

0080 Behandlung von Deponiegas Pizzante 1 und 2

Deckblatt

Dokumentversion	2.0
Datum	22.01.2021

Gesuchsteller (Unternehmen)	Azienda Cantonale di Rifiuti (acr)
Name, Vorname	Dugnani, Lucia
Strasse, Nr.	Strada dell'Argine 5
PLZ, Ort	6512 Giubiasco
Tel.	+41 91 850 06 16
E-Mail-Adresse	l.dugnani-nesti@aziendarifiuti.ch

Projektentwickler (Unternehmen)	Stiftung myclimate
Name, Vorname	Schmidt, Madeleine
Kontaktperson für Rückfragen (an Stelle von Gesuchsteller)?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Tel.	+41 44 500 43 50
E-Mail-Adresse	madeleine.schmidt@myclimate.org

Gesuch

- Ersteinreichung (Art. 7 CO₂-Verordnung)
- erneute Validierung zur Verlängerung der Kreditierungsperiode (Art. 8a CO₂-Verordnung)
- erneute Validierung aufgrund einer wesentlichen Änderung (Art. 11 Abs. 3 CO₂-Verordnung)

Inhalt

1	Angaben zum Projekt.....	3
1.1	Projektzusammenfassung	3
1.2	Typ und Umsetzungsform	3
1.3	Projektstandort	3
1.4	Beschreibung des Projektes/Programmes	4
1.4.1	Ausgangslage	4
1.4.2	Projektziel	5
1.4.3	Technologie	6
1.5	Referenzszenario	6
1.6	Termine.....	7
2	Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten und Vermeidung von Doppelzählung	8
2.1	Finanzhilfen	8
2.2	Schnittstellen zu Unternehmen, die von der CO ₂ -Abgabe befreit sind	8
2.3	Doppelzählung aufgrund anderweitiger Abgeltung des ökologischen Mehrwerts	8
3	Berechnung ex-ante erwartete Emissionsverminderungen.....	9
3.1	Systemgrenze und Emissionsquellen	9
3.2	Einflussfaktoren	10
3.3	Leakage	10
3.4	Projektemissionen	11
3.5	Referenzentwicklung	11
3.6	Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante)	11
4	Nachweis der Zusätzlichkeit	13
5	Aufbau und Umsetzung des Monitorings.....	15
5.1	Beschreibung der gewählten Nachweismethode	15
5.2	Ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen.....	15
5.2.1	Formeln zur ex-post Berechnung erzielter Emissionsverminderungen.....	15
5.2.2	Wirkungsaufteilung	15
5.3	Datenerhebung und Parameter	16
5.3.1	Fixe Parameter	16
5.3.2	Dynamische Parameter und Messwerte.....	16
5.3.3	Plausibilisierung der Daten und Berechnungen	18
5.3.4	Überprüfung der Einflussfaktoren und der ex-ante definierten Referenzentwicklung	18
5.4	Prozess- und Managementstruktur	18
6	Sonstiges	19
7	Kommunikation zum Gesuch und Unterschriften	20
7.1	Einverständniserklärung zur Veröffentlichung der Unterlagen	20
7.2	Unterschriften	21
Anhang	22

1 Angaben zum Projekt

1.1 Projektzusammenfassung

Die Projektaktivität zur Abfackelung von Methangas beinhaltet das Weiterbetreiben einer Hochtemperaturfackel zur Deponiegasverbrennung auf der stillgelegten Deponie Pizzante in Lavertezzo. Ausgangslage ist die Deponie in den Bereichen Pizzante 1 und 2, welche unter ihrer Abdeckung auch nach der Ausserbetriebnahme methanhaltiges Deponiegas produziert. Das Ziel ist, die 2014 in Betrieb genommene Fackel weiterhin zu betreiben, um Methanemissionen zu reduzieren. Im Referenzszenario würde der Betrieb der Fackel eingestellt und die Deponie ausschliesslich aktiv entgast («belüftet») werden. Der Nachweis der Zusätzlichkeit erfolgt in einer Kostenanalyse mit Darlegung der Mehrkosten für die Umsetzung des Projekts. Im Monitoring erhebt das Betriebspersonal der Azienda Cantonale di Rifiuti (acr) die Parameter Abfackelungseffizienz, Volumenstrom Deponiegas und der Methangehalt im Deponiegas.

