

---

<b>BESCHREIBUNG FÜR PROJEKTE ZUR EMISSIONSVERMINDERUNG IN DER SCHWEIZ</b>
---

Behandlung von Deponiegas Pizzante 1 und 2	
Dokumentversion	3.2
Datum	31. Juli 2014

## INHALT

1. Angaben zur Projektorganisation
2. Technische Angaben zum Projekt
3. Abgrenzung zu weiteren klima- und energiepolitischen Instrumenten
4. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderung
5. Nachweis der Zusatzlichkeit
6. Aufbau und Umsetzung des Monitorings

## ANHANG

- A1. Belege für den Umsetzungsbeginn
- A2. Unterlagen zu beantragten und erhaltenen Finanzhilfen
- A3. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen
- A4. Wirtschaftlichkeitsanalyse und Unterlagen dazu
- A5. Unterlagen zum Monitoring
- A6. Schematische Darstellungen des Projekts
- A7. Betriebsbewilligungen

1. Angaben zur Projektorganisation

Projekttitel	Behandlung von Deponiegas Pizzante 1 und 2
Version des Dokuments	3.2
Datum	31/07/2014

Gesuchsteller	Azienda Cantonale di Rifiuti (ACR)
Kontakt	Azienda Cantonale di Rifiuti (ACR) Strada dell'Argine 5 6512 Giubiasco

Projekteigner	Azienda Cantonale di Rifiuti (ACR)
	Azienda Cantonale di Rifiuti (ACR) Strada dell'Argine 5 6512 Giubiasco

Fachtechnische Projektbegleitung	myclimate – The Climate Protection Partnership Alwatec AG Bellach
Klimaschutzprojektentwicklung	Julia Roth myclimate – The Climate Protection Partnership Sternenstrasse 12 8002 Zürich +41 44 500 43 50 julia.roth@myclimate.org
Technische Beratung	Alwatec AG Bellach Bahnhofstrasse 5 4512 Bellach

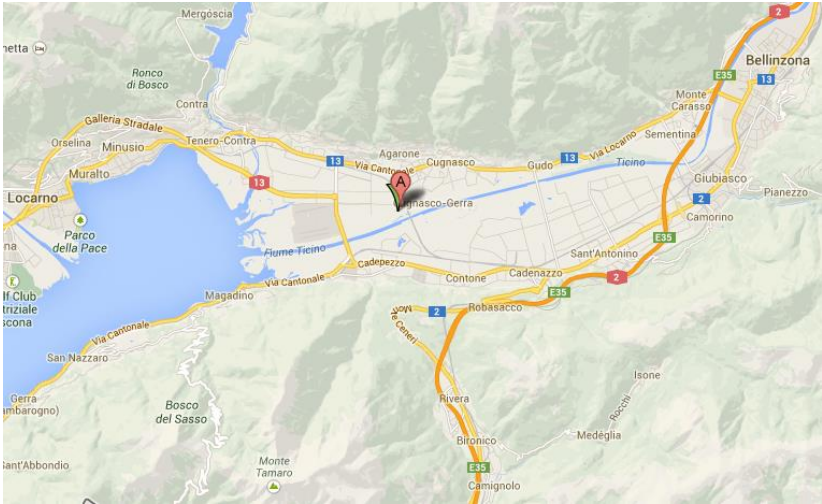

Zeitplan	Datum	Spezifische Bemerkungen
Umsetzungsbeginn	Annahme: 01/05/2014	Mit der Planung und Umsetzung wird begonnen, sobald das Projekt den Registrierungsbescheid vom BAFU erhalten hat. Das angegebene Datum ist daher in Abhängigkeit des Registrierungsdatums zu verstehen.
Wirkungsbeginn	Annahme: 01/09/2014	Die Planung und Lieferung der neuen Fackel dauert ca. 4 Monate. Die Arbeiten werden begonnen, sobald der positive Registrierungsbescheid des BAFU vorliegt.





2. Technische Angaben zum Projekt

2.1. Allgemeine Informationen

<p>Projektstandort</p>	<p>Projektstandort ist die stillgelegte Siedlungsmülldeponie Pizzante, bestehend aus den Bereichen Pizzante 1 und Pizzante 2. Die Deponie Pizzante befindet sich in 6595 Lavertezzo, Kanton Tessin, Schweiz.</p>
<p>Situationsplan</p>	<p>Koordinaten der Siedlungsmülldeponie:          46°09'53.11"N          8°54'19.76"O</p> <p>Projektstandort:</p>  <p>Abbildung 1: Standort der Deponie Pizzante in Lavertezzo</p>  <p>Abbildung 2: Deponie Pizzante<sup>1</sup></p>

<sup>1</sup> Die Abbildung zeigt rechts Pizzante 1 (Hügel mit Antenne) und links Pizzante 2. Zwischen Pizzante 1 und Pizzante 2 sind die Betriebsgebäude ersichtlich (Standort der Fackel).

Projekttyp	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Abwärmenutzung</li><li><input type="checkbox"/> Abwärmevermeidung</li><li><input type="checkbox"/> Effizientere Nutzung von Prozesswärme</li><li><input type="checkbox"/> Biogasanlagen</li><li><input type="checkbox"/> Wärmeerzeugung durch Verbrennen von Biomasse</li><li><input type="checkbox"/> Nutzung von Umweltwärme</li><li><input type="checkbox"/> Nutzung von Solarenergie</li><li><input type="checkbox"/> Brennstoffwechsel für Prozesswärme</li><li><input type="checkbox"/> Effizienzverbesserung Personentransport / Güterverkehr</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Abfackelung / Energetische Nutzung von Methan</li><li><input type="checkbox"/> Vermeidung und Substitution synthetischer Gase</li><li><input type="checkbox"/> Vermeidung und Substitution von Lachgas (N<sub>2</sub>O)</li><li><input type="checkbox"/> andere:</li></ul>
------------	--

