

0111 Deponiegasprogramm

Programm zur Emissionsverminderung in der Schweiz

Monitoring-Zeitraum 14.12.2017 - 31.12.2018

Dokumentversion: final

Datum: 05.09.2019

Verifizierungsstelle SGS Société Générale de Surveillance SA

Inhalt

1	Angaben zur Verifizierung	3
1.1	Verifizierungsstelle	3
1.2	Verwendete Unterlagen	3
1.3	Vorgehen bei der Verifizierung.....	3
1.4	Unabhängigkeitserklärung	4
1.5	Haftungsausschlusserklärung	5
2	Allgemeine Angaben zum Projekt	6
2.1	Projektorganisation.....	6
2.2	Projektinformation	6
2.3	Formale Beurteilung Gesuchsunterlagen (1. Abschnitt der Checkliste)	6
3	Ergebnisse der inhaltlichen Prüfung des Monitoringberichts	7
3.1	Beschreibung Monitoring (2. Abschnitt der Checkliste)	7
3.2	Rahmenbedingungen (3. Abschnitt der Checkliste).....	8
3.3	Berechnung der tatsächlich erzielten Emissionsverminderung (4. Abschnitt der Checkliste)	9
3.4	Wesentliche Änderungen (5. Abschnitt der Checkliste).....	11
4	Fazit: Gesamtbeurteilung Monitoringbericht.....	12

Anhang

- A1 Liste der verwendeten Unterlagen
- A2 Checkliste zur Verifizierung
- A3 Protokolle (separates Dokument)

Zusammenfassung

SGS wurde von der Stiftung Klimaschutz und CO₂-Kompensation KliK beauftragt, die Verifizierung des Programms "0111 Deponiegasprogramm" durchzuführen. Die Programmbeschreibung war nach Vorgaben der CO₂-Verordnung und BAFU-Vollzugsmitteilung erstellt und am 29.10.2014 validiert worden. Das Programm war vom BAFU am 09.06.2015 für die Ausstellung von Bescheinigungen als geeignet verfügt und 2014 gestartet worden.

Die Beurteilung des Projektes erfolgte nach der Vollzugsmitteilung des BAFU 2015: Projekte zur Emissionsverminderung im Inland, Ein Modul der Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde, zur CO₂-Verordnung, BAFU 2015.¹

Basis der Verifizierung bildete der Monitoringbericht Version 1.0 vom 26.08.2019. Die vorliegende Verifizierung zum Monitoringjahr 2018 ist die vierte seit Projektbeginn. Bis zum Ende der Monitoringperiode sind zwölf Vorhaben realisiert worden, von denen elf noch in Betrieb sind. Ein weiteres Vorhaben, das 2018 bereits ins Programm aufgenommen, aber noch nicht realisiert worden war, ist noch nicht Gegenstand der Verifizierung.

Zwei Vorhaben waren seit der letzten Verifizierung neu realisiert worden. Es handelt sich dabei einerseits um die Deponie Uttigen mit Wirkungsbeginn am 18.09.2018 und andererseits um die Deponie Chestel, wo die Deponiefackel am 14.12.2017 eingerichtet worden war. Da dieses zweite Projekt in Bericht und Dokumentation zum Monitoringjahr 2017 noch nicht aufgeführt und dementsprechend auch noch nicht verifiziert worden war, wurde die aktive Monitoringperiode in Bezug auf dieses Vorhaben um die Zeitspanne vom 14.12.2017 bis am 31.12.2017 erweitert. Für alle anderen Vorhaben betrifft das Monitoring nur das Kalenderjahr 2018.

Für die beiden neuen Vorhaben galt es auch die Korrektheit der Aufnahme (Erfüllung der Aufnahmekriterien, korrektes Referenzszenario, Monitoringvorgaben, Berechnungsformeln) sowie die korrekte Realisierung und Inbetriebnahme der Deponiefackel einschliesslich Messtechnik zu überprüfen. Neben einer intensiven Dokument-Review wurden dazu auch Vor-Ort-Besuche durchgeführt.

Für alle elf aktiven Vorhaben galt es anhand der umfangreichen Monitoringdokumentation zu überprüfen, ob alle Monitoringdaten vollständig und korrekt erhoben und alle Berechnungen fehlerfrei durchgeführt worden waren.

Bericht und Anhang beschreiben insgesamt 15 Befunde, darunter:

- 7 Aufforderungen zu Erklärungen (Clarification Request, CR),
- 1 Aufforderung zu Korrekturmaßnahmen (Corrective Action Request, CAR),
- 7 auf die Zukunft ausgerichtete Aufforderungen aus dem Vorjahr (Forward Action Request, FAR), deren Kenntnisnahme oder Umsetzung zu prüfen waren.

Alle CRs, der CAR und die FARs aus dem Vorjahr wurden geklärt, und alle damit zusammenhängenden Korrekturen sind korrekt umgesetzt worden. Neue FARs wurden keine aufgestellt.

Als wichtigstes Resultat kann der Verifizierer festhalten, dass die Programmbetreiberin ein qualitativ sehr hochstehendes Monitoringsystem betreibt, das mit den Vorgaben der Programmbeschreibung übereinstimmt, und mit dem es gelingt, die komplexen Aufgaben der Quantifizierung von Emissionsverminderungen von Deponiegasprojekten überzeugend zu bewältigen.

Basierend auf dem verifizierten Monitoringbericht wurden durch das Programm die folgenden Emissionsverminderungen erzielt:

Monitoringperiode	14.12.2017 bis 31.12.2018
Emissionsverminderung	41 t CO₂eq im Jahr 2017 (aus dem Vorhaben "Chestel") 11'186 t CO₂eq im Jahr 2018

¹ Zum Zeitpunkt der Validierung gültige Fassung.

1 Angaben zur Verifizierung

1.1 Verifizierungsstelle

Verifizierer (Fachexperte)	Christoph Leumann, christoph.leumann@sgs.com
Qualitätssicherung durch	Ingrid Finken, ingrid.finken@sgs.com
Gesamtverantwortlicher	Roland Furrer, roland.furrer@sgs.com
Verifizierter Monitoringzeitraum	14.12.2017 - 31.12.2018
Zertifizierungszyklus	4. Verifizierung

1.2 Verwendete Unterlagen

Version und Datum der Programmbeschreibung	V4.4, 03.06.2015
Version und Datum des Validierungsberichts	V2, 29.10.2014
Version und Datum des Monitoringberichts	1.0, 26.08.2019
Verfügung Eignungsentscheid: Datum	09.06.2015
Ortsbegehung: Datum	20.08.2019

Weitere verwendete Unterlagen, auf denen die Verifizierung beruht, sind in Anhang A1 des Berichts aufgeführt.

1.3 Vorgehen bei der Verifizierung

Ziel der Verifizierung

Folgende allgemeinen Ziele wurden bei der Verifizierung verfolgt:

1. Prüfung, ob die Angaben zum tatsächlich umgesetzten Programm und zu den einzelnen Vorhaben vollständig und konsistent sind
2. Prüfung der umgesetzten Monitoringmethode, insbesondere der Datenerfassung und -verarbeitung
3. Prüfung der Berechnung der tatsächlich erzielten Emissionsverminderung

Da es sich um ein Programm handelt, wurden zusätzlich folgende Ziele verfolgt:

4. Prüfung der Erfüllung der Aufnahmekriterien der neu aufgenommenen Vorhaben im Programm, und damit Prüfung von deren Berechtigung zur Anrechnung von Emissionsverminderungen
5. Überprüfung der tatsächlichen Umsetzung der Vorhaben

Beschreibung der gewählten Methoden

Die SGS hat die vom BAFU vorgegebenen aktuellen Checklisten und Vorlagen für Klimaschutzprojekte in der Schweiz verwendet und diese falls zweckdienlich mit spezifischen Hinweisen und zusätzlichen Anforderungen für das vorliegende Programm ergänzt. Folgende Aspekte wurden mittels der Dokumentationen und Aufzeichnungen sowie Gespräche mit relevanten Mitarbeitern geprüft:

1. Beurteilung von Umsetzung und Betrieb des Programmes und der einzelnen Vorhaben bezüglich Übereinstimmung mit den Angaben in der Programmbeschreibung. Die Verifizierung listet allfällige Abweichungen detailliert auf.
2. Überprüfung der Prozesse zur Erzeugung, Aggregation und Erfassung der Monitoringparameter: Die Prozesse müssen den Vorgaben in der Programmbeschreibung folgen. Abweichungen sollten identifiziert und detailliert dargestellt werden.
3. Überprüfung von Messinstrumenten, Messpraxis und Kalibrierungsvorgaben auf Übereinstimmung mit den Vorgaben der Programmbeschreibung resp. des Monitoringkonzepts. Die Messung muss möglichst präzise vorgenommen werden. Je grösser der Einfluss eines Parameters auf die berechnete Emissionsverminderung ist, desto genauer muss die Prüfung der Einhaltung der Vorgaben bezüglich Messinstrumente, Messpraxis und Kalibrierung sein.

Eine Liste der begutachteten Dokumente befindet sich im Anhang A1.

Beschreibung des Vorgehens / durchgeführte Schritte

1. Dokumentenreview und Vorbereitung
2. Besuche vor Ort am 20.08.2019:
 - Vorhaben "Chestel"
 - Vorhaben "Uttigen"

Die zwei besuchten Vorhaben sind in der Monitorinperiode neu realisiert worden.

Kontaktpersonen, angetroffene Situation, geklärte Fragen und andere Befunde aus den Begehungen sind in Anhang A3, Teil 2 (Begehungsprotokolle) dokumentiert.

3. Verifizierung mittels Verifizierungscheckliste:

Dabei auch: Prüfung der Erfüllung der Aufnahmekriterien der neu aufgenommenen Vorhaben und der korrekten Identifikation von Ausgangslage, Referenzszenario und Berechnungsformel, Prüfung sämtlicher Monitoringdaten, Cross-Checks- und Plausibilisierung, Prüfung der Berechnungsfiles.
4. Bereinigung von CRs und CARs
5. Verfassen des Berichtes
6. Technisches Review
7. Qualitätssicherung

Beschreibung des Vorgehens zur Qualitätssicherung

Die SGS-interne Begutachtung der Berichte (Review) erfolgt durch Fachexperten und Qualitätsverantwortliche, die beim BAFU als solche registriert sind. Dabei wird technischen und formellen Aspekten Rechnung getragen.