1.2 Typ und Umsetzungsform

Typ	<input type="checkbox"/> 1.1 Nutzung und Vermeidung von Abwärme <input type="checkbox"/> 2.1 Effizientere Nutzung von Prozesswärme beim Endnutzer oder Optimierung von Anlagen <input type="checkbox"/> 2.2 Energieeffizienzsteigerung in Gebäuden <input type="checkbox"/> 3.1 Nutzung von Biogas <input type="checkbox"/> 3.2 Wärmeerzeugung durch Verbrennen von Biomasse mit und ohne Fernwärme <input type="checkbox"/> 3.3 Nutzung von Umweltwärme <input type="checkbox"/> 3.4 Solarenergie <input type="checkbox"/> 4.1 Brennstoffwechsel bei Prozesswärme <input type="checkbox"/> 5.1 Effizienzverbesserung im Personentransport oder Güterverkehr <input type="checkbox"/> 5.2 Einsatz von flüssigen biogenen Treibstoffen <input type="checkbox"/> 5.3 Einsatz von gasförmigen biogenen Treibstoffen <input checked="" type="checkbox"/> 6.1 Abfackelung bzw. energetische Nutzung von Methangas ¹ <input type="checkbox"/> 6.2 Methanvermeidung aus biogenen Abfällen <input type="checkbox"/> 6.3 Methanvermeidung durch Einsatz von Futtermittelzusatzstoffen in der Landwirtschaft <input type="checkbox"/> 7.1 Vermeidung und Substitution synthetischer Gase (HFC, NF ₃ , PFC oder SF ₆) <input type="checkbox"/> 8.1 Vermeidung und Substitution von Lachgas (N ₂ O) <input type="checkbox"/> 9.1 Biologische CO ₂ -Sequestrierung in Holzprodukten <input type="checkbox"/> andere: <i>Nähere Bezeichnung</i>
------------	--

Umsetzungsform

- Einzelnes Projekt Projektbündel Programm

1.3 Projektstandort

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.

Situationsplan

Koordinaten der Siedlungsmülldeponie:
46°09'53.11"N

¹ Unter diesen Typ fallen beispielsweise Deponiegasprojekte oder Methanvermeidung auf Kläranlagen.

8°54'19.76"O

Projektstandort:



Abbildung 1: Standort der Deponie Pizzante in Lavertezzo



Abbildung 2: Deponie Pizzante²

1.4 Beschreibung des Projektes/Programmes

1.4.1 Ausgangslage

Die Deponie Pizzante besteht aus den beiden Bereichen Pizzante 1 und Pizzante 2. Sie diente bis 1996 resp. 2005 zur Ablagerung von Siedlungsabfall.

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 m². Die Abfälle bestehen aus Hausmüll, wenig KVA-Schlacke und Strassenschlämmen.

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 m². Die Abfälle bestehen aus Hausmüll, Sperrmüll, Strassenschlämmen, Schlacke und Inert sowie Altholz.

² 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).

Die Deponie produziert unter ihrer Abdeckung weiterhin methanhaltiges Deponiegas, welches über die bestehende Entgasungsanlage abgesaugt und anschliessend in einer Hochtemperaturfackel verbrannt werden kann.

Für die Gasbehandlung wurde ursprünglich eine Starkgasfackel installiert. Der Einsatzbereich der Fackel ist nach unten sowohl durch die Gasmenge wie auch durch die Gaskonzentration limitiert (minimale Energiemenge).

Seit Anfang 2009 konnte die Starkgasfackel 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.

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).

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 abgesaugten Gas lag deutlich unterhalb der erforderlichen Minimalmenge für einen Dauer- oder intermittierenden Betrieb der Fackel.

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.

Im Jahr 2012 wurde die Deponiegasverbrennung eingestellt, weil die Methankonzentration und -menge unter den für die Fackel erforderlichen Mindestwert von 28 Vol.-% resp. 60 Nm³/h gesunken war. Da die Schweiz keine gesetzlichen Grenzwerte für Methanemissionen kennt, wurde das Deponiegas zwischen 2012 und 2015 (Zeitpunkt der Installation der Schwachgasfackel) unbehandelt in die Atmosphäre geblasen.

Zum Zeitpunkt der Planung der Schwachgasfackel (2014) betrug die Methankonzentration 24 Vol.-% und die Methanmenge 35 Nm³/h. Für andere mögliche, im Deponiegas enthaltene Stoffe (Spurenstoffe) werden die Emissionsgrenzwerte gemäss Schweizer Luftreinhalte-Verordnung (LRV) eingehalten (Nachweis über regelmässige Laboranalysen).

1.4.2 Projektziel

Am 03.02.2015 wurde der Betrieb einer neuen Schwachgasfackel aufgenommen und die Wiederaufnahme der Deponiegasverbrennung ermöglicht. Ziel des Projekts war 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. Da die Deponie weiterhin methanhaltiges Deponiegas mit einer Konzentration > 15 Vol.-% produziert, soll die Projektaktivität (Verbrennung Methangas) durch eine zweite Kreditierungsperiode fortgeführt werden.

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

1.4.3 Technologie

Der Betrieb der alten Hochtemperaturfackel verlangte eine Methankonzentration von min. 28 Vol.-% und eine Methanmenge von min. 60 Nm³/h (ca. 10 kg CH₄/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 Nm³/h (ca. 0.9 kg CH₄/h) betrieben werden.

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.

Mit der Schwachgasfackel wurde auch ein Datenlogger installiert, der die aktuelle Gasmenge und -konzentration (CH₄ und O₂) im Gasstrom vor der Behandlung automatisch misst und aufzeichnet³. Der Datenlogger und die Hochtemperaturfackel entsprechen dem aktuellen Stand der Technik in der Schweiz, der aktuell in der Deponiegasverbrennung eingesetzt wird⁴. Die schematischen Darstellungen der Deponiegas- und Fackelanlage befinden sich in Anhang A.1.

