

A. CO2-KOMPENSATIONSMASSNAHMEN
B. PROJEKTANTRAG

INHALTSVERZEICHNIS

A.	BESCHREIBUNG DER PROJEKTAKTIVITÄT	2
A.1	Titel der Projektaktivität und Zeitrahmen	2
A.2.	Kurze Beschreibung der Projektaktivität	2
A.3.	Projekteigner und -partner	3
A.4.	Technische Beschreibung der Projektaktivität	3
A.4.1.	Standort der Projektaktivität	3
A.4.2.	Verfahrenstechnisches Konzept und Anlagenkonzeption	5
A.4.3.	Kategorie und Typ der Projektaktivität	9
A.4.4.	Projektgrenze	10
A.4.5.	Förderbeiträge	11
B.	PROJEKTZEITRAUM.....	11
B.1	Dauer der Projektaktivität	11
B.1.1.	Beginn der Projektmaßnahme	11
B.1.2.	Erwartetes Ende der Projektmaßnahme	11
B.2	Beginn der ersten Kreditierungsperiode	11
C.	ANWENDUNG DER REFERENZ- UND MONITORING METHODE	12
C.1.	Angabe der Referenz- und Monitoringmethode	12
C.2.	Beschreibung der Referenzentwicklung	12
C.2.1.	Beschreibung der Emissionsquellen innerhalb der Projektgrenzen	12
C.2.2.	Beschreibung des Referenzszenarios.	13
C.3.	Demonstration der Additionalität	19
C.4.	Berechnung der Emissionsreduktion	20
C.4.1	Ermittlung der Emissionsreduktionen	20
C.4.2	Ermittlung der Klimagasemissionen des Referenzszenarios	20
C.4.3	Berechnung der Projektemissionen	22
C.4.4	Leakage	24
C.4.5	Daten und Parameter zur Bestimmung der Referenzentwicklung	24
C4.6.	Ex-ante Berechnung der Emissionsreduktionen	26
C.5	Anwendung der Monitoringmethode und Beschreibung des Monitoringplans	27
C.5.1	Beschreibung der Monitoringmethode	27
C.5.2	Beschreibung des Monitoringplans; Daten und Parameter, die innerhalb des Monitoring überwacht werden	31
C.5.4	Verantwortliche Personen / Unternehmenseinheiten für die Messung	37
C.5.5	Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungsmaßnahmen	37
C.5.6	Beschreibung der Umsetzung und des Managements des Monitoringplans	37
C.5.7	Name des Personen, welche den Monitoringplan erstellt haben	38
ANNEXEN		39

A. BESCHREIBUNG DER PROJEKTAKTIVITÄT

A.1 Titel der Projektaktivität und Zeitrahmen

„Effektiver Klimaschutz durch Zerstörung von Methan auf der Deponie Sass Grand in Bever“

Die Projektskizze „Klimaschutz durch Aerobisierung und innovative Schwachgasbehandlung auf Deponien in der Schweiz“ für ein Bündel von drei verschiedenen Projekten wurde am 7.10.2009 bei BAFU/BFE eingereicht. Am 6.1.2010 wurde die Projektskizze den Vertretern von BAFU/BFE vorgestellt.

Datum der elektronischen Eingabe des Projektantrags beim Bundesamt für Umwelt:
31.03.2011

A.2. Kurze Beschreibung der Projektaktivität

Betrachtet wird die Reaktordeponie Sass Grand in Bever, die im Oberengadin im Kanton Graubünden liegt. Die Deponie wurde im Jahr 1967 errichtet (Etappe 0) und in den Jahren 1979 (Etappe 1) und 1989 (Etappe 2) erweitert. Zwischen 1967 und 2000 wurden in der Deponie hauptsächlich Kehrlicht (ca. 75%), Mulden- und Sperrgut (ca. 15%) sowie Klärschlamm abgelagert.

Der für die Projektaktivität wesentliche Teil der Deponie (Etappe 0) weist ein Deponievolumen von rund 300'000 m³ auf bei einer Mächtigkeit von 20-25 m. Aufgrund der Deponiegasemissionen sowie der Belastungen im Grund- und Bachwasser ordnete die kantonale Behörde im Jahr 1999 die Sanierung der Altablagerung von Etappe 0 an. Das Sanierungsprojekt, das aus der Aerobisierung der Deponie durch ein Absaugverfahren mit tiefenverfilterten Brunnen besteht, wurde 2006 bewilligt und ist seit anfangs 2008 in Betrieb. Es wird aber momentan nur der nördliche Teil der Etappe 0 aerobisiert und das Aerobisierungsgas gelangt über einen Biofilter in die Atmosphäre. Das aus dem südlichen Teil der Etappe 0 stammende Gas ist noch an die Entgasung der Etappen 1 und 2 angeschlossen und wird über eine Hochtemperaturfackel verbrannt. Die Entgasung der Etappen 1 und 2 kann trotz Unterstützung aus dem südlichen Teil der Etappe 0 nicht kontinuierlich betrieben werden und es ist keine energetische Nutzung möglich. Aus diesem Grund wird wie vorgesehen im Frühling 2011 auch der südliche Teil der Etappe 0 aerobisiert und das Aerobisierungsgas wird über den bereits bestehenden Biofilter direkt in die Atmosphäre gelangen. Auf Grund des geringen Methangehalts im Aerobisierungsgas ist keine Verbrennung in einer Fackel möglich.

Für die Etappen 1 und 2 der Reaktordeponie Sass Grand wurde gleichzeitig mit der Sanierungsbestimmung für die Etappe 0 die aktive Entgasung dieser Teilbereiche der Deponie angeordnet, da Reaktordeponien gemäss Technischer Verordnung für Abfälle (TVA) über Entgasungsanlagen verfügen müssen. Deshalb wird heute das Deponiegas aus diesem Teil der Deponie soweit möglich abgesaugt und in einer Hochtemperaturfackel mit dem Gas aus einem Teil der Etappe 0 verbrannt.

Das Aerobisierungsgas aus der gesamten Etappe 0, d.h. einmal das Gas aus dem nördlichen Teil der Etappe 0, welches heute über mehrere Biofilter zwecks Desodorierung in die Atmosphäre entweicht, sowie das Gas aus dem südlichen Teil der Etappe 0, welcher im Frühling 2011 von der Entgasung zur Aerobisierung umgestellt werden wird, soll im Rahmen der Projektaktivität mit dem Deponiegas aus Etappen 1+2 gemischt werden, um danach in einer Schwachgasfackel entsorgt zu werden. Bei der Mischung des Aerobisierungsgases aus der gesamten Etappe 0 mit dem Deponiegas aus den Etappen 1 und 2 erhöht sich der CH₄-Anteil im Aerobisierungsgas so, dass die Behandlung in einer Schwachgasfackel ermöglicht wird.

A.3. Projekteigner und -partner

Der Projekteigner ist die Dplus AG St Gallen.

Das vorliegende Projekt wurde von Dplus AG St. Gallen und der GES Biogas GmbH, Zweigniederlassung Thun, initiiert. Das für die technische Installation und Betreuung des Projektes zuständige Unternehmen ist die Dplus AG.

Die Betreuung der Projektdokumentation des Klimaschutzprojektes erfolgt durch die GES Biogas GmbH, Zweigniederlassung Thun, in Zusammenarbeit mit der Dplus AG.

Deponieeigentümer und Deponiebetreiber ist der Abfallbewirtschaftungsverband Oberengadin/ Bergell (ABVO) mit Sitz in Samedan.

A.4. Technische Beschreibung der Projektaktivität

A.4.1. Standort der Projektaktivität

Die Deponie Sass Grand liegt auf dem Gebiet der Gemeinde Bever im Kreis Oberengadin. Der Standort der Deponie ist in nachfolgender Abbildung dargestellt:



Abbildung 1: Standort der Deponie Sass Grand

Deponie Sass Grand

Die Deponie wurde 1967 in Betrieb genommen (Etappe 0) und ist 1979 mit der Etappe 1 und 1989 mit der Etappe 2 erweitert worden:

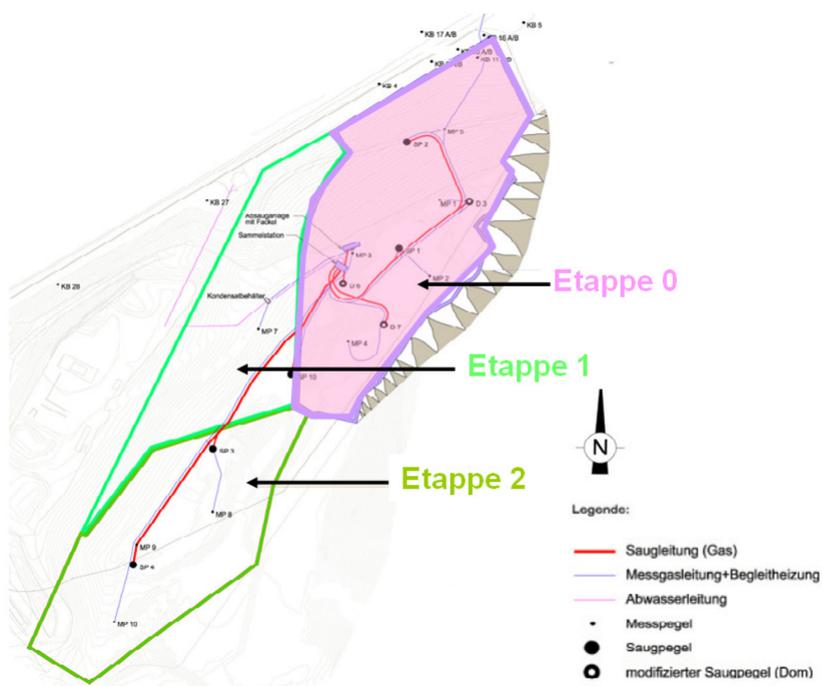


Abbildung 2: Aufteilung der Etappen 0, 1 und 2 der Deponie Sass Grand

Die folgende Tabelle gibt einige Kennzahlen der 3 Etappen wieder:

	Etappe 0	Etappe 1 und 2
Betrieb seit	1967	1979 und 1989
Betrieb bis	1995	in Betrieb
Verfülltes Volumen	~ 300'000 m ³	~ 500'000 m ³
Fläche	~ 19'000 m ²	~ 32'000 m ²
Mächtigkeit	~ 20 – 25 m	~ 20 – 25 m
Abgelagerte Abfallarten	Hausmüll (75%), Mulden- und Sperrgut (15%), Bauschutt (3%), Grünabfälle (2%), Klärschlamm (5%)	Ähnlich Etappe 0, aber ab 1996 vermehrt Klärschlamm und Aushubmaterial (separater Einbaubereich). Ab 2001 kein Hausmüll sowie brennbares Mulden- und Sperrgut.
Abfallherkunft	Vorwiegend aus privaten Haushalten, Tourismus und Gewerbe	

Tabelle 1: Kennzahlen der 3 Etappen der Deponie

A.4.2. Verfahrenstechnisches Konzept und Anlagenkonzeption

Auf der Deponie Sass Grand in Bever sind seit Januar 2008 eine Aerobisierungsanlage (Anlage 1) und eine Entgasungsanlage (Anlage 2) in Betrieb (s. Abbildung 3). Die zu den Etappen 0 und 1+2 gehörigen Anlagen sind in Abbildung 3 dargestellt.

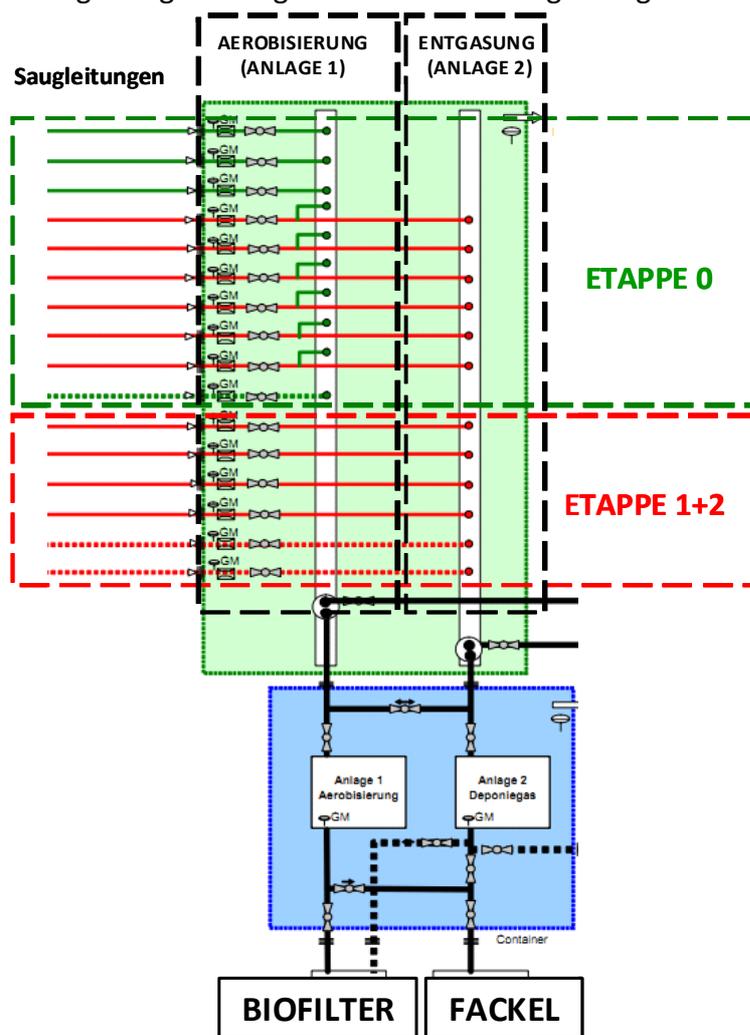


Abbildung 3: Aerobisierungs- und Entgasungsanlagen inkl. der zugehörigen Etappen der Deponie Sass Grand

Darin werden auch die zwei Teile der Etappe 0 ersichtlich, von denen ein Teil aktuell aerobisiert wird (grüne Saugleitungen, keine Verbindungen von Saugleitungen zur Entgasung (Anlage 2), und der andere Teil bisher über die Entgasung (rote Saugleitungen, Anlage 2) abgesaugt wurde und ab Frühling ebenfalls über die Aerobisierung (Anlage 1) behandelt werden wird (Verbindungen von Saugleitungen zur Anlage 1 und 2).