<p>Technologie</p>	<p>Die Projektaktivität beinhaltet die Installation einer neuen Hochtemperaturfackel zur Deponiegasverbrennung auf einer stillgelegten Deponie. Der Betrieb der alten Hochtemperaturfackel wurde anfangs 2012 eingestellt. Bedingt durch die geringe Gasmenge und Methankonzentration war sie seit 2009 nur noch zeitweise in Betrieb. Aufgrund der tiefen Verbrennungstemperatur war eine vollständige, saubere Verbrennung nicht mehr gewährleistet. Seither wird das aktiv geförderte Deponiegas unbehandelt in die Atmosphäre geblasen. Das Projekt ermöglicht die Wiederaufnahme der Deponiegasverbrennung.</p> <p>Deponien produzieren unter ihrer Abdeckung auch nach der Stilllegung methanhaltige Deponiegase. Gasmenge und Gasqualität (Methankonzentration) nehmen dabei über die Jahre stetig ab. Herkömmliche Hochtemperaturfackeln können bei einer zu geringen Methankonzentration aufgrund des zu niedrigen Gasbrennwerts nicht mehr betrieben werden. Um die Deponiegasverbrennung zu gewährleisten, muss deshalb eine Hochtemperaturfackel installiert werden, die auch bei tiefer Methankonzentration betrieben werden kann.</p> <p>Der Betrieb der alten Hochtemperaturfackel verlangte eine Methankonzentration von min. 28 Vol.-% und eine Methanmenge von min. 60 Nm<sup>3</sup>/h (ca. 10 kg CH<sub>4</sub>/h) Nach Abfall der Methankonzentration unter diesen Wert wurde die Verbrennung eingestellt. Die neue, durch das Projekt vorgesehene Hochtemperaturfackel kann bis zu einer Methankonzentration von 15 Vol.-% und einer Methanmenge von 10 Nm<sup>3</sup>/h (ca. 0.9 kg CH<sub>4</sub>/h) betrieben werden.</p> <p>Die Infrastruktur zur aktiven Entgasung bleibt unverändert. Sie besteht aus senkrechten Gasbrunnen, die bis an die Deponiesohlen geführt sind. Pizzante 1 umfasst 19 Gasbrunnen, wovon aktuell 12 in Betrieb sind. Pizzante 2 umfasst 46 Gasbrunnen, wovon aktuell 35 in Betrieb sind. Die Gasbrunnen werden über Gaskollektoren mit Möglichkeit zur Regulierung der Gasmenge über zwei Sammelleitungen zentral zusammengeführt. Über eine Gaspumpe wird das Gas anschliessend aktiv aus den Gasbrunnen gefördert.</p> <p>Die Messung von Gasmenge und -konzentration erfolgt derzeit manuell. Mit der Installation der neuen Fackel wird ein Datenlogger installiert, der die automatische Messung und Aufzeichnung der aktuellen Gasmenge und -konzentration (CH<sub>4</sub> und O<sub>2</sub>) im Gasstrom vor der Behandlung ermöglicht.</p>
<p>Schematische Darstellung</p>	<p>Anhang 6 enthält die schematischen Darstellungen zur Deponiegasanlage und zur Fackelanlage.</p>

2.2 Art des Projekts

Einzelnes Projekt

Projektbündel

Programm

Treibhausgas(e)	<input type="checkbox"/> CO <sub>2</sub> <input checked="" type="checkbox"/> CH <sub>4</sub> <input type="checkbox"/> N <sub>2</sub> O <input type="checkbox"/> HFC <input type="checkbox"/> PFC <input type="checkbox"/> SF <sub>6</sub> <input type="checkbox"/> NF <sub>3</sub>
2.3 Beschreibung des Projekts	
<p><i>Ausgangslage:</i></p> <p>Die Deponie Pizzante besteht aus den beiden Bereichen Pizzante 1 und Pizzante 2. Sie diente bis 1996 resp. 2005 zur Ablagerung von Siedlungsabfall.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pizzante 1 war von 1977 bis 1996 in Betrieb. Die in diesem Zeitraum abgelagerte Abfallmenge umfasst ca. 390'000 t auf einer Oberfläche von ca. 46'000 m<sup>2</sup>. Die Abfälle bestehen aus Hausmüll, wenig KVA-Schlacke und Strassenschlämme.</li> <li>- Pizzante 2 war von 1995 bis 2005 in Betrieb. Die in diesem Zeitraum abgelagerte Abfallmenge umfasst ca. 406'000 t auf einer Oberfläche von 59'000 m<sup>2</sup>. Die Abfälle bestehen aus Hausmüll, Sperrmüll, Strassenschlämme, Schlacke und Inert sowie Altholz.</li> </ul> <p>Die Deponie produziert unter ihrer Abdeckung weiterhin methanhaltiges Deponiegas, welches über die bestehende Entgasungsanlage abgesaugt und anschliessend in einer Hochtemperaturfackel verbrannt werden kann.</p> <p>Für die Gasbehandlung wurde eine Hochtemperaturfackel installiert. Der Einsatzbereich der Fackel ist nach unten sowohl durch die Gasmenge wie auch durch die Gaskonzentration limitiert (minimale Energiemenge).</p> <p>Seit Anfang 2009 konnte die Fackel nicht mehr im Dauerbetrieb betrieben werden. Trotz verschiedenen Massnahmen zur Optimierung an der Fackel (Brenner, Verbrennungsluft, intermittierender Betrieb) und an der Absaugung (neue Gasbrunnen auf Pizzante 2, Regulierung Absaugung, Entwässerung Gasbrunnen) konnte kein störungsfreier Betrieb erreicht werden. Als Folge davon kam es immer wieder zu längerem Stillstand der gesamten Anlage.</p> <p>Im Oktober 2009 wurde eine Emissionsmessung durchgeführt. Diese zeigte partiell grössere Gasaustritte über die Oberfläche (Vegetationsschäden) und eine Gasmigration in den Bereich der Betriebsgebäude (zwischen Pizzante 1 und 2).</p> <p>2010 wurden weitere Massnahmen (Optimierung Absaugung) zur Verbesserung der Situation durchgeführt. Diese zeigten auf, dass eine Minimierung der Gasaustritte und die Verhinderung von Gasmigrationen nur durch eine kontinuierliche Absaugung der Deponie zu erreichen ist. Der Energieinhalt im abgesaugte Gas lag deutlich unterhalb der erforderlichen Minimalmenge für einen Dauer- oder intermittierenden Betrieb der Fackel.</p> <p>Da die Situation betreffend Oberflächenemissionen und Gasmigrationen durch die kontinuierliche Absaugung nachweislich verbessert werden konnte, wurde beschlossen die Deponie weiterhin aktiv zu entgasen. Damit wird sichergestellt, dass Vegetationsschäden (ökologische Ausgleichsfläche) und Gasmigrationen (Ex-Schutz Betriebsgebäude) weitgehend verhindert werden.</p> <p>Im Jahr 2012 wurde die Deponiegasverbrennung eingestellt, weil die Methankonzentration und -menge unter den für die Fackel erforderlichen Mindestwert von 28 Vol.-% resp. 60 Nm<sup>3</sup>/h gesunken war. Da die Schweiz keine gesetzlichen Grenzwerte für Methanemissionen kennt, wird das Deponiegas seither unbehandelt in die Atmosphäre geblasen.</p> <p>Aktuell beträgt die Methankonzentration 24 Vol.-% und die Methanmenge 35 Nm<sup>3</sup>/h. Für</p>	