1.5 Referenzszenario

Wahrscheinlichstes Szenario

Ohne den Erlös aus dem Verkauf der Bescheinigungen wird der Betrieb der Fackel eingestellt. Die Deponie würde ausschliesslich mit den bestehenden Vorrichtungen aktiv entgast (bzw. «belüftet»)⁵. Dies ist gängige Praxis bei Schweizer Deponien, um die Sicherheit im Hinblick auf Mensch und Umwelt aufrecht zu erhalten. Insbesondere in Pizzante 1 und 2 ist diese aktive Entgasung notwendig, damit das Methan weder durch Leitungen in die dazwischenliegenden Gebäude gelangt noch Vegetationsschäden verursacht.

Die LRV kennt jedoch keine gesetzlichen Grenzwerte für Methangasemissionen⁶. 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 8.1-8.4). Deponiegase gelten als Gasbrennstoffe oder Gastreibstoffe, wenn ihr Gehalt an anorganischen und organischen Chlor- und Fluorverbindungen, angegeben als Chlor- und Fluorwasserstoff, zusammen 50 mg/m³ nicht überschreitet⁷. In diesem Fall ist die Verbrennung nach LRV Anhang 2 Ziffer 71 nicht verpflichtend. Basierend auf der 2019 durchgeführten Spurengasanalyse (Analyse im Anhang 8.5) kann festgestellt werden, dass die Grenzwerte weiterhin unterschritten sind. Im Referenzszenario würde die Deponie daher zwar aktiv entgast («belüftet») werden, jedoch würde die Hochtemperaturfackel zur Verbrennung des Methans nicht weiter betrieben werden.

Alternativ könnte das Projektziel durch folgende zwei Szenarien erreicht werden:

Alternativszenario 1:

Einführung gesetzlicher Grenzwerte für Methanemissionen

Zur Zeit existiert kein gesetzlicher Vorstoss, welcher zum Ziel hat, gesetzliche Grenzwerte für Methanemissionen einzuführen. Das Alternativszenario 1 wird deshalb für den beantragten Projektzeitraum (2014-2020) als nicht realistisch beurteilt.

³ während dem Betrieb der Starkgasfackel erfolgte die Messung von Gasmenge und -konzentration manuell.

⁴ Quelle: M. Bichsel, Alwatec AG.

⁵ bestehende Vorrichtungen gem. Anhang 2, Abschnitt 24 TVA

⁶ Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 (Stand am 1. April 2020) <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19850321/index.html>

⁷ Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 (Stand am 1. April 2020) <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19850321/index.html#app5ahref15>

Alternativszenario 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 (siehe Kapitel 4). Das Alternativszenario 2 wird deshalb als nicht realistisch beurteilt.

1.6 Termine

Termine	Datum	Spezifische Bemerkungen
Umsetzungsbeginn	21.10.2014	Mit der Planung und Umsetzung wurde begonnen, nachdem der Registrierungsbescheid des BAFU vorlag (Registrierung am 18.08.2014).
Wirkungsbeginn	03.02.2015	Der Betrieb der Fackel wurde am 03.02.2015 aufgenommen.

	Anzahl Jahre	Spezifische Bemerkungen
Dauer des Projektes in Jahren:	15	Die durch die Projektaktivität vorgesehene Hochtemperaturfackel hat eine durchschnittliche Lebensdauer von 15 Jahren ⁸ . Die Fackel wird solange wie möglich (Gasmenge und Gaskonzentration > Minimalanforderung Fackel) in Betrieb gehalten. Auf Grundlage der in den Jahren 2016-2019 gemessenen Werte wird von einem jährlichen Rückgang der Methanmenge um 6.02% ausgegangen ⁹ . In diesem Fall werden der Grenzwert von 15 Vol.-% und 10 Nm ³ /h bzw. eine Methanmenge von 1.08kg/h ¹⁰ später erreicht sein als die durchschnittliche Lebensdauer. Die erwartete Projektlaufzeit ist somit 15 Jahre. Die Laufzeit des Projekts übersteigt damit sowohl die erste Kreditierungsperiode 2015 als auch die zweite Kreditierungsperiode.

	Datum	Spezifische Bemerkungen
Beginn 1. Kreditierungsperiode:	21.10.2014	keine
Ende 1. Kreditierungsperiode:	20.10.2021	
Weitere Kreditierungsperioden		
Beginn 2. Kreditierungsperiode:	21.10.2021	keine
Ende 2. Kreditierungsperiode	20.10.2024	

⁸ Quelle: M. Bichsel, Alwatec AG

⁹ siehe Anhang

¹⁰ 10Nm³/h*15Vol-%/100*0.7202kgCH₄/Nm³

2 Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten und Vermeidung von Doppelzählung

2.1 Finanzhilfen

Gibt es für das Projekt bzw. Vorhaben zugesprochene oder erwartete Finanzhilfen¹¹?

- Ja
 Nein

2.2 Schnittstellen zu Unternehmen, die von der CO₂-Abgabe befreit sind

Weisen das Projekt oder die Vorhaben des Programms Schnittstellen zu Unternehmen auf, die von der CO₂-Abgabe befreit sind?