1.4 Unabhängigkeitserklärung

SGS Société Générale de Surveillance SA bestätigt ihre Unabhängigkeit vom Gesuchsteller Stiftung Klimaschutz und CO2-Kompensation KliK und den anderen an diesem Projekt beteiligten Parteien. Sie ist unvoreingenommen, und es bestehen keine Interessenkonflikte mit der Organisation, ihren Tochtergesellschaften und Anspruchsberechtigten. Das Experten-Team wurde aufgrund von dessen Wissen, Erfahrung und Qualifikation für diese Aufgabe zusammengestellt.

Die Stiftung KliK ist als Programmbetreiberin für das Monitoring und dessen Darstellung verantwortlich. SGS war weder an der Ausarbeitung des Programms, noch an der Programmüberwachung beteiligt und führte

lediglich eine unabhängige Prüfung der Dokumente und Daten durch. SGS ist allein verantwortlich für die Inhalte dieses Berichtes und der darin ausgedrückten Meinung.

Das Unternehmen sowie der zugelassene Fachexperte, der Qualitätsverantwortliche und der Gesamtverantwortliche der Validierungs-/Verifizierungsstelle bestätigen, dass sie keine Projekte und Programme im Inland, die zu anrechenbaren Emissionsverminderungen führen können (insbesondere Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland und selbst durchgeführte Projekte und Programme), validieren oder Monitoringberichte verifizieren, an deren Entwicklung² sie beteiligt waren. Sie bestätigen ausserdem, nicht in irgendeiner Form bereits an der Entwicklung desselben Projekts oder Programms beteiligt gewesen zu sein, an dessen Validierung oder Verifizierung sie beteiligt sind.

Des Weiteren verpflichten sich das Unternehmen sowie der Fachexperte, der Qualitätsverantwortliche und der Gesamtverantwortliche der Validierungs-/Verifizierungsstelle keine Validierungen und Verifizierungen für diejenigen Auftraggeber durchzuführen, für die sie an der Entwicklung von Projekten oder Programmen beteiligt waren. Sie verpflichten sich ferner, keine Projekte oder Programme für Auftraggeber zu validieren oder zu verifizieren, für die sie eine Beratung oder einen Audit bei der Festlegung von Zielen im nonEHS-Bereich durchgeführt haben³. Diese Einschränkungen gelten nur für die Projekttypen, welche von diesen Beteiligungen betroffen sind⁴.

Der Fachexperte, der Qualitätsverantwortliche und der Gesamtverantwortliche der Validierungs-/Verifizierungsstelle bestätigen mit ihrer Unterschrift, dass sie – abgesehen von ihren Leistungen im Rahmen der Validierung/Verifizierung – vom Auftraggeber der Validierung/Verifizierung und seinen Beratern unabhängig sind.

1.5 Haftungsausschlusserklärung

Haftungsfragen regelt die SGS mit den Vertragspartnern in den Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB).

² Explizit, aber nicht abschliessend gelten die Erstellung von Gesuchsunterlagen sowie die Beratung von Erstellern von Gesuchsunterlagen als Beteiligung an der Entwicklung. Die Erstellung eines Monitoringberichts gilt ebenfalls als Entwicklung.

³ Dies betrifft Unternehmen, die mit oder ohne einen Vertrag mit der EnAW oder der act Beratungsleistungen bei der Festlegung von Zielen im nonEHS-Bereich erbringen.

⁴ Beispielsweise darf ein Unternehmen keine Validierung eines Projekts A des Projekttyps 1.1 für den Auftraggeber x durchführen, wenn es bereits das Projekt B des Projekttyps 1.1 für den Auftraggeber x entwickelt hat. Das Unternehmen dürfte hingegen ein Projekt C des Projekttyps 7.1 für den Auftraggeber x validieren.

2 Allgemeine Angaben zum Projekt

2.1 Projektorganisation

Projekttitel	Deponiegasprogramm
Gesuchsteller	Stiftung Klimaschutz und CO ₂ -Kompensation KliK Freiestrasse 167 8032 Zürich
Kontakt	Mischa Classen mischa.classen@klik.ch Tel.: +41 44 224 60 05
Projektnummer / Registrierungsnummer	0111

2.2 Projektinformation

Kurze Beschreibung des Projekts

Methanemissionen aus Deponien, welche in der Ausgangslage in die Atmosphäre entweichen, sollen vernichtet werden. Zudem sollen Massnahmen, welche zur beschleunigten Mineralisierung des Deponiekörpers führen, umgesetzt werden können.

Projekttyp gemäss Programmbeschreibung

Abfackelung / Energetische Nutzung von Methan
andere: Vermeidung von Methanemissionen im Deponiekörper

Angewandte Technologie

Technologie	Kurzbeschreibung
T1	Vernichtung von Methan Fackel, Schwachgasbehandlung, Verbrennung zur Stromproduktion, Schwachgasfackel mit Abgasturbine
T2	Aerobisierung Saugende Aerobisierung
T1+T2	Aerobisierung + Vernichtung von Methan Saugende Aerobisierung und Vernichtung des restlichen Methans im abgesaugten Deponiegas

2.3 Formale Beurteilung Gesuchsunterlagen (1. Abschnitt der Checkliste)

Der Monitoringbericht ist mittels der aktuellen Version der auf der BAFU-Webseite zur Verfügung gestellten Vorlage eingereicht, und er enthält ausschliesslich aktuelle Verweise auf Rechtsgrundlagen, Mitteilung und ergänzende Dokumente.

Die Dokumentation, die bedingt durch die aufwändige Monitoringmethode und die umfangreichen Messdaten sehr umfangreich ist, ist transparent und übersichtlich gegliedert, was deren Verifizierung sehr erleichterte.

Der Gesuchsteller (KliK) ist korrekt identifiziert und identisch mit dem Gesuchsteller, der die validierte Programmbeschreibung eingegeben hat.

Mit CAR 1 wurden geringfügige Korrekturen / Ergänzungen im Monitoringbericht verlangt. Nach korrekter Umsetzung beurteilen wir den Monitoringbericht und die unterstützenden Dokumente als vollständig und konsistent.

3 Ergebnisse der inhaltlichen Prüfung des Monitoringberichts

3.1 Beschreibung Monitoring (2. Abschnitt der Checkliste)

Die angewandte Monitoringmethode⁵ entspricht der im validierten Monitoringkonzept beschriebenen Methode. Die Methode ist sehr komplex. Die Beschreibung findet sich:

1. in der validierten Programmbeschreibung
2. im "Monitoringhandbuch" (Dokument [4] im Anhang A7 des Monitoringberichts)
3. in separaten Monitoringvorgaben pro Vorhaben (Ordner [5] im Anhang A7 des Monitoringberichts).

Es ist deshalb aus Sicht des Verifizierers angemessen, dass die Beschreibung im Hauptdokument des Monitoringberichts nicht wiederholt wird.

Die Prozess- und Managementstrukturen entsprechen grundsätzlich den in der Programmbeschreibung definierten Strukturen und sind im Monitoringhandbuch (Dokument [4] im Anhang A7 des Monitoringberichts) präzisiert. Die Verantwortlichkeiten zur Datenerhebung und -archivierung sowie zur Qualitätssicherung sind verständlich beschrieben, und sie werden korrekt umgesetzt.

FAR aus der letztjährigen Verifizierung oder von Seiten des BAFU:

Die Verfügung des BAFU über die Ausstellung von Bescheinigungen vom 16.04.2019 enthält die folgenden FARs:

- FAR 1 (M17) betreffend das Referenzszenario auf Deponien, auf denen bis zum heutigen Zeitpunkt eine Deponiegasfackel im intermittierenden Betrieb zur Anwendung gekommen ist.
- FAR 3 (M17) bezüglich verbesserter Berichterstattung darüber, ob Änderungen am Gasfassungssystem vorgenommen worden sind.
- Zwei FARs mit speziellen Auflagen zum Vorhaben "Valle della Motta":
 - FAR 2 (M17) zur Sicherstellung der Auflage, dass nur die Verbrennung von "Schlechtgas" (Methan-gehalt < 4%) angerechnet wird.
 - FAR 4 (M17) bezüglich eines vor Projektumsetzung vorhandenen Generators zur Stromerzeugung, der als Quelle eines Leakage-Effekts in Frage kommt.
- FAR 5 (M17), FAR 6 (M17) und FAR 7 (M17), die alle aus der Erstverifizierung übernommen wurden und die Berechtigung betreffen, in gewissen technischen Details (Gasvolumen-Messung, Massenzähler, Dichte-Wert von Methan) von der Programmbeschreibung abzuweichen.

Die Details zu den FARs sind am Anfang der Liste der Fragen (A2 Checkliste zur Verifizierung: Teil 2) wiedergegeben. Zusammenfassend lässt sich sagen:

FAR 2 (M17) und FAR 3 (M17) waren vom Programmbetreiber vollkommen korrekt umgesetzt worden. Zu FAR 1 (M17) und FAR 4 (M17) wurden zusätzliche Erläuterungen resp. Ergänzungen verlangt, und nach deren Erledigung sind sie ebenfalls korrekt umgesetzt. FAR 5, 6 und 7 mussten lediglich zur Kenntnis genommen werden, denn sie enthielten keine neuen Vorgaben oder Verpflichtungen.

⁵ Die validierte Methode beruht im Wesentlichen auf der zum Zeitpunkt der Validierung gültigen Standardmethode für den Nachweis von Emissionsverminderungen bei Deponiegasprojekten, Anhang G der Mitteilung, Version 2 vom April 2015, mit Ergänzungen und gewissen Abweichungen, die vom BAFU bei der Registrierung genehmigt worden sind. Per 01.11.2018 ist ein Teil jener Standardmethode mit gewissen Revisionen in die CO₂-Verordnung aufgenommen geworden (vgl. Art. 6 Abs. 2bis und Anhang 3b der CO₂-Verordnung). Gemäss 12. Newsletter CO₂-Kompensation vom 24.10.2018 werden die entsprechenden Bestimmungen für bereits registrierte Programme aber erst bei einer erneuten Validierung bzw. einem Gesuch um eine Verlängerung der Kreditierungsperiode verbindlich.