Das Kernstück des Aerobisierungsverfahrens ist ein tiefenverfilterter Gasabsaugbrunnen – anstelle des herkömmlichen vollverfilterten GDA-Brunnens (s. Abbildung 4). Durch den angelegten Unterdruck strömt Aussenluft grossflächig von der Deponieoberfläche her bis in die Tiefe des Deponiekörpers. Dadurch werden die organischen Stoffe im gesamten Deponiekörper – nicht nur in den oberen Bereichen – abgebaut. Über die tiefenverfilterte Saugbrunnen wird das während der Aerobisierung entstandene Aerobisierungsgas (Porenluft) aus dem Deponiekörper abgesaugt.

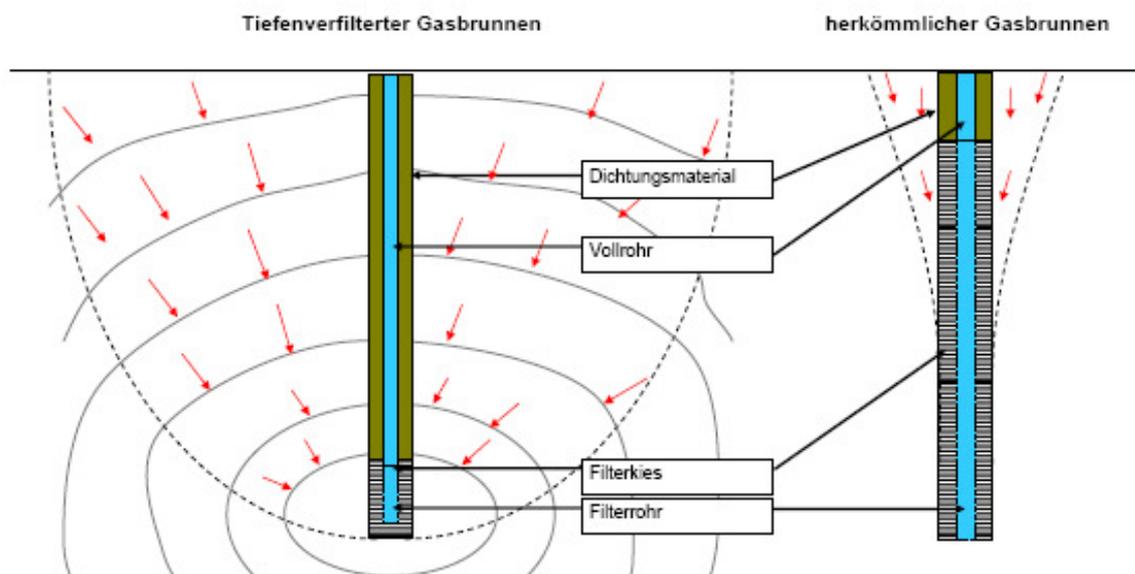


Abbildung 4: Wirkungsweise der tiefenverfilterten Gasbrunnen im Vergleich zu herkömmlichen Gasbrunnen (GDA)

Das abgesaugte Aerobisierungsgas wird heute zwecks Vermeidung von Geruchsbelästigungen durch 3 Biofilter unkontrolliert in die Atmosphäre abgegeben. Die Biofilter bestehen aus Schachtelementen von ca. 2.5 m Durchmesser, gefüllt mit Holzschnitzel und können bei diesen klimatischen Bedingungen mit einer Belastung von ca. 60-70 m³ Aerobisierungsgas pro Stunde und m² befahren werden. Dabei werden jedoch keine nennenswerten Methanemissionen reduziert (siehe Anhang 9 zum Methanabbau in Biofilter).

Die Absauganlage inkl. Mess-, Steuer- und Regelungstechnik ist in einem 20" – Container untergebracht. Sie wird kontinuierlich über 24 Stunden pro Tag betrieben. Alle betriebsrelevanten Parameter wie Gaszusammensetzung, Grenzwertüberschreitungen und Leistungsaufnahme werden kontinuierlich überwacht und aufgezeichnet. Der Gasstrom wird kontinuierlich auf Sauerstoff- und Methangehalt überwacht. Ausserdem wird die Gaskonzentration bei den Saugleitungen dreimal täglich auf den Gehalt an Methan, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid und Sauerstoff analytisch untersucht. Die gesammelten Werte

werden in Quartals- wie in jährlichen Berichten festgehalten und dem ANU (Amt für Natur und Umwelt) zur Überprüfung des Sanierungserfolgs vorgelegt (s. Anhang 2).



Abbildung 5: Sammelbalken der Anlagen 1 und 2



Abbildung 6: Absauganlage (Sass Grand)

Die Entgasung der Deponie (Etappen 1 und 2) erfolgt ebenfalls über tiefenverfilterte Saugbrunnen. Der CH_4 Anteil im Deponiegas wird durch die thermische Verwertung über die Hochtemperaturfackel zerstört. Die Entgasungsanlage wird ansonsten analog der Anlage zur Aerobisierung betrieben.

Auf Grund des geringen Methangehalts im Aerobisierungsgas ist keine Verbrennung in einer Schwachgasfackel möglich, wozu ein Methangehalt von $> 12\%$ notwendig ist. Im Rahmen der Projektaktivität ist geplant, beide Gasfassungssysteme zu verbinden. Dazu wird dem Aerobisierungsgas aus beiden Teilen der Etappe 0 das Deponiegas aus der Entgasung der Etappen 1+2 als so genanntes Stützgas mit einem voraussichtlichen Methangehalt von etwa 30% zugemischt. Damit wird gewährleistet, dass das Aerobisierungsgas in der Schwachgasfackel behandelt und die Fackel kontinuierlich betrieben werden kann. Das durch die Absaugung gefasste Methan wird durch die Behandlung in der Schwachgasfackel vollumfänglich in deutlich weniger klimaschädliches Kohlendioxid umgewandelt.

Für das Projekt sind somit folgende bauliche und technische Installationen notwendig:

Bereich	Element	Anzahl	Beschreibung
Absauganlage	Messstrecke		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ergänzung der Prozessmesstechnik mit einer kontinuierlichen O₂-Messung (paramagnetische Messung inkl. Messgasaufbereitung) zur zuverlässigen Bestimmung von O₂-Konzentration im Mischgas für die Schwachgasfackel.
	Steuerung		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anpassung der SPS-Steuerung auf 1 statt 2 Anlagen und geänderte Anforderungen aus der Anpassung der Ex-Schutz-Anforderungen
Sammelstation	Sammelbalken		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verlegung von 2 Probenahmestellen für die periodische Messung der Gaszusammensetzung in den beiden Zuleitungen zu Monitoringzwecken.
Abluft-behandlung		1 Stk.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umbau der bestehenden Hochtemperaturfackel (Typ Hofstetter) in eine Schwachgasfackel durch Anpassung des Injektors, der Luftklappen (Blechabdeckung für reduzierten Luftzustrom) sowie der Zündelektroden
	Gasleitung		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Ausgang zum Biofilter wird mit einem Blindflansch und einer Verplombung versehen

Tabelle 2: Notwendige Umbau- und Anpassungsarbeiten für die Umsetzung der Projektstätigkeit

Die Umbau- und Anpassungsarbeiten der Projektaktivität zwecks der Mischung des Deponiegases aus Etappe 1 und 2 mit dem Aerobisierungsgas aus der gesamten Etappe 0 ermöglichen, dass das bisher unkontrolliert in die Atmosphäre entweichende Aerobisierungsgas kontrolliert in der Schwachgasfackel verbrannt wird. Vorgesehen ist dafür der Umbau der bereits vorhandenen Hochtemperaturfackel von Hofstetter in einer Schwachgasfackel. In der Schwachgasfackel wird das im Deponiegasstrom enthaltenen Methan bei 1'000 bis 1'200 °C und einer Verweilzeit von > 0.3 Sekunden thermisch zerstört und zu Kohlendioxid umgewandelt.

Die Gesamtanlage wurde 2007 erbaut. Sie wurde für eine Betriebsdauer von bis zu 15 Jahren konzipiert (Betriebsdauer basiert auf Erfahrung aus dem Anlagenbau). Beispielsweise wurde die Verrohrung aus Edelstahl und nicht aus vielfach eingesetztem, verzinktem Stahl erstellt. Die effektive Lebensdauer der Gesamtanlage bzw. der einzelnen Anlagekomponenten kann durch Wartung und Unterhalt beeinflusst werden, wobei einzelne Komponenten (z.B. Sensoren) periodisch ersetzt werden müssen.

Für die Hochtemperaturfackel wurde vom Hersteller (Hofstetter Umwelttechnik AG, 3324 Hindelbank, 034 411 86 11) die übliche Gewährleistungsfrist von 12 Monaten abgegeben. Eine schriftliche Angabe zur Lebensdauer wird nie abgegeben. Wie oben erwähnt für die Gesamtanlage wird die Lebensdauer der Fackel auf Basis von Praxiserfahrungen geschätzt. Der Umbau der Fackel hat keinen Einfluss auf die Lebensdauer der Fackel.

Um in der Projektaktivität sicherzustellen, dass die gesamte Gasmenge zur Fackel geführt wird, und nicht weiterhin durch die Biofilter fließt, wird der Ausgang zum Biofilter mit einem Blindflansch versehen (s. Annex 4-1). Durch anbringen der Plombe am Verschluss der Gasleitung kann sichergestellt werden, dass dieser während der Laufzeit der Projektaktivität ungeöffnet bleibt.

Die heutige Sauerstoffmessung genügt für den Betrieb als Aerobisierungsanlage, da der Sauerstoffgehalt (< 11 Vol-%) und der Methangehalt (< 5 Vol-%) im unkritischen Bereich bezüglich Explosionsgefährdungen liegen. Beim Betrieb mit Schwachgas erhöht sich der Methangehalt auf > 12 Vol-% (Untere Explosionsgrenze UEG = 5 Vol-%), sodass nur noch der Sauerstoffgehalt und nicht mehr die Kombination von Sauerstoff- und Methangehalt für die Beurteilung einer explosionsfähigen Atmosphäre beigezogen werden kann. Dies erhöht die Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Sauerstoffmessung.



Abbildung 7: Hochtemperaturfackel in Sass Grand



Abbildung 8: Prozessmesstechnik in der Absauganlage

Die Anlage wird über eine vollautomatische SPS mit Zugriffsmöglichkeit über die Fernwirkung (Remote) gesteuert. Sie wird kontinuierlich und diskontinuierlich analytisch überwacht. Ergänzend zu den Prozessparametern sowie der Gaskonzentration in den Saugleitungen wird die Zusammensetzung der Porenluft im Deponiekörper bei insgesamt 10 Messpegeln auf unterschiedlichem Niveau dreimal täglich gemessen.

A.4.3. Kategorie und Typ der Projektaktivität

Das Projekt beantragt Emissionsreduktionspapiere aus folgender Projektaktivität:

Vermeidung von Methanemissionen durch Zerstörung vom methanhaltigen Aerobisierungsgas.

A.4.4. Projektgrenze

In Abbildung 9 und Abbildung 10 sind jeweils die Projektgrenzen des Referenzszenarios und der Projektaktivität dargestellt.