- Ja
 Nein

2.3 Doppelzählung aufgrund anderweitiger Abgeltung des ökologischen Mehrwerts

Ist es möglich, dass die erzielten Emissionsverminderungen auch anderweitig quantitativ erfasst und/oder ausgewiesen werden (=Doppelzählung; s. auch Art. 10 Abs. 5 CO₂-Verordnung)?

- Ja
 Nein

¹¹ Finanzhilfen sind geldwerte Vorteile, die Empfängern ausserhalb der Bundesverwaltung gewährt werden, um die Erfüllung einer vom Empfänger gewählten Aufgabe zu fördern oder zu erhalten. Geldwerte Vorteile sind insbesondere nicht rückzahlbare Geldleistungen, Vorzugsbedingungen bei Darlehen, Bürgschaften sowie unentgeltliche oder verbilligte Dienst- und Sachleistungen (Artikel 3 Absatz 1 [Subventionsgesetz SR 616.1](#)).

3 Berechnung ex-ante erwartete Emissionsverminderungen

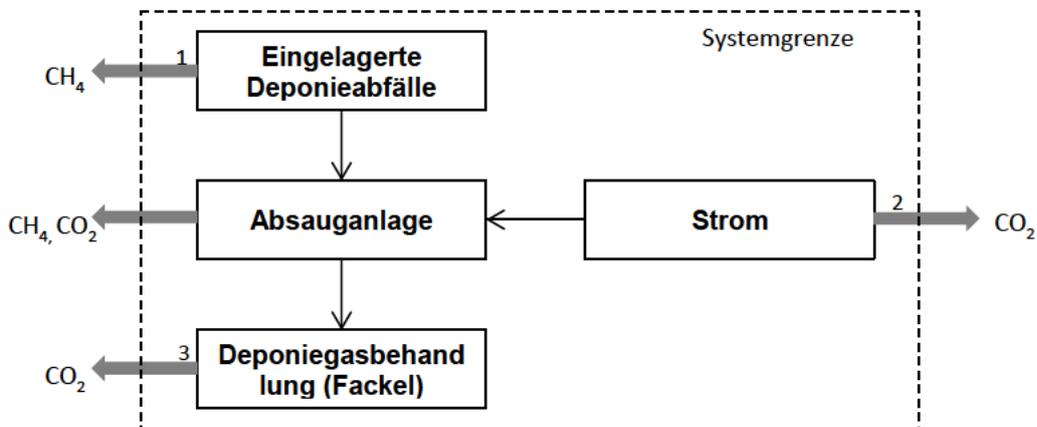
Die Ausführungen in Kapitel 3, 4 und 5 folgen den «Anforderungen an die Berechnung der Emissionsverminderungen und das Monitoringkonzept für Deponiegasprojekte- und –programme» in Anhang 3b der CO₂-Verordnung¹².

3.1 Systemgrenze und Emissionsquellen

Systemgrenze

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.

Direkte und indirekte Emissionsquellen



Relevant sind die Emissionsquellen 1 und 3, die Emissionsquelle 2 wird nicht berücksichtigt (siehe unten)

¹² Fassung vom 01.11.2020, <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20120090/index.html#app5ahref0>

	Quelle	Gas	Enthalten	Begründung / Beschreibung
Projektmissionen	Hochtemperaturfackel Steuerung, Logger und Gasanalyse	CO ₂	ja	Bei der Verbrennung des Deponiegases in der Hochtemperaturfackel wird der Methananteil in CO ₂ und H ₂ O umgewandelt. Aus 1 kg CH ₄ entstehen bei der Verbrennung 2.75 kg CO ₂ . Eine marginale Quelle für CO ₂ -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 29.8 g CO ₂ eq pro kWh gelieferten Strom ¹³ resultieren 0.21 t CO ₂ pro Jahr. Dies entspricht mit 0.03% unter 1% der durchschnittlichen erwarteten jährlichen Emissionsreduktionen (750 t CO ₂ eq). Der Stromverbrauch wird deshalb als Emissionsquelle nicht berücksichtigt.
	-	CH ₄	nein	
	-	N ₂ O	nein	
	-	CO ₂	nein	
Referenzentwicklung des Projekts	Deponie	CH ₄	ja	Die Deponie produziert methanhaltiges Deponiegas, welches über eine Entgasungsanlage aktiv gefördert und anschliessend unbehandelt in die Atmosphäre geblasen wird.
	-	N ₂ O	nein	

3.2 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 und dem Restbestand organischer Substanzen beeinflusst. Es sind 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.

3.3 Leakage

Leakage-Emissionen wären gemäss BAFU gegeben, wenn durch das Projekt zusätzliche Emissionen (bzw. Emissionsverminderungen) entstehen, die nicht unmittelbar dem Projekt zugeordnet, aber doch

¹³ Anhang A3 der BAFU Mitteilung 2020, 6. aktualisierte Version

auf das Projekt zurückgeführt werden können. Die vorgesehene Projektaktivität verursacht jedoch keine derartigen Leakage-Emissionen.

$$L = 0$$

3.4 Projektemissionen

$$PE_y = EF_{Gas} \times M_{Gas,y} \quad (1)$$

wobei

PE_y	Erwartete Projektemissionen in Jahr y (tCO ₂ eq)
EF_{Gas}	Emissionsfaktor des verwendeten Stützgases (tCO ₂ eq/Nm ³)
M_{Gas}	Erwartete Menge an verbranntem Stützgas im Jahr y (Nm ³)

Da der Methangehalt im Gas der Deponie Pizzante noch relativ hoch ist, wird für die Abfackelung kein Stützgas benötigt¹⁴. Folglich ist $M_{Gas} = 0$ und somit

$$PE_y = 0 \quad ^{15}$$

3.5 Referenzentwicklung

Die Bestimmung der Emissionsverminderungen erfolgt direkt in Abschnitt 3.6.