3.2 Rahmenbedingungen (3. Abschnitt der Checkliste)

Prüfung der korrekten Aufnahme neuer Vorhaben:

Das Prüfverfahren zur Aufnahme neuer Vorhaben ist sauber dokumentiert, und es entspricht den Vorgaben aus der Validierung. Für jedes aufgenommene Vorhaben wird in einem eigenen Dokument („Beurteilung_Vorhaben_Nr_Projekt_Datum“) aufgezeigt, wie die Aufnahmekriterien erfüllt werden. Verbunden mit dem Aufnahmeentscheid ist auch ein Nachweis der wirtschaftlichen Additionalität für jedes Vorhaben anhand einer Investitionsanalyse. Die notwendigen Nachweisdokumente sind als Beilagen beigefügt. Im gleichen Dokument wird für jedes Projekt auch die Ausgangslage und das Referenzszenario beschrieben, begründet, und die der Programmmethodik entsprechende Berechnungsformel hergeleitet.

Die Verifizierung der zwei in dieser Monitoringperiode aufgenommenen Vorhaben erfolgte auf der Basis der erwähnten Dokumentation und eines Vor-Ort-Besuchs. Die Befunde sind in den Prüfprotokollen 1 und 2 sowie in den Begehungsprotokollen im Anhang A3 dieses Berichts genauer dokumentiert. Ausgangslage und Situation der zwei Vorhaben lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Chestel:**

In einer ehemaligen Tongrube wird eine Deponie betrieben, in welcher zwischen 1985 und 1999 in 3 Deponieetappen Haushaltskehricht eingelagert wurde. Seit dem Deponieverbot für brennbare Abfälle 2000 wurde in einer 4. Etappe KVA-Schlacke abgelagert. Heute wird nur noch rekultiviert.

Das bereits vorher bestehende Gasfassungssystem besteht aus 14 vertikalen Gasbrunnen, welche von oben und von unten angeschlossen sind, sowie 6 Gasbrunnen, welche von unten über die Sickerwasserdrainage entgast werden.

2007 wurde die Gasfassung revidiert und eine Fackel eingebaut als Ersatz für den früheren Gasmotor. Aufgrund der Abnahme der Gasmenge kann diese aber seit 2014 nicht mehr regulär betrieben werden. Seit Ende 2015 kam es so oft zu Störungen, so dass sie nur noch selten in Betrieb war.

Im Rahmen des Projekts wurde die Gasfassung revidiert und ein neuer eflox-Brenner eingebaut. Die Installationen zur Gasfassung, der eflox-Brenner und alle Messeinrichtungen wurden am Vor-Ort-Besuch am 20.08.2019 mit den Verantwortlichen zusammen besichtigt. Dabei wurden auch die folgenden Punkte verifiziert:

- Die frühere Gasfackel war nicht mehr betriebsfähig. Von da her steht ausser Frage, dass das Referenzszenario R13 ist.
- Bei der Realisierung des Projekts wurde das Gasfassungssystem nicht ausgebaut.
- Die tatsächliche Installation stimmt mit der Beschreibung in der Dokumentation überein.
- Das Monitoringsystem und alle dafür nötigen Messgeräte sind korrekt installiert und implementiert worden.

- **Uttigen:**

In der Deponie wurde in der Periode von 1970 bis 2010 Kehricht abgelagert. Seither wurde sie rekultiviert.

Das vorbestehende Gasfassungssystem besteht aus 17 Vertikalbrunnen / Gasdomen und 40 zusätzlichen peripheren Saugbrunnen und Saugdrainageleitungen, die in drei Regelschächten zusammenkommen und von dort gesteuert werden können.

Es gab bereits vorher eine Deponiefackel, die nach Angaben der Projektbetreiber aber nicht mehr betriebsfähig war. In den Jahren 2014-2016 wurde das Deponiegas allerdings noch kontinuierlich verbrannt, weshalb sich die Frage stellte, ob das Aufnahmekriterium "intermittierender Betrieb der früheren Fackel" tatsächlich erfüllt ist. Mit CR 1 wurden dazu weitere Ausführungen verlangt, und mit den zusätzlichen Angaben konnte die Frage geklärt werden: Gemäss der validierten Methodik besteht eine von drei Nachweismöglichkeiten für den "intermittierenden Betrieb der Fackel" darin, mit Messungen der Methanfracht im abgesaugten Deponiegas zu zeigen, dass diese zu niedrig war für den kontinuierlichen Betrieb der konventionellen Fackel gemäss Herstellerangaben. Dass dies im vorliegenden Fall erfüllt ist, geht nach Auffassung des Verifizierers aus den Daten eindeutig hervor. Weitere Erläuterungen dazu wurden dem Verifizierer von den technischen Verantwortlichen am Vor-Ort-Besuch abgegeben.

Eine weitere Frage (CR 2) wurde gestellt zur Wahl des Referenzszenarios (R12: Wei-terbetrieb der bisherigen Fackel im intermittierenden Betrieb, oder R13: Einstellung der Fackel). Obwohl nicht gesichert ist, auf welches Datum die bisherige Fackel tatsächlich abgestellt worden wäre, ist in der vorliegenden Situation R13 korrekt, da die bisherige Fackel aufgrund von sicherheitstechnischen Mängeln nicht mehr dem Stand der Technik entsprochen hätte (vgl. Antwort auf CR 2 im Anhang A2). Die Zuordnung zu R12 oder R13 ist ohnehin bloss eine formelle Frage, die keinen Einfluss auf die Berechnung der Emissionsreduktionen hat, denn gemäss der validierten Methodik wird auch im Referenzszenario R12 nicht gefordert, die Methanverbrennung aus dem intermittierenden Betrieb der bisherigen Fackel bei den Emissionsvermindierungen in Abzug zu bringen.

Im Rahmen des Projekts wurden eine neue Absauganlage und ein neuer eflox-Brenner eingebaut, die Gasfassung blieb unverändert. Die massgebenden Installationen, insbesondere der eflox-Brenner und alle Messeinrichtungen wurden am Vor-Ort-Besuch am 20.08.2019 mit den Verantwortlichen zusammen besichtigt. Dabei wurden auch die folgenden Punkte verifiziert:

- Die tatsächliche Installation stimmt mit der Beschreibung in der Dokumentation überein.
- Das Monitoringsystem und alle dafür nötigen Messgeräte sind korrekt installiert und implementiert worden.

3.3 Berechnung der tatsächlich erzielten Emissionsverminderung (4. Abschnitt der Checkliste)

Das Monitoring folgt durchwegs der validierten Programmmethodik, und die Emissionsvermindierungen werden gemäss den Formeln der validierten Programmbeschreibung berechnet.

Projektemissionen spielen bei der eingesetzten Technologie nur eine kleine Rolle. Die zu erhebenden Parameter sind der Stromverbrauch (zur Errechnung von $PE_{CO_2, Strom, y}$) und fossile Hilfsbrennstoffe (zur Errechnung von $PE_{CO_2, Fossil, y}$). Fossile Brennstoffe werden nur in Kleinmengen in Form von Propangas bei der Zündung der Fackeln gebraucht. Da sich der Aufwand für eine Messung des Gasverbrauchs nicht lohnt, werden teilweise konservative Überschlagsrechnungen verwendet. Dies steht im Einklang mit der validierten Methodik, die nicht zwingend exakte Messungen verlangt, und ist angesichts der Tatsache, dass die Projektemissionen sehr klein sind (nur wenige tCO₂eq pro Vorhaben, und < 1% der Emissionsreduktionen), aus Sicht des Verifizierers angemessen und korrekt.

Bei der Technologie T1 (Abfackelung von Deponiegas), zu der 10 der 11 im Jahr 2018 aktiven Vorhaben gehören, lautet die zentrale Formel zur Bestimmung der Referenzemissionen:

$$Fackel_y = GWP_{CH_4}^{eff} \times [a_y \times (AE - OX) + b_y \times AE] \times V_{DG, y} \times c_{CH_4} \times D_{CH_4}$$

Bei der Technologie T1 + T2 (Aerobisierung + Vernichtung von Methan), die im Vorhaben "Kehlhof" zur Anwendung kommt, lautet die Formel:

$$FackelAerob_y = GWP_{CH_4}^{eff} \times [a_y \times (AE - OX) + b_y \times AE] \times V_{DG, y} \times c_{CH_4} \times D_{CH_4} \\ + [a_y \times (1 - OX) + b_y \times 1] \times GWP_{CH_4}^{eff} \times V_{DG, y} \times D_{CH_4} \\ \times [F \times (c_{CO_2} + c_{CH_4}) - c_{CH_4}]$$

mit:

$GWP_{CH_4}^{eff}$	Effektives Treibhausgaspotential von Methan (22.25 t CO ₂ eq/tCH ₄)
$V_{DG,y}$	Volumenstrom an abgesaugtem Deponiegas im Jahr y (Nm ³)
c_{CH_4}	Methankonzentration im abgesaugten Deponiegas (Volumen-%)
c_{CO_2}	CO ₂ -Konzentration im abgesaugten Deponiegas (Volumen-%)
D_{CH_4}	Dichte von Methan bei Standardbedingungen (t/Nm ³)
AE	Abfackelungseffizienz
OX	Oxidationsfaktor
F	Anteil an Methan im Deponiegas
a_y	Anteil des Methans, das in der Referenzentwicklung über die Deponieoberfläche in die Atmosphäre entwichen oder an der Deponieoberfläche oxidiert worden wäre
b_y	Anteil des Methans, das in der Referenzentwicklung über die Absaugung in die Atmosphäre entwichen wäre

Dementsprechend sind die Schlüsselparameter und die zentralen Messgeräte des Monitorings:

- Gaszähler zur Messung von $V_{DG,t}$
- Gasanalysegerät zur Messung von $C_{CH_4,t}$, sowie im Falle der Aerobisierung $C_{CO_2,t}$

Die Berechnung der Emissionsreduktionen erfolgt für alle Vorhaben in identisch aufgebauten Excel-Files (ER_2018_Vorhaben__15min_Datum__Kürzel). In diesen werden auch konservative Elemente zum Umgang mit Funktionsstörungen oder anderen ungewöhnlichen Daten eingebaut. So werden beispielsweise keine Emissionsreduktionen ausgewiesen, wenn die Fackel die geforderte Betriebstemperatur nicht erreicht, selbst wenn dann gewisse Methanmengen verbrannt werden.