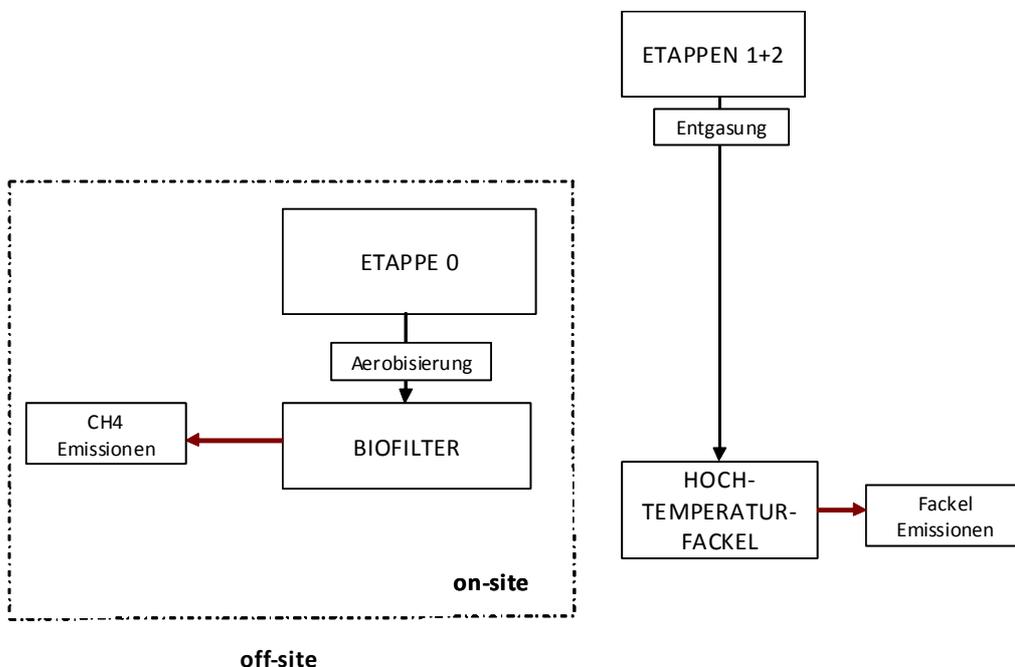


Abbildung 9: Projektgrenze des Referenzszenarios

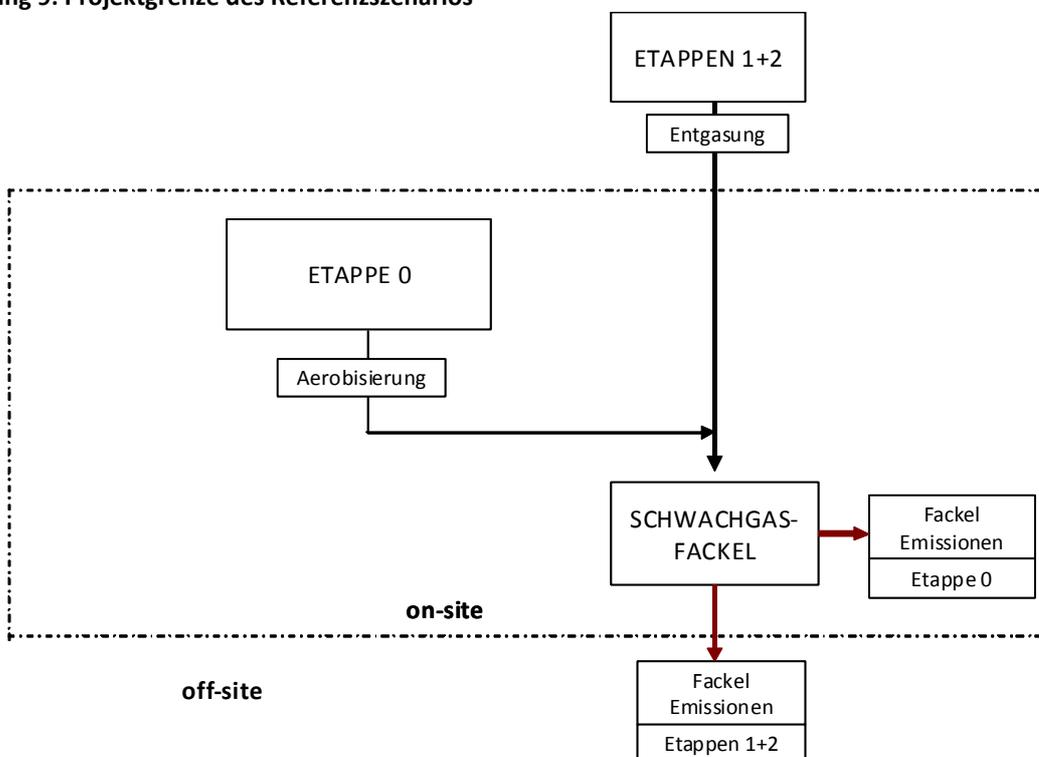


Abbildung 10: Projektgrenze der Projektaktivität

A.4.5. Förderbeiträge

Das Projekt erhält keine Förderbeiträge der öffentlichen Hand oder der Stiftung Klimarappen (vgl. Kapitel A.4.5 des PDD) und wird auch in keiner anderen Art und Weise durch Vorleistungen von Bund oder Kanton finanziert.

B. PROJEKTZEITRAUM

B.1 Dauer der Projektaktivität

Die Laufzeit der Projektaktivität ist 10 Jahre ab Beginn des Projektes.

B.1.1. Beginn der Projektmaßnahme

Die Projektregistrierung ist im August 2011 vorgesehen. Der Projektbeginn erfolgt nach Registrierung voraussichtlich in September 2011.

Projektbeginn ist der Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Projektaktivität, also der Moment des ersten Nm^3 zerstörten CH_4 .

B.1.2. Erwartetes Ende der Projektmaßnahme

Das erwartete Ende der Projektmassnahme ist voraussichtlich September 2020.

Damit ergibt sich eine Projektlaufzeit von September 2011 bis September 2020.

B.2 Beginn der ersten Kreditierungsperiode

Siehe B.1.1.

C. ANWENDUNG DER REFERENZ- UND MONITORING METHODE

C.1. Angabe der Referenz- und Monitoringmethode

Es werden diejenigen Referenz- und Monitoringmethoden angewendet, welche gemäss der Vorgaben der Vollzugsweisung¹ zur Bestimmung von Methanreduktionen dienen (Standard-Methode f), oder diese an die Projektaktivität angepasst.

C.2. Beschreibung der Referenzentwicklung

C.2.1. Beschreibung der Emissionsquellen innerhalb der Projektgrenzen

Die Emissionsquellen innerhalb der Projektgrenze sind zusammengefasst in Tabelle 3 aufgeführt.

	Quelle	Klimagas		Begründung / Beschreibung
Referenzszenario	Direkte Emissionen aufgrund der aeroben Behandlung der Deponie	CH ₄	Enthalten	CH ₄ Emissionen aus dem Aerobisierungsgas treten durch Gasnachbehandlung mit Biofilter auf. CH ₄ Emissionen aus dem Gaserfassungssystem können aufgrund der Anforderungen von strengen Explosionsschutzmassnahmen ausgeschlossen werden.
		N ₂ O	Ausgeschlossen	Vernachlässigbar
		CO ₂	Ausgeschlossen	CO ₂ Emissionen bzgl. des Abbaus von organischen Abfällen werden nicht bilanziert.
Projektaktivität	Emissionen aufgrund der Nutzung von a) Strom und b) fossiler Energie	CH ₄	Ausgeschlossen	Vernachlässigbar
		N ₂ O	Ausgeschlossen	Vernachlässigbar
		CO ₂	Ausgeschlossen	a) Da gemäss Vollzugsweisung der CO ₂ spezifische Faktor elektrischer Energie in der Schweiz bei Null liegt, ist von keinen Projektemissionen aufgrund des Stromverbrauchs der Anlage in der Projektaktivität auszugehen. Sollte sich der CO ₂ spezifische Faktor für Netzstrom in der Schweiz ändern, so ist dies innerhalb der Projektemissionen entsprechend zu berücksichtigen. b) Während der Projektaktivität werden keine fossilen Brennstoffe verbraucht, daher sind keine Projektemissionen im Zusammenhang mit dem Verbrauch fossiler Energie zu erwarten.
	Direkte Emissionen aufgrund der Facklineffizienz	CH ₄	Enthalten	CH ₄ Emissionen aufgrund unvollständiger Verbrennung von CH ₄ in der Schwachgasfackel werden als Projektemissionen bilanziert. Dabei wird ein Standardwert von 90% für ein geschlossenes Fackelsystem angewendet.

¹ Bundesamt für Umwelt (Hg.) 2008: Klimaschutzprojekte in der Schweiz. Vollzugsweisung zur Durchführung von Kompensationsmassnahmen. Gemeinsame Mitteilung des BAFU und des BFE als Vollzugsbehörden. Umwelt-Vollzug Nr. 0826. Überarbeitete Version 2010; Bundesamt für Umwelt, Bern: 49 S.

Tabelle 3: Zusammenfassung der relevanten Emissionsquellen des Referenzfallszenarios und der Projektaktivität innerhalb der Projektgrenzen

C.2.2. Beschreibung des Referenzszenarios.

Die Identifizierung des Referenzfallszenarios erfolgt in mehreren Schritten:

- Schritt 1: Identifizierung der Alternativen zur Projektaktivität im Einklang mit den geltenden gesetzlichen Bestimmungen
 - Schritt 1a: Definition der Alternativen zu der Projektaktivität
 - Schritt 1b: Übereinstimmung mit Gesetzen und Verordnungen in der Schweiz zur Behandlung von Deponien in der Sanierungsphase

- Schritt 2: Wirtschaftlichkeitsanalyse
 - Schritt 2a: Festlegung der Methode der Wirtschaftlichkeitsanalyse
 - Schritt 2b: Durchführung der Wirtschaftlichkeitsanalyse

Schritt 1: Identifizierung der Alternativen zur Projektaktivität im Einklang mit den geltenden gesetzlichen Bestimmungen

Die Ausgangssituation auf der Deponie Sass Grand lässt sich wie folgt beschreiben: Aufgrund der Verfügung zur Sanierung der Etappe 0 im Jahr 2006 wird zurzeit der nördliche Teil dieser Etappe aerobisiert und die daraus entstehende Abluft (Aerobisierungsgas) zwecks Geruchsminderung durch Biofilter behandelt. Aus dem südlichen Teil der Etappe 0 der Deponie wird momentan noch Deponiegas mit einem Methananteil von durchschnittlich 30 Vol.-% gefasst und mit dem gefassten Deponiegas aus den Etappen 1+2 über eine Hochtemperaturfackel zerstört (s. auch Abbildung 3).

Die Aerobisierung läuft seit 2008 zufriedenstellend, d. h. das Aerobisierungsgas liefert eine nahezu ideale Zusammensetzung, wie es folgende Tabelle aufweist:

Parameter	Ideales Aerobisierungsgas	Aerobisierungsgas 2009		Aerobisierungsgas 2008	
			(bei 3% O ₂)		(bei 3% O ₂)
Methan	5.0 %	3.4 %	4.0 %	6.1 %	6.9 %
Kohlendioxid	20.8 %	15.1 %	17.9 %	15.1 %	17.2 %
Sauerstoff	3.0 %	5.8 %	3.0 %	5.2 %	3.0 %
Anteil CH ₄ -C	19.4 %	18.4 %		28.8 %	
Anteil CO ₂ -C	80.6 %	81.6 %		71.2 %	

Tabelle 4: Zusammensetzung des idealen Aerobisierungsgases im Vergleich zu den gemessenen Werten im Aerobisierungsgas aus der Etappe 0 in 2008 und 2009

Da die Entgasung der Etappen 1 und 2 mit Unterstützung aus Etappe 0 nicht erfolgreich läuft und kein kontinuierlicher Betrieb der Hochtemperaturfackel, geschweige denn eine Gasnutzung zur Energiegewinnung ermöglicht wird, ist es sinnvoll die Aerobisierung der

Etappe 0 getrennt von der Entgasung der noch in Betrieb stehenden Etappen 1 und 2 voranzutreiben (schnellerer Abbau der organischen Abfälle und damit schnellere Sanierung der Etappe 0). Im diesem Sinne wurde dieser Vorgang von der Genehmigungsbehörde (Amt für Natur und Umwelt) bevorzugt und in einer Zwischenbeurteilung der Sanierungsziele der Etappe 0 im Jahr 2010 entschieden (s. Annex 6, Auszug aus dem Jahresbericht über den Verlauf der Aerobisierung/ Entgasung und Beurteilung des ANU).