3.6 Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante)

Die ex-ante erwarteten Emissionsverminderungen werden aufgrund von Messdaten der vorhergegangenen Jahre ermittelt¹⁶ und in die Formel der ex-post Berechnung (Kapitel 5.2) eingesetzt.

Die Parameter werden daher in Kapitel 5.3 genauer beschrieben. OX, GWP und D_{CH_4} sind fixe Parameter. Für die Abschätzung der dynamischen Parameter $V_{DG,y}$ und c_{CH_4} wurden Mittelwerte der Messdaten von 2016 bis 2019 gebildet und unter Einbezug der Standard-Methandichte die durchschnittlich erwartete Abnahme der Methanmenge um 6.02% pro Jahr berechnet. Für AE wird der Herstellerwert verwendet. Siehe detaillierte Berechnungen in Anhang A3.1 ex-ante erwartete Emissionsreduktionen.xlsx.

$$ER_{ex-ante,y} = (AE - OX) * GWP_{eff,CH_4} \times V_{DG,y} \times c_{CH_4} \times D_{CH_4} \quad (3)$$

$ER_{ex-ante,y}$	Erwartete Emissionsverminderungen (tCO ₂ eq)
AE	Abfackelungseffizienz (%)
OX	Oxidationsfaktor
GWP_{eff,CH_4}	Effektives Treibhausgaspotenzial von Methan (tCO ₂ eq/tCH ₄)

¹⁴ Quelle: M. Bichsel, Alwatec AG.

¹⁵ Diese Aussage kann irreführend erscheinen, weil bei der in Verbrennung des Deponiegases in der Hochtemperaturfackel der Methananteil in CO₂ und H₂O umgewandelt wird. Aus 1 kg CH₄ entstehen dabei 2.75 kg CO₂. Dies wird jedoch in der Formel zur Berechnung der Emissionsverminderungen berücksichtigt, da dort das «effektive» GWP verwendet wird (22.25 tCO₂eq/tCH₄ statt 25 tCO₂eq/tCH₄).

¹⁶ <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20120090/index.html#app5ahref7>

Projektbeschreibung von Projekten zur Emissionsverminderung in der Schweiz

$V_{DG,y}$	Volumenstrom an Deponiegas, der am Eingang der Schwachgasbehandlung gemessen wird im Jahr y (Nm^3)
c_{CH_4}	Methangehalt im Deponiegas (Volumen-%)
D_{CH_4}	Methandichte bei Standardbedingungen (tCH_4/Nm^3)
PE_y	Projektemissionen im Jahr y (siehe Formel (1))
L	Leakage

Gemäss den Ausführungen in Kapitel 3.4 und 3.3 ist $PE=0$ und $L=0$. Deshalb werden diese Parameter nicht in der Formel für die erwarteten Emissionsverminderungen (3) verwendet.

c	Erwartete Referenzentwicklung (in t CO ₂ eq)	Erwartete Projekt-emissionen (in t CO ₂ eq)	Schätzung der Leakage (in t CO ₂ eq)	Erwartete Emissionsverminderungen (in t CO ₂ eq)
1. Kalenderjahr: 2021	140	0	0	140
2. Kalenderjahr: 2022	788	0	0	788
3. Kalenderjahr: 2023	741	0	0	741
4. Kalenderjahr: 2024	580	0	0	580

In der 2. Kreditierungsperiode (= Summe 1.-4. Kalenderjahr)	2250	0	0	2250
Über die Projektdauer	10'104	0	0	11'157

Erklärungen zu den Annahmen für die Aufteilung der Emissionen auf die verschiedenen Kalenderjahre:

- In den Jahren 2021 und 2024 wurde angenommen, dass sich die Methanmenge bzw. die reduzierten Methanemissionen proportional auf die 12 Monate verteilen. Folglich entspricht die erwartete Menge im Jahr 2021 genau 2/12 der im gesamten Jahr erwarteten Menge und im Jahr 2024 10/12 der im gesamten Jahr erwarteten Menge.
- Wirkungsbeginn: 03.02.2015, Umsetzungsbeginn 1. KP: 21.10.2014
- Beginn 2.KP: 21.10.2021, Ende 2.KP: 20.10.2024

Übliche Praxis

Die Vernichtung von Methan im Deponiegas durch Schwachgasbehandlung entspricht nicht der üblichen Praxis in der Schweiz. Das Projekt wurde als reines Klimaschutzprojekt entwickelt und geplant.