Als Neuerung war per 2017 eingeführt worden, dass nur noch mit viertelstündlichen Werten gerechnet wird, selbst wenn häufigere Messungen vorhanden sind. Der Verifizierer hat diese Anpassung bei der letztjährigen Verifizierung geprüft, und er ist zum Schluss gekommen, dass sie zu keiner massgebenden Beeinträchtigung der Berechnungs-Genauigkeit der resultierenden Emissionsverminderungen führt. Im Sinne einer Massnahme zur Reduktion der technisch schwierig zu handhabenden Datenmenge ist diese Methodik zu begrüssen.

Die Korrektheit der Berechnungen wurde für alle Berechnungsfiles plausibilisiert wie in den Prüfprotokollen im Anhang A3 wiedergegebenen.

Mit CR 3 bis CR 6 wurden zu drei Berechnungsfiles zusätzliche Fragen zwecks Nachvollzug und Plausibilisierung der Berechnungen gestellt:

CR 3 betraf die Projektemissionen beim Vorhaben En Craux. Die damit verbundenen Annahmen wurden transparent erläutert, und es wurde gezeigt, dass sie konservativ sind.

CR 4 betraf spezielle Auflagen zum Deponieteil "Etappe 0" im Vorhaben "Sass Grand", wo gezeigt werden muss, dass die Entgasung so betrieben wird, dass stets eine Aerobisierung stattfindet. Die Berechnungsdatei wurde wie in den Monitoringvorgaben gefordert ergänzt, und die Daten zeigen, dass tatsächlich immer eine Aerobisierung stattgefunden hat, wenn die Anlage im normalen Betrieb war.

CR 6a betraf kleinere Abweichungen von den Monitoringvorgaben im Vorhaben Chestel. Gemäss Erläuterungen in den Monitoringunterlagen war die Massenstrommessung in den ersten Monaten so eingestellt gewesen, dass das Resultat der Messung direkt in Nm³/h angezeigt wurde. Erst ab dem 26.09.2018 wurde dies umgestellt. Im CR wurden genauere Auskünfte dazu verlangt, ob die hinter der Berechnung stehenden Annahmen zur Gaszusammensetzung mit denjenigen des Standard-Monitoringtool (basierend auf dem UNFCCC (2015) - Tool) übereinstimmen. Als Reaktion darauf hat der Gesuchsteller die Berechnungen nochmals angepasst, so dass sie nun vollständig damit übereinstimmen. Eine weitere Abweichung von den Standardvorgaben im Vorhaben Chestel, welche die Abfackelungseffizienz bei Brenntemperaturen zwischen 900 und 1000° betraf, wurde im Rahmen des Vor-Ort-Besuchs geklärt (vgl. Begehungsprotokoll im Teil 2 von Anhang A3 dieses Berichts).

Anhand einer sorgfältigen Review der Datenfiles konnte der Verifizierer die Berechnungen einschliesslich der bei gewissen Vorhaben vorgenommenen Korrekturen zu den Messausfällen oder verspäteter Kalibrierung der Gasmessgeräte vollständig nachvollziehen, und er kann deren Korrektheit bestätigen.

3.4 Wesentliche Änderungen (5. Abschnitt der Checkliste)

Änderungen an den Vorhaben werden jeweils im File "Vorhabenumsetzung_Aenderungen_Datum" (Dokument [3] im Anhang A5 des Monitoringberichts) rapportiert. Für keines der in den Vorjahren aufgenommenen Vorhaben gab es wesentliche Änderungen in technologischer Hinsicht (z.B. Bau einer anderen oder zusätzlichen Fackel), welche das Monitoring beeinflussen.

Was die *Wirtschaftlichkeitsanalysen* betrifft, sind für beide neu aufgenommenen Vorhaben die geforderten Nachweise der effektiv getätigten Investitionen (Baukostenabrechnungen) vorhanden. Der Verifizierer kann bestätigen, dass die Wirtschaftlichkeitsanalysen der zwei geprüften Vorhaben die tatsächlichen Verhältnisse angemessen wiedergeben, und dass die Zusätzlichkeit der Vorhaben ausser Zweifel steht.

Zu den Emissionsverminderungen enthält der Monitoringbericht sowohl einen Vergleich zwischen prognostizierten und effektiven Werten auf Programmebene, als auch einen auf der Ebene der einzelnen Vorhaben.

Auf der Ebene der Vorhaben gibt es oft wesentliche Abweichungen zwischen den Prognosen und den tatsächlich erzielten Emissionsreduktionen. In der Tabelle "Daten_ER_Vergleich" im File "Vorhabenumsetzung_Aenderungen" (Dokument [3] im Anhang A5 des Monitoringberichts) werden diese für jedes Vorhaben erläutert. Bei fünf Vorhaben sind die tatsächlichen Emissionsverminderungen um mehr als 20% geringer als prognostiziert, bei drei Vorhaben um mehr als 20% höher. Zu den zwei Vorhaben mit besonders grossen Abweichungen nach oben (En Craux + 77%, Chestel + 54%) wurden mit CR 6b und CR 7 zusätzliche Erklärungen eingefordert. Bei beiden Vorhaben sind die Abweichungen plausibel und nachvollziehbar. Sie sind nicht auf Änderungen der entsprechenden Vorhaben zurückzuführen, sondern eine Folge der besonderen Verhältnisse in den entsprechenden Deponien.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sowohl die Abweichungen auf Programmebene als auch diejenigen auf der Ebene der einzelnen Vorhaben durchwegs plausibel und nachvollziehbar sind. Sie gehen nicht auf Änderungen am Programm oder an den Vorhaben zurück, sondern sind eine Folge der unvermeidlichen Prognoseunsicherheit bei Deponiegasprojekten.

4 Fazit: Gesamtbeurteilung Monitoringbericht

Die Verifizierungsstelle bestätigt hiermit, dass das folgende Programm mithilfe des Monitoringberichts, allen notwendigen zusätzlichen Dokumenten gemäss Anhang A1 und der Besichtigung der zwei in der Monitoringperiode neu realisierten Vorhaben gemäss der Mitteilung des BAFU verifiziert wurde:

0111 Deponiegasprogramm

Als wichtigstes Resultat kann der Verifizierer festhalten, dass die Programmbetreiberin ein vorbildliches Monitoringsystem betreibt, das mit den Vorgaben der Programmbeschreibung übereinstimmt, und mit dem es gelingt, die komplexen Aufgaben der Quantifizierung von Emissionsverminderungen von Deponiegasprojekten überzeugend zu bewältigen. Im Rahmen der Verifizierung wurden 7 CRs und ein CAR aufgestellt, die alle zufriedenstellend beantwortet respektive korrigiert worden sind.

Die Evaluation des Programms hat folgende Emissionsverminderung ergeben:

Monitoringperiode	14.12.2017 bis 31.12.2018
Emissionsverminderung	41 t CO₂eq im Jahr 2017 11'186 t CO₂eq im Jahr 2018

Es gibt keine neuen Aspekte, die bei der nächsten Verifizierung speziell zu berücksichtigen sind (FARs).

Ort, Datum: Zürich 05.09.2019
Fachexperte: Christoph Leumann 
Verantwortliche für technisches Review / Qualitätssicherung: Ingrid Finken 
Gesamtverantwortlicher: Roland Furrer 

Anhang

A1 Liste der verwendeten Unterlagen

A2 Checkliste zur Verifizierung

Teil 1: Checkliste

Teil 2: Liste der Fragen

A3 Protokolle (separates Dokument)

Teil 1: Prüfprotokolle

Teil 2: Begehungsprotokolle

A1 Liste der verwendeten Unterlagen:

 0111_MB_2018_Deponiegasprogramm_190826

 01_Beurteilung_Gesuch

 Chestel

 Formular_Chestel_2018

 Beurteilung_Chestel_190429

 Anhang_3

 [1] Q_CH170328_MGP-40-LC_rev.3

 [2] A3_Betriebsbewilligung

 [3] A3_Bewilligung Restverfuellung

 [4] A3_Deponiegasnachsorge_Alwa 010117

 [5] A3_Liste+ der+ Deponien+ der+ Schweiz_Jan2015_V01

 [6] A3_Schreiben Kanton

 [7] A3_Stromrechnung

 [8] A3_Autragsbestaetigung_Hofstetter

 [9] Gasfassungssystem_Chestel_2017

 Uttigen

 Formular_Uttigen_2018

 Beurteilung_Vorhaben_Uttigen_171020

 20170223 Depotec Schreiben Fackel

 20160711 Prüfung Michel

 Umsetzungsbeginn

 Uttigen_eflox_WV_unterschrieben

 Gasfassungssystem

 BE6769-53-PAW_501-Entgasung

 Deponie Uttigen Plan Entgasung

 Anhang_3

 [1] Deponie Uttigen MesswerteDezember2016

 [2] 20051200 BA Fackel Uttigen

 [3] Deponie Uttigen Kennzahlen 05042017

 [4] 419961220 Uttigen Betriebsbewilligung

 [5] AW Antrag Deponiegasprogramm KliK Deponie Uttigen

 [6] 20160607 AWA_Schreiben

 [7] 20171011 Grafik Fackel AVAG_Deponie_Uttigen

 [8] 20171011_Kostenschaetzung_Klimaschutzprojekt_AVAG_Deponie_Uttigen

02_Anmeldeformular_Zusätzlichkeit

- Best.-Vorhaben
- Neue-Vorhaben

- 20170922_A1_Formular_Deponiegasprogramm_Chestel_Berechnungen_171002
- A2_Deponiegasprogramm_KliK_Berechnungen_Deponie_Uttigen_20171017