Demzufolge können, je nach Ergebnis der Versuche im Frühling 2011 um den Wasserstand im Deponiekörper der Etappe 1 und 2 zu senken, 2 Szenarien eintreten:

1. Der Deponiekörper der Etappe 1 und 2 wird (teilweise) trocken gelegt:
 - ➔ die heute vorgesehene Praxis nach der vorgesehenen Umstellung im Frühjahr 2011 wird fortgesetzt, d. h. die gesamte Etappe 0 wird vollständig aerobisiert (Aerobisierungsgas gelangt über Biofilter in die Atmosphäre). Die Etappen 1 und 2 werden weiterhin im intermittierenden Betrieb entgast (Deponiegas wird in Hochtemperaturfackel verbrannt), bis die Menge und der Methangehalt des Deponiegases so gering werden, dass die Hochtemperaturfackel nicht mehr betrieben werden kann. Ab dann werden auch Etappen 1+2 aerobisiert.
2. Die Versuche, den Wasserstand im Deponiekörper der Etappen 1 und 2 abzusenken, schlagen fehl:
 - ➔ die heute vorgesehene Praxis nach der vorgesehenen Umstellung im Frühjahr 2011 wird erweitert, d.h. die gesamte Etappe 0 wird vollständig aerobisiert und die Etappen 1 und 2 werden frühzeitiger als vorgesehen ebenfalls an die Aerobisierung angeschlossen, d. h. die gesamte Deponie (Etappen 0, 1 und 2 werden aerobisiert.

Im Vergleich zur aktuellen Situation wird sich durch die Aerobisierung der gesamten Etappe 0 ab Frühjahr 2011 nach den Umstellungen die Menge an Aerobisierungsgas erhöhen. Die 3 bestehenden Biofilter wurden vorab so dimensioniert, dass die Gesamtmenge an Aerobisierungsgas aus der Etappe 0 zwecks Geruchsminderung behandelt werden kann.

Im 2. Szenario wird sich, aufgrund der Erweiterung der Aerobisierung auf die gesamte Deponie, die Menge an Aerobisierungsgas noch weiter erhöhen. Die 3 bestehenden Biofilter würden wahrscheinlich nicht ausreichen, um das gesamte Aerobisierungsgas zu behandeln. Deshalb wäre dann ein Ausbau der Biofilter in Betracht zu ziehen.

Schritt 1a: Definition der Alternativen zu der Projektaktivität

Folgende Alternativen und die Wahrscheinlichkeit ihrer technischen Umsetzung sind als Referenzentwicklung denkbar und könnten als Projektalternativen aufgestellt werden:

Alternativen bzgl. Referenzszenario	Wahrscheinlichkeit der Umsetzung
<p>Alternative 1 Umsetzung des geplanten Projekts ohne Implementierung als Klimaschutzprojekt</p>	<p>Sehr Unwahrscheinlich Die Umbauarbeiten zur Vereinigung beider Ausgasungsanlagen sind kostenintensiv und organisatorisch aufwendig und ohne Einnahmen aus Emissionsreduktionspapieren wirtschaftlich nicht interessant. Erst die Umsetzung des Projektes als nationales Klimaschutzprojekt würde Emissionsreduktionen generieren, durch welche sich Einnahmen zur Finanzierung des Projektes erzielen lassen. Weitere Einnahmen, z.B. durch Nachnutzung der Deponie, sind nicht zu erwarten. Die Umsetzung dieser Alternative ist daher sehr unwahrscheinlich.</p>
<p>Alternative 2 Aerobisierungsgas aus der gesamten Etappe 0 wird zwecks Vermeidung der Geruchsemissionen mit Biofiltern behandelt</p>	<p>Sehr wahrscheinlich. Die Etappe 0 der Deponie wird momentan saniert und erfüllt aufgrund der Aerobisierung die Vorgaben des kantonalen Amtes für Natur und Umwelt (ANU). Der Methananteil im Aerobisierungsgas ist so gering, dass die Abluft nicht mit einer den heutigen Stand der Technik entsprechende Massnahme vernichtet werden kann. Des weiteren hat das ANU aus Sanierungs- und Kostengründen entschieden, die gesamte Etappe 0 zu aerobisieren, was dazu führt, dass die momentane Entgasung der Etappe 0 an die Aerobisierung angeschlossen wird. Dadurch wird sich die Menge an Aerobisierungsgas erhöhen und zum Schluss wird noch mehr unbehandeltes Methan, als es momentan der Fall ist, in die Atmosphäre abgelassen. Die Fortführung der bisherigen Praxis mit einer Erweiterung der Aerobisierung der gesamten Etappe 0 ist aus technischen und Sanierungsgründe das wahrscheinlichste Szenario.</p>
<p>Alternative 3 Trockenlegung der Deponie und Benutzung der installierten Deponiegasfassungssystemen zwecks energetischer Verwertung bzw. Zerstörung des Deponiegases</p>	<p>Unwahrscheinlich Die Erfahrungen aus den letzten 3 Jahren zeigen, dass eine Umsetzung der Alternative mit einer Gasnutzung zur Energiegewinnung sogar bei erfolgreichem Trockenlegen des Deponiekörpers der Etappen 1 und 2 sehr unwahrscheinlich wäre. Die Gasmengen und die Methankonzentrationen im Deponiegas aus Etappe 1 und 2 werden höchstens so hoch sein, dass die Hochtemperaturfackel weiterhin in einem intermittierenden Betrieb gefahren werden kann und keine energetische Verwertung möglich ist. Diese Alternative setzt voraus, dass der Wasserstand im Deponiekörper der Etappen 1 und 2 gesenkt werden kann. Auf Basis der letzten Entwässerungsversuche der Deponie und der Expertenmeinung ist leider davon auszugehen, dass eine vollständige Trockenlegung der verfilterten Absaugstrecken der Saugpegel Entgasung der Etappen 1 und 2 technisch kaum zu realisieren ist. Deshalb wird diese Alternative als unwahrscheinlich eingestuft.</p>

Tabelle 5: Potentielle Referenzentwicklungen für die Klimagasemissionen

Alle vorgeschlagenen Alternativen zur Projektaktivität sind technisch mögliche Optionen. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Alternative 1 mit substantiellen Investitionen und ohne Einnahmen verbunden ist, so dass ihre Umsetzung unwahrscheinlich ist. Alternative 3 ist aufgrund der geringen Erfolgsaussichten für eine vollständige Trockenlegung des Deponiekörpers der Etappen 1 und 2 mit einer geringen Eintrittswahrscheinlichkeit zu bewerten. Das wahrscheinlichste Referenzszenario ist dementsprechend in der heutigen Lage das Business As Usual Szenario, also Alternative 2.

Schritt 1b: Übereinstimmung mit Gesetzen und Verordnungen in der Schweiz zur Behandlung von Deponien in der Sanierungsphase

Die gegenwärtigen Regelungen in der Schweiz erfordern keine Durchführung von Maßnahmen zur Vermeidung von Deponiegasemissionen auf stillgelegten Deponien, es sei denn diese durch Abfälle belasteten Standorte führen zu schädlichen oder lästigen Einwirkungen oder es besteht die konkrete Gefahr, dass solche Einwirkungen entstehen. Die bundesgesetzliche Grundlage zur Sanierung von Deponien und anderen durch Abfälle belasteten Standorten ist das Umweltschutzgesetz (USG), welches in Artikel 32c die Pflicht zur Sanierung regelt. Konkretisiert wird das USG durch die Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung - AltIV) und die Technische Verordnung über Abfälle (TVA):

- Die AltIV enthält in den Art. 8 ff. Vorschriften über Überwachung und Sanierungsbedürftigkeit, Ziele und Dringlichkeit der Sanierung sowie Pflicht zu Untersuchungs-, Überwachungs- und Sanierungsmassnahmen.
- Die Technische Verordnung über Abfälle (TVA) enthält Regelungen für das Errichten, Betreiben und Nachsorge von Deponien und ist Grundlage für die Anordnung konkreter Massnahmen zur Deponiegaserfassung und –behandlung im Rahmen der Betriebsbewilligung einer Deponie. Deponien werden aufgrund eines Deponieplanes, der grundsätzlich in die Zuständigkeit des Kantons in Verbindung mit der politischen Gemeinde fällt, bewilligt (Art. 27 TVA). Die Betriebsbewilligung legt u.a. die nach Abschluss der Deponie vorzunehmenden Kontrollen fest und nötigenfalls weitere Auflagen oder Bedingungen zum Schutz der Umwelt, welche konkrete Massnahmen zur Überwachung und Sanierung der Deponie beinhalten können.

Die Etappe 0 der Reaktordeponie Sass Grand wurde 1967 in Betrieb genommen. Im Jahr 1979 wurde die Erweiterung der Deponie mit Etappe 1 und 1988 mit Etappe 2 bewilligt. Das Amt für Umweltschutz (heute Amt für Natur und Umwelt) erteilte dem ABVO² im April 1999, geschützt auf Art. 53 der TVA, die Bewilligung für den Weiterbetrieb der Etappen 1 und 2 der Reaktordeponie Sass Grand. In dieser Bewilligung wurde die Sanierung der Etappe 0 der Deponie im Sinne der AltIV angeordnet. Am 10.03.2006 wurde durch die zuständige Behörde die Umsetzung des Sanierungsprojektes verfügt (s. im Anhang 8 die Amtsverfügung vom Amt für Natur und Umwelt). Ziel des Sanierungsprojektes ist die Beseitigung der Einwirkungen oder der konkreten Gefahr solcher Einwirkungen, welche die zuständige Behörde zur Einschätzung der Sanierungsbedürftigkeit nach den Art. 9–12 AltIV geführt haben. Diese sind in der Verfügung vom 10.3.2006 spezifiziert. Mit dem Sanierungsprojekt verfügte die zuständige kantonale Behörde für die Altablagerung der Etappe 0 die Durchführung der Sanierung mittels aerober Stabilisierung, bei welcher das anfallende Aerobisierungsgas über einen Biofilter ausgeblasen wird. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Konzentrationswerte der Porenluft im Deponiekörper nach Anhang 2 AltIV aufgrund der Art der Sanierungsmassnahme – aerobe Stabilisierung mittels tiefenverfilterten Absaugbrunnen - eingehalten werden können.

Für die Etappen 1 und 2 der Deponie Sass Grand hingegen ordnete die zuständige Behörde an, diese zu entgasen und das Deponiegas zu behandeln. Die Behandlung des Deponiegases

² Abfallbewirtschaftungsverband Oberengadin/ Bergell (Deponieeigentümer und –betreiber)

aus Etappe 1 und 2 erfolgt derzeit über eine Hochtemperaturfackel, bis die Konzentrationswerte der Porenluft im Deponiekörper nach Anhang 2 AltIV eingehalten werden.

Das Sanierungsprojekt der Deponie Sass Grand ist seit Anfang 2008 in Betrieb. Damit kann festgestellt werden, dass die Alternative 2 ein gesetzeskonformes Referenzszenario darstellt. Im Übrigen sind alle weiteren in Tabelle 5 genannten Alternativen zur Projektaktivität gesetzeskonform.

Schritt 2: Wirtschaftlichkeitsanalyse

Schritt 2a: Festlegung der Methode der Wirtschaftlichkeitsanalyse

Entsprechend der Vollzugsweisung wird eine Wirtschaftlichkeitsberechnung in Bezug auf die Projektaktivität nur mittels einer einfachen Kostenanalyse durchgeführt, da bis auf etwaige Einnahmen aus dem Verkauf der Emissionsreduktionspapiere kein weiterer finanzieller oder ökonomischer Nutzen im Zusammenhang mit der Umsetzung der Projektaktivität erwartet wird.

Schritt 2b: Durchführung der Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die einfache Kostenanalyse umfasst die Bewertung der Investitionskosten einschliesslich der durchschnittlichen jährlichen Betriebskosten. Die in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gemachten Angaben sind Richtkosten (siehe Anhang 11). Eine detaillierte Aufstellung der Investitions- und Betriebskosten in Zusammenhang mit der Umsetzung der verschiedenen Varianten ist aus Anhang 5 ersichtlich.

Die Durchführung der Projektaktivität erfordert Investitionen in den Umbau der Fackel sowie in den technischen Anpassungsarbeiten der bestehenden Anlagen und zieht zudem Betriebskosten nach sich, die in Tabelle 6 zusammengefasst dargestellt sind.

Kostenart	Investitionskosten	Jährliche Betriebskosten
Projektaktivität	129.800 CHF	15.400 CHF
Alternative 1	79.200 CHF	4.400 CHF
Alternative 2	33.000 CHF	0 CHF

Tabelle 6: Übersicht über Investitionskosten und jährlichen Betriebskosten der Projektaktivität, der Alternativen 1 und 2

Bei der Umsetzung der Alternative 1, d. h. die Umsetzung des geplanten Projektes ohne Implementierung als Klimaschutzprojekt, würden die Kosten bzgl. Klimaschutz sowie technische Anpassungen wegfallen, so dass die Investitionshöhe bei ca. 80.000 CHF und die Betriebskosten nur noch bei 4.400 CHF liegen.

Dennoch bleiben die Kosten im Zusammenhang mit der Umsetzung der Alternative 2 (Referenzentwicklung) geringer im Vergleich zur Alternative 1 (Kosten für zusätzliches Biofilter und Anpassung der Steuerung).