5 Aufbau und Umsetzung des Monitorings

5.1 Beschreibung der gewählten Nachweismethode

Zum Nachweis der erzielten Emissionsverminderungen muss der Volumenstrom an Deponiegas $V_{DG,y}$ und der Methangehalt im Deponiegas c_{CH_4} gemessen werden. Die Messung und Aufzeichnung dieser Parameter erfolgt online über einen Datenlogger. Dieser misst dauernd das aktuelle Deponiegasvolumen und den Methan- und Sauerstoffgehalt (CH_4 und O_2) im Gasstrom vor der Verbrennung (Aufzeichnungsintervall Logger, Mittelwert über jeweils 1 Stunde). Das Betriebspersonal der Azienda Cantonale di Rifiuti (acr) ist für die Handhabung und den Betrieb des Datenloggers zuständig. Die Abfackelungseffizienz entspricht den Herstellerangaben (99.9%) und wird alle zwei Jahre von einer zertifizierten Messfirma in Zusammenarbeit mit acr gemessen¹⁷. Für die Emissionsverminderungsberechnungen wird ein Mittelwert der erfolgten Messungen verwendet. Für den Oxidationsfaktor, das effektive Treibhausgaspotenzial von Methan und die Methandichte werden die Standardwerte gemäss BAFU/Anhang 3b der CO₂-Verordnung verwendet. Die Berechnung der Projektemissionen und die damit zusammenhängenden Parameter «erwartete Gasmenge» und zugehöriger Emissionsfaktor entfallen, da kein Stützgas verwendet wird (vgl. Kapitel 3.4).

5.2 Ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen

5.2.1 Formeln zur ex-post Berechnung erzielter Emissionsverminderungen

$$ER_{ex-post,y} = (AE - OX) * GWP_{eff,CH_4} \times V_{DG,y} \times c_{CH_4} \times D_{CH_4} \quad (1)$$

$ER_{ex-post,y}$	Anrechenbare Emissionsverminderungen, ex-post bestimmt mit Hilfe der gemessenen Emissionen während der Schwachgasbehandlung im Jahr y (tCO ₂ eq)
AE	Abfackelungseffizienz (%)
OX	Oxidationsfaktor
GWP_{eff,CH_4}	Effektives Treibhausgaspotenzial von Methan (tCO ₂ eq/tCH ₄)
$V_{DG,y}$	Volumenstrom an Deponiegas, der am Eingang der Schwachgasbehandlung gemessen wird im Jahr y (Nm ³ /Jahr)
c_{CH_4}	Methangehalt im Deponiegas (Volumen-%)
D_{CH_4}	Methandichte bei Standardbedingungen (tCH ₄ /Nm ³)
PE_y	Projektemissionen im Jahr y (tCO ₂ eq)
L	Leakage

Gemäss den Ausführungen in Kapitel 3.3 und 3.4 gilt $PE_y=0$ und $L=0$. Die Parameter sind daher in Formel 1 nicht aufgeführt.

5.2.2 Wirkungsaufteilung

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

¹⁷ Im Jahr 2021 erfolgt eine Messung, deren genauer Zeitpunkt noch nicht feststeht. Möglicherweise fällt diese in die erste Kreditierungsperiode (vor den 21.10.2021).

5.3 Datenerhebung und Parameter

5.3.1 Fixe Parameter

Parameter	OX
Beschreibung des Parameters	Oxidationsfaktor
Wert	0
Einheit	-
Datenquelle	Anhang 3b der CO ₂ -Verordnung ¹⁸

Begründung: Seit Umsetzungsbeginn des Projekts wurden keine zusätzlichen Massnahmen für die Steigerung der aktiv abgesaugten Gasmenge getroffen. Es wurde weder eine zusätzliche Belüftung (aktive Entgasung) installiert noch übersaugt (Milieu von anaerob auf aerob umgestellt). Im Referenzszenario würde aus Sicherheitsgründen (Gebäude und Vegetation, siehe Kapitel 1.5) weiterhin aktiv entgast (belüftet) werden. Daher wird der Oxidationsfaktor = 0 für die gesamte Methanmenge verwendet.

Parameter	GWP _{eff,CH4}
Beschreibung des Parameters	Effektives Treibhausgaspotenzial von Methan
Wert	22.25
Einheit	tCO ₂ eq/tCH ₄
Datenquelle	Anhang 3b der CO ₂ -Verordnung ¹⁹

Parameter	D _{CH4}
Beschreibung des Parameters	Methandichte bei Standardbedingungen
Wert	0.0007202
Einheit	tCH ₄ /Nm ³
Datenquelle	Anhang 3b der CO ₂ -Verordnung ²⁰

5.3.2 Dynamische Parameter und Messwerte

Dynamischer Parameter / Messwert	AE
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Abfackelungseffizienz im Jahr y
Einheit	%
Datenquelle	Emissionsmessung
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	FD-Analyse Fackelabgase
Beschreibung Messablauf	Kontinuierliche Messung vor Ort über ca. 2 Stunden Ausführung durch zertifizierte Messstelle

¹⁸ <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20120090/index.html#app5ahref6>

¹⁹ Fassung vom 01.11.2020, <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20120090/index.html#app5ahref8>

²⁰ <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20120090/index.html#app5ahref8>