andere mögliche, im Deponiegas enthaltene Stoffe (Spurenstoffe) werden die Emissionsgrenzwerte gemäss Schweizer Luftreinhalte-Verordnung (LRV) eingehalten (Nachweis über regelmässige Laboranalysen).

*Projektziel:*

Ziel des Projekts ist die Installation einer neuen Hochtemperaturfackel, um die Deponiegasverbrennung wiederaufzunehmen. Die neue Fackel erlaubt die Deponiegasverbrennung bis zu einer Methankonzentration von 15 Vol.-%. Das Projekt reduziert damit Methanemissionen.

Es sind keine negativen Nebeneffekte ökologischer, sozialer oder wirtschaftlicher Art bekannt, die durch das Projekt bzw. das Erreichen des Projektziels verursacht werden könnten.

*Referenzszenario:*

Die LRV kennt keine gesetzlichen Grenzwerte für Methangasemissionen. Im Weiteren beinhalten die Betriebsbewilligungen für die Deponie Pizzante, ausgestellt durch die zuständige kantonale Behörde, keine weiteren Auflagen zur Art und Dauer der Deponiegasentsorgen (vergleiche Anhang 7).

Ohne das Projekt wird das methanhaltige Deponiegas deshalb unbehandelt in die Atmosphäre geblasen, da alle gesetzlichen Grenzwerte eingehalten und alle Auflagen erfüllt werden. Das Referenzszenario für dieses Projekt ist deshalb die Beibehaltung des aktuellen Zustands.

Alternativ könnte das Projektziel durch folgende zwei Szenarien erreicht werden:

*1) Einführung gesetzlicher Grenzwerte für Methanemissionen*

Zur Zeit existiert kein gesetzlicher Vorstoss, welcher zum Ziel hat, gesetzliche Grenzwerte für Methanemissionen einzuführen. Das Alternativszenario wird deshalb für den beantragten Projektzeitraum (2014-2020) als nicht realistisch beurteilt.

*2) Freiwillige Installation einer neuen Hochtemperatur-Fackel durch Betreiber*

Der Betreiber der ehemaligen Deponie ist der kantonale Betrieb Azienda Cantonale di Rifiuti (ACR). Für ACR existieren keine finanziellen Anreize, welche die freiwillige Installation einer neuen Fackel wirtschaftlich attraktiv machen. Das Alternativszenario wird deshalb als nicht realistisch beurteilt.

*Laufzeit des Projekts (in Jahren):*

Die durch die Projektaktivität vorgesehene Hochtemperaturfackel hat eine durchschnittliche Lebensdauer von 15 Jahren<sup>2</sup>. Die Fackel wird solange wie möglich (Gasmenge und Gaskonzentration > Minimalanforderung Fackel) in Betrieb gehalten.

Auf Grundlage der Methangasentwicklung und den bestehenden Erfahrungswerten wird von einem jährlichen Rückgang der Methanmenge um 15% ausgegangen<sup>3</sup>. In diesem Fall werden der Grenzwert von 15 Vol.-% und 10 Nm<sup>3</sup>/h in ca. 13 Jahren erreicht sein. Die erwartete Projektlaufzeit ist somit 13 Jahre. Die Laufzeit des Projekts übersteigt damit die Kreditierungsperiode 2014-2020.

Anhang 3 enthält das Messprotokoll von ACR mit den Aufzeichnungen zur Methangasentwicklung.

<sup>2</sup> Quelle: M. Bichsel, Alwatec AG.

<sup>3</sup> Quelle: M. Bichsel, Alwatec AG

3. Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten	
Ist das Projekt zur Inanspruchnahme von <i>staatlichen</i> Finanzhilfen berechtigt?	
<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein
Das Programm beansprucht keine staatliche Finanzhilfe.	
Weist das Projekt Schnittstellen zu Unternehmen auf, die von der CO <sub>2</sub> -Abgabe befreit sind?	
<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein
Das Programm weist keine Schnittstellen auf.	

4. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen

4.1. Systemgrenze

*Beschreibung:*

Systemgrenze des Projekts ist die installierte Entgasungsanlage zur aktiven Deponiegasförderung und das dadurch geförderte Deponiegas. Deponiegas, welches durch die Entgasungsanlage nicht erfasst wird, liegt ausserhalb der definierten Systemgrenze, da dieses durch die Projektaktivität nicht beeinflusst wird.