Die Alternative 3 (*Trockenlegung der Deponie und Benutzung der installierten Deponiegasfassungssysteme zwecks energetischer Verwertung bzw. Zerstörung des Deponiegases*) ist mit keinen zusätzlichen Kosten verbunden, denn es wird nur die Fackel weiterbetrieben, um das Deponiegas aus den Etappen 1+2 zu verbrennen. Dementsprechend ist für diese Alternative keine Investition nötig, die von dem Deponieeigentümer geleistet werden muss. Somit ist die Projektaktivität kostspieliger als mindestens eine der Investitionsalternativen.

Neben den Einnahmen aus dem Verkauf der Emissionsreduktionspapiere werden durch die Projektaktivität keine weiteren Einnahmequellen erschlossen. Als Ergebnis kann daher geschlussfolgert werden, dass die Projektaktivität keine wirtschaftlich attraktive Alternative darstellt. Somit stellt Alternative 2, also die fortgesetzte Freisetzung von Methanemissionen aus der Deponie (Business As Usual), das wahrscheinlichste Referenzszenario dar.

C.3. Demonstration der Additionalität

Die Additionalität stellt sich entsprechend den Vorgaben des Kompensationsleitfadens wie folgt dar:

1. Die Einnahmen durch den Erlös aus dem Verkauf von Emissionsreduktionspapieren sind innerhalb der Planungsphase der Projektaktivität berücksichtigt worden. Das Projekt ist zum Zeitpunkt der Eingabe dieses Projektantrages nicht umgesetzt. Bei Vorliegen der Anerkennung als Klimaschutzprojekt wird die Dplus AG den Realisierungsentscheid treffen und die Finanzierung beantragen. Es ist geplant, dass das Projekt durch die Dplus AG, der Abfallbewirtschaftungsverband Oberengadin / Bergell (ABVO) und die GES Biogas finanziert wird.

2. Gesetzeskonforme Alternativen zur Projektaktivität wurden in Tabelle 5 vorgestellt. Es wurde für die Deponie Sass Grand ermittelt, dass Alternative 2 ein realistisches Referenzszenario darstellt, welches in Übereinstimmung mit Gesetzen und Verordnungen in der Schweiz zur Behandlung von Deponien in der Sanierungsphase ist. Die Gründe, warum die Umsetzung der Alternative 3 als unrealistisch angesehen und somit nicht als Referenzszenario betrachtet werden kann, wurden verdeutlicht. Es wurde weiterhin festgestellt, dass die Sanierungsmassnahme in Bezug auf die Etappe 0 lediglich die Verpflichtung enthält, das Aerobisierungsgas über einen Biofilter auszublasen. Eine weitergehende Behandlung des Aerobisierungsgases wurde im Rahmen des Sanierungsprojektes nicht vorgesehen und erfolgt somit freiwillig.

3. Als Wirtschaftlichkeitsanalyse wird eine einfache Kostenanalyse durchgeführt (siehe Anhang 5). Durch die Abfackelung des Aerobisierungsgases entstehen keine Einnahmen (keine Wärmenutzung, keine Stromproduktion, etc.). Es existieren keine Investitionsalternativen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen.

Die Kostenanalyse hat gezeigt, dass die Projektaktivität ohne den Verkauf der Emissionsreduktionspapiere nicht wirtschaftlich ist. Auf eine Sensitivitätsanalyse kann verzichtet werden, da es keine weiteren Einnahmenquellen aus der Projektaktivität ausser aus dem Verkauf der Emissionsreduktionspapiere gibt. Auf die Analyse von weiteren Hemmnissen kann verzichtet werden, da die Projektaktivität ohne Einnahmen aus den Emissionsreduktionspapieren eine unwirtschaftliche Alternative für den Projekteigentümer darstellt.

Als Ergebnis kann daher festgestellt werden, dass nur die Anerkennung als Klimaschutzprojekt im Rahmen der Vollzugsweisung und der mögliche Verkauf von Emissionsreduktionspapieren eine Implementierung der Projektaktivität ermöglichen würde.

Um die Additionalität festzustellen, wurde zusätzlich eine common practice analysis durchgeführt (siehe Anhang 10). Diese beweist, dass Technologien zur Methanbehandlung im Schwachgasbereich in der Schweiz nicht verbreitet sind, es sei denn sie würden über Emissionsreduktionsgutschriften finanziert oder die Umsetzung dieser Projekte würde aufgrund gesetzlicher bzw. behördlicher Vorgaben erfolgen.

Somit ist die vorgeschlagene Projektaktivität additional.

C.4. Berechnung der Emissionsreduktion

C.4.1 Ermittlung der Emissionsreduktionen

Für die ex-ante Bestimmung der durch die Projektaktivität zu erwartenden Emissionsreduktionen (ER_y) wird wie folgt vorgegangen:

In einem *ersten Schritt* werden anhand der gemessenen Werte im Aerobisierungsgas aus der Etappe 0 die Menge an Methanemissionen ($MD_{CH_4,y}$) ermittelt, welche in Abwesenheit der Projektaktivität durch die Aerobisierung der Deponie über Biofilter unkontrolliert in die Atmosphäre entweichen würde (Referenzszenario).

In einem *zweiten Schritt* werden ex-ante die Projektemissionen (PE_y) ermittelt und von der Emissionsprognose des jeweiligen Referenzjahres in Abzug gebracht.

In einem *dritten Schritt* sind Klimagasemissionen durch Leakage³ zu berücksichtigen und von der Emissionsprognose in Abzug zu bringen.

Die Menge an Emissionsreduktion aus der Projektaktivität im Jahr y (ER_y) wird wie folgt ermittelt:

$$ER_y = MD_{CH_4,y} - PE_y - Leakage \quad (1)$$

Wobei

ER_y	Emissionsreduktionen im Jahr y (t CO ₂ e)
$MD_{CH_4,y}$	Emissionen im Referenzszenario im Jahr y (t CO ₂ e)
PE_y	Emissionen aus der Projektaktivität im Jahr y (t CO ₂ e)
$Leakage$	Verlagerte Emissionen (t CO ₂ e)

C.4.2 Ermittlung der Klimagasemissionen des Referenzszenarios

Die Standard-Methode zur Berechnung der Emissionsreduktionen in Verbindung mit der Zerstörung von Methan im Aerobisierungsgas (Biogas) ist entsprechend der Vollzugsweisung wie folgt definiert:

$$MD_{CH_4,y} = Nm^3_{AG,y} * w_{CH_4,AG} * AE * D_{CH_4} * 21 \quad (2)$$

Wobei

$Nm^3_{AG,y}$	Menge an Aerobisierungsgas (Nm ³ /h)
$w_{CH_4,AG}$	Methangehalt im Aerobisierungsgas (Volumenanteil, %)
D_{CH_4}	Dichte von Methan bei Referenztemperatur und Referenzdruck von Aerobisierungsgas: 1,01325 bar (absolut), einer Luftfeuchtigkeit von 0 %

³ Indirekte Projektemissionen (Leakage) entstehen dadurch, dass Projektaktivitäten dazu führen, dass außerhalb der Projektgrenzen Treibhausgasemissionen entstehen, die ohne das Projekt nicht entstanden wären. Es macht nur Sinn indirekte Projektemissionen zu beachten, Wenn Einrichtungen von oder zu einem anderen Projekt transferiert wurden.

(trockenes Gas) und einer Temperatur von 0 °C (DIN 1343)
beziehungsweise 15 °C (ISO2533); Wert = 0,000718 t / m³

- AE Abfacklungseffizienz (Anteil) für eine geschlossene Schwachgasfackel (%)
21 Treibhauspotential von Methan (GWP_{CH4})

Die Abfacklungseffizienz geht gemäss Vollzugsweisung direkt in die Berechnung der Emissionen aus der Referenzentwicklung ein. Da jedoch das Aerobisierungsgas in der Referenzentwicklung unbehandelt über Biofilter in die Atmosphäre gelangt und nicht abgefackelt wird, soll der Faktor AE aus der Standard-Methode entfernt werden. Die Abfacklungseffizienz ist in den Projektemissionen berücksichtigt. Dementsprechend kann die Formel aus der Vollzugsweisung wie folgt dargestellt werden:

$$MD_{CH_4,y} = Nm^3_{AG,y} * w_{CH_4,AG} * D_{CH_4} * 21 \quad (3)$$

Die Berechnung der Emissionen aus der Referenzentwicklung erfolgt auf Basis der gemessenen Durchflussmenge an Aerobisierungsgas sowie dem zugehörigen Methangehalt nach Formel (3). Diese Werte werden seit 2008 kontinuierlich erhoben, so dass eine Prognose für die Projektdauer auf belastbaren Werten der Vergangenheit basiert (siehe Messwerte von 2008 bis 2010 in Abbildung 11). Da die gesamte Etappe 0 in der Referenzentwicklung aerobisiert werden soll (und nicht nur der Teil, bei dem es heute schon der Fall ist) wird sich die Menge an Emissionen des Referenzszenarios im Laufe des Jahres 2011 erhöhen (Sprung auf über 1.400 tCO₂e in 2011, Abbildung 11). Dies wird in Abbildung 11 veranschaulicht (Daten dazu im Anhang 2):

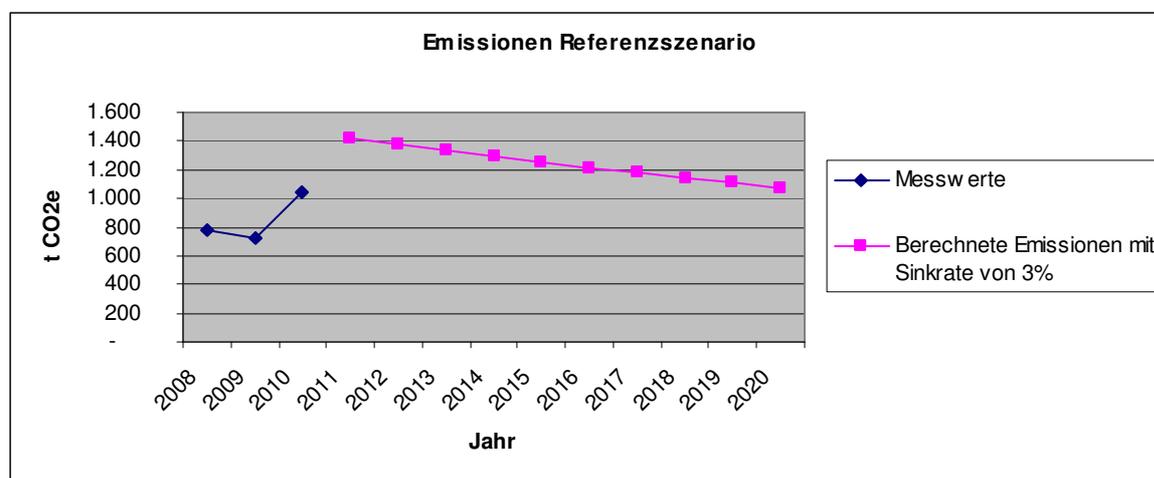


Abbildung 11: Gemessene Werte aus dem schon heute aerobisierten Teil der Etappe 0 und berechnete Emissionen des Referenzszenarios aus der vollständig aerobisierten Etappe 0.

Im Jahr 2008 wurde die Anlage in Betrieb genommen. Durch die tiefenabsaugenden Saugpegel wurden in der Anfangsphase die biologischen Abbauprozesse aktiviert (steigende Tendenz der Emissionen ab 2009). Darum wurde auch parallel zur Aerobisierung der Etappe 0 ein Teil der Deponie entgast werden. Diese Phase der Deponiegasbildung sollte sich durch den laufenden Abbau der Organik im Deponiekörper nach 3 Jahren langsam dem Ende neigen. Deshalb wurde die Abschätzung des Volumenstroms ab 2011 in der Phase der

aeroben Stabilisierung mit einer jährlichen Sinkrate von 3 % angenommen (s. auch Abbildung 11).

Die gemessenen und ab 2011 berechneten Emissionen sind in Tabelle 7 dargestellt.

Jahr	Bis 2010 gemessene und ab 2011 berechnete CO ₂ e Emissionen [t CO ₂ e/a]
2008	782
2009	719
2010	1.045
2011	1.418
2012	1.375
2013	1.334
2014	1.294
2015	1.255
2016	1.217
2017	1.181
2018	1.145
2019	1.111
2020	1.078
Summe	12.407

Tabelle 7: Gemessene (nördlicher Teil der Etappe 0) und berechnete Emissionen (gesamte Etappe 0) aus der Referenzentwicklung

C.4.3 Berechnung der Projektemissionen

Als Emissionen, die mit dem Start der Projektaktivität entstehen könnten, kommen folgende Emissionsquellen in Betracht:

- Projektemissionen in Form von CO₂ Emissionen aus dem Verbrauch elektrischer Energie zum Betrieb der Anlage, und
- Projektemissionen im Zusammenhang mit der unvollständigen Zerstörung von CH₄ in der Schwachgasfackel.