03_Vorhabenumsetzung_Aenderungen

- Vorhabenumsetzung_Aenderungen_190806
- Wirtschaftlichkeitsanalyse_aktualisiert

Chestel

- Zusaetzlichkeit-neu_Chestel_190429_lb
- Kosten DEP-Entgasung
- Abrechnung Kelsag
- 11570 Chestel

Uttigen

- Zusaetzlichkeit-neu_Uttigen_190429_lb
- Rechnungen BKW Uttigen 2018
- 11631_Uttigen

04_Monitoringhandbuch

- Monitoring-Handbuch_v1.6

05_Monitoringvorgaben

- Uttigen_Vorgaben_Monitoring_V1_190403
- Vorgaben_Monitoring_Chestel_V1.1_190405
- Vorgaben_Monitoring_Courte-Queue_160610_V1.1
- Vorgaben_Monitoring_EnCraux_190304_V1.5
- Vorgaben_Monitoring_EnCraux_190304_V1.5
- Vorgaben_Monitoring_Gummersloch_180918_V2.2
- Vorgaben_Monitoring_Kehlhof_170612_V1.1
- Vorgaben_Monitoring_Plaun-Grond_170904_V1.2
- Vorgaben_Monitoring_Ronde Sagne_180319
- Vorgaben_Monitoring_SassGrand_180918_V1.3
- Vorgaben_Monitoring_ValCasti_160610_V1.1
- Vorgaben_Valle_della_Motta_180921_V1.2

06_Abfackelungseffizienz

Aactor IV

- 160608 Hersteller-Erklärung Aactor IV Emissionen
- BfE 102015 SB 090513

Chestel

- Abfackelungseffizienz 190409
- Q_CH170328_MGP-40-LC_rev.3

Flox

- 20111206_TUEV Bericht 1755344-EMI-LKBH_komprimiert
- 20170427 Berger ABF Anschreiben Abfackelungseffizienz
- Abfackelungseffizienz 190409
- Email_eflox_180918
- Infoblatt Deponiegasverbrennung

MGB_HTF_Hofstetter-Gastechnik

- AE_HTF_Hofstetter-Gastechnik
- AE_MGP_Hofstetter-Gastechnik
- Verbrennungseffizienz HGT Fackeln

Uttigen

- 20111206_TAV_Bericht_1755344-EMI-LKBH_komprimiert
- 20170427_Berger_ABF_Anschreiben_Abfackelungseffizienz
- Email_eflox_180918

Valle della Motta

- Emissionsmessung Deponie Coldrerio-WANNER 6.7.2017
- Verbrennungseffizienz HGT Fackeln_Valle-della-Motta_1
- Verbrennungseffizienz HGT Fackeln_Valle-della-Motta_2

07_Messdaten

- Chestel
- Courte Queue
- EnCraux
- Gummersloch
- Kehlhof
- Plaun Grond
- Ronde Sagne
- Sass Grand
- Uttigen
- Val Casti
- Valle della Motta

08_Messgeräte

- Chestel
- Courte-Queue
- En Craux
- Gummersloch
- Kehlhof
- Plaun Grond
- Ronde Sagne
- Sass Grand
- Uttigen
- Val Casti
- Valle della Motta
- Kalibrierung_Auswertung_neu_190429

09_Berechnung ER

- ER_2018_SassGrand-E0_15min_190806_lb
- ER_2018_SassGrand-E1-E2_15min_190806_lb
- ER_2018_EnCraux1_15min_190805_lb
- ER_2018_EnCraux2_15min_190805_lb
- ER_2017_09-2018_Chestel_15min_190806_lb
- ER_2018_Chestel_15min_190806_lb
- ER_Tool_T1+T2_V2.1_180313_lb
- ER_Tool_T1_V2.1_180302_lb
- ER_2018_Uttigen_15min_190429_lb
- ER_2018_ValCasti_15min_190215_lb
- ER_2018_RondeSagne_15min_190313_lb
- ER_2018_Gummersloch_15min_190404_lb
- ER_2018_Kehlhof_15min_190429_lb
- ER_2018_PlaunGrond_15min_190307_lb
- ER_2018_Courte-Queue_15min_190304_lb
- ER_2018_ValleMotta_15min_190319_lb

ver17_Rückmeldung_BAFU

- 0111 VF Ausstellung Bescheinigungen MP2017 sig.
- 0111 MP2017 Kommunikation PE - GS KOP

Registrierung

- 0111 Eignungsentscheid Verfügung sig
- 0111 Fragen an PE vom 20150310 (2 Fragerunde)_lb
- 2014-10-28_Deponiegasprogramm_Validierungsbericht_final
- 2015-06-01_A1_Formular_Deponiegasprogramm
- 2015-06-03_Projektbeschreibung_Deponiegasprogramm_4_4

Zusatzdokumente_zu_CRs_und_CAR

CAR_1

- 160330-Messa fuori servizio

CR_1_und_CR_2

- 20160711 Prüfung Michel

CR_4

- ER_2018_SassGrand-E0_15min_190806_lb_Aerobisierung

Dokumente von www.deponiegas.klik.ch

- 20160223_A1_Formular_Deponiegasprogramm2
- Abgeltungsvertrag_Vorhaben_Deponie_DE_150703
- Deponie_Gesuch_Kantonale_Bestaetigung_DE_v01-3
- Teilnahmereglement_1707141
- Wegleitung-190515

Methoden und Tools:

 [Anhang G: Standardmethode für den Nachweis von Emissionsverminderungen bei Deponiegasprojekten \(Version 2\)](#)
Für Projekte zur Emissionsverminderung im Inland
17.04.2015 | 805 KB | PDF

UNFCCC (2015): Tool to determine the mass flow of a greenhouse gas in a gaseous stream, Methodological tool, Version 3.0
<http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-08-v3.0.pdf>

Anhang A3: Protokolle

Teil 1: Prüfprotokolle

Prüfprotokoll 1: Überprüfung der Aufnahmekriterien der in der Monitoringperiode neu aufgenommenen Vorhaben			
Nr.		Chestel	Uttigen
1.1	Die Deponie liegt auf Schweizer Boden.	X	X
1.2	Es handelt sich um eine Deponie/ Abfallablagerung, in welcher Methan entsteht.	X	X
1.3	Das Vorhaben und die vorgesehenen Massnahmen sind nicht gesetzlich oder per Verfügung vorgeschrieben.	X	X
1.4	Das Vorhaben und die vorgesehenen Massnahmen entsprechen dem Stand der Technik.	X	X
1.5	Für Deponien, in denen bisher keine Behandlung des Deponiegases erfolgt ist: Eine solche wird neu in Betrieb genommen.	n.a.	n.a.
1.6	Für Deponien, in denen das Deponiegas bisher mit einer Fackel verbrannt wurde: Umrüstung auf eine der validierten Technologien	X	X
1.7	Für Deponien, in denen bisher das Deponiegas mit einer Fackel im intermittierendem Betrieb verbrannt wurde: Die Umstellung auf Schwachgasbehandlung wurde nicht verfügt oder verordnet, und sie ist technisch sinnvoll.	X	CR 1
1.8	Das Vorhaben beinhaltet nicht eine Deponiegasbehandlung mit Biofilter.	X	X
1.9	Die Anmeldung zum Programm erfolgte spätestens 3 Monate nach Umsetzungsbeginn.	Antrag: 30.04.2017 Bestellung: 05.09.2017	
2	Das Vorhaben wird nicht durch staatliche Finanzhilfe unterstützt (ausgenommen KEV)	X	X
3	Das Vorhaben ist zusätzlich.	X	X
4	Die Deponie ist entweder noch in Betrieb oder in der Nachsorgephase.	X	X
5	Die ER werden nicht einem am Emissionshandel teilnehmenden Unternehmen (Art. 40 ff. CO2-Verordnung), einem Unternehmen mit Verminderungsverpflichtung (→ Art. 67 und Art. 68 CO2-Verordnung) oder einem anderen Programm (Doppelzählung) angerechnet.	X	X
6	Der Deponiebetreiber verfügt über eine Bewilligung für den Betrieb der Deponie.	X	X
7	Die Ausgangslage entspricht einer im Programm vorgesehenen Ausgangslage.	X	X
8	Die theoretische Weiterentwicklung in Abwesenheit des Klimaschutzprojektes entspricht einem im Programm vorgesehenen Szenario und kann einem der im Programm vorgesehenen 5 Referenzszenarien zugeordnet werden.	X	CR 2
9	Das Vorhaben wendet eine im Programm vorgesehene Technologie an.	X	X
Fazit	Aufnahmekriterien erfüllt		

Prüfprotokoll 2: Überprüfung Ausgangslage, Referenzszenario und Berechnungsformel der neu aufgenommenen Vorhaben			
		Chestel	Uttigen
3.5.1	Ausgangslage korrekt dokumentiert und belegt	X	CR 1
3.5.2.	Massgebendes Referenzszenario korrekt bestimmt und belegt.	X	CR 2
3.5.3	Angewandte Technologie korrekt beschrieben und dokumentiert.	X	X
3.5.4	Berechnungsformel korrekt wiedergegeben.	X	X
Art der Verifizierung			
Dokumentprüfung		X	X
Vor-Ort-Besuch, mit Fragen an Projektbetreiber		X	X
Gegenprüfung anhand von externen Quellen (Internet)		X	X