*Grafische Darstellung:*

4.2 Direkte und indirekte Emissionsquellen

	Quelle	Gas	Enthalten	Begründung / Beschreibung
Projektmissionen	Hochtemperaturfackel  Steuerung, Logger und Gasanalyse	CO <sub>2</sub>	ja	Bei der Verbrennung des Deponiegases in der Hochtemperaturfackel wird der Methananteil in CO <sub>2</sub> und H <sub>2</sub> O umgewandelt. Aus 1 kg CH <sub>4</sub> entstehen bei der Verbrennung 2.75 kg CO <sub>2</sub> .  Eine marginale Quelle für CO <sub>2</sub> -Emissionen stellt der Stromverbrauch für Steuerung, Logger und Gasanalyse mit insgesamt 800 W dar. Bei einem jährlichen Verbrauch von 7008 kWh (8760 Std. x 800 W) und Emissionen von 24.2 g CO <sub>2</sub> eq pro kWh gelieferten Strom (BAFU, S. 63) resultieren 0.18 t CO <sub>2</sub> pro Jahr. Dies entspricht <1% der durchschnittlichen jährlichen Projektemissionen (96 t CO <sub>2</sub> eq). Der Stromverbrauch wird deshalb als Emissionsquelle nicht berücksichtigt.
	-	CH <sub>4</sub>	nein	
	-	N <sub>2</sub> O	nein	
Referenzentwicklung	-	CO <sub>2</sub>	nein	
	Deponie	CH <sub>4</sub>	ja	Die Deponie produziert methanhaltiges Deponiegas, welches über eine Entgasungsanlage aktiv gefördert und anschliessend unbehandelt in die Atmosphäre geblasen wird.  Als Referenzemissionen wird nur der Anteil Methanemissionen betrachtet,

				der durch die Deponiegasanlage erfasst und im Projektfall der Verbrennung zugefügt werden kann.
	-	N <sub>2</sub> O	nein	

#### Leakage

Leakage-Emissionen wären gemäss BAFU gegeben, wenn durch das Projekt zusätzliche Emissionen (bzw. Emissionsverminderungen) entstehen, die nicht unmittelbar dem Projekt zugeordnet, aber doch auf das Projekt zurückgeführt werden können. Die vorgesehene Projektaktivität verursacht jedoch keine derartigen Leakage-Emissionen.

#### Einflussfaktoren

##### 1) *Veränderung der geförderten Deponiegasmenge:*

Das Risiko, dass äussere Einflussfaktoren die geförderte Deponiegasmenge beeinflussen könnten, ist gering.

Die Gasbildung wird wesentlich von der Feuchte im Deponiekörper beeinflusst. Es sind jedoch keine Massnahmen an der Deponieoberfläche geplant (zusätzliche Abdichtung), welche zu einer Austrocknung der Abfälle führen könnten. Ebenso sind keine Massnahmen zu einer künstlichen Befeuchtung der Abfälle geplant.

Wasser in Gasbrunnen und Saugleitungen, z.B. durch Setzungen, können die Absaugung behindern. Die Deponie ist jedoch schon länger rekultiviert. Das Risiko ist deshalb gering.

##### 2) *Änderung von rechtlichen Vorgaben*

Es gibt aktuell keine Vorstösse auf Gesetzesebene, Grenzwerte für Methanemissionen einzuführen. Es ist deshalb nicht davon auszugehen, dass rechtliche Vorgaben die Referenzentwicklung beeinflussen.

#### 4.3 Projektemissionen

##### Projektemissionen:

$$E_{P,y} = A_{P\ CO_2,y} * AE_y * GWP_{CO_2} + E_{CH_4,y} * (1-AE_y) * GWP_{CH_4}$$

wobei:

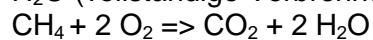
$E_{P,y}$	Erwartete Projektemissionen im Jahr y (in t CO <sub>2</sub> eq)
$A_{P\ CO_2,y}$	Erwartete CO <sub>2</sub> -Produktion durch Methanverbrennung im Jahr y (in t CO <sub>2</sub> )
$AE_y$	Fackeleffizienz im Jahr y
$GWP_{CO_2}$	Global Warming Potential von CO <sub>2</sub>
$E_{CH_4,y}$	Erwartete Methanemissionen im Jahr y (in t CH <sub>4</sub> ) <sup>4</sup>
$GWP_{CH_4}$	Global Warming Potential von Methan <sup>5</sup>

Da der GWP für CO<sub>2</sub> gleich 1 ist, lässt sich die Formel wie folgt vereinfachen:

$$E_{P,y} = A_{P\ CO_2,y} * AE_y + E_{CH_4,y} * (1-AE_y) * GWP_{CH_4}$$

##### Berechnung von $A_{P\ CO_2,y}$ :

Bei der Verbrennung von CH<sub>4</sub> reagieren die Brennstoffkomponenten vollständig zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O (vollständige Verbrennung):



Berechnung der Menge CO<sub>2</sub>, die bei der Verbrennung von 1 kg CH<sub>4</sub> entsteht:

1 mol CH<sub>4</sub>(16 g/mol) -> 1 mol CO<sub>2</sub>(44 g/mol)

=>16g -> 44g

=>1000/16\*44=2750g

Daraus folgt: Aus der Verbrennung von 1 t CH<sub>4</sub> resultieren 2.75 t CO<sub>2</sub>.

$$A_{P\ CO_2,y} = E_{CH_4,y} * 2.75$$

$$E_{P,y} = E_{CH_4,y} * 2.75 * AE_y + E_{CH_4,y} * (1-AE_y) * GWP_{CH_4}$$

#### 4.4 Referenzentwicklung

##### Baseline Emissionen:

$$E_{RE,y} = A_{RE,y} * GWP_{CH_4}$$

wobei:

$E_{RE,y}$	erwartete Referzemissionen im Jahr y (in t CO <sub>2</sub> eq)
$A_{RE,y}$	erwartete Methanemissionen ohne das Projekt im Jahr y (in t CH <sub>4</sub> )
$GWP_{CH_4}$	Global Warming Potential von Methan <sup>6</sup>

<sup>4</sup> Die Menge erwarteter Methanemissionen ist für den Projektfall identisch mit dem Referenzszenario.

<sup>5</sup> Der GWP für Methan beträgt 25 (BAFU-Wegleitung, S. 65).

<sup>6</sup> Der GWP für Methan beträgt 25 (BAFU-Wegleitung, S. 65).