Die Projektemissionen (PE_y) im Jahr y berechnen sich wie folgt:

$$PE_y = PE_{CO_2,Strom,y} + PE_{CH_4,Fackel,y} \quad (4)$$

Wobei

PE_y Emissionen verursacht durch die Projektaktivität im Jahr y (t CO₂e)

$PE_{CO_2,Strom,y}$ CO₂ Emissionen verursacht durch den Verbrauch von Strom in der Projektaktivität im Jahr y (t CO₂e)

$PE_{CH_4,Fackel,y}$ CH₄ Emissionen durch unvollständige Verbrennung des CH₄ Anteiles im Aerobisierungsgas in der Schwachgasfackel im Jahr y (t CO₂e)

a) Projektemissionen im Zusammenhang mit dem Verbrauch elektrischer Energie ($PE_{CO_2,Strom,y}$)

Die elektrische Energie, welche durch die Projektaktivität verbraucht wird (Betrieb der Anlage, Pumpen, etc.) wird aus dem Stromnetz bezogen. Die Projektemissionen, verursacht durch diesen Stromverbrauch, berechnen sich wie folgt.

$$PE_{CO_2,Strom,y} = SP_{PA,y} * CEF_{Strom} \quad (5 a)$$

Wobei

$SP_{PA,j}$	Menge an Strom, welche im Jahr y durch die Projektaktivität aus dem Stromnetz bezogen wird
CEF_{strom}	CO ₂ spezifischer Faktor für die Erzeugung von Strom

Da gemäss Vollzugsweisung der CO₂ spezifische Faktor elektrischer Energie in der Schweiz $CEF_{strom} = 0$ liegt, ist bis auf weiteres von keinen Projektemissionen aufgrund des Verbrauches elektrischer Energie auszugehen.

b) Projektemissionen im Zusammenhang mit der unvollständigen Zerstörung von CH₄ in der Schwachgasfackel ($PE_{CH_4,Fackel,y}$)

Mit der Gasfassung und anschliessenden Abluftbehandlung in der Schwachgasfackel wird das Methan thermisch zerstört. Etwaige Projektemissionen entstehen durch eine unvollständige Verbrennung von CH₄ in der Schwachgasfackel. Diese Emissionen werden durch den Faktor Abfackelungseffizienz (AE) abgebildet. Bei der Berechnung der ex-ante Emissionen wird ein Standardwert in Bezug auf die Effizienz der Schwachgasfackel von 90% (Standardwert gemäss „Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane“⁴ der UNFCCC) angesetzt. Damit sind die Projektemissionen $PE_{CH_4,Fackel,y}$ mit 10% der ex-ante Prognose der CH₄ Emissionen des Referenzszenarios anzusetzen und dies entsprechend zu mindern (s. Tabelle 8).

$$PE_{CH_4,Fackel,y} = MD_{CH_4,y} * 10\% \quad (5 b)$$

⁴ EB 28, Meeting report, Annex 13, Methodological „Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane“

Jahr	Schätzung der Emissionen aus der Projektaktivität (t CO ₂ e)
2011	142
2012	137
2013	133
2014	129
2015	125
2016	122
2017	118
2018	115
2019	111
2020	108
Total	1.241

Tabelle 8: Geschätzte Emissionen aus der Projektaktivität

C.4.4 Leakage

Es fallen keine anderen Projektemissionen oder Emissionen aus Leakageeffekten an. Es wird davon ausgegangen, dass durch das Projekt außerhalb der Projektgrenzen keine Treibhausgasemissionen erhöht werden.

C.4.5 Daten und Parameter zur Bestimmung der Referenzentwicklung

Folgende Parameter sind zum Zeitpunkt der Validierung vorhanden:

Parameter	Nm³_{AG,Y}
Einheit	Nm ³ pro h
Beschreibung	Gemessene Menge an Aerobisierungsgas
Quelle	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Rohrleitung erfolgt elektronisch / PC oder manuell
Angewendeter Wert	-
Begründung der Wahl von Daten oder Beschreibung der Messmethoden oder angewendeter Verfahren	-
Anmerkungen	Messung bezieht sich auf die Referenzbedingungen gemäss DIN 1343: 1,01325 bar (absolut), Luftfeuchtigkeit von 0 % (trockenes Gas) und Temperatur von 0°C. Kontinuierliche Messung. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen (15 Min.) gespeichert. Der Durchflussmesser wird nach Hersteller-Spezifikationen (EN-Norm) kalibriert.

Parameter	W_{CH₄,AG}
Einheit	%
Beschreibung	Methangehalt im Deponiegas

Quelle	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Rohrleitung elektronisch / PC oder manuell
Angewendeter Wert	-
Begründung der Wahl von Daten oder Beschreibung der Messmethoden oder angewendeter Verfahren	Mit Gasmessgerät wird Methangehalt des Deponiegases untersucht.
Anmerkungen	3 Messungen pro Tag. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen 8 h) gespeichert. Messgenauigkeit vom Hersteller

Parameter	D_{CH4}
Einheit	t CH ₄ /m ³
Beschreibung	Dichte von Methan
Quelle	Wikipedia, Artikel "Methan", Eigenschaften von Methan
Angewendeter Wert	0,000718 t CH ₄ /m ³
Begründung der Wahl von Daten oder Beschreibung der Messmethoden oder angewendeter Verfahren	
Anmerkungen	Dichte von Methan bei Referenztemperatur und Referenzdruck von Aerobisierungsgas: 1,01325 bar (absolut), einer Luftfeuchtigkeit von 0 % (trockenes Gas) und einer Temperatur von 0°C (DIN 1343)

Parameter	GWP_{CH4}
Einheit	tCO _{2e} /t CH ₄
Beschreibung	Treibhauspotential von Methan
Quelle	Entscheidung des UNFCCC und des Kyoto-Protokolls ; Standardwert von 21 wird angewendet (auch gemäss der Vollzugsweisung, S. 28) IPCC 2007, The Physical Science Basis. Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing, S.212
Angewendeter Wert	21
Begründung der Wahl von Daten oder Beschreibung der Messmethoden oder angewendeter Verfahren	
Anmerkungen	

C4.6. Ex-ante Berechnung der Emissionsreduktionen

Die Schätzung der gesamten Emissionsreduktionen über die Projektdauer wurde mit der Gleichung (1) berechnet:

$$ER_y = MD_{CH_4,y} - PE_y - Leakage \quad (1)$$

Den geschätzten Emissionen aus der Referenzentwicklung ($MD_{CH_4,y}$) werden die Projektemissionen (PE_y) und die Leakage Emissionen abgezogen (s. Tabelle 9)

Jahr	Schätzung der Emissionen aus der Referenzentwicklung $MD_{CH_4,y}$ (t CO2e)	Schätzung der Emissionen aus der Projektaktivität PE_y (t CO2e)	Schätzung der Leakage Emissionen (t CO2e)	Schätzung der gesamten Emissionsreduktionen ER_y (t CO2e)
2011	1.418	142	-	1.276
2012	1.375	137	-	1.237
2013	1.334	133	-	1.200
2014	1.294	129	-	1.164
2015	1.255	125	-	1.129
2016	1.217	122	-	1.096
2017	1.181	118	-	1.063
2018	1.145	115	-	1.031
2019	1.111	111	-	1.000
2020	1.078	108	-	970
Total	12.407	1.241	-	11.166

Tabelle 9: Ex-ante Prognose der Emissionen aus Referenzszenario, Projektaktivität und Leakage sowie der gesamten zu erwartenden Emissionsreduktionen

C.5 Anwendung der Monitoringmethode und Beschreibung des Monitoringplans

C.5.1 Beschreibung der Monitoringmethode

Die jährlichen Emissionsreduktionen $ER_{y,ex-post}$, welche die Projektaktivität während der Kreditierungsperiode erzielt, werden mit folgender Formel berechnet:

$$ER_{y,ex-post} = MD_{CH_4,y} - MD_{reg,y} - PE_y - Leakage_y \quad (6)$$

$ER_{y,ex-post}$	Jährliche Emissionsreduktionen, welche die Projektaktivität während der Kreditierungsperiode erzielt (t CO ₂ e)
$MD_{CH_4,y}$	CH ₄ Emissionen im Referenzszenario im Jahr y (t CO ₂ e)
$MD_{reg,y}$	CH ₄ Emissionen, welche aufgrund gesetzlicher oder behördlicher Vorgaben im Jahr y im Rahmen der Projektaktivität Sass Grand gefasst und zerstört werden (t CO ₂ e)
PE_y	Projektemissionen im Jahr y (t CO ₂ e)
$Leakage_y$	Leakageemissionen im Jahr y (t CO ₂ e)

Die Emissionsreduktionen $ER_{y,ex-post}$ werden jährlich direkt ermittelt und sollten bei einem weiteren erfolgreichen Verlauf der Aerobisierung den Emissionsprognosen aus dem Referenzszenario entsprechen.

Im Rahmen des Monitoring wird ex-post geprüft, ob die Vermeidung von Methanemissionen im Sinne der Projektaktivität vollständig oder teilweise nicht schon aufgrund gesetzlicher oder behördlicher Anforderungen zu erfolgen hat.

Mit

$$MD_{reg,y} = MD_{CH_4,y} * AF \quad (7)$$

AF	Korrekturfaktor für $MD_{CH_4,y}$, insofern Klimagasemissionen aufgrund gesetzlicher oder behördlicher Anforderungen im Rahmen der Projektaktivität Sass Grand vermieden werden müssen (%)
----	---

Durch den Korrekturfaktor AF in Bezug auf die Emissionsprognosen des Referenzszenarios wird sichergestellt, dass die Vermeidung von Methanemissionen nicht aufgrund gesetzlicher oder behördlicher Anforderungen erfolgt. Für die vorgeschlagene Projektstätigkeit kann AF als 0 angenommen werden, da für die Etappe 0 die kantonalen Anforderungen zur Sanierung durch die Aerobisierung ohne eine Zerstörung des Methans im Aerobisierungsgas erfüllt werden. Es gibt auch keine anderweitigen gesetzlichen Anforderungen, welche eine CH₄ Emissionsreduktion, z.B. für Biofilter vorsehen. (s. C.2 *Schritt 1b*). Weiterhin ist mit solchen Auflagen in der Zukunft nicht zu rechnen, da es keine marktreifen Technologien gibt, die das Methan im Deponiegas mit solch einem geringen Methananteil behandeln können. 7 Jahre nach Projektbeginn wird jedoch der Korrekturfaktor AF im Rahmen der Überprüfung des Referenzszenarios entsprechend den Vorgaben der Vollzugsweisung überprüft.

Wie für die Berechnung der Emissionen aus der Referenzentwicklung und gemäss der Vollzugsweisung werden Emissionsreduktionen in Verbindung mit der Zerstörung von Methan im Aerobisierungsgas (Biogas) anhand der Standard Monitoring-Methode (wobei analog zur ex-ante Berechnung die Abfacklungseffizienz (AE) durch die Projektemissionen dargestellt wird) wie folgt berechnet:

$$MD_{CH_4,y} = Nm^3_{AG,y} * w_{CH_4,AG} * D_{CH_4} * 21 \quad (3)$$

$Nm^3_{AG,y}$	Menge an Aerobisierungsgas (Nm^3/h)
$w_{CH_4,AG}$	Methangehalt im Aerobisierungsgas (Volumenanteil, %)
D_{CH_4}	Dichte von Methan bei Referenztemperatur und Referenzdruck von Aerobisierungsgas: 1,01325 bar (absolut), einer Luftfeuchtigkeit von 0 % (trockenes Gas) und einer Temperatur von 0 °C (DIN 1343) beziehungsweise 15 °C (ISO2533); Wert = 0,000718 t / m ³
21	Treibhauspotential von Methan (GWP_{CH_4})

Da in der Projektstätigkeit das Aerobisierungsgas aus Etappe 0 und das Deponiegas aus Etappe 1+2 gemischt werden und nur eine Durchflussmessung dieses Mischgases durchgeführt wird, muss die Menge des zu zerstörenden Aerobisierungsgases aus der Etappe 0 aus anderen Messgrössen ermittelt werden. Dies wird anhand der Durchflussmenge des Mischgases und der CH₄-Konzentration aller Gasströme kalkuliert. Folgende Abbildung stellt nochmals die Zusammenführung der abgesaugten Gasmengen aus der Aerobisierung (Anlage 1 in Abbildung 3), der Entgasung (Anlage 2 in Abbildung 3), sowie dem resultierenden Gasmisch dar:

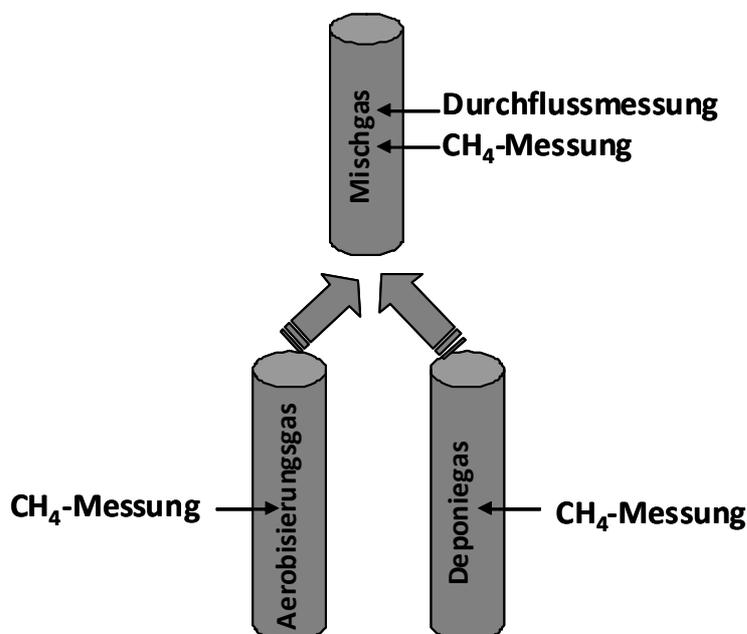


Abbildung 12: Gemessene Parameter während der Projektaktivität

Die Menge an Aerobisierungsgas lässt sich durch folgende Formel ermitteln:

$$Nm^3_{AG} = Nm^3_{MG} * \frac{(w_{CH_4,DG} - w_{CH_4,MG})}{(w_{CH_4,DG} - w_{CH_4,AG})} \quad (8)$$

Wobei

Nm^3_{AG}	Menge an Aerobisierungsgas (Nm ³ /h)
Nm^3_{MG}	Menge an Mischgas (Nm ³ /h)
$w_{CH_4,AG}$	Methangehalt im Aerobisierungsgas (Volumenanteil, %)
$w_{CH_4,MG}$	Methangehalt im Mischgas (Volumenanteil, %)
$w_{CH_4,DG}$	Methangehalt im Deponiegas (Volumenanteil, %)

Somit lässt sich aus dem Verhältnis der gemessenen Methangehalte der Faktor berechnen, mit welchem sich durch Multiplikation mit der ebenfalls gemessenen Menge an Mischgas die Menge an Aerobisierungsgas ergibt.

Projektemissionen

Projektemissionen werden beim Monitoring der Projektaktivität wie folgt ermittelt:

$$PE_y = PE_{CO_2,Strom,y} + PE_{CH_4,Fackel,y} \quad (9)$$

PE_y	Emissionen verursacht durch die Projektaktivität im Jahr y (t CO ₂ e)
$PE_{CO_2,Strom,y}$	CO ₂ Emissionen verursacht durch den Verbrauch von Strom in der Projektaktivität im Jahr y (t CO ₂ e)
$PE_{CH_4,Fackel,y}$	Projektemissionen durch unvollständige Verbrennung von CH ₄ in der Schwachgasfackel (t CO ₂ e)

a) Projektemissionen im Zusammenhang mit dem Verbrauch elektrischer Energie ($PE_{CO_2,Strom,y}$)

Der Strom zum Betrieb der Anlage (Pumpen, Fackel etc.) wird vom Stromnetz bezogen. Die Projektemissionen verursacht durch diesen Stromverbrauch in der Projektaktivität können mit einem Standardwert $PE_{strom,y} = 0$ angesetzt werden, da gemäß Vollzugsanweisung der CO₂ spezifische Faktor des Stromes in der Schweiz bei „0“ liegt. Insofern sich dieser Faktor ändert, wird der durch die Vollzugsanweisung vorgegebene Faktor in Ansatz gebracht.

b) Projektemissionen durch unvollständige Verbrennung von Methan in der Schwachgasfackel ($PE_{CH_4,Fackel,y}$)

Die Methanemissionen durch unvollständige Verbrennung von Methan in der Schwachgasfackel werden als Projektemissionen von den gesamten Emissionsreduktionen abgezogen. Die Emissionen lassen sich wie folgt berechnen:

$$PE_{CH_4, Fackel, y} = MD_{CH_4, y} * (1 - AE) \quad (10)$$

Wobei

$PE_{CH_4, Fackel, y}$	CH ₄ Emissionen durch unvollständige Verbrennung des CH ₄ Anteiles im Aerobisierungsgas in der Schwachgasfackel im Jahr y (t CO ₂ e)
$MD_{CH_4, y}$	CH ₄ Emissionen im Jahr y, die durch die Projektaktivität vermieden wurden (t CO ₂ e)
AE	Abfackelungseffizienz der Schwachgasfackel (%)

Die Abfackelungseffizienz AE wird nach dem Tool⁵ der UNFCCC für geschlossene Fackeln angewendet:

$$AE = \frac{1}{n} * \sum_{h=1}^n AE_h \quad (11)$$

Wobei

AE_h	Abfackeleffizienz der Schwachgasfackel in Stunde h (%)
n	Betriebsstunden der Fackel, mögliche Werte zwischen 1 h und 8760 h.

Voraussetzung für die Anwendbarkeit des UNFCCC Tools ist eine geschlossene Fackel mit einer kontinuierlichen Temperaturmessung. Außerdem müssen die vom Hersteller vorgegebenen Betriebsparameter eingehalten werden. Es wird die Standardmethode verwendet mit folgenden Bedingungen:

- Schritte 1 bis 5 sind nicht anwendbar und
- Aus Schritt 6 folgt für geschlossene Fackeln und Nutzung des Standardwertes eine jährliche mittlere Fackeleffizienz⁶.

Die Projektaktivität verwendet eine geschlossene Schwachgasfackel, da dieses System besser kontrollierbar im Hinblick auf die Verbrennung, sowie messtechnisch besser ausgerüstet ist und dem Stand der Technik entspricht. Der Standardwert kann wie folgt angenommen werden:

- 0%, wenn die Temperatur im Abgas der Fackel (T_{flare}) unterhalb 500 °C für mehr als 20 Minuten in der Stunde h liegt;
- 50%, wenn die Temperatur im Abgas der Fackel (T_{flare}) oberhalb 500 °C für mehr als 40 Minuten in der Stunde h liegt, aber nicht alle der vom Hersteller vorgegebenen Parameter zum ordnungsgemäßen Betrieb der Fackel sind während der Stunde h erfüllt;
- 90%, wenn die Temperatur im Abgas der Fackel (T_{flare}) oberhalb 500 °C für mehr als 40 Minuten in der Stunde h liegt und der Herstellerspezifikationen in Bezug auf den ordnungsgemäßen Betrieb der Fackel kontinuierlich während der Stunde h eingehalten werden

⁵ EB 28, Meeting report, Annex 13, Methodological „Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane“

⁶ Im Unterschied zum UNFCCC Tool wurde hier eine mittlere Fackeleffizienz berechnet, da die Fackeleffizienz in Anlehnung an die Vollzugsweisung direkt in die Berechnung der Emissionsreduktion und nicht in die Berechnung der Projektemissionen eingeht.

Für die Anlage Sass Grand ist eine Anpassung auf das bestehende Datenspeicherungsintervall von jeweils 15 Minuten statt 20 Minuten gemäss Standardmethode notwendig

C.5.2 Beschreibung des Monitoringplans; Daten und Parameter, die innerhalb des Monitoring überwacht werden

Die Emissionsreduktionen durch die Projektaktivität werden jährlich ex-post durch direkte Messungen erhoben. Zur Berechnung der jährlichen Emissionsreduktionen $ER_{y,ex-post}$ in Gleichung (6) gehen die folgenden Parameter ein:

$MD_{CH_4,y}$	Wird berechnet, siehe Gleichung (3)
PE_y	Wird berechnet, siehe Gleichung (9)
$Leakage_y$	Nicht Vorhanden
AE	Wird berechnet, siehe Gleichung (11)
D_{CH_4}	Fester Faktor
GWP_{CH_4}	Fester Faktor
Nm^3_{AG}	Wird berechnet, siehe Gleichung (8)
Nm^3_{MG}	Wird gemessen
$w_{CH_4,AG}$	Wird gemessen
$w_{CH_4,MG}$	Wird gemessen
$w_{CH_4,DG}$	Wird gemessen
T_{flare}	Wird gemessen
AE_h	Wird berechnet, siehe dritter Abschnitt nach Gleichung (11)
<i>Betriebsparameter des Herstellers</i>	Werden überwacht

Erläuterungen zu den Daten und Parameter, welche durch die Anlage im Monitoring gemessen werden:

Parameter	$Nm^3_{MG y}$
Einheit	Nm^3 pro h
Beschreibung	Gemessene Menge an Mischgas
Quelle	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Rohrleitung erfolgt elektronisch / PC oder manuell
Angewendeter Wert	-
Begründung der Wahl von Daten oder Beschreibung der Messmethoden oder angewendeter Verfahren	-
Anmerkungen	Kontinuierliche Messung. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen (15 Min.) gespeichert. Der Durchflussmesser wird nach Hersteller-Spezifikationen (EN-Norm) kalibriert.

Parameter	W_{CH4,AG}
Einheit	%
Beschreibung	Methangehalt im Aerobisierungsgas
Quelle	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Rohrleitung elektronisch / PC oder manuell
Angewendeter Wert	-
Begründung der Wahl von Daten oder Beschreibung der Messmethoden oder angewendeter Verfahren	Mit Gasmessgerät wird Methangehalt des Deponiegases untersucht.
Anmerkungen	3 Messungen pro Tag. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen (8 h) gespeichert. Messgenauigkeit vom Hersteller

Parameter	W_{CH4,MG}
Einheit	%
Beschreibung	Methangehalt im Mischgas
Quelle	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Rohrleitung elektronisch / PC oder manuell
Angewendeter Wert	-
Begründung der Wahl von Daten oder Beschreibung der Messmethoden oder angewendeter Verfahren	Mit Gasmessgerät wird Methangehalt des Deponiegases untersucht.
Anmerkungen	Kontinuierliche Messung. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen (15 Min.) gespeichert. Messgenauigkeit vom Hersteller

Parameter	W_{CH4,DG}
Einheit	%
Beschreibung	Methangehalt im Deponiegas
Quelle	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Rohrleitung elektronisch / PC oder manuell
Angewendeter Wert	-
Begründung der Wahl von Daten oder Beschreibung der Messmethoden oder angewendeter Verfahren	Mit Gasmessgerät wird Methangehalt des Deponiegases untersucht.
Anmerkungen	3 Messungen pro Tag. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen (8 h) gespeichert. Messgenauigkeit vom Hersteller

Parameter:	T_{flare}
Einheit	°C
Beschreibung	Temperatur im Abgasstrom
Datenquelle	Thermoelement
Angewendeter Wert zwecks Berechnung der Emissionsreduktionen	-
Begründung der Wahl von Daten oder Beschreibung der Messmethoden oder angewendeter Verfahren	-
Qualitätsmerkmal	Kontinuierliche Messung. Messwerte werden automatisch in Intervall von 15 Minuten gespeichert. Das Thermoelement wird regelmäßig gewartet und geprüft (entspr. Herstellerangaben), um die Genauigkeit zu gewährleisten.
Anmerkungen	Wird gemessen, um die Fackeleffizienz zu bestimmen.

Parameter:	AE_h
Einheit	%
Beschreibung	Abfackeleffizienz der Schwachgasfackel pro Stunde
Datenquelle	Projektstruktur
Angewendeter Wert zwecks Berechnung der Emissionsreduktionen	Die Projektaktivität verwendet eine geschlossene Schwachgasfackel, da dieses System besser kontrollierbar im Hinblick auf die Verbrennung, sowie messtechnisch besser ausgerüstet ist und dem Stand der Technik entspricht. Der Standardwert kann wie folgt angenommen werden: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0%, wenn die Temperatur im Abgas der Fackel (T_{flare}) unterhalb 500 °C für mehr als 20 Minuten in der Stunde h liegt; ▪ 50%, wenn die Temperatur im Abgas der Fackel (T_{flare}) oberhalb 500 °C für mehr als 40 Minuten in der Stunde h liegt, aber nicht alle der vom Hersteller vorgegebenen Parameter zum ordnungsgemäßen Betrieb der Fackel sind während der Stunde h erfüllt; ▪ 90%, wenn die Temperatur im Abgas der Fackel (T_{flare}) oberhalb 500 °C für mehr als 40 Minuten in der Stunde h liegt und der Herstellerspezifikationen in Bezug auf den ordnungsgemäßen Betrieb der Fackel kontinuierlich während der Stunde h eingehalten werden
Begründung der Wahl von Daten oder Beschreibung der Messmethoden oder angewendeter Verfahren	Kontinuierliche Messung. Die Abfackeleffizienz wird auf stündlicher Basis bestimmt. Die Bestimmung der Abfackeleffizienz wird anhand des <i>Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane</i> vorgenommen.
Qualitätsmerkmal	
Anmerkungen	Wird berechnet, um Projektemissionen durch unvollständiges Abfackeln von CH_4 zu bestimmen.