Prüfprotokoll 3: Allgemeine Prüfung Berechnungsinstrumente		
Tool: ER_Tool_T1_V2.1_180302_Ib	Befund	Bemerkungen
Berechnungsformeln im Excel korrekt umgesetzt	OK	
Alle Fixparameter korrekt übernommen	OK	
Alle weiteren Berechnungen korrekt (z.B. Datenaggregation / Summenbildung / Rundung etc.)	OK	
Änderungen zu Vorjahr transparent und nachvollziehbar?	OK	unverändert
Änderungen zu Vorjahr korrekt?	OK	unverändert
Allgemeine Bemerkungen	bei letzter Verifizierung geprüft	
Tool: ER_Tool_T1+T2_V2.1_180313_Ib	Befund	
Berechnungsformeln im Excel korrekt umgesetzt	OK	
Alle Fixparameter korrekt übernommen	OK	
Alle weiteren Berechnungen korrekt (z.B. Datenaggregation / Summenbildung / Rundung etc.)	OK	
Änderungen zu Vorjahr transparent und nachvollziehbar?	OK	unverändert
Änderungen zu Vorjahr korrekt?	OK	unverändert
Allgemeine Bemerkungen	bei letzter Verifizierung geprüft	

Vorhabenspezifische Prüfprotokolle		
Vorhaben: Chestel		
Bemerkungen zum Vorhaben in der MP		
relevante Monitoringdateien	ER_2017_09-2018_Chestel_15min_190411_lb und ER_2018_Chestel_15min_190411_lb	
Betriebsperiode	14.12.2017 - 31.12.2018	
Spezielle Bedingungen	Wirkungsbeginn Ende 2017, aber Initialisierung erst 2018. Deshalb 2017 noch nicht geprüft.	
Besondere Vorkommisse in MP	<p>Start der Fackel: Gemäss Daten in " KELSAG_20180220-154500_Messwerte" wurde die Fackel am 13.12.2017 um 17h gestartet. ER berechnet werden ab 14.12.2017 um 0.00.</p> <p>Massenstrommessung: Die Massenstrommessung war in den ersten Monaten so eingestellt, dass das Resultat der Messung direkt in Nm3/h angezeigt wurde. Ab dem 26.09.2018 wurde die Einstellung angepasst und das Resultat wird ab diesem Zeitpunkt in kg/h angezeigt. Aus diesem Grund wurden zwei separate Berechnungsfiles erstellt, eines mit den Messdaten bis zum 26.09.2018 und das zweite mit den Messdaten ab dem 26.09.2018. Umrechnung wurde mit CR 6 geklärt.</p> <p>Abfackelungseffizienz: In der ersten Monitoringperiode (2017/2018) kam es zu Störungen bei der Anlage, was dazu führte, dass die Anlage instabil lief und die Temperatur immer wieder unter 1000°C sank. Diese Störungen wurden Anfang 2019 behoben. Der Hersteller eflox bestätigte, dass die Abfackelungseffizienz von 99.9% bereits ab 900°C erreicht wird. Für die erste Monitoringperiode wurde die Minimaltemperatur daher auf 900°C herabgesetzt.</p> <p>Störung: 26. - 31.12.2018 Gebläse defekt. Keine ER angerechnet.</p>	
Prüfung Monitoringfile	angetroffene Situation / Werte	Beurteilung / Bemerkungen
Daten vollständig über ganze MP?	Beginn 13.12.2017 belegt. Datenreihen vollständig	OK
Falls Daten unvollständig: Fehlende Daten korrekt und konservativ abgeschätzt / interpoliert?	Daten vollständig.	OK
Vorhabensspezifische Grundparameter korrekt?	GB0 20 GBy 20 ay 0 by 1 AE: 99.9% >= 1000°/ 0% < 1000° (Schwelle temporär auf 900° gesetzt mit Bescheinigung des Herstellers)	OK OK OK OK OK
Parameter für Projektemissionen korrekt aufgeführt / belegt?	Strom_Chestel_180926.pdf Nachweis_Flüssiggas Propan_Chestel_180925	OK
Kalibrierungen	Kalibrierung Gasanalysegerät 5 mal zwischen 14.12.2017 und 20.12.2018, keine relevanten Abweichungen	OK

Verifizierungsbericht

Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten und ex-ante-Berechnungen der Emissionsreduktionen					
	ex-ante	ex-post	Abw % Progn.	Abw. % Vorjahr	Plausibilisierung
2017	40	40	0%		
2018	439	656	+49.5%		CR 6
2019	399				
2020	363				
2021	331				
2022	301				

Gegenprüfung Daten	Messwerte und Berechnungen (Stichproben) Daten: Stichproben zu folgenden Zeitpunkten:					Bemerkungen / Befunde
	1 2.2. 10.00	2 10.5. 13.15	3 21.8. 16.30	4 30.10. 4.00	5 28.12. 7.30	
Temperatur Fackel [°C]	1002	974	1005	1003	330	OK
AE Abfackelungseffizienz	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	0%	OK
vCH _{4,t,wb} (Vol-%)	31.5%	29.8%	38.9%	33.6%	56.3%	OK
V _{t,wb,n} (Nm ³ /h)	16.8	13.1	12.9	-	-	bis 25.09. gemessen
V _{t,wb,n} m ³ /15min	-	-	-	4.61	0	ab 26.09. gemessen
Fackely (tCO ₂ eq)	0.02105	0.0621	0.07983	0.02463	0	OK
Bemerkungen	Intervall 15 min	Intervall 1h	Intervall 1h	Intervall 15 min	Störung	OK
Befund	OK	OK (Spezialregelung für AE)	OK	OK	OK. Keine ER	
Intervall zuerst 15 min, vom 13.3.2018 - 26.09.2018 1h, dann wieder 15 min.						
Art der Verifizierung	Dokumentprüfung	Vor-Ort-Besuch	Gegenprüfung Daten	andere Quellen		
	X	X	X	Internet		

Vorhaben: Uttigen		
Bemerkungen zum Vorhaben in der MP		
relevante Monitoringdateien	ER_2018_Uttigen_15min_190429_lb	
Betriebsperiode	19.09.2019 - 31.12.2019	
Spezielle Bedingungen	Erstes Jahr umfasst nur 3.5 Monate.	
Besondere Vorkommisse in MP		
Prüfung Monitoringfile	angetroffene Situation / Werte	Beurteilung / Bemerkungen
Daten vollständig über ganze MP? Falls Daten unvollständig: Fehlende Daten korrekt und konservativ abgeschätzt / interpoliert?	25.09.2018 10:00 26.09.2018 04:00 Datenlücke - keine ER 26.09.2018 09:00 27.09.2018 04:00 Datenlücke - keine ER	OK. Konservativ (keine ER)
Vorhabensspezifische Grundparameter korrekt?	GB0 57 GBy 57 ay 0 by 1 AE: 99.9% >= 1000°/ 0% < 1000°	OK
Parameter für Projektemissionen korrekt aufgeführt / belegt?	20180730 Flaga_Fuellung_Propangas Tamo Auslesung 20181231 Tamo Printscreen 20190121 Uttigen Gasverbrauch 20190101 Uttigen Stromverbrauch 20190331_lb	OK
Kalibrierungen	Kalibrierung Gasanalysegerät am 29.11.2018 und 29.04.2019, keine korrekturbedürftigen Abweichungen	OK

Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten und ex-ante-Berechnungen der Emissionsreduktionen
nicht anwendbar

Gegenprüfung Daten	Messwerte und Berechnungen (Stichproben)					Bemerkungen / Befunde
	1 2.2. 10.00	2 10.5. 13.15	3 21.8. 16.30	4 30.10. 4.00	5 28.12. 7.30	
Temperatur Fackel [°C]				1013	1015	OK
AE Abfackelungseffizienz				99.9%	99.9%	OK
vCH _{4,t,wb} (Vol-%)				27.52%	25.68%	OK
V _{t,wb,n} (Nm ³)				5.288	6.6045	OK
Fackely (tCO ₂ eq)				0.02315	0.02698	OK
Bemerkungen	vor Start	vor Start	vor Start	-	-	
Befund				OK	OK	

Intervall jeweils 15 min.

Art der Verifizierung	Dokument- prüfung	Vor-Ort- Besuch	Gegenprüfung Daten	andere Quellen
	X	X	X	Internet

Vorhaben: Courte-Queue						
Bemerkungen zum Vorhaben in der MP						
relevante Monitoringdatei	ER_2018_Courte-Queue_15min_190304_lb					
Betriebsperiode	01.01.2018 - 31.12.2018					
Spezielle Bedingungen	keine					
Besondere Vorkommisse	keine					
Prüfung Monitoringfile	angetroffene Situation / Werte					Beurteilung / Bemerkungen
Daten vollständig über ganze MP? Falls Daten unvollständig: Fehlende Daten korrekt und konservativ abgeschätzt / interpoliert?	Verschiedene Datenausfälle und Störungen (< 1 Tag bis 25 Tage) wegen: - Gasmangel - SPS-Ausfall - Netzausfall					OK. Jeweils bei Datenausfall oder Störungen keine ER berechnet. OK
Vorhabenspezifische Grundparameter korrekt?	GB ₀ 7, GB _y 7, ay 0, by 1 AE: 99.8% - 99.93%, je nach Temperatur					OK
Parameter für Projektemissionen korrekt aufgeführt / belegt?	Stromproduktion und -verbrauch mit Bruttostromzähler gemessen (in Rohdaten) Propan: Konservativ 4 Propanflaschen.					OK OK
Kalibrierungen	Kalibrierungen vier mal, aber etwas unregelmässig. Am 12.11.2018 grosse relative Abweichung. Abzug korrekt angewandt. Gaszähler: Ablauf der Eichung fiel in Periode ohne ER.					OK
Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten und ex-ante-Berechnungen der Emissionsreduktionen						
	ex-ante	ex-post	Abw % Progn.	Abw. % Vorjahr	Plausibilisierung	
2015	342	127	-62.8%	n.a.	weniger Methan als erw.	
2016	466	179	-61.6%	n.a.	Ausfälle, plausibel	
2017	424	247	-41.8%	+ 38%	Betrieb optimiert, plausibel	
2018	386	193	-50.0%	-22%	plausibel	
2019	351					
2020	320					
2021	291					
2022	88					
Gegenprüfung Daten	Messwerte und Berechnungen (Stichproben)					Bemerkungen / Befunde
	1 2.2. 10.00	2 10.5. 13.15	3 21.8. 16.30	4 30.10. 4.00	5 28.12. 7.30	
Temperatur Fackel [°C]	859.32	859.83	858.89	836.21	852.4	OK
AE Abfackelungseffizienz	99.93%	99.93%	99.93%	99.91%	99.93%	OK
vCH _{4,t,wb} (Vol-%)	20.63%	18.32%	11.19%	9.31%	18.08%	OK
V _{t,wb,n} (Nm ³)	0.93	3.30	3.81	4.29	2.91	OK
Fackely (tCO ₂ eq)	0.00305	0.00962	0.00678	0.00635	0.00837	OK
Bemerkungen	-	-	-	-	-	
Befund	OK	OK	OK	OK	OK	
Intervall jeweils 15 min.						
Art der Verifizierung	Dokumentprüfung	Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten		Gegenprüfung Daten	andere Quellen	
	X	X		X		

