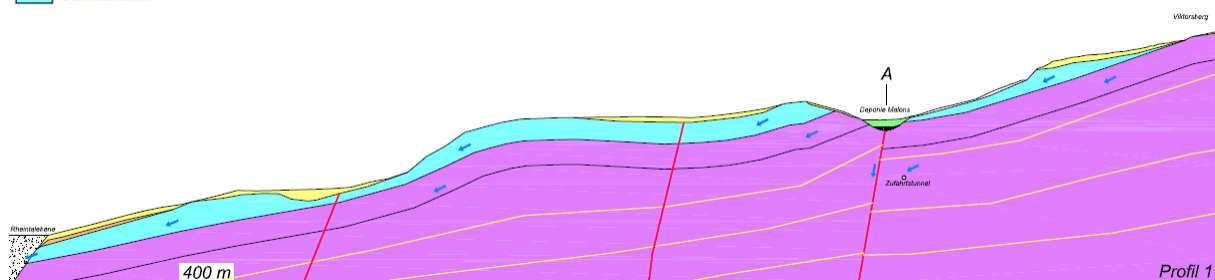


Abbildung 3: Geologischer Schnitt in Richtung der Faltenachse (SW-NE)

2.3 Schutzgüter und Nutzungen

Der Bereich der Altablagerung wird teilweise als Holzlagerplatz genutzt, im westlichen Bereich der Altablagerung verläuft die Zufahrtsstraße zu einer in den letzten Jahren errichteten, an die Altablagerung im Norden angrenzenden Bodenaushubdeponie. Die Ablagerungen auf diese Deponie sind mittlerweile abgeschlossen. Im südlichen Bereich der Altablagerung befindet sich ein Jungwald (siehe Abbildung 4).

Die unmittelbare Umgebung der Altablagerung ist größtenteils bewaldet. Mit Ausnahme einer nicht mehr genutzten Baracke sind die Altablagerung und ihre Umgebung nicht bebaut. Die nächstliegenden Gebäude sind die Wohnhäuser am Ortsrand von Viktorsberg, die sich in östlicher Rich-

tung etwa 300 m entfernt befinden (siehe Abbildung 4). Im Zuge der Errichtung der Bodenaushubdeponie wurden zwei potentiell begehbare Schächte nördlich der Altablagerung errichtet. Im „Sammelschacht“ (Messpunkt S1), der sich am Böschungsfuß der Altablagerung befindet, werden die über eine Drainage erfassten Sickerwässer der Altablagerung und der Bodenaushubdeponie gefasst und über eine Leitung in den „Schlammfang“ (Messpunkt S2) geleitet (siehe Abbildung 4). Der Überlauf des Schlammfanges entwässert in eine nördlich gelegene Mulde und von dort in den Malonsbach.

Der Steinbruch „Sifeler“ liegt etwa 150 m Luftlinie nördlich, das mit diesem durch einen Tunnel verbundene Betriebsgelände etwa 120 m südlich der Altablagerung (siehe 2.1 und Abbildung 4).

In einem Umkreis von etwa 700 m um die Deponie „Malonsbach“ befinden sich mehrere gefasste Quellen bzw. Bergwasseraustritte (siehe Abbildung 4). Sechs dieser Quellen (Q1 bis Q5 sowie Q9) führen bei Trockenwetterverhältnissen kein Wasser bzw. weisen sie nur sehr geringe Schüttungen $< 0,1$ l/s auf. Die Wässer dieser Quellen werden nicht genutzt. Die Quelle Q8 („Schwefelquelle Bad Röthis“) tritt im Bereich eines Hotels zutage und wird zur Befüllung eines Schwimmbeckens genutzt. Auch diese Quelle führt bei Trockenwetterverhältnissen nur sehr wenig Wasser. Im Bereich des Betriebsgeländes „Sifeler“ befinden sich zwei weitere Quellen (Q6 und Q7), die in einem Sammelschacht gefasst sind, in Summe eine Trockenwetterschüttung von etwa $0,1$ l/s bis $0,2$ l/s aufweisen und betrieblich genutzt werden. Auf dem Betriebsgelände existiert auch ein kleiner Tümpel (Messpunkt TE2; siehe Abbildung 4).

Weitere ganzjährige Wasseraustritte, die in Zusammenhang mit der Entwässerung des Altablagerungsbereiches stehen, befinden sich im erwähnten Tunnel (Tropfwasseraustritte aus der Tunnelaibung: TU1 bis TU3; gesammeltes Bergwasser vom Tunnelportal: BW1; gefasstes Bergwasser aus einem Karstschlauch im Tunnel, das in die Frödisch eingeleitet wird: BW2; siehe Abbildung 4).

In etwa 800 m Entfernung zur Altablagerung befindet sich in Röthis ein Schlagbrunnen, dessen Wasser der Gartenbewässerung dient (Q10; siehe Abbildung 4).

Nördlich der Altablagerung befindet sich das Quellgebiet des Malonsbaches, der etwa 800 m weiter nordwestlich in den Ratzbach mündet. Vor Errichtung der Bodenaushubdeponie befand sich in diesem Bereich ein kleiner Tümpel (Messpunkt TE1). In der oberen Hälfte seines Verlaufes liegt der Malonsbach bei Trockenwetterverhältnissen nahezu trocken (Messpunkte B1 bis B4; siehe Abbildung 4).

Die Frödisch fließt etwa 300 m Luftlinie südlich der Altablagerung (siehe Abbildung 1).

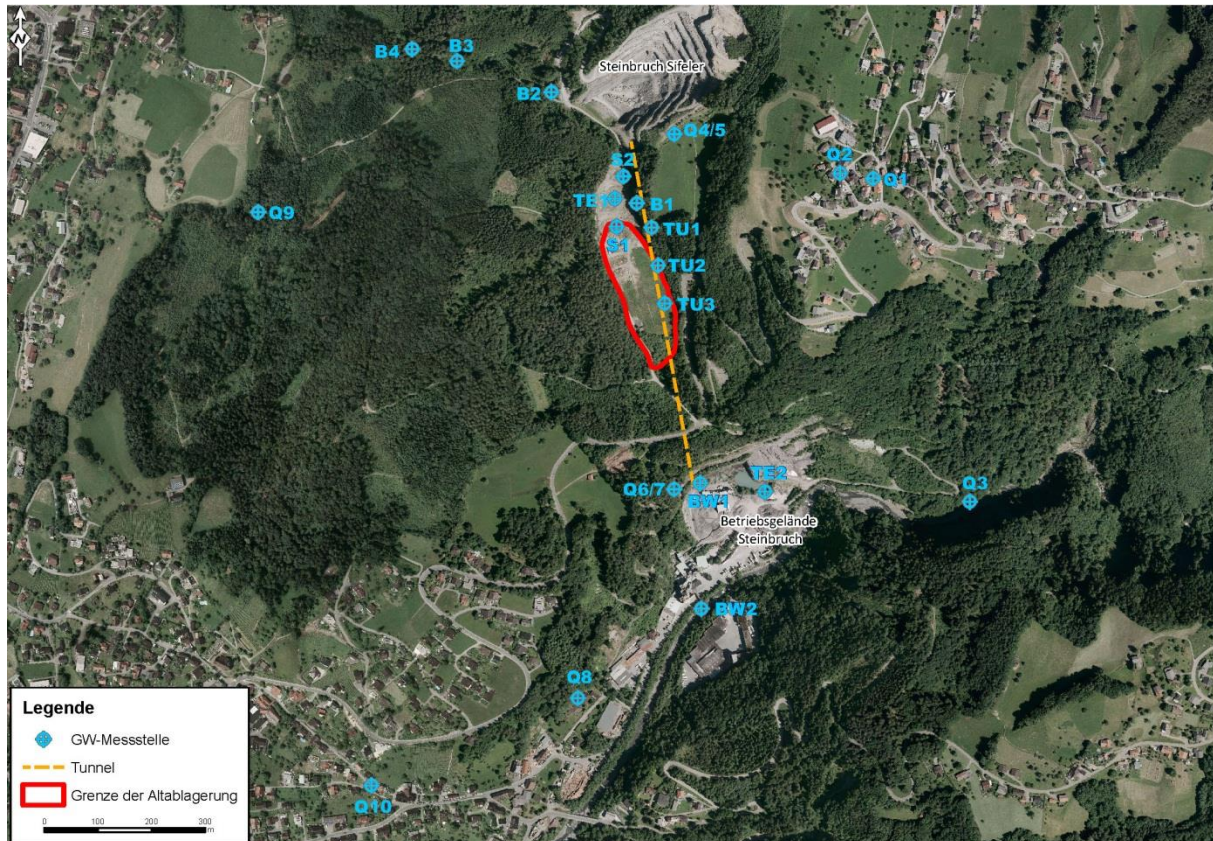


Abbildung 4: Lage der Altablagerung und der Wassermessstellen im Luftbild (Juli 2012)

3 UNTERSUCHUNGEN

3.1 Wasseruntersuchungen 1989 bis 2008

Beginnend im Jahre 1989 wurden in der Umgebung der Deponie „Malonsbach“ in unregelmäßigen Abständen Wasserproben entnommen und auf hausmülldeponiespezifische Parameter untersucht. Die Entnahmestellen sind teilweise nicht mehr im Detail rekonstruierbar. Sofern möglich, werden sie in der Folge den in Abbildung 4 dargestellten Probenahmestellen zugeordnet.

Grundsätzlich kann auf Basis dieser Untersuchungen eine mögliche Beeinflussung folgender Bereiche durch Deponiesickerwässer abgeleitet werden:

- Böschungsfuß der nördlichen Deponieböschung: Das in diesem Bereich beprobte Wasser entsprach wahrscheinlich einer Mischung aus Deponiesickerwässern und oberflächlich abfließendem Wasser. Es wurden z. T. stark erhöhte Ammoniumkonzentrationen nachgewiesen (1996: 20 mg/l; 2006: 6,2 mg/l; 2008: 0,3 mg/l; Prüfwert der ÖNORM S 2088-1: 0,3 mg/l). Mittlerweile existiert in diesem Bereich ein Sammelschacht (Messpunkt S1).
- Im Tunnel „Sifeler“ austretendes Bergwasser: Im mittleren und nördlichen Bereich der Tunnelröhre, der nunmehr von den Messstellen TU1 bis TU3 abgedeckt wird, waren in Bergwasseraustritten erhöhte Ammonium- und Borkonzentrationen nachzuweisen (Ammonium bis 1,2 mg/l (2008); Bor bis 4,1 mg/l; (1991); Maßnahmenschwelienwert der ÖNORM S 2088-1: 1 mg/l). Daneben wurden im Jahre 2008 erhöhte Konzentrationen hinsichtlich des Parameters Kohlenwasserstoff-Index beobachtet (bis 1,6 mg/l; Maßnahmenschwelienwert der ÖNORM S 2088-1: 0,1 mg/l).

- Quellen auf dem Betriebsgelände des Steinbruchs (entsprechen nunmehr den Messstellen Q6 und Q7): Die Quellen wurden im Jahre 1989 einmal beprobt, es konnte eine leicht erhöhte organische Belastung nachgewiesen werden (Kaliumpermanganatverbrauch: 13 mg O₂/l; Prüfwert der ÖNORM S 2088-1: 12 mg O₂/l).

3.2 Untersuchungen 2009 bis 2014

3.2.1 Temporäre Deponiegasuntersuchungen

Zur Ermittlung der aktuellen Deponiegassituation im Ablagerungskörper wurden im August 2012 im Bereich der Altablagerung 24 Rammkernsondierungen mit einem Durchmesser von 50 mm bis 60 mm abgeteuft und großteils in einem Tiefenbereich von 3,5 m bis 4 m zu temporären Deponiegasmessstellen ausgebaut (RKS1 bis RKS25, siehe Abbildung 5). Die Messstelle RKS3 im Bereich der nördlichen Böschung konnte aufgrund instabiler Untergrundverhältnisse nicht errichtet werden.

Während der Absaugung wurden folgende Parameter kontinuierlich aufgezeichnet:

- Methan (CH₄)
- Kohlendioxid (CO₂)
- Sauerstoff (O₂)
- Schwefelwasserstoff (H₂S)

In Abbildung 5 sind die Ergebnisse der temporären Deponiegasmessungen dargestellt. Es ist zu erkennen, dass im Großteil des Deponiekörpers Methankonzentrationen über 40 Vol.-% auftraten. Die damit korrespondierenden Kohlendioxidkonzentrationen lagen zwischen 6 Vol.-% und 20 Vol.-%. Während in den nördlichen und südlichen Randbereichen vereinzelt deutlich niedrigere Deponiegaskonzentrationen zu beobachten waren (RKS2, RKS21), traten beim Messpunkt RKS1, der sich außerhalb der Ablagerungen befindet, offensichtlich durch Deponiegasmigration im Untergrund Konzentrationen auf, die denjenigen innerhalb des Deponiekörpers entsprachen.

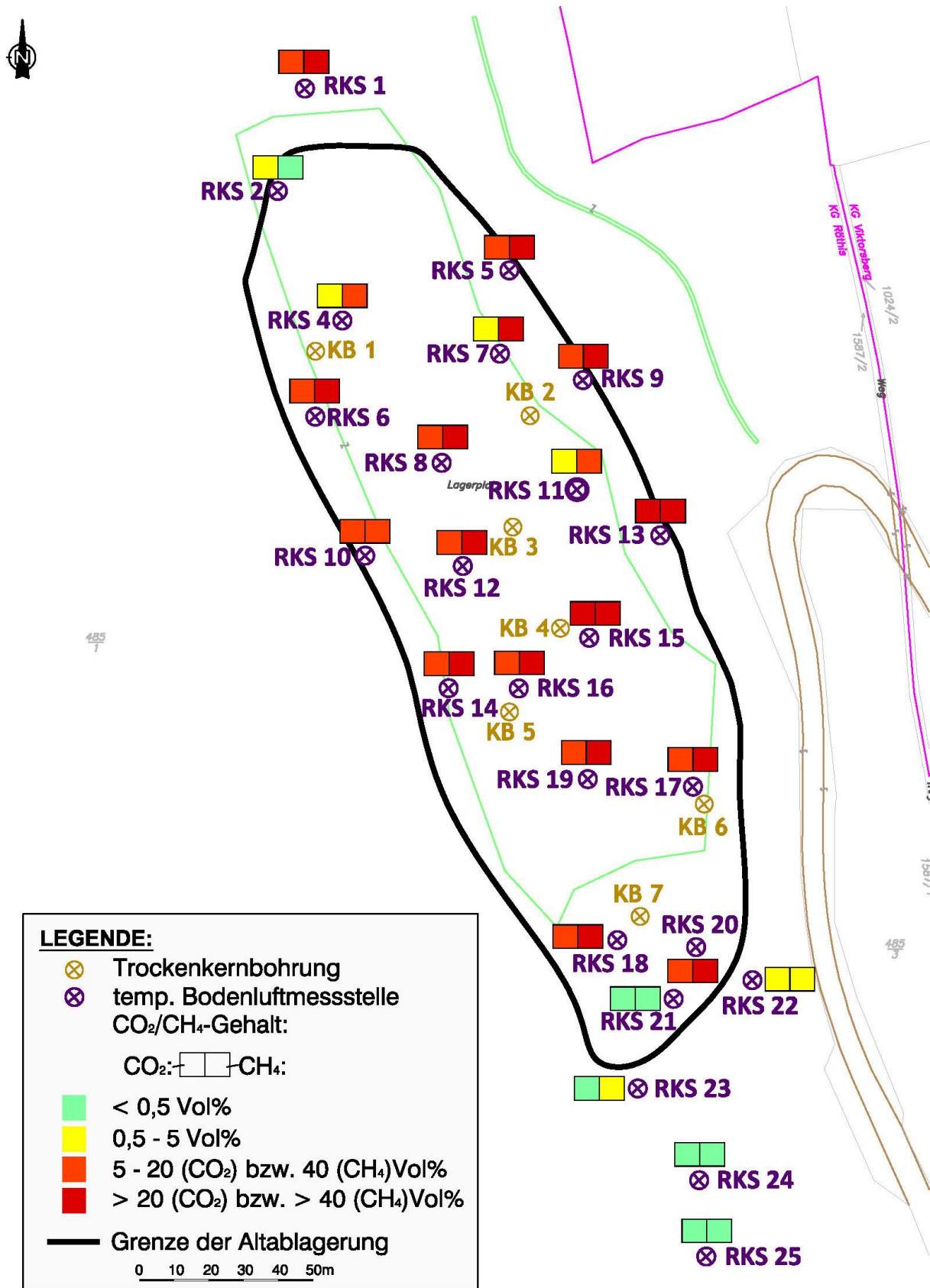


Abbildung 5: Ergebnisse der temporären Deponiegasuntersuchungen und Lage der Trockenkernbohrungen

3.2.2 Raumlufmessungen

In den beiden potentiell begehbaren Schächten nördlich der Altablagerung (Messpunkte S1 und S2 in Abbildung 4) wurden in den Jahren 2012 und 2013 an vier Terminen Raumlufmessungen durchgeführt und dabei dieselben Parameter wie bei den temporären Deponiegasmessungen (siehe 3.2.1) aufgezeichnet. Es ergaben sich folgende Konzentrationsbereiche:

- Methan: 1,5 Vol.-% bis 3 Vol.-%
- Kohlendioxid: 3,5 Vol.-% bis 7,5 Vol.-%
- Sauerstoff: 7,8 Vol.-% bis 15,7 Vol.-%
- Schwefelwasserstoff: unter Detektionsgrenze

3.2.3 Untergrunduntersuchungen

Zur Erkundung der Abdeckungs- und Ablagerungsmächtigkeiten, der Abfallzusammensetzung und des anstehenden natürlichen Untergrundes wurden im August und September 2013 sieben Trockenkernbohrungen mit einem Durchmesser von 300 mm mindestens bis zur Deponiesohle abgeteuft (KB1 bis KB7 in Abbildung 5).

Neben einer abfallchemischen Zuordnung des angetroffenen Materials wurden aus den Kernbohrungen Feststoffproben aus unterschiedlichen Tiefenbereichen entnommen und an 16 dieser Proben folgende Parameter untersucht:

- Trockensubstanz
- Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff (TOC)
- Metalle und Halbmetalle: Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink
- Kohlenwasserstoff-Index (KW-Index; KWI)
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK; 16 Einzelsubstanzen gemäß US EPA)

Von den Proben wurden zudem Eluate gemäß ÖNORM S 2115 hergestellt und diese hinsichtlich folgender Parameter analysiert:

- pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit
- Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff (TOC), Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)
- Metalle und Halbmetalle: Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink
- Bor, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Chlorid, Sulfat, Phosphat

Die Ergebnisse der Laboranalysen sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 1: Ergebnisse der Gesamtgehaltsanalysen

	Min	Max	Median	n	< PW	PW<x<MSW	> MSW	PW b	MSW
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]					[mg/kg]	[mg/kg]
Arsen	<5	88	79	16	16	0	-	200	-
Cadmium	<0,5	29	0,69	16	15	1	-	10	-
Chrom	15	90	27	16	16	0	-	500	-
Kupfer	<5	1.620	36	16	15	1	-	500	-
Quecksilber	<0,1	2,1	<0,1	16	16	0	-	5	-
Nickel	7,6	64	15	16	16	0	-	500	-
Blei	9,1	2.370	21	16	15	1	-	500	-
Zink	45	1.700	114	16	15	1	-	1.500	-
TOC	1.500	323.000	9.075	16	-	-	-	-	-
KW-Index	24	4.250	452	16	1	7	8	100	500
PAK-15	0,06	22	1,4	16	15	1	0	10	100
Naphthalin	<0,02	0,22	<0,02	16	16	0	-	5	-

Tabelle 2: Ausgewählte Ergebnisse der Eluatanalysen

	Min	Max	Median	n	< PW	PW<x<MSW	>MSW	PWb	MSW
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]					[mg/kg]	[mg/kg]
elektr. Leitf. [mS/cm]	10	934	43	16	16	1		250	-
pH-Wert [-]	7	13	8,3	16	15	1	0	<6, >11	<5, >13
Arsen	<0,001	0,013	<0,001	7	16	0	0	0,5	1
Blei	0,011	0,42	0,017	7	16	0	0	0,5	1
Cadmium	<0,0002	<0,0002	<0,0002	7	16	0	0	0,05	0,5
Chrom	<0,001	0,034	<0,001	7	16	0	0	1	10
Kupfer	0,014	0,44	0,033	7	16	0	0	5	10
Nickel	<0,001	0,21	0,042	7	16	0	0	1	5
Quecksilber	<0,0001	<0,0001	<0,0001	7	16	0	0	0,01	0,05
Zink	<0,001	0,54	0,018	7	16	0	0	30	-
TOC	32	530	70	16	11	5	0	100	-
Ammonium-N	1,4	106	15	16	12	4	0	20	-
Bor	<0,02	23	0,38	16	16	0		-	-

Die Untersuchungen ergaben einen überwiegend aus dunkel gefärbten, anaerob zersetzten Hausmüllablagerungen aufgebauten Deponiekörper. Der Hausmüll war in unterschiedlichem Ausmaß mit Aushubmaterial und Bauschutt vermischt. Durch die Vermischung ließen sich keine klar abgrenzbaren Ablagerungsbereiche in diesem Bereich des Deponiekörpers feststellen. Darüber waren bis zur Unterkante der Oberflächenabdeckung hauptsächlich Bodenaushubmaterialien anzutreffen.

Die durchschnittlichen Gesamt- und Eluatgehalte der entnommenen Proben lagen zumeist unter den Prüfwerten der ÖNORM S 2088-1. Die Parameter KW-Index im Gesamtgehalt sowie TOC und Ammonium im Eluat waren aufgrund der organischen Ablagerungen erhöht.

3.2.4 Untersuchung der Deponieoberflächenabdeckung

Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit der im Jahre 2008 aufgebrachten Oberflächenabdeckung wurden im April 2012 an 10 gleichmäßig über die Deponieoberfläche verteilten Stellen Standrohrversuche gemäß ÖNORM B 4422-2 durchgeführt.

Dabei wurden Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f) zwischen $2E-07$ m/s und $7E-07$ m/s, im Schnitt $3E-07$ m/s, ermittelt.

3.2.5 Wasseruntersuchungen

An den in Abbildung 6 dargestellten und in Abschnitt 2.3 beschriebenen Messstellen wurden an 5 Terminen (Oktober 2009, August 2012, Februar 2013, Juni 2013 und Oktober 2013) Wasserproben entnommen und auf folgende Parameter analysiert:

- pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Temperatur, Redoxpotential, gelöster Sauerstoff (Vor-Ort-Parameter)
- Gesamthärte, Carbonathärte, Hydrogencarbonat
- Bor, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Chlorid, Sulfat, Phosphat
- Metalle und Halbmetalle: Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Eisen, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink
- Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC)
- Kohlenwasserstoff-Index (KW-Index; KWI)
- Aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol – BTEX)
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK; 16 Einzelsubstanzen gemäß US EPA)
- Leichtflüchtige chlorierte C1- und C2-Kohlenwasserstoffe (CKW)

In Abbildung 6 sind die an den Messstellen aufgetretenen Maximalwerte für ausgewählte Parameter klassifiziert.

Werte über den jeweiligen Prüfwerten der ÖNORM S 2088-1 ergaben sich an einzelnen Messterminen in denselben Bereichen, die in den Voruntersuchungen als möglicherweise von der Altablagerung beeinflusst identifiziert wurden (siehe Abschnitt 3.1):

- Böschungsfuß der nördlichen Deponieböschung: Hier wurden beim letzten Termin im Jahr 2012 und beim ersten Termin im Jahr 2013 Ammoniumkonzentrationen von 17 mg/l bzw. 0,54 mg/l nachgewiesen. Bei den restlichen Beprobungsterminen war der Messpunkt aufgrund der zwischenzeitlichen Errichtung der Bodenaushubdeponie, die in diesem Bereich an die Altablagerung anschließt bzw. dieser aufliegt nicht mehr zugänglich. Im neu errichteten Sammelschacht (Messpunkt S1), der nunmehr diesen Bereich repräsentiert, wurden Ammoniumkonzentrationen von 0,18 mg/l bzw. 0,45 mg/l nachgewiesen (Prüfwert: 0,3 mg/l).
- Im Tunnel „Sifeler“ austretendes Bergwasser: An der Messstelle TU3 wurden an den beiden ersten Messterminen Ammoniumkonzentrationen von 0,9 mg/l bzw. 0,8 mg/l und an der Messstelle TU2 einmalig 0,54 mg/l analysiert. An den restlichen Messterminen traten Konzentrationen auf, die z. T. deutlich unter dem Prüfwert lagen. Prüfwertüberschreitungen waren an einzelnen Messterminen auch für die Parameter Natrium (bis rund 60 mg/l; Prüfwert: 40 mg/l), Chlorid (bis 270 mg/l; Prüfwert: 60 mg/l) und Sulfat (einmalig 320 mg/l; Prüfwert: 150 mg/l) nachzuweisen.

In den beiden gesammelten und abgeleiteten Bergwasserströmen (BW1 und BW2) waren an einzelnen Messterminen Überschreitungen des Maßnahmenschwellenwerts der ÖNORM S 2088-1 für den Parameter KW-Index gegeben (bis rund 0,5 mg/l; Maßnah-

menschwellenwert: 0,1 mg/l). Darüber hinaus traten vereinzelt Prüfwertüberschreitungen für die Parameter Natrium (bis rund 50 mg/l), Chlorid (bis rund 80 mg/l) und PAK (rund 0,7 µg/l; Prüfwert: 0,5 µg/l) auf.

- Quellen auf dem Betriebsgelände des Steinbruchs (Messstellen Q6 und Q7): An diese Quellen wurden durchwegs Natrium und Chlorid-Konzentrationen analysiert, die um einen Faktor < 2 über dem Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 lagen.

Darüber hinaus waren keine Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß ÖNORM S 2088-1 gegeben.

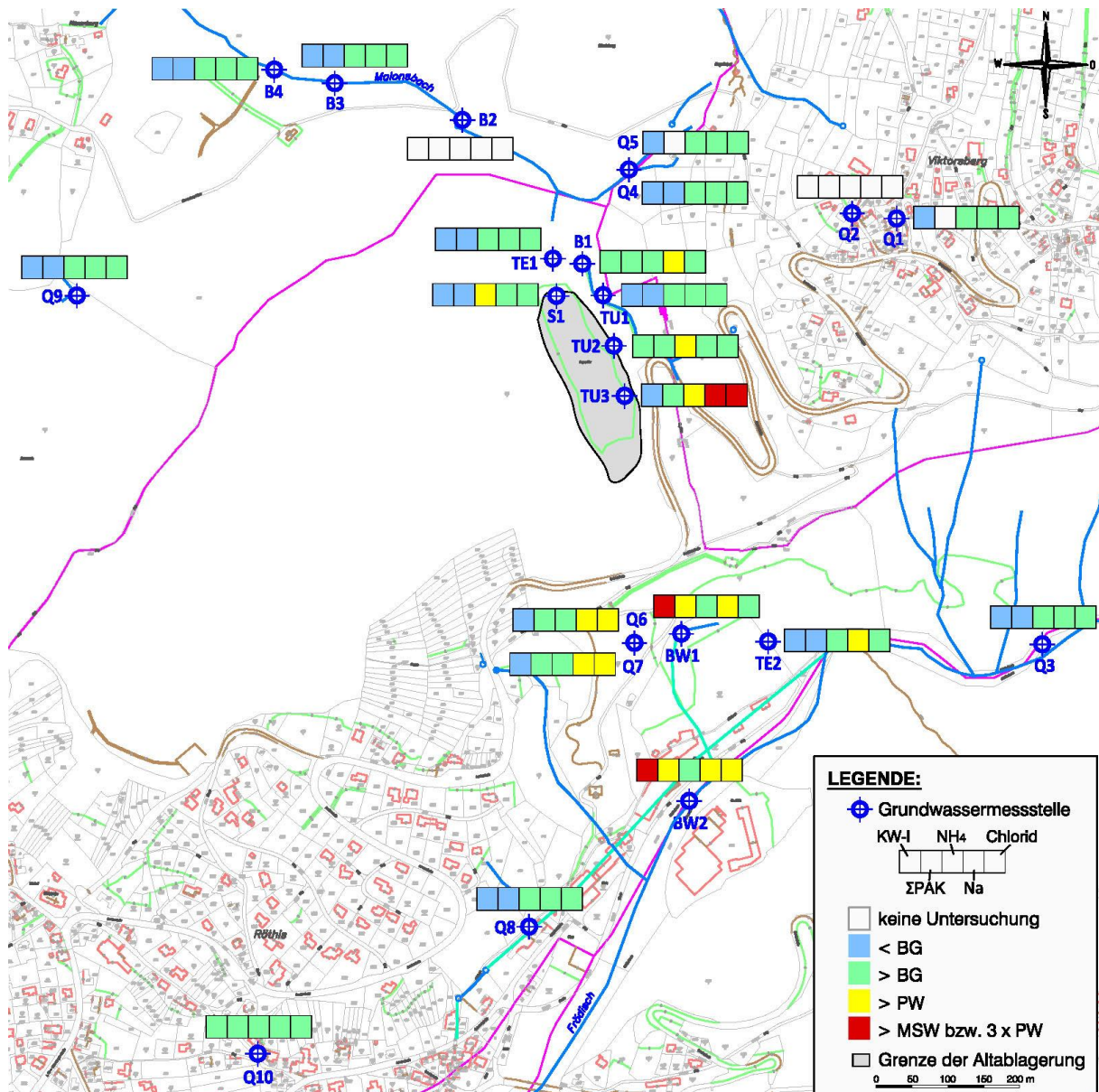


Abbildung 6: Ergebnisse der Wasseruntersuchungen (Klassifizierung maximaler Messwerte 2009 bis 2013)

BG: Bestimmungsgrenze; PW bzw. MSW: Prüf- bzw. Maßnahmenswellenwert gemäß ÖNORM S 2088-1

3.3 Untersuchungen im Jahre 2016

3.3.1 Untersuchungen an stationären Deponiegasmessstellen

Im Februar und März 2016 wurden im Ablagerungsbereich vier Kernbohrungen bis in 6 m bis 9 m Tiefe abgeteuft und zu stationären Deponiegasmessstellen ausgebaut (siehe Tabelle 3 und Abbildung 7).

Im Juni, September, Oktober und November 2016 wurden an allen vier Messstellen jeweils achtstündige Absaugversuche durchgeführt und dabei die Deponiegaskonzentrationen laufend aufgezeichnet.

Tabelle 3: Ausbau der stationären Deponiegasmessstellen

	BoLu1	BoLu2	BoLu 3	BoLu4
Tiefe [m]	8	9	6	8
Filterstrecke [m]	5-8	7-9	3-6	6-8

Ausgewählte Ergebnisse der Absaugversuche sind in Tabelle 4, Abbildung 7 und Abbildung 8 zusammengestellt.

Tabelle 4: Mediane der Deponiegaskonzentrationen im Zuge der Absaugversuche

Messstelle	CH ₄ [Vol.-%]	CO ₂ [Vol.-%]	O ₂ [Vol.-%]	H ₂ S [ppm]
BoLu1	55-59	5,1-7,1	0,0	52-58
BoLu2	65-78	15-20	0,0	15-22
BoLu3	28-48	16-20	0,0-0,1	38-47
BoLu4	9,4-12	9,2-15	1,0-1,7	5-8

An den Messstellen BoLu1, BoLu2 und BoLu3 waren durchwegs sehr hohe Deponiegaskonzentrationen (Methan und Kohlendioxid) nachweisbar, wobei die jeweils höchsten Werte in Tabelle 4 beim 1. Absaugversuch und die jeweils niedrigsten Werte beim 4. Absaugversuch gemessen wurden. An diesen drei Messstellen waren auch hohe Schwefelwasserstoffkonzentrationen festzustellen.

An der südlichsten Messstelle BoLu4 wurden an drei Terminen erhöhte Deponiegaskonzentrationen nachgewiesen, beim 1. Messdurchgang war an dieser Messstelle keine Absaugung möglich, da die Filterstrecke eingestaut war.

Während der Absaugversuche war an den einzelnen Messstellen jeweils eine sinkende Tendenz der Methankonzentrationen festzustellen. Die Kohlendioxidkonzentrationen blieben hingegen auf relativ konstantem Niveau.

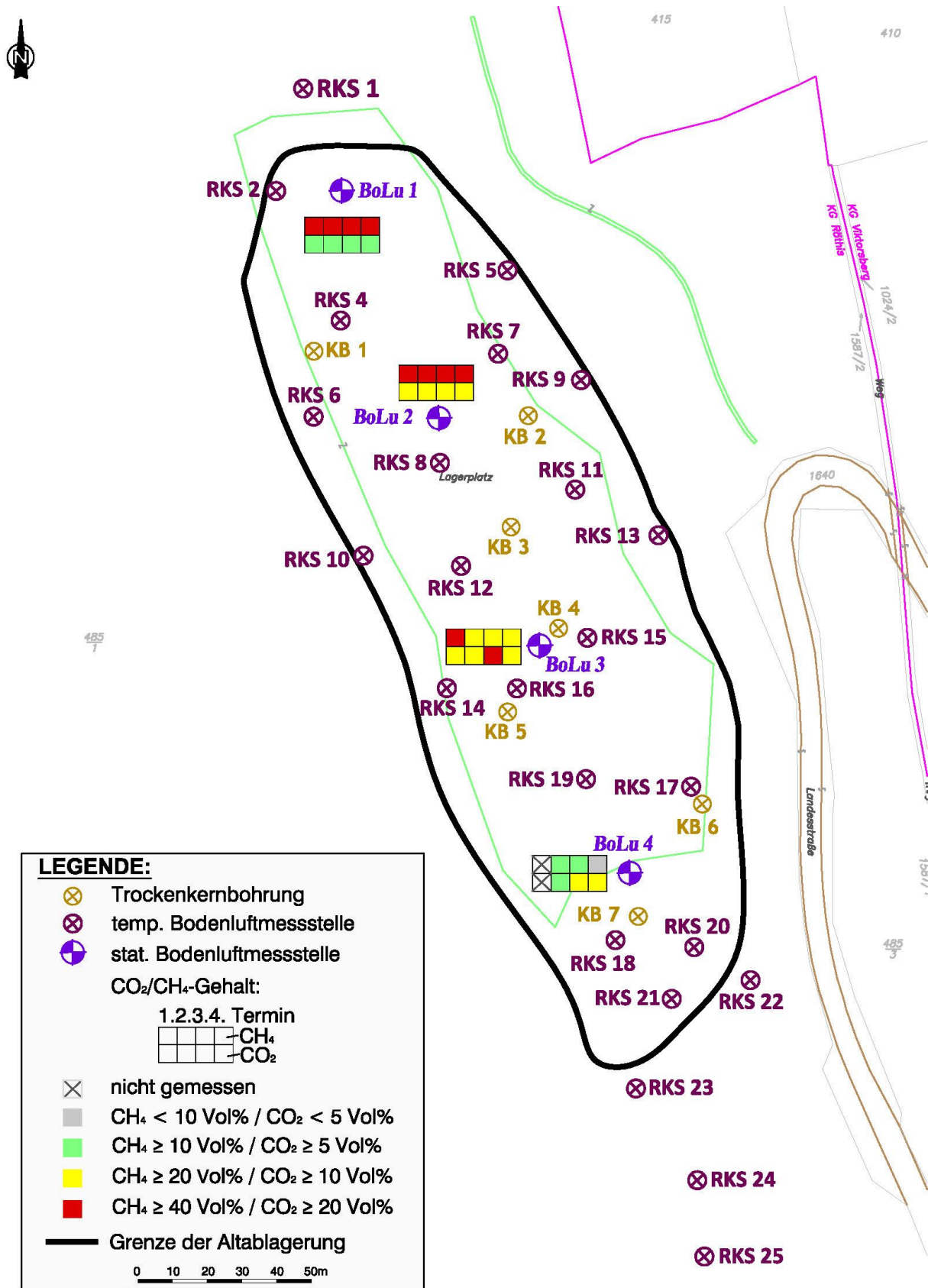


Abbildung 7: Lage der stationären Deponiegasmessstellen und mittlere Deponiegaskonzentrationen (Mediane) im Zuge der Absaugversuche

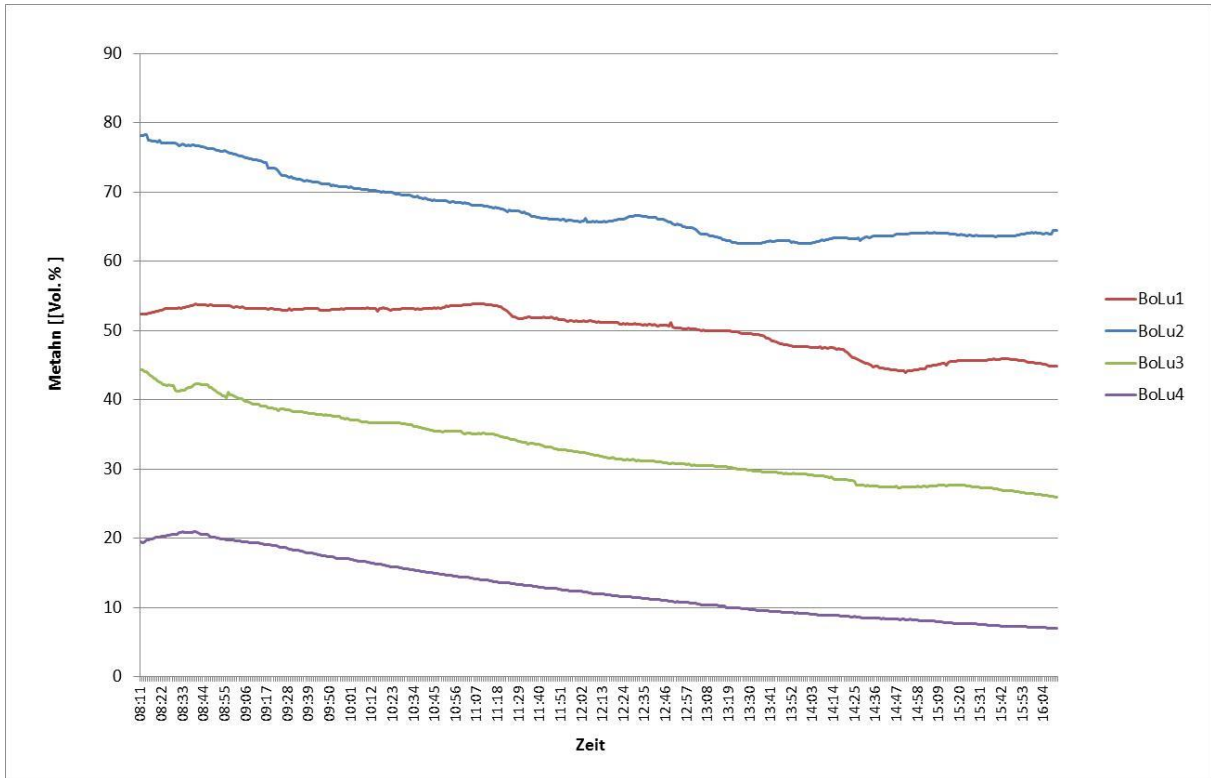


Abbildung 8: Verlauf der Methankonzentrationen im Zuge des 3. Absaugversuchs

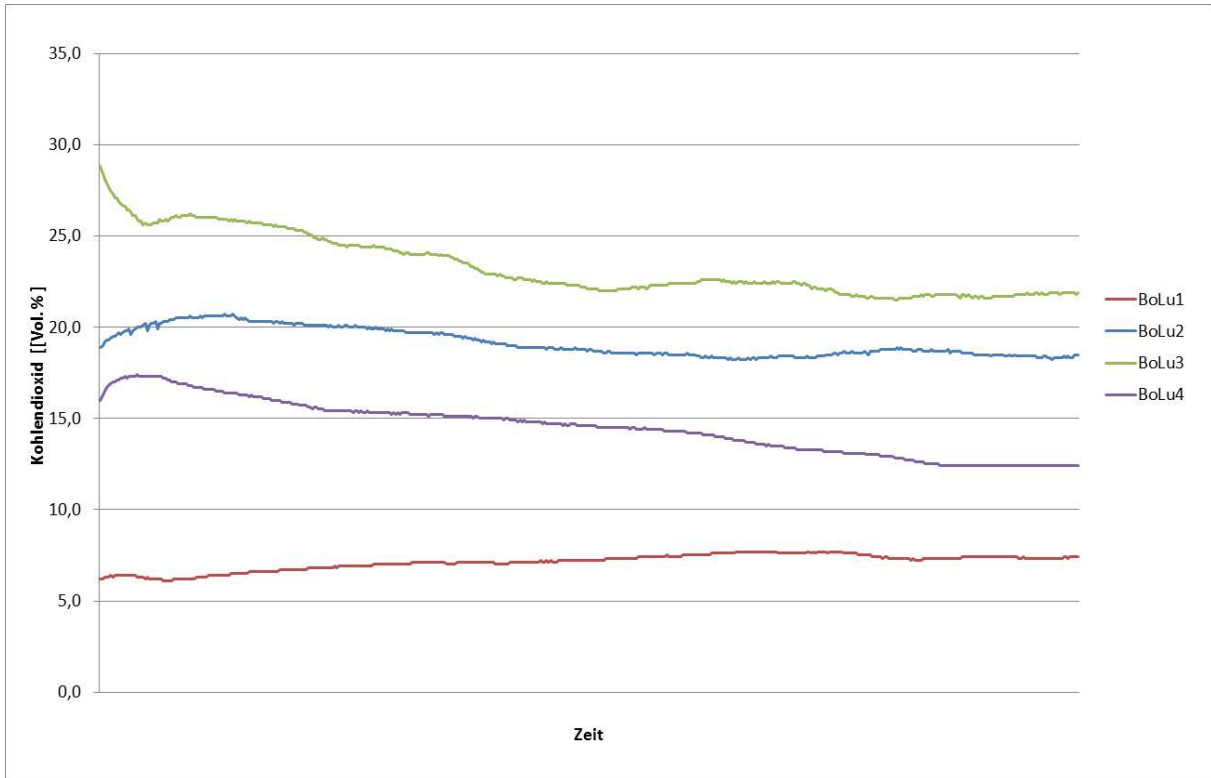


Abbildung 9: Verlauf der Kohlendioxidkonzentrationen im Zuge des 3. Absaugversuchs

3.3.2 Wasseruntersuchungen

Im Jahr 2016 wurden die Messstellen Q6, Q7, BW1, BW2 sowie der Sammelschacht S1 und der Schlammfang S2 am Böschungsfuß der Aushubdeponie (Lage aller Messstellen: siehe Abbildung 6), vier Mal beprobt und auf den Parameterblock I gemäß GZÜV sowie PAK und KW-Index analysiert.

An den Messstellen S1 und S2 waren im Zuge des 3. Probenahmedurchgangs Ammoniumkonzentrationen von rund 2 mg/l (Prüfwert der ÖNORM S 2088-1: 0,3 mg/l) nachzuweisen. An den restlichen Terminen lagen die Ammoniumkonzentrationen bei maximal 0,1 mg/l. Die bereits aus den Voruntersuchungen bekannten zeitweise erhöhten Natriumkonzentrationen in den Messstellen Q6, Q7 und BW1 bestätigten sich an einzelnen Terminen.

Darüber hinaus wurden keine die jeweiligen Prüfwerte überschreitenden Konzentrationen festzustellen.

4 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG

Die Altablagerung „Malonsbach“ befindet sich auf einem Bergrücken ca. 1 km nordöstlich der Ortschaft Röthis. Die Ablagerungsfläche stellt ein ehemaliges Hochmoor dar, das zur Gewinnung von Brennstoff in den Jahren nach dem 2. Weltkrieg abgebaut wurde. In die dadurch entstandene Geländemulde wurden von 1967/68 bis 1983 rund 140.000 m³ Haus- und Sperrmüll, Gewerbeabfälle sowie Bauschutt und danach bis 1994 ausschließlich Aushubmaterial und Bauschutt ohne technische Abdichtungsmaßnahmen gegen den Untergrund abgelagert. Die Abfallablagerungen erfolgten auf einer Fläche von 20.000 m². Während im zentralen Bereich der Deponie die Mächtigkeit der Ablagerungen bis zu 22 m beträgt, liegt sie in den Randbereichen bei wenigen Metern. Im Jahre 2008 wurde der gesamte Deponiebereich mit einer Schicht aus Kieswaschschlamm abgedeckt. Bei Annahme einer mittleren Mächtigkeit von rund 10 m beträgt das Gesamtvolumen der Altablagerung inklusive der Oberflächenabdeckung grob geschätzt mindestens 200.000 m³. In jüngster Zeit wurde unmittelbar nördlich der Altablagerung eine mittlerweile abgeschlossene Bodenaushubdeponie errichtet.

Der aus mergeligen und kalkigen Gesteinen aufgebaute Untergrund der Altablagerung ist tektonisch stark verformt und durch Klüfte zerlegt. In der Umgebung der Altablagerung treten mehrere, großteils an die Klüftung gebundene Quellen zutage. Etwa 65 m bis 80 m unter dem Niveau der Altablagerung verläuft ein befahrbarer Tunnel, der einen Steinbruch mit dem dazugehörigen Betriebsgelände verbindet. In der Tunnelröhre treten sehr gering ergebige Bergwässer zutage.

Auf Basis von Wasseruntersuchungen zwischen 1989 und 2008 kann davon ausgegangen werden, dass der Bereich nördlich der Altablagerung sowie das in der Tunnelröhre austretende Bergwasser von Deponiesickerwässern beeinflusst ist. Eine weitere mögliche Beeinflussung war bei zwei Quellen gegeben, die sich im Betriebsgelände des Steinbruchs befinden.

Die Untersuchungen an der Deponie ergaben einen überwiegend aus dunkel gefärbten, anaerob zersetzten Hausmüllablagerungen aufgebauten Deponiekörper. Der Hausmüll war in unterschiedlichem Ausmaß mit Aushubmaterial und Bauschutt vermischt. Durch die Vermischung ließen sich keine klar abgrenzbaren Ablagerungsbereiche in diesem Bereich des Deponiekörpers feststellen. Über diesen Ablagerungen lagern bis zur Unterkante der Oberflächenabdeckung hauptsächlich Bodenaushubmaterialien in unterschiedlicher Mächtigkeit.

Die Deponiegasuntersuchungen zeigten fast über die gesamte Fläche sehr hohe Methankonzentrationen über 40 Vol.-%. Die damit korrespondierenden Kohlendioxidkonzentrationen lagen zwischen 6 Vol.-% und 20 Vol.-% und sind als erhöht zu bewerten. Die Deponiegaszusammensetzung weist auf den Ablauf intensiver biochemischer Abbauprozesse im Deponiekörper hin. Die aktuellen Absaugversuche bestätigten diesen Befund. Auf rund zwei Drittel der Fläche waren sehr hohe Deponiegaskonzentrationen festzustellen (Methan + Kohlendioxid deutlich über

40 Vol.-% sowie vergleichsweise hohe Schwefelwasserstoffkonzentrationen). Das Abfallvolumen mit hohem Deponiegasemissionspotential kann grob mit rund 130.000 m³ abgeschätzt werden.

Raumluftuntersuchungen in den beiden – zumindest potentiell – begehbaren Schächten nördlich der Deponie belegen eine Migration des Deponiegases über das Sickerwasserleitungssystem der neu errichteten Bodenaushubdeponie. Die Luft in den Schächten wies geringe Sauerstoff- und hohe Kohlendioxidkonzentrationen auf, in den Schächten war dauerhaft eine erstickend wirkende Atmosphäre vorhanden. Darüber hinaus kann aufgrund von Methankonzentrationen knapp unterhalb der unteren Explosionsgrenze eines Methan-Luft-Gemisches das zumindest temporäre Vorhandensein einer explosionsfähigen Atmosphäre nicht ausgeschlossen werden.

Aufbauend auf den ermittelten hydraulischen Durchlässigkeiten der im Jahr 2008 aufgebrachten Oberflächenabdeckung sowie auf Informationen und Annahmen über Abdeckungsmächtigkeit, bodenphysikalische Parameter, Vegetation und klimatische Verhältnisse kann die derzeit in den Deponiekörper einsickernde Niederschlagsmenge mithilfe der Simulations-Software HELP (*Hydrologic Evaluation of Landfill Performance*) auf etwa 600 mm pro Jahr abgeschätzt werden. Dies entspricht rund 40 % der Niederschlagsmenge. Verglichen mit der Einsickermenge vor Abdeckung der Altablagerung, die mithilfe der „Arbeitshilfe zur Abschätzung von Sickerwasserbelastungen an kontaminierten Standorten“ grob auf > 50 % der Niederschlagsmenge geschätzt werden kann, ergibt sich rechnerisch eine geringe, aber signifikante Reduktion der Sickerwassermenge seit Aufbringung der Oberflächenabdeckung.

Die durchgeführten Wasseruntersuchungen an Quellen, Bergwasseraustritten und Oberflächengewässern in der Umgebung der Altablagerung belegen eine Beeinflussung des Bereichs nördlich der Altablagerung sowie teilweise von im Tunnel austretenden Bergwässern durch Deponiesickerwässer. Die Beeinflussung zeigte sich in erhöhten Ammoniumkonzentrationen und einem erhöhten Gehalt an leicht löslichen Stoffen. Die damit korrespondierenden Schadstofffrachten sind als sehr gering zu beurteilen – bei den im Tunnel austretenden Bergwässern mit erhöhten Ammoniumkonzentrationen handelt es sich um Tropfwasser. Unter Berücksichtigung von Depo-niealter, -mächtigkeit und Niederschlagseintrag kann die Ammoniumkonzentration des Deponiesickerwassers auf Basis von Erfahrungs- und Literaturwerten mit maximal 100 mg/l abgeschätzt werden. Daraus lässt sich bei der oben dargestellten Sickerwassermenge von 600 mm pro Jahr (entspricht 30 m³ pro Tag für eine Fläche von 20.000 m²) eine Ammoniumfracht von maximal 3 kg pro Tag ableiten. Diese Fracht ist als erheblich zu bewerten. Es ist davon auszugehen, dass der Großteil der Schadstofffracht in Klüften transportiert wird, deren Verlauf nicht bekannt ist. Ein geringer Teil tritt stark verdünnt an den erwähnten Probenahmestellen im Tunnel aus.

In zwei ergiebigeren, gefassten Bergwasserströmen aus dem Tunnel wurden teilweise erhöhte Konzentrationen an Mineralölkohlenwasserstoffen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen nachgewiesen, die aber vermutlich auf den LKW-Verkehr im Tunnel und die damit zusammenhängenden Emissionen zurückzuführen sind.

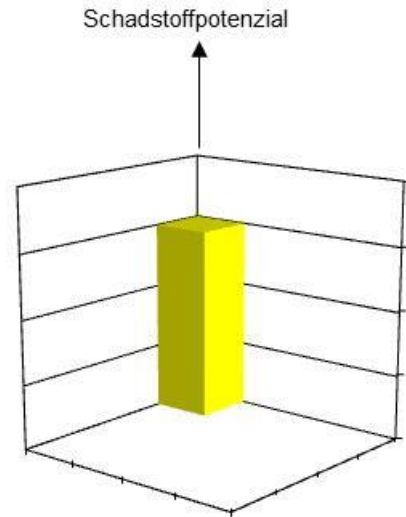
Zusammenfassend ergibt sich aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse, dass in der Altablagerung „Malonsbach“ vorwiegend Hausmüll abgelagert wurde, der nach wie vor biochemischen Abbaureaktionen unterliegt. Die damit verbundenen sehr hohen Deponiegaskonzentrationen liegen in einer Größenordnung wie sie für eine mehrere Jahrzehnte alte Hausmülldeponie mit vergleichsweise hoher Mächtigkeit charakteristisch ist. Aufgrund der Größe und des hohen Deponiegasemissionspotentials stellt die Altablagerung „Malonsbach“ 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:

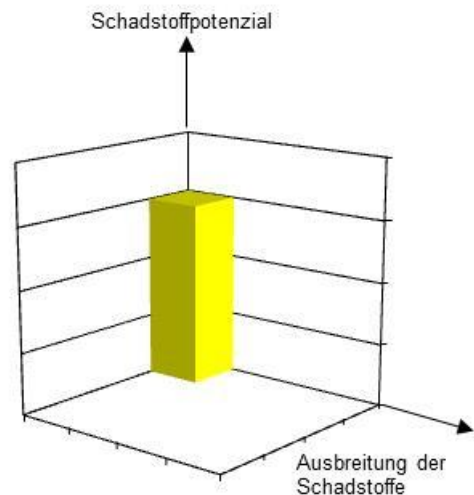
5.1 Gasemissionspotenzial: sehr hoch (3)

Von Ende der 1960er-Jahre bis 1983 wurden in einer Torfgrube mindestens 200.000 m³ hausmüllähnliche Abfälle, Bauschutt und Bodenaushub abgelagert. Entsprechend ihren stofflichen Eigenschaften unterliegen die Abfälle unter den vorliegenden Bedingungen anaeroben Abbauprozessen, die hohe Deponiegasemissionen zur Folge haben. Das Volumen mit sehr hohen Deponiegaskonzentrationen kann mit etwa 130.000 m³ abgeschätzt werden. Aufgrund des Volumens und der Reaktivität der Abfälle ist das Gasemissionspotenzial als sehr hoch zu bewerten.



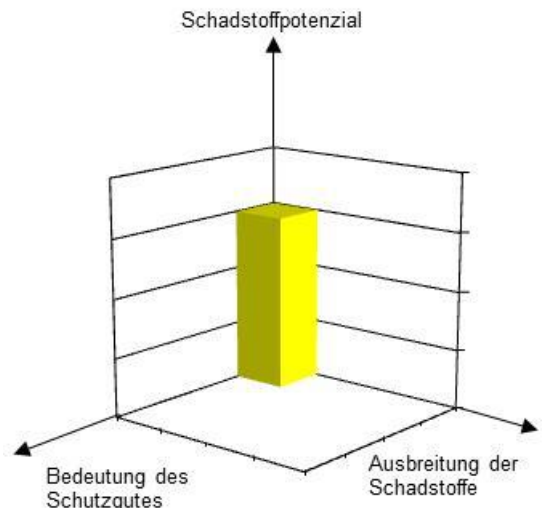
5.2 Ausbreitung der Schadstoffe: möglich (1)

Eine Ausbreitung von Deponiegas im Untergrund bzw. über bestehende Leitungssysteme ist grundsätzlich möglich.



5.3 Bedeutung des Schutzgutes: sonstige Nutzung (1)

Im Nahbereich der Altblagerung befinden sich keine Gebäude und mit Ausnahme der beiden grundsätzlich begehbaren Schächte keine unterirdischen Einbauten. Der von der Deponiegasmigration gefährdete Bereich unterliegt daher keiner sensiblen Nutzung. Die nächstgelegenen Wohnhäuser mit Unterkellerung liegen etwa 300 m entfernt. Eine Deponiegasmigration bis in diesen Bereich kann ausgeschlossen werden.



5.4 Vorschlag Prioritätenklasse: 3

Entsprechend der Bewertung der vorhandenen Untersuchungsergebnisse, der voranstehenden Gefährdungsabschätzung und den in § 14 Altlastensanierungsgesetz festgelegten Kriterien schlägt das Umweltbundesamt vor, die Altablagerung „Malonsbach“ in die Prioritätenklasse 3 einzustufen.

6 HINWEISE ZUR NUTZUNG

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

- Im gesamten Ablagerungsbereich und seiner unmittelbaren Umgebung ist im Untergrund mit Deponiegas zu rechnen.
- 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 Bereiche entstehen.
- Eine Migration von Deponiegas in die beiden im Zuge der Errichtung der Bodenaushubdeponie hergestellten Schächte wurde nachgewiesen. In den Schächten herrscht dauerhaft eine erstickend wirkende Atmosphäre, sodass eine Begehung nur unter entsprechenden Schutzvorkehrungen erfolgen darf. Darüber hinaus kann das zumindest temporäre Vorhandensein einer explosionsfähigen Atmosphäre nicht ausgeschlossen werden.
- Tiefbauarbeiten (z. B. unterirdische Verlegung von Leitungen und Kanälen, Errichtung von Kellern und ähnlichen Objekten) sollten generell nur unter entsprechenden Schutzvorkehrungen erfolgen.
- 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 Entsigelung von Oberflächen ist zu berücksichtigen, dass in Abhängigkeit von der Art der Ableitung der Niederschlagswässer Schadstoffe mobilisiert werden können.
- Aushubmaterial im Bereich der Altablagerung kann erheblich kontaminiert sein.
- Bei einer Änderung der Nutzung können sich durch Deponiegas oder kontaminiertes Material zusätzliche Gefahrenmomente ergeben.

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. In Anbetracht der örtlichen Gegebenheiten ist auch zukünftig nicht mit einer diesbezüglich sensiblen Nutzung im Bereich der Altablagerung zu rechnen.

Die aktuellen und zukünftig zu erwartenden Auswirkungen der Altablagerung auf Quellwässer sind sehr gering. Im Bereich der Altablagerung ist aufgrund der hydrogeologischen Situation und der wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen keine Nutzung von Quellwässern vorhanden oder zu erwarten.

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

7.2 Empfehlungen zur Variantenstudie

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.

Dr. Gernot Döberl e.h.
(Abteilung Altlasten)

Anhang

Verwendete Unterlagen und Bewertungsgrundlagen

- Ergänzende Untersuchungen gem. §13 Abs. 1 ALSAG 1989 für die Verdachtsfläche Deponie „Malonsbach“. Zwischenberichte. Dornbirn, Oktober 2009 und Dezember 2012.
- Ergänzende Untersuchungen gem. §13 Abs. 1 ALSAG 1989 für die Verdachtsfläche Deponie „Malonsbach“. Abschlussbericht. Dornbirn, November 2014.
- Ergänzende Untersuchungen gem. §13 Abs. 1 ALSAG 1989 für die Altablagerung „Malonsbach“. 1. und 2. Untersuchungsbericht. Dornbirn, März 2017.

- ÖNORM S 2088-1: Altlasten – Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser. Wien, 1. 9. 2004.
- ÖNORM S 2088-3: Altlasten – Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Luft. Wien, 1. 8. 2002.
- Arbeitshilfe zur Abschätzung von Sickerwasserbelastungen an kontaminierten Standorten. Wien, 2011.

Die Untersuchungen von 2009 bis 2016 wurden im Rahmen der Vollziehung des Altlastensanierungsgesetzes vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft veranlasst und finanziert.

Die chemischen Analysen der im Oktober 2009 entnommenen Wasserproben wurden vom Amt der Vorarlberger Landesregierung finanziert.