Berechnung von  $A_{RE,y}$ :

$$A_{RE,y} = E_{CH_4,y} + ZE_{CH_4,y} * (1-OX)$$

wobei:

$E_{CH_4,y}$  Erwartete Methanemissionen im Jahr y (in t CH<sub>4</sub>)  
 $ZE_{CH_4,y}$  Methanemissionen, welche durch zusätzliches Absaugen im Jahr y (gegenüber Referenzszenario) von Deponiegas entstehen (in t CH<sub>4</sub>)  
 OX Oxidationsfaktor = 50%<sup>7</sup>

Daraus folgt:

$$E_{RE,y} = E_{CH_4,y} * GWP_{CH_4} + ZE_{CH_4,y} * (1-OX) * GWP_{CH_4}$$

Anmerkung zu  $ZE_{CH_4,y} * (1-OX)$ :

Falls mit der neuen Fackel genau so viel Methan zerstört wird, wie bisher in die Atmosphäre geblasen wurde, entfällt der Teil  $ZE_{CH_4,y} * (1-OX)$ , da  $ZE_{CH_4,y} = 0$ .

Falls jedoch künftig mehr Deponiegas abgesaugt wird als bisher (z.Bsp. durch das Erschliessen von zusätzlichen Gasbrunnen) würde dies bedeuten, dass im Referenzfall dieses zusätzlich abgesaugte Gas nicht direkt in die Atmosphäre, sondern allmählich über die Deponieoberfläche ausgetreten und das Methan auf diesem Weg teilweise oxidiert worden wäre. Wenn im Projekt mehr Gas abgesaugt wird als bisher, muss diese zusätzliche Menge mit dem Oxidationsfaktor OX multipliziert werden, d.h. entsprechend reduziert werden.

#### 4.5 Erwartete Emissionsverminderungen (= Baseline Emissionen – Projektemissionen)

$$E_{R,y} = E_{RE,y} - E_{p,y}$$

Wobei:

$E_{R,y}$  Emissionsreduktionen im Jahr y (tCO<sub>2</sub>)

Daraus folgt:

$$E_{R,y} = E_{CH_4,y} * GWP_{CH_4} + ZE_{CH_4,y} * (1-OX) * GWP_{CH_4} - E_{CH_4,y} * 2.75 * AE_y - (1-AE_y) * E_{CH_4,y} * GWP_{CH_4}$$

Für ex-ante Berechnungen siehe Anhang A.3  
 (Annahmen AE = 100%, ZE = 0).

<sup>7</sup> Als Durchschnittswert für typische Schweizer Deponien kann für den Oxidationsfaktor von einem Wert von 50% ausgegangen werden (BAFU, 30. Juni 2014).

Jahr	Erwartete Referenzentwicklung (in t CO <sub>2</sub> eq)	Erwartete Projekt-emissionen (in t CO <sub>2</sub> eq)	Schätzung der Leakage (in t CO <sub>2</sub> eq)	Erwartete Emissions- verminderungen (in t CO <sub>2</sub> eq)
1. Jahr	1'424	157	0	1'267
2. Jahr	1'210	133	0	1'077
3. Jahr	1'028	113	0	915
4. Jahr	874	96	0	778
5. Jahr	743	82	0	661
6. Jahr	632	69	0	562
7. Jahr	179	20	0	159
In der Kreditierungsperiode	6'090	670	0	5'420
Über die Projektlaufzeit (13 Jahre)	8'343	918	0	7'425

#### Wirkungsaufteilung

Da das Projekt keine zusätzlichen Finanzhilfen beansprucht, fallen 100% der erzielten Emissionsreduktionen dem Projekt zu.

#### 5. Nachweis der Zusätzlichkeit

##### Analyse der Zusätzlichkeit:

Der Projektbeginn ist ausstehend. Die Umsetzung des Projekts ist davon abhängig, ob das BAFU dem Projekt einen positiven Registrierungsbescheid ausstellt. Die Einnahmen aus dem Verkauf von CO<sub>2</sub>-Bescheinigungen sind zwingende Voraussetzung für die Durchführung des Projekts. Falls das Projekt abgelehnt wird, wird das Deponiegas weiterhin unbehandelt in die Atmosphäre entlassen.

Betreiber von stillgelegten Deponien in der Schweiz haben keine rechtliche Verpflichtung, die Deponiegasverbrennung aufrecht zu erhalten, wenn die erforderliche Gaskonzentration und -menge unter den für die Fackel erforderlichen Wert fällt<sup>9</sup>. Den Kosten des Projekts stehen keinerlei Einnahmen gegenüber. Die Wirtschaftlichkeitsanalyse stellt klar dar, dass das Projekt nur über die Einnahmen von CO<sub>2</sub>-Bescheinigungen finanziert werden kann (Nachweis finanzieller Hemmnisse).

##### Wirtschaftlichkeitsanalyse

Das Projekt generiert keine Einnahmen ausser durch den Verkauf von CO<sub>2</sub>-Bescheinigungen. Gemäss BAFU-Vollzugsweisung wird deshalb eine einfache Kostenanalyse realisiert. Da kein realistisches Alternativszenario existiert (vergleiche S. 6), wird in der Kostenanalyse kein Alternativszenario dargestellt. Stattdessen werden die effektiven Kosten des Projekts im Fall einer Durchführung gezeigt.

<sup>9</sup> Die Technische Verordnung über Abfälle (TVA) verlangt Entgasung und Behandlung zur Einhaltung der Luftreinhalte-Verordnung (LRV). Die LRV macht keine Angaben zu Methanemissionen. Erwähnt ist Deponiegas als Gasbrennstoff resp. Abfallgas. Die LRV macht keine Angaben darüber, ab welchem Energiegehalt ein Gas als Brennstoff gilt.

Die Kostendeckung/-unterdeckung für das Projekt berechnet sich wie folgt:

$$KD = EB - (K_I + K_B * t)$$

wobei:

KD Kostendeckung/-unterdeckung  
 EB Erlös durch Bescheinigungen  
 K<sub>I</sub> Investitionskosten  
 K<sub>B</sub> Jährliche Betriebskosten  
 t Anzahl Betriebsjahre

Berechnung von EB:

$$EB = E_{RED} * MP$$

wobei:

E<sub>RED</sub> Erwartete Emissionsreduktionen (in t CO<sub>2</sub>eq)  
 MP Mindestpreis pro Bescheinigung (CHF/t CO<sub>2</sub>)

Über die Kreditierungsperiode belaufen sich die Projektkosten auf insgesamt CHF 225'848 (exkl. Entwicklungs- und Transaktionskosten für Klimaschutzprojekt). Die erwartete Emissionsverminderung beträgt 5'420 t CO<sub>2</sub>eq. Projekteigner ACR erhält einen vertraglich garantierten Mindestpreis, welcher die Gesamtkosten des Projekts deckt.