Vorhaben: En Craux						
Bemerkungen zum Vorhaben in der MP						
relevante Monitoringdateien	ER_2018_EnCraux1_15min_190304_lb ER_2018_EnCraux2_15min_190307_lb					
Betriebsperiode	01.01.2018 - 31.12.2018					
Spezielle Bedingungen	keine					
Besondere Vorkommisse in MP	Neue Regelung zur Ermittlung des Propanverbrauch (Monitoringvorgaben, neue Version 1.5). Detailfrage dazu: CR 3.					
Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten und ex-ante-Berechnungen der Emissionsreduktionen						
	ex-ante	ex-post	Abw % Progn.	Abw. % Vorjahr	Plausibilisierung	
2015	1'712	1'666	-2.7%	n.a.		
2016	2'077	2'801	34.9%	n.a.		
2017	1'890	2'888	52.8%	+3.1%		
2018	1'720	3'045	77.1%	+5.4%	CR 7	
2019	1'565					
2020	1'424					
2021	1'296					
2022	295					
Prüfung Monitoringfile En Craux 1		angetroffene Situation / Werte			Beurteilung / Bemerkungen	
Daten vollständig über ganze MP? Falls Daten unvollständig: Fehlende Daten korrekt und konservativ abgeschätzt / interpoliert?		Nein. 3 Ausfälle < 1 Tag (Ausfall Methanmessung, Stromunterbruch, Störung Kühlluftventilator). Keine ER berechnet.			OK. Transparent ausgewiesen. Konservativ, da keine ER berechnet.	
Vorhabensspezifische Grundparameter korrekt?		ay 1, by 0. GB0 und GBy nicht bestimmbar. Das Gasfassungssystem wurde nicht umgebaut.			OK	
Parameter für Projektmissionen korrekt aufgeführt / belegt?		Stromverbrauch in En Craux 2 berücksichtigt. Der Propanverbrauch wird pauschal mit einem Satz Propanflaschen pro Kalenderjahr angegeben. Dies ist konservativ. Anzahl Kaltstarts 2018: En Craux 1: 0.			CR 3	
Kalibrierungen		18.04.2019 Methananalysegerät ausgetauscht nach Defekt des alten. Kalibrierung am 19.04.2019. Ansonsten 4 Kalibrierungen pro Jahr, keine Korrekturen erforderlich.			CR 5 OK	
Gegenprüfung Daten	Messwerte und Berechnungen (Stichproben)					Bemerkungen / Befunde
	1 2.2. 10.00	2 10.5. 13.15	3 21.8. 16.30	4 30.10. 4.00	5 28.12. 7.30	
Temperatur Fackel [°C]	1050.7	1048.9	1050.7	1049.4	1049.4	OK
AE Abfackelungseffizienz	99.90%	99.90%	99.90%	99.90%	99.90%	OK
vCH4,t,wb (Vol-%)	52.80%	36.10%	46.90%	39.50%	40.50%	OK
Vt,wb,n (Nm3)	9.55	11.53	9.32	10.36	10.87	OK
Fackely (tCO2eq)	0.08021	0.06621	0.06957	0.06507	0.07004	OK
Bemerkungen	-	-	-	-	-	
Befund	OK	OK	OK	OK	OK	
Intervall jeweils 15 min.						
Art der Verifizierung	Dokumentprüfung	Plausibilisierung anhand Vorjahrsdaten	Gegenprüfung Daten	andere Quellen		
	X	X	X			

Verifizierungsbericht

Prüfung Monitoringfile En Craux 2		angetroffene Situation / Werte				Beurteilung / Bemerkungen
Daten vollständig über ganze MP? Falls Daten unvollständig: Fehlende Daten korrekt und konservativ abgeschätzt / interpoliert?		6 mehrtägige Ausfälle wegen Störungen (z.B. O ₂ zu hoch) Jeweils keine ER berechnet.				OK. Transparent ausgewiesen.
Vorhabenspezifische Grundparameter korrekt?		ay 1 by 0 GB0 und GBy nicht bestimmbar. Das Gasfassungssystem wurde nicht umgebaut. AE: 99.8% - 99.93%, je nach Temperatur				Keine Änderungen OK
Parameter für Projektemissionen korrekt aufgeführt / belegt?		Stromverbrauch mit Bruttostromzähler gemessen (belegt mit Rohdaten) Propan in En Craux 1 berücksichtigt.				OK
Kalibrierungen		18.04.2019 Methananalysegerät ausgetauscht nach Defekt des alten. Kalibrierung am 19.04.2019. Ansonsten 4 Kalibrierungen pro Jahr, keine Korrekturen erforderlich. Gaszähler: Korrektur für Ablauf der Eichung am 04.03.2018 korrekt ausgeführt				CR 5 OK
Gegenprüfung Daten	Messwerte und Berechnungen (Stichproben)					Bemerkungen / Befunde
	1 2.2. 10.00	2 10.5. 13.15	3 21.8. 16.30	4 30.10. 4.00	5 28.12. 7.30	
Temperatur Fackel [°C]	-2.48	896.83	887.26	0.98	834.92	OK
AE Abfackelungseffizienz	0%	99.93%	99.93%	0%	99.91%	OK
vCH _{4,t,wb} (Vol-%)	52.88%	36.11%	47.07%	39.63%	40.63%	OK
V _{t,wb,n} (Nm ³)	0	4.99	3.97	0	3.56	OK
Fackely (tCO ₂ eq)	0	0.0287	0.02973	0	0.02303	OK
Bemerkungen	ausser Betrieb			ausser Betrieb		OK
Befund	OK, keine ER	OK	OK	OK	OK	
Intervall jeweils 15 min.						
Art der Verifizierung	Dokumentprüfung	Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten		Gegenprüfung Daten	andere Quellen	
	X	X		X		

Vorhaben: Gummersloch						
Bemerkungen zum Vorhaben in der MP						
relevante Monitoringdatei	ER_2018_Gummersloch_15min_190404_lb					
Betriebsperiode	01.01.2018 - 31.12.2018					
Spezielle Bedingungen	nein					
Besondere Vorkommisse in MP	keine					
Prüfung Monitoringfile	angetroffene Situation / Werte					Beurteilung / Bemerkungen
Daten vollständig über ganze MP? Falls Daten unvollständig: Fehlende Daten korrekt und konservativ abgeschätzt / interpoliert?	6 Ausfälle wegen zu wenig Gas oder Störungen, jeweils einige Stunden bis 6 Tage Jeweils keine ER berechnet.					OK. Transparent ausgewiesen.
Vorhabensspezifische Grundparameter korrekt?	GB0 21, GBy 2, ay 0, by 1 AE: 99.9% >= 1000°/ 0% < 1000°					OK keine Änderung
Parameter für Projektemissionen korrekt aufgeführt / belegt?	KEGUL Gasverbrauch Stand 20190115 20180806 Stromrechnung Januar bis Juni 2018 20190227 Stromrechnung Juli bis Dez 2018					OK
Kalibrierungen	Vier Kalibrierungen. Intervall teilweise um einige Tage nicht eingehalten, geringfügige Abzüge.					OK
Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten und ex-ante-Berechnungen der Emissionsreduktionen						
	ex-ante	ex-post	Abw % Progn.	Abw. % Vorjahr	Plausibilisierung	
2017	694	644	-7.2%			
2018	841	801	-4.7%	n.a.	OK	
2019	765					
2020	695					
2021	632					
2022	574					
Gegenprüfung Daten	Messwerte und Berechnungen (Stichproben)					Bemerkungen / Befunde
	1 2.2. 10.00	2 10.5. 13.15	3 21.8. 16.30	4 30.10. 4.00	5 28.12. 7.30	
Temperatur Fackel [°C]	1023	1021	1020	1019	270	OK
AE Abfackelungseffizienz	99.90%	99.90%	99.90%	99.90%	0%	OK
vCH4,t,wb (Vol-%)	32.60%	29.00%	33.60%	28.90%	1.40%	OK
Vt,wb,n (Nm3)	5.02	5.044	4.940	4.992	0	OK
Fackely (tCO2eq)	0.026	0.0233	0.0264	0.0229	0	OK
Bemerkungen					Störung, keine ER	
Befund	OK	OK	OK	OK	OK	
Intervall jeweils 15 min.						
Art der Verifizierung	Dokumentprüfung	Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten	Gegenprüfung Daten	andere Quellen		
	X	X	X			