Projektbeschreibung von Projekten zur Emissionsverminderung in der Schweiz

Kalibrierungsablauf	Kalibration FID mit CH ₄ Eichgas
Genauigkeit der Messmethode	Nachweisgrenze 2 mg/m ³ Messunsicherheit +/- 20%
Messintervall	Alle zwei Jahre ²¹
Verantwortliche Person	Betriebspersonal der Azienda Cantonale di Rifiuti (acr)

Dynamischer Parameter / Messwert	V_{DG,y}
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Volumenstrom an Deponiegas
Einheit	Nm ³ /Jahr
Datenquelle	Messgeräte im Rohgas: - Mengemessung Ultraschall oder thermisch - Gasanalyse CH ₄ Infrarotadsorption - Gasanalyse O ₂ Elektrochemisch
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	Datenlogger
Beschreibung Messablauf	Der Datenlogger misst den Volumenstrom an Deponiegas (CH ₄ und O ₂) am Eingang der Schwachgasbehandlung.
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)

Dynamischer Parameter / Messwert	C_{CH4}
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Methangehalt im Deponiegas
Einheit	Volumen-% (pro Jahr)
Datenquelle	Messgeräte im Rohgas: - Mengemessung Ultraschall oder thermisch - Gasanalyse CH ₄ Infrarotadsorption - Gasanalyse O ₂ Elektrochemisch
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	Datenlogger
Beschreibung Messablauf	Der Datenlogger misst den Volumenstrom an Deponiegas (CH ₄ und O ₂) am Eingang der Schwachgasbehandlung. und Gaskonzentration (CH ₄ und O ₂) im Gasstrom vor der Verbrennung.
Kalibrierungsablauf	Gasanalyse: Monatlich durch Betreiber (Eichgas) Gasmenge: alle 3 Jahre von Hersteller

²¹ Im Jahr 2021 erfolgt eine Messung, deren genauer Zeitpunkt noch nicht feststeht. Möglicherweise fällt diese in die erste Kreditierungsperiode (vor den 21.10.2021).

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)

5.3.3 Plausibilisierung der Daten und Berechnungen

Bei den dynamischen Parametern handelt es sich um effektive und kontinuierliche Messwerte. Volumenstrom und Methangehalt werden mit einem regelmässig kalibrierten Datenlogger gemessen. Die Abfackelungseffizienz wird alle zwei Jahre anhand einer kalibrierten FD-Analyse Fackelabgase von einer qualifizierten Messstelle überprüft. Zur Plausibilisierung werden die Messdaten im Rahmen des Monitorings mit den Werten der Vorjahre verglichen. Allfällige signifikante Abweichungen werden unter Einbezug der Faktoren Meteorologie, Funktion der Fackel (z.B. Betriebszeiten) und Funktion des Entgasungssystems eingeordnet. Die berechneten Emissionsverminderungen werden nach dem 4-Augen-Prinzip innerhalb von myclimate überprüft.

5.3.4 Überprüfung der Einflussfaktoren und der ex-ante definierten Referenzentwicklung

Die beiden Faktoren «Veränderung der geförderten Deponiegasmenge» und «Änderung rechtlicher Vorgaben» (siehe Kapitel 3.2) werden als konstant über die Kreditierungsperiode angenommen. Wenn eine gesetzliche Änderung nach dem 21. Oktober 2021 eingeführt wird, bleibt das Projekt trotzdem bis zum 20. Oktober 2024 bescheinigungsfähig. Im ersten Monitoringbericht werden allfällige gesetzliche Änderungen überprüft und berichtet. Eine durch den Betreiber hervorgerufene Veränderung der geförderten Deponiegasmenge kann ausgeschlossen werden, da weder Massnahmen zur künstlichen Befeuchtung noch zur Abdichtung geplant sind.

5.4 Prozess- und Managementstruktur

Monitoringprozess

- Azienda Cantonale di Rifiuti (acr)/ 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.
- Die Stiftung myclimate/M. Schmidt erstellt den Monitoringbericht mit den ausgewerteten Daten. Dieser wird myclimate-intern nach dem 4-Augen Prinzip vor dem Einreichen zur Verifizierung überprüft

Qualitätssicherung und Archivierung

- 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.
- 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.

Verantwortlichkeiten und institutionelle Vorrichtungen

Datenerhebung	Azienda Cantonale di Rifiuti (acr), L. Dugnani, Technische Beraterin der Direktion
Verfasser des Monitoringberichts	Stiftung myclimate, Madeleine Schmidt, Projektmitarbeiterin Klimaschutzprojekte
Qualitätssicherung	Stiftung myclimate, Martin Jenk, Teamleiter Klimaschutzprojekte Schweiz
Datenarchivierung	Stiftung myclimate

6 Sonstiges

7 Kommunikation zum Gesuch und Unterschriften

Der Gesuchsteller willigt ein, dass die Geschäftsstelle zu diesem Gesuch mit den folgenden Parteien kommunizieren und Dokumente austauschen kann:

- Projektentwickler ja nein
 Validierungsstelle ja nein
 Standortkanton ja nein

7.1 Einverständniserklärung zur Veröffentlichung der Unterlagen

Das Bundesamt für Umwelt BAFU kann unter Wahrung des Geschäfts- und Fabrikationsgeheimnisses