Eine detaillierte Kostenanalyse ist in separatem Excelfile beigelegt (vergleiche Anhang 4).

### Sensitivitätsanalyse 1: Parameter Abnahme Methanmenge (%)

In der Sensitivitätsanalyse 1 wird die erwartete jährliche Abnahme der Methanmenge variiert. Der Parameter bestimmt die Emissionen im Referenz- und Projektfall sowie den Erlös durch Bescheinigungen im Projektfall. Für das Minimalszenario wird ein Rückgang der Methanmenge um 25%, für das Maximalszenario ein Rückgang der Methanmenge um 10% angenommen. Tabelle 5.1 und 5.2 stellen die zwei Szenarien dem erwarteten Fall gegenüber.

Betriebsjahr	Erwarteter Fall	Minimalszenario	Maximalszenario
	Methanmenge bei jährlicher Abnahme <b>um 15%</b> (in kg CH <sub>4</sub> /h)	Methanmenge bei jährlicher Abnahme <b>um 25%</b> (in kg CH <sub>4</sub> /h)	Methanmenge bei jährlicher Abnahme <b>um 10%</b> (in kg CH <sub>4</sub> /h)
1	6.5	6.5	6.5
2	5.5	4.9	5.9
3	4.7	3.7	5.3
4	4.0	2.7	4.7
5	3.4	2.1	4.3
6	2.9	1.5	3.8
7	2.5	1.2	3.5
Mittelwert	4.2	3.2	4.8

Tabelle 5.1: Sensitivitätsanalyse1 – jährliche Abnahme der Methanmenge



Szenario	Jährlicher Rückgang Methanmenge (in %)	Referenz-emissionen über Kredi.periode (in t CO <sub>2</sub> eq)	Projekt-emissionen über Kredi.periode (in t CO <sub>2</sub> eq)	Emissions-verminderungen über Kredi.periode (in t CO <sub>2</sub> eq)
Erwarteter Fall: <b>15%</b>	15%	6'090	670	5'420
Minimalszenario: <b>25%</b>	25%	4'765	524	4'241
Maximalszenario: <b>10%</b>	10%	6'922	761	6'161

Tabelle 5.2: Sensitivitätsanalyse 1 – Emissionen über Kreditierungsperiode

*Ergebnis der Sensitivitätsanalyse 1:*

Im Minimalszenario werden 4'241 t CO<sub>2</sub>eq, im Maximalszenario 6'161 t CO<sub>2</sub>eq vermieden. Die Gesamtkosten des Projekts werden sowohl im Minimalszenario als auch im Maximalszenario gedeckt (exkl. Entwicklungs- und Transaktionskosten für Klimaschutzprojekt). In beiden Szenarien ist das Projekt ausschliesslich mit Hilfe der CO<sub>2</sub>-Bescheinigungen wirtschaftlich.

Details zu Sensitivitätsanalyse 1 sind in separatem Exccelfile beigelegt (vergleiche Anhang 4).

**Sensitivitätsanalyse 2: Parameter Investitionskosten (CHF)**

In der Sensitivitätsanalyse 2 werden die erwarteten Investitionskosten variiert. Der Parameter beeinflusst die Gesamtkosten des Projekts. Für das Minimalszenario werden die Investitionskosten um -10%, für das Maximalszenario um +10% verändert.

*Ergebnis der Sensitivitätsanalyse 2:*

Die Gesamtkosten des Projekts werden sowohl im Minimalszenario als auch im Maximalszenario gedeckt. In beiden Szenarien ist das Projekt ausschliesslich mit Hilfe der CO<sub>2</sub>-Bescheinigungen wirtschaftlich.

Details zu Sensitivitätsanalyse 1 sind in separatem Exccelfile beigelegt (vergleiche Anhang 4).

**Erläuterungen zu anderen Hemmnissen**

Die finanziellen Hemmnisse stellen das Haupthindernis für die Umsetzung dar. Es gibt keine weiteren Hemmnisse.

**Übliche Praxis**

Bei stillgelegten Deponien besteht die übliche Praxis darin, die Deponiegasverbrennung einzustellen, wenn die Gasqualität unter den für die Verbrennungsfackel erforderlichen Wert fällt. Der Grund dafür liegt in der fehlenden gesetzlichen Bestimmung zu Mindestwerten bei Methangasemissionen.

Die Projektaktivität, i.e. die Installation einer neuen Hochtemperaturfackel, entspricht deshalb nicht der üblichen Praxis.

## 6. Aufbau und Umsetzung des Monitorings

### 6.1 Beschreibung der gewählten Monitoringmethode

Zum Nachweis der effektiven Emissionsreduktionen muss die Menge Methanemissionen  $E_{CH_4}$  im Gasstrom überprüft werden. Zur Zeit erfolgt die Messung des Gesamtgasstroms durch tägliche Handmessung und Protokollierung der Gaskonzentration ( $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ ) und der Gasmenge. Mit der Realisierung des Projekts erfolgen Messung und Aufzeichnung online über einen Datenlogger. Dieser misst dauernd die aktuelle Gasmenge und -konzentration ( $CH_4$  und  $O_2$ ) im Gasstrom vor der Verbrennung. (Aufzeichnungsintervall Logger, Mittelwert über jeweils 1 Stunde). Dies dient zur Bestimmung der Parameter  $E_{CH_4,y}$  und allfällig  $ZE_{CH_4,y}$ .

Erläuterung zum Monitoring von  $ZE_{CH_4}$ :

Methanemissionen, welche durch zusätzliches Absaugen von Deponiegas im Jahr  $y$  gegenüber dem Referenzszenario entstehen, müssen separat gemessen werden. Dies trifft zu falls:

- Änderungen an der Saugvorrichtung vorgenommen werden, wie
  - o das Verlegen von Absaugrohren,
  - o die Erschliessung von zusätzlichen Brunnen
- durch stärkeres Saugen mehr Methan als im Referenzszenario abgesaugt wird<sup>10</sup>.

Ist dies nicht der Fall gilt  $ZE_{CH_4} = 0$ .