Vorhaben: Kehlhof						
Bemerkungen zum Vorhaben in der MP						
relevante Monitoringdatei	ER_2018_Kehlhof_15min_190429_lb					
Betriebsperiode	01.01.2018 - 31.12.2018					
Spezielle Bedingungen	Die Fackel war nicht in Betrieb. Nur noch Aerobisierung					
Besondere Vorkommisse	-					
Prüfung Monitoringfile	angetroffene Situation / Werte					Beurteilung / Bemerkungen
Daten vollständig über ganze MP? Falls Daten unvollständig: Fehlende Daten korrekt und konservativ abgeschätzt / interpoliert?	13 Unterbrüche, einige Stunden bis 3 Tage, wegen Störungen, Wartung/Unterhalt Jeweils keine ER berechnet.					OK. Transparent ausgewiesen. Konservativ, OK.
Vorhabensspezifische Grundparameter korrekt?	ay 1, by 0, GB0 und GBy nicht relevant.					OK (bei Erstverifizierung geprüft, keine Änderung)
Parameter für Projektemissionen korrekt aufgeführt / belegt?	3 Stromrechnungen Es wurde kein Propan verbraucht.					OK
Kalibrierungen	Kalibrierung Gasanalysegerät ca. 1 x monatlich durchgeführt, keine relevanten Abweichungen					OK
Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten und ex-ante-Berechnungen der Emissionsreduktionen						
	ex-ante	ex-post	Abw % Progn.	Abw. % Vorjahr	Plausibilisierung	
2016	1'267	370	-70.8%			
2017	4'197	3'525	-16.0%	n.a.		
2018	3'475	2'575	-25.9%	-27.0%	OK	
2019	2'878					
2020	2'383					
2021	1'973					
2022	1'634					
Gegenprüfung Daten	Messwerte und Berechnungen (Stichproben)					Bemerkungen / Befunde
	1 2.2. 10.00	2 10.5. 13.15	3 21.8. 16.30	4 30.10. 4.00	5 28.12. 7.30	
Vt,n [Nm3/h]	370.25	388.28	444.99	423.73	408.33	OK
vCH4,t,wb (Vol-%)	1.11%	1.30%	1.09%	1.48%	1.23%	OK
vCO2,t,wb (Vol-%)	10.76%	9.97%	10.14%	10.71%	11.11%	OK
FackelAeroby (tCO2eq)	0.07246	0.06835	0.08167	0.07932	0.08182	OK
Bemerkungen						
Befund	OK	OK	OK	OK	OK	
Intervall jeweils 15 min.						
Art der Verifizierung	Dokumentprüfung	Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten	Gegenprüfung Daten	andere Quellen		
	X	X	X			

Vorhaben: Plaun Grund						
Bemerkungen zum Vorhaben in der MP						
relevante Monitoringdatei	ER_2018_PlaunGrund_15min_190307_lb					
Betriebsperiode	01.01.2018 - 31.12.2018					
Spezielle Bedingungen	keine					
Besondere Vorkommisse	keine					
Prüfung Monitoringfile	angetroffene Situation / Werte					Beurteilung / Bemerkungen
Daten vollständig über ganze MP? Falls Daten unvollständig: Fehlende Daten korrekt und konservativ abgeschätzt / interpoliert?	9 Ausfälle à einige Stunden wegen Störungen, Wartung/Unterhalt. Fehlende Daten für 4 Tage (8.2-12.2). Jeweils keine ER berechnet.					OK. Transparent ausgewiesen. Konservativ.
Vorhabensspezifische Grundparameter korrekt?	ay 0, by 1. GB0 und GBy nicht relevant: Das Gasfassungssystem wurde im Rahmen der Projektumsetzung angepasst (Ersatz für bisherige Brunnen) aber nicht erweitert. AE: 99.8% - 99.93%, je nach Temperatur					OK (bei Erstverifizierung geprüft, keine Änderung)
Parameter für Projektemissionen korrekt aufgeführt / belegt?	Stromproduktion und -verbrauch mit Bruttostromzähler gemessen (in Rohdaten) Propan: Konservativ 4 Propanflaschen.					OK OK
Kalibrierungen	Vier Kalibrierungen. Intervall teilweise nicht eingehalten, geringfügige Abzüge.					OK
Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten und ex-ante-Berechnungen der Emissionsreduktionen						
	ex-ante	ex-post	Abw. % Progn.	Abw. % Vorjahr	Plausibilisierung	
2015	243	-				
2016	885	514	-42.0%		OK	
2017	806	617	-23.4%	+20%	OK	
2018	733	532	-27.4%	-13.7%	OK	
2019	667					
2020	607					
2021	552					
2022	377					
Gegenprüfung Daten	Messwerte und Berechnungen (Stichproben)					Bemerkungen / Befunde
	1 2.2. 10.00	2 10.5. 13.15	3 21.8. 16.30	4 30.10. 4.00	5 28.12. 7.30	
Temperatur Fackel [°C]	869.75	860.13	861.03	869.75	859.71	OK
AE Abfackelungseffizienz	99.93%	99.93%	99.93%	99.93%	99.93%	OK
vCH4,t,wb (Vol-%)	33.20%	18.70%	23.10%	36.20%	19.00%	OK
Vt,wb,n (Nm3)	2.603764	5.840232	4.060821	3.379081	4.516586	OK
Fackely (tCO2eq)	0.01376	0.01738	0.01493	0.01946	0.01366	OK
Bemerkungen	-	-	-			
Befund	OK	OK	OK	OK	OK	
Intervall jeweils 15 min.						
Art der Verifizierung	Dokumentprüfung	Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten	Gegenprüfung Daten	andere Quellen		
	X	X	X			

Vorhaben: Ronde Sagne						
Bemerkungen zum Vorhaben in der MP						
relevante Monitoringdatei	ER_2018_RondeSagne_15min_190313_lb					
Betriebsperiode	01.01.2018 - 31.12.2018					
Spezielle Bedingungen	Keine					
Besondere Vorkommisse	Keine					
Prüfung Monitoringfile	angetroffene Situation / Werte					Beurteilung / Bemerkungen
Daten vollständig über ganze MP? Falls Daten unvollständig: Fehlende Daten korrekt und konservativ abgeschätzt / interpoliert?	Viele fehlende Daten wegen Netzunterbruch, ausserdem Ausfall wegen Störung (26.02. - 15.03.), und ab 07.11. wegen Gasleitungsbruch. Jeweils keine ER berechnet.					OK -
Vorhabenspezifische Grundparameter korrekt?	GB0 2, GBy 2, ay 1, by 0 AE: 99.8% - 99.93%, je nach Temperatur					OK (bei Erstverifizierung geprüft, keine Änderung)
Parameter für Projektemissionen korrekt aufgeführt / belegt?	Strom: Differenz Zählerstand gemäss Rohdaten Propan: Konservativ 4 Propanflaschen.					OK
Kalibrierungen	Vier Kalibrierungen. Intervall teilweise um einige Tage nicht eingehalten, geringfügige Abzüge.					OK
Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten und ex-ante-Berechnungen der Emissionsreduktionen						
	ex-ante	ex-post	Abw % Progn.	Abw. % Vorjahr	Plausibilisierung	
2017	177	117	-33.8%		OK	
2018	161	112	-30.3%	-4.2%	OK	
2019	146					
2020	133					
2021	121					
2022	110					
Gegenprüfung Daten	Messwerte und Berechnungen (Stichproben)					Bemerkungen / Befunde
	1 2.2. 10.00	2 10.5. 13.15	3 21.8. 16.30	4 30.10. 4.00	5 28.12. 7.30	
Temperatur Fackel [°C]	862.91	843.73	874.7	839.37	-5.64	OK
AE Abfackelungseffizienz	99.93%	99.91%	99.93%	99.91%	0%	OK
vCH4,t,wb (Vol-%)	14.47%	10.92%	16.50%	13.25%	70.91%	OK
Vt,wb,n (Nm3)	4.36	5.02	3.29	3.39	0	OK
Fackely (tCO2eq)	0.00502	0.00436	0.00432	0.00357	0	OK
Bemerkungen					Fackel ausser Betrieb	
Befund	OK	OK	OK	OK	OK	
Intervall jeweils 15 min.						
Art der Verifizierung	Dokumentprüfung	Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten	Gegenprüfung Daten	andere Quellen		
	X	X	X			

Vorhaben: Sass Grand					
Bemerkungen zum Vorhaben in der MP					
relevante Monitoringdateien	ER_2018_SassGrand-E0_15min_190319_lb und ER_2018_SassGrand-E1-E2_15min_190319_lb				
Betriebsperiode	1.1.2018 - 31.12.2018				
Spezielle Bedingungen	<p>Allgemein:Aufteilung in zwei Teilprojekte mit unterschiedlichen Vorgaben: - Etappe 0: Aerobisierung muss nachgewiesen werden (siehe dazu CR 4) - Etappe 1+2: Keine Zusatzbedingung. Kalibrierung: Da die Gasanalyse für die Etappe 0, die Etappe 1+2 sowie alle einzelnen Zuleitungen mit demselben Gerät durchgeführt wird, wird bei der Kalibrierung jeweils der Messwert des Kalibriergases vor und nach der Kalibrierung verglichen.</p>				
Besondere Vorkommisse in MP	keine				
Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten und ex-ante-Berechnungen der Emissionsreduktionen					
	ex-ante	ex-post	Abw % Progn.	Abw. % Vorjahr	Plausibilisierung
2017	1'365	1'399	12.6%		
2018	1'242	1'353	19.7%	+3.4%	OK
2019	1'130				
2020	1'029				
2021	936				
2022	852				

Prüfung Monitoringfile E0	angetroffene Situation / Werte	Beurteilung / Bemerkungen
Daten vollständig über ganze MP? Falls Daten unvollständig: Fehlende Daten korrekt und konservativ abgeschätzt / interpoliert?	Ca. 20 Störungen à einige Stunden bis 8 Tage. Dazu kurze Zeitperioden ohne ausreichende Aerobisierung. Jeweils keine ER angerechnet.	OK
Vorhabensspezifische Grundparameter korrekt?	GB0 6, GBy 7, ay 0.142857143, by 0.857142857 AE: 99.9% >= 1000°/ 0% < 1000°	OK (bei Erstverifizierung geprüft, keine Änderung)
Parameter für Projektmissionen korrekt aufgeführt / belegt?	Stromverbrauch gemäss Stromrechnungen. Propangasverbrauch: Zählerstand 29.12.2017: 514.479 m3 Zählerstand 31.12.2018: 632.348 m3 Umrechnung von m³ in Tonnen mittels Dichte	OK
Kalibrierungen	Kalibrierung Gasanalysegerät ca. alle 2 Monate. Abzug vom 9.11. - 31.12. wegen grosser Abweichung.	OK

Gegenprüfung Daten	Messwerte und Berechnungen (Stichproben)					Bemerkungen / Befunde
	1	2	3	4	5	
	2.2. 10.00