Der Gesuchsteller erklärt sich im Namen aller betroffenen Personen mit der Veröffentlichung folgender Dokumente zum Projekt zur Emissionsverminderung im Inland („Kompensationsprojekt“) auf der Webseite des Bundesamts für Umwelt BAFU einverstanden:

<p>Zustimmung zur Veröffentlichung</p> <p><input type="checkbox"/> Ich bin mit der Veröffentlichung dieses Dokuments (vorliegende Projekt-/Programmbeschreibung) einverstanden. Das Dokument enthält weder eigene Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnisse noch solche von Dritten. Ich bestätige, dass ich die betreffenden Dritten kontaktiert habe und aus deren Sicht keine Geschäfts- und Fabrikationsgeheimnisse im vorliegenden Dokument enthalten sind. Ich bin damit einverstanden, dass meine Kontaktdaten veröffentlicht werden.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ich bin mit der Veröffentlichung einer teilweise geschwärzten Fassung dieses Dokuments einverstanden, welche das Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnis von allen betroffenen Personen wahrt. Ich bestätige, dass ich die betreffenden Dritten kontaktiert habe und die Schwärzungen mit deren Einverständnis vorgenommen habe. Die betreffenden Dritten sind mit der Veröffentlichung der teilweise geschwärzten Fassung einverstanden. Diese zur Veröffentlichung bestimmte Fassung befindet sich im Anhang A6.</p>

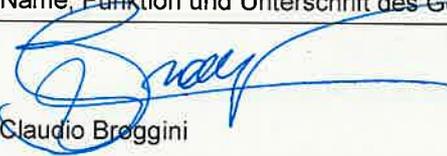
Dokument	Version	Datum	Prüfstelle & Auftraggeber
Validierungsbericht (inkl. Checkliste)	1.0	08.02.2021	INFRAS Binzstrasse 23, 8045 Zürich (im Auftrag von Stiftung myclimate)

<p>Zustimmung zur Veröffentlichung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ich bin mit der Veröffentlichung des Dokuments einverstanden. Das Dokument enthält weder eigene Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnisse noch solche von Dritten. Ich bestätige, dass ich die betreffenden Dritten kontaktiert habe und aus deren Sicht keine Geschäfts- und Fabrikationsgeheimnisse im vorliegenden Dokument enthalten sind.</p> <p><input type="checkbox"/> Ich bin mit der Veröffentlichung einer teilweise geschwärzten Fassung des Dokuments einverstanden, welche das Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnis von allen betroffenen Personen wahrt. Ich bestätige, dass ich die betreffenden Dritten kontaktiert habe und die Schwärzungen mit deren Einverständnis vorgenommen habe. Die betreffenden Dritten sind mit der Veröffentlichung der teilweise geschwärzten Fassung einverstanden. Diese zur Veröffentlichung bestimmte Fassung befindet sich im Anhang A7</p>
--

7.2 Unterschriften

Der Gesuchsteller verpflichtet sich, wahrheitsgemässe Angaben zu machen. Absichtlich falsche Angaben werden strafrechtlich verfolgt.

Ort, Datum	Name, Funktion und Unterschrift des Gesuchstellers
Zürich, 15.2.21	 Martin Jenk Verantwortlicher Klimaschutzprojekte Schweiz Foundation myclimate

Ort, Datum	Name, Funktion und Unterschrift des Gesuchstellers
Giubiasco, 23.2.2021	 Claudio Breggini Direzione Generale Azienda Cantonale di Rifiuti (ACR)

Anhang

- A1. Unterlagen zu Angaben und Beschreibung des Projekts, Programms inkl. Vorhaben (z.B. Technische Datenblätter, Belege für den Umsetzungsbeginn)
 - A1.1_Schematische Darstellungen_Deponiegasanlage.pdf
 - A1.2_Schematische Darstellungen_Fackelanlage.pdf
 - A1.3_Angebot umgesetzte Entgasungsanlage.pdf
- A2. Unterlagen zur Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten (z.B. beantragte / erhaltene Finanzhilfen, Wirkungsaufteilung)
Keine
- A3. Unterlagen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen
 - A3.1_Ex-ante erwartete Emissionsreduktionen.xlsx
- A4. Unterlagen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse
- A5. A4.1_Kostenanalyse_V2.0.xlsx
Unterlagen zum Monitoring
Keine
- A6. Geschwärzte Fassung Projekt-/Programmbeschreibung
210204_Projektbeschreibung_0080 Behandlung von Deponiegas Pizzante 1 und 2_V2.0_geschwärzt.pdf
- A7. Geschwärzte Fassung Validierungsbericht
Keine
- A8. Unterlagen zum Referenzszenario
 - A8.1_1991_PIZZANTE_ autorizzazione DPC_condizioni particolari.pdf
 - A8.2_1994_PIZZANTE_ autorizzazione DT_settore anticipato 1.pdf
 - A8.3_1996_PIZZANTE_ autorizzazione DA_tappa2.pdf
 - A8.4_1999_PIZZANTE_ autorizzazione DA_tappa3.pdf
 - A8.5_Analisi gas in tracce ISEGA 11.11.2019.pdf