Die Fackeleffizient  $AE_y$  wird alle zwei Jahr neu bestimmt.

Die jährliche Emissionsreduktionsberechnung erfolgt anhand der Berechnung in Kapitel 4.:

$$ER_y = E_{CH_4,y} * GWP_{CH_4} + ZE_{CH_4,y} * (1-OX) * GWP_{CH_4} - E_{CH_4,y} * 2.75 * AE_y - (1-AE_y) * E_{CH_4,y} * GWP_{CH_4}$$

wobei:

$GWP_{CH_4} = 25$  (gemäss BAFU)

$OX = 50\%$  (gemäss BAFU)

### 6.2 Datenerhebung und Parameter

Parameter	$E_{CH_4,y}$
Beschreibung des Parameters	Methangasemissionen im Jahr $y$
Einheit	t $CH_4$
Datenquelle	Messgeräte im Rohgas: - Mengenummessung Ultraschall oder thermisch - Gasanalyse $CH_4$ Infrarotadsorption - Gasanalyse $O_2$ Elektrochemisch
Erhebungsinstrument	Datenlogger

<sup>10</sup> Hierfür müssten durch erhöhten Unterdruck neue Bereiche der Deponie besaugt werden können, ansonsten nimmt durch stärkeres Saugen zwar der Volumestrom zu doch die Methan-Konzentration ab (Ansaugen von Luft durch die Deponieoberfläche, Aerobisierung) was zu keiner netto Zunahme der abgesaugten Methanmenge führt.

Beschreibung Messablauf	Der Datenlogger misst die aktuelle Gasmenge und Gaskonzentration (CH <sub>4</sub> und O <sub>2</sub> ) im Gasstrom vor der Verbrennung.
Kalibrierungsablauf	Gasanalyse: Monatlich durch Betreiber (Eichgas) Gasmenge: alle 3 Jahre von Hersteller
Genauigkeit der Messmethode	Menge +/- 2 % Analyse +/- 0.5%
Messintervall	Messung dauernd Aufzeichnung Mittelwert über 1 Stunde
Verantwortliche Person	Betriebspersonal der Azienda Cantonale di Rifiuti (ACR)

<b>Parameter</b>	<b>ZE<sub>CH<sub>4</sub>,y</sub></b>
Beschreibung des Parameters	Zusätzlich Methangasemissionen im Jahr y (Methanemissionen, welche durch zusätzliches Absaugen im Jahr y (gegenüber Referenzszenario) von Deponiegas entstehen)
Einheit	t CH <sub>4</sub>
Datenquelle	Messgeräte im Rohgas: - Mengemessung Ultraschall oder thermisch - Gasanalyse CH <sub>4</sub> Infrarotadsorption - Gasanalyse O <sub>2</sub> Elektrochemisch
Erhebungsinstrument	Datenlogger
Beschreibung Messablauf	Der Datenlogger misst die aktuelle Gasmenge und Gaskonzentration (CH <sub>4</sub> und O <sub>2</sub> ) im Gasstrom vor der Verbrennung.
Kalibrierungsablauf	Gasanalyse: Monatlich durch Betreiber (Eichgas) Gasmenge: alle 3 Jahre von Hersteller
Genauigkeit der Messmethode	Menge +/- 2 % Analyse +/- 0.5%
Messintervall	Messung dauernd Aufzeichnung Mittelwert über 1 Stunde
Verantwortliche Person	Betriebspersonal der Azienda Cantonale di Rifiuti (ACR)

<b>Parameter</b>	<b>AE<sub>y</sub></b>
Beschreibung des Parameters	Abfackelungseffizienz im Jahr y
Einheit	%
Datenquelle	Emissionsmessung
Erhebungsinstrument	FD-Analyse Fackelabgase
Beschreibung Messablauf	Kontinuierliche Messung vor Ort über ca. 2 Stunden Ausführung durch zertifizierte Messstelle
Kalibrierungsablauf	Kalibration FID mit CH <sub>4</sub> Eichgas
Genauigkeit der Messmethode	Nachweisgrenze 2 mg/m <sup>3</sup> Messunsicherheit +/- 20%
Messintervall	Einmalig nach Installation im Rahmen der ersten Monitoringperiode und alle zwei Jahre danach.
Verantwortliche Person	Betriebspersonal der Azienda Cantonale di Rifiuti (ACR)

### 6.3 Prozess- und Managementstruktur

#### *Verantwortlichkeiten und institutionelle Vorrichtungen zur Datenerhebung und Qualitätssicherung*

- Azienda Cantonale di Rifiuti (ACR)/Frau L. Dugnani, Technische Beraterin der Direktion: ACR ist zuständig für die Erhebung der Monitoringdaten.
- Alwatec Umwelttechnik AG/Herr M. Bichsel, Betriebsleiter  
Alwatec ist zuständig für die externe fachtechnische Beratung zur Deponienachsorge (Zertifikat gemäss Dep.V (D) für die Sachgebiete Deponieerrichtung, -betrieb, -stilllegung und -achsorge) und für die Qualitätssicherung der Datenerhebung. Alwatec übernimmt als externer Experte die regelmässige Auswertung der Messungen und Aufzeichnungen der Daten. Zusätzlich wird alle zwei Jahre eine Laboranalyse über LRV-relevante Spurenstoffe in Auftrag gegeben.

#### *Beschreibung der Kontrollpraxis der zu erfassenden Daten und Parameter (Qualitätskontrolle)*

- ACR übernimmt die tägliche Funktionskontrolle vor Ort (Anlagetechnik, Messtechnik, Gasfassung) während den Wochentagen, die regelmässige Auslese und Archivierung der Messdaten sowie die Auswertung der Messdaten und die Besprechung mit der externen Fachbegleitung (Alwatec).
- Alwatec übernimmt die Kontrolle vor Ort (zweimal jährliche Kontrolle der Anlage- und Messtechnik, Besprechung der Betriebsdaten und Massnahmen zur Optimierung).
- Für die Kalibration der Messgeräte werden nach Bedarf resp. gemäss Empfehlung des Lieferanten Dritte beauftragt.