Erläuterungen zu Daten und Parameter, die nicht im Rahmen des Monitoring gemessen oder berechnet werden:

Parameter	D_{CH4}
Einheit	t CH ₄ /m ³
Beschreibung	Dichte von Methan
Quelle	Wikipedia, Artikel "Methan", Eigenschaften von Methan
Angewendeter Wert	0,000718 t CH ₄ /m ³
Begründung der Wahl von Daten oder Beschreibung der Messmethoden oder angewendeter Verfahren	
Anmerkungen	Dichte von Methan bei Referenztemperatur und Referenzdruck von Aerobisierungsgas: 1,01325 bar (absolut), einer Luftfeuchtigkeit von 0 % (trockenes Gas) und einer Temperatur von 0°C (DIN 1343)

Parameter	GWP_{CH4}
Einheit	tCO _{2e} /t CH ₄
Beschreibung	Treibhauspotential von Methan
Quelle	Entscheidung des UNFCCC und des Kyoto-Protokolls ; Standardwert von 21 wird angewendet (auch gemäss der Vollzugsweisung, S. 28) IPCC 2007, The Physical Science Basis. Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing, S.212
Angewendeter Wert	21
Begründung der Wahl von Daten oder Beschreibung der Messmethoden oder angewendeter Verfahren	
Anmerkungen	

Bemerkung: Die Ungenauigkeit aller Messgeräte für Volumenströme und Gaskonzentrationen muss bei Betriebsbedingungen unter 3% liegen.

Eine Übersichtstabelle der zu messenden Parameter wird hier dargestellt (die Messstellen sind in Annex 4-1 im Anlageplan eingezeichnet):

Messtelle	Parameter	Einheit	Beschreibung	Messinstrument	Hersteller/ Typ	Datenaufnahme	Wartung / Kalibrierung	Genauigkeit	Intervall	Messprinzip
1	$Nm^3_{MG,y}$	Nm^3 / h	Gemessene Menge an Mischgas	Gasflussmesser	Proline t-mass 651 Endress + Hauser Reinach	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Rohrleitung erfolgt elektronisch/PC	Der Durchflussmesser wird nach Hersteller-Spezifikationen (EN-Norm) durch den Hersteller vor Ort gewartet (1 x pro Jahr) und bei Bedarf im Werk nachkalibriert.	Messgenauigkeit vom Hersteller	Kontinuierliche Messung. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen (15 Min.) gespeichert.	Thermisches Messprinzip
2	$W_{CH4,AG}$	%	Methangehalt im Aerobisierungsgas	Gas Analysator	airTOX GPM Fresenius Umweltechnik D-Marl	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Messgasleitung elektronisch / PC	Der Gasanalysator wird nach Hersteller-Spezifikationen (EN-Norm) durch den Hersteller im Werk gewartet und nachkalibriert (1 x pro Jahr).	Messgenauigkeit vom Hersteller	3 Messungen pro Tag. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen 8 h gespeichert.	Infrarot
3	$W_{CH4,MG}$	%	Methangehalt im Mischgas	Gas Analysator	Polytron IR Ex IL Dräger (Schweiz) AG Dietlikon	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Bypassleitung elektronisch / PC	Der Gasanalysator wird nach Hersteller-Spezifikationen (EN-Norm) durch den Hersteller vor Ort gewartet und nachkalibriert (1 x pro Jahr).	Messgenauigkeit vom Hersteller	Kontinuierliche Messung. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen (15 Min.) gespeichert.	Infrarot
4	$W_{CH4,DG}$	%	Methangehalt im Deponiegas	Gas Analysator	airTOX GPM Fresenius Umweltechnik D-Marl	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Messgasleitung elektronisch / PC	Der Gasanalysator wird nach Hersteller-Spezifikationen (EN-Norm) durch den Hersteller im Werk gewartet und nachkalibriert (1 x pro Jahr).	Messgenauigkeit vom Hersteller	3 Messungen pro Tag. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen 8 h gespeichert.	Infrarot
5	T_{flare}	°C	Temperatur im Abgasstrom	Thermoelement	Thermoelement "S" ceramic sheath KER 710 Jumo AG Stäfa	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Abgasstrom der Fackel (Brennkammer) elektronisch / PC	Der Thermoelement wird nach Hersteller-Spezifikationen (EN-Norm) durch Dplus/Deponiewart vor Ort überprüft (1 x pro Jahr).	Messgenauigkeit vom Hersteller	Kontinuierliche Messung. Messwerte werden automatisch in Intervall von 15 Minuten gespeichert.	Widerstandsthermometer

Tabelle 10: Übersichtstabelle der zu messenden Parameter der Projektaktivität

Eine einmalige Erfassung der Monitoringparametern vor Projektbeginn (Erfassung des Ausgangspunktes) ist aufgrund der gewählten Referenzvariante nicht erforderlich. Der Monitoring erfolgt ausschliesslich über Messungen, die im laufenden Projektbetrieb erfolgen. In der Tabelle 11 sind die Parameter dargestellt, die heute schon gemessen werden (die Messstellen sind in Annex 4-2 im Anlageplan eingezeichnet und die monatlichen Ergebnisse der verschiedenen Messungen werden im Annex 2 dargestellt):

Messtelle	Parameter	Einheit	Beschreibung	Messinstrument	Hersteller/ Typ	Datenaufnahme	Wartung / Kalibrierung	Genauigkeit	Intervall	Messprinzip
1	$Nm^3_{AG,y}$	Nm^3/h	Gemessene Menge an Aerobisierungsgas	Gasflussmesser	Proline t-mass 65I Endress + Hauser Reinach	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Rohrleitung erfolgt elektronisch/PC	Der Durchflussmesser wird nach Hersteller-Spezifikationen (EN-Norm) durch den Hersteller vor Ort gewartet (1 x pro Jahr) und bei Bedarf im Werk nachkalibriert.	Messgenauigkeit vom Hersteller	Kontinuierliche Messung. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen (15 Min.) gespeichert.	Thermisches Messprinzip
3	$W_{CH_4,AG}$	%	Methangehalt im Aerobisierungsgas	Gas Analysator	airTOX GPM Fresenius Umweltechnik D-Marl	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Messgasleitung elektronisch / PC	Der Gasanalysator wird nach Hersteller-Spezifikationen (EN-Norm) durch den Hersteller im Werk gewartet und nachkalibriert (1 x pro Jahr).	Messgenauigkeit vom Hersteller	3 Messungen pro Tag. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen 8 h gespeichert.	Infrarot
6	$Nm^3_{DG,y}$	Nm^3/h	Gemessene Menge an Deponiegas	Gasflussmesser	Proline t-mass 65I Endress + Hauser Reinach	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Rohrleitung erfolgt elektronisch/PC	Der Durchflussmesser wird nach Hersteller-Spezifikationen (EN-Norm) durch den Hersteller vor Ort gewartet (1 x pro Jahr) und bei Bedarf im Werk nachkalibriert.	Messgenauigkeit vom Hersteller	Kontinuierliche Messung. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen (15 Min.) gespeichert.	Thermisches Messprinzip
7	$W_{CH_4,DG}$	%	Methangehalt im Deponiegas	Gas Analysator	airTOX GPM Fresenius Umweltechnik D-Marl	Interne Datenerfassung mittels Messsensor in Messgasleitung elektronisch / PC	Der Gasanalysator wird nach Hersteller-Spezifikationen (EN-Norm) durch den Hersteller im Werk gewartet und nachkalibriert (1 x pro Jahr).	Messgenauigkeit vom Hersteller	3 Messungen pro Tag. Messwerte werden automatisch in regelmäßigen Zeitabständen 8 h gespeichert.	Infrarot

Tabelle 11: Übersicht der heute bereits gemessenen Parameter

Dokumentation der Messdaten

Die Anlage wird über eine vollautomatische SPS-Steuerung mit Bedieneinheit vor Ort sowie Zugriffsmöglichkeit über die Fernwirkung gesteuert. Sie wird kontinuierlich und diskontinuierlich analytisch überwacht. Erfasst werden Prozessparameter, sicherheitsrelevante Betriebsparameter sowie die Gaskonzentrationen in den Saug- und Messpegeln. Die aktuellen Messwerte können über die Fernwirkung eingesehen werden. Die Prozessparameter und die sicherheitsrelevanten Betriebsparameter werden dabei viertelstündlich gespeichert. Die Gaskonzentrationen in den Saug- und Messpegeln werden 3 x täglich analysiert und gespeichert. Alle Daten werden periodisch auf einem externen Datenspeicher zentral abgelegt und können über das Internet von den Berechtigten eingesehen und ausgewertet werden. Das System erlaubt den Transfer von Daten in Excel Dateien.

C.5.4 Verantwortliche Personen / Unternehmenseinheiten für die Messung

Die Dplus AG betreibt das Projekt im Auftrag des Abfallbewirtschaftungsverband Oberengadin/ Bergell (ABVO) während der Projektlaufzeit und ist verantwortlich für die Überwachung des Betriebs der Anlage sowie die korrekte Installation und Wartung aller Messgeräte. Der Lieferant der Schwachgasfackel übernimmt die Umbauarbeiten von der Hochtemperatur- zur Schwachgasfackel und führt eine regelmäßige Wartung dieser durch. Der Monitoringplan inklusive aller Parameter, der Datensammlung und -archivierung stehen unter der Verantwortung des Unternehmens Dplus AG, St.Gallen. Das Personal der Dplus AG ist im Hinblick auf Aufzeichnungen, Gerätekalibrierung, allgemeine Wartung der Anlage geschult. Das technische Personal der der Dplus AG wird kontinuierlich Projektbegleitung durchführen einschließlich der Qualitätskontrolle und der Qualitätssicherung. Vor Ort wird ein Bedienungshandbuch für das Bedienpersonal entwickelt werden. Die Kontaktdetails befinden sich im Annex 1.

Die Verplombung des Blindflanschs vor dem Biofilter wird durch einen externen Installateur angebracht und durch diesen schriftlich bestätigt. Im Rahmen der Verifizierung soll die Verplombung kontrolliert werden. Bei fehlender bzw. defekter Verplombung können die Emissionsreduktionen seit dem Zeitpunkt der letzten Verifizierung nicht mehr angerechnet werden.

C.5.5 Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungsmaßnahmen

Das Unternehmen Dplus AG verfügt über mehrjährige Erfahrung im Bereich der Deponiegasverwertung und verfügt über die personellen Ressourcen, die Qualifikationen und die technischen Mittel um die Daten entsprechend des Monitoringplanes aufzunehmen. Vor der Ausführung der baulichen Massnahmen wird ein Projekt-Qualitätsmanagement definiert. Darin enthalten ist ein detaillierter Qualitätssicherungsplan mit der Definition der Fremd- und Eigenüberwachung.

C.5.6 Beschreibung der Umsetzung und des Managements des Monitoringplans

Alle Ergebnisse der Überwachung werden in einer technischen Dokumentation der Gesamtanlage zusammengefasst. Diese enthält u.a. Informationen über die

Verfahrenstechnik, einzelne Anlagenkomponenten, die bau- und elektrotechnischen Schemen, Ausführungspläne, Bedienungsanleitungen, Arbeitsanweisungen sowie das Explosionsschutzdokument. Die technische Dokumentation wird laufend aktualisiert und den betrieblichen Erfordernissen angepasst. Der Betrieb der Anlage wird in einem Jahresbericht dokumentiert. Darin sind die Auswertungen über den Anlagenbetrieb, den Kohlenstoffaustrag, die Gaszusammensetzung in den einzelnen Saug- und Messpegeln sowie die Entwicklung des Aerobisierungsgases in elektronischer Form gespeichert. Die Daten werden bis zu 2 Jahre nach Beendigung der Projektlaufzeit archiviert.

C.5.7 Name des Personen, welche den Monitoringplan erstellt haben

Armin Bachofner, Dplus AG

Pauline Cordier, GES Biogas GmbH

Thomas Eccard, GES Biogas GmbH

ANNEXEN

- ANNEX 1 KONTAKTINFORMATION DER PROJEKTEIGNER UND -TEILNEHMER**
- ANNEX 2 INFORMATION ZU BERECHNUNGEN DES REFERENZSZENARIOS**
- ANNEX 3 AUSFÜHRUNGSPLAN DER DEPONIE SASS GRAND**
- ANNEX 4 ÜBERSICHT ÜBER DIE ANLAGENKONZEPTION UND MESSPUNKTE**
- ANNEX 5 INVESTITIONSKOSTEN UND JÄHRLICHE BETRIEBSKOSTEN DER
PROJEKTMASSNAHME**
- ANNEX 6 BEURTEILUNG DES SANIERUNGSERFOLGES AUF DER DEPONIE SASS GRAND
IN BEVER**
- ANNEX 7 REFERENZEN**
- ANNEX 8 AMTSVERFÜGUNG – SANIERUNG DER ETAPPE 0 UND ENTGASUNG DER
ETAPPEN 1 UND 2 DER DEPONIE SASS GRAND IN BEVER**
- ANNEX 9 METHANABBAU IN BIOFILTER**
- ANNEX 10 COMMON PRACTICE ANALYSIS**
- ANNEX 11 QUELLEN FÜR KOSTENANNAHMEN**