#### *Prozess- und Managementstruktur zur Erstellung des Monitoringberichts und zur Archivierung der Daten*

Die Auswertung und Archivierung der Daten erfolgt durch ACR. ACR sendet Alwatec die Daten zur Kontrolle. Die kontrollierten Daten leitet Alwatec an myclimate weiter. myclimate erstellt den jährlichen Monitoringreport und archiviert eine Kopie der Daten.

Ort, Datum und Unterschrift

Giubiasco/Zürich, 31/07/2014

Claudio Broggin  
Direzione Generale  
Azienda Cantonale di Rifiuti (ACR)

Martin Jenk  
Verantwortlicher Klimaschutzprojekte Schweiz  
myclimate – The Climate Protection Partnership

### A1. Belege für den Umsetzungsbeginn

Ein Kaufvertrag für die Hochtemperaturfackel liegt noch nicht vor. Das Projekt wird ausschliesslich umgesetzt, wenn ein positiver Registrierungsbescheid des BAFU vorliegt.

### A2. Unterlagen zu beantragten und erhaltenen Finanzhilfen

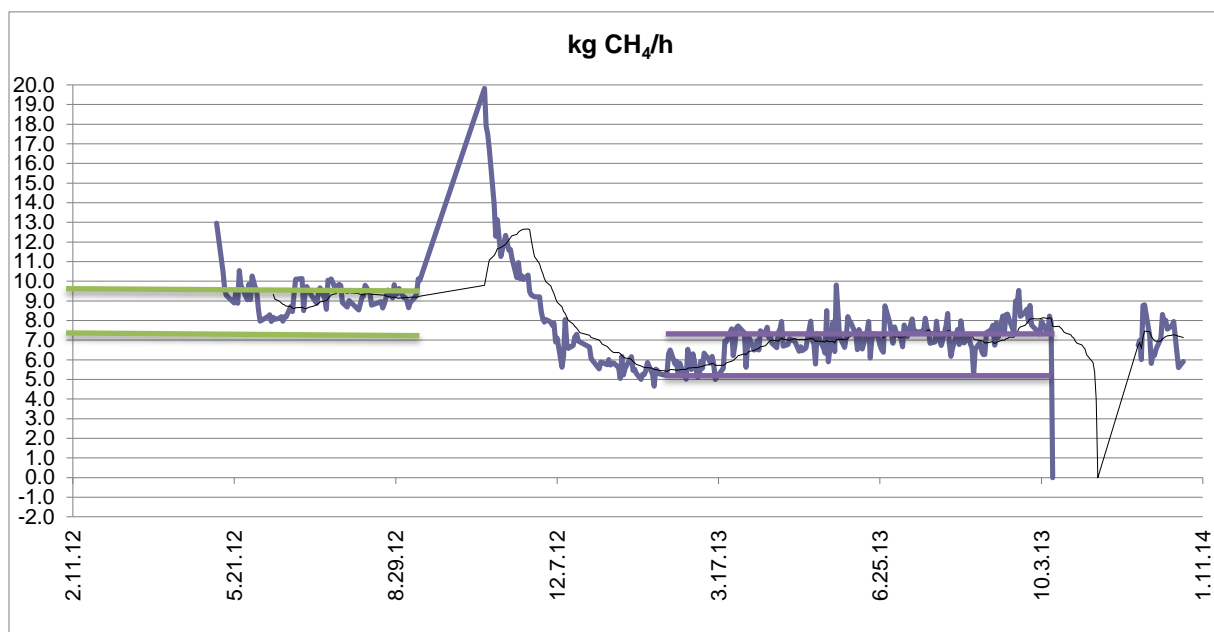
Das Projekt erhält keine Finanzhilfen. Es bestehen keine weiteren Unterlagen.

### A3. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen

Die Emissionsreduktionsberechnungen liegen in separatem Excelfile bei:

A3-4\_Kostenanalyse\_ER-Berechnung\_Sensitivitaet\_V02.xlsx

Der Wert zur aktuellen Methangasmenge von 6.5 kg CH<sub>4</sub>/h basiert auf dem Messprotokoll von ACR und entspricht dem Mittelwert über den Zeitraum Frühling/Herbst 2013:



Aus Excelfile: Anhang\_3\_ACR\_Messprotokoll\_12052012-30122013.xlsx, Excelsheet: Punti 1,2,3,4, Diagramma

Das Messprotokoll von ACR liegt im separaten Excelfile bei:

A3\_ACR\_Messprotokoll.xlsx

#### A4. Wirtschaftlichkeitsanalyse und Unterlagen dazu

Die Kostenanalyse sowie die Sensitivitätsanalyse 1 und die Sensitivitätsanalyse 2 liegen im separaten Excefile bei:

A3-4\_Kostenanalyse\_ER-Berechnung\_Sensitivitaet\_V02.xlsx

Es wurden noch keine Investitionen für die Umsetzung des Projekts getätigt. Als Beleg für die erwarteten Investitionskosten liegt deshalb die Offerte von Schürmann Umwelt & Energietechnik an Alwatec AG vom 09.01.2013 bei:

A4\_Offerte\_Schürmann\_09012013.pdf

#### A5. Unterlagen zum Monitoring

Die Monitoringaktivitäten sind unter Abschnitt 6 beschrieben. Ein Monitoringplan liegt dieser Projektbeschreibung bei:

A5\_ACR\_Monitoringplan\_v2.pdf

#### A6. Schematische Darstellungen des Projekts

Die schematischen Darstellungen der Deponiegasanlage und der Fackelanlage liegen dieser Projektbeschreibung bei:

A6\_Schematische Darstellungen\_Deponiegasanlage.pdf

A6\_Schematische Darstellungen\_Fackelanlage.pdf

#### A7. Betriebsbewilligungen

Die Betriebsbewilligungen für die Deponie Pizzante liegen dieser Projektbeschreibung bei:

A7\_1991\_PIZZANTE\_ autorizzazione DPC\_condizioni particolari.pdf

A7\_1994\_PIZZANTE\_ autorizzazione DT\_settore anticipato 1.pdf

A7\_1996\_PIZZANTE\_ autorizzazione DA\_tappa2.pdf

A7\_1999\_PIZZANTE\_ autorizzazione DA\_tappa3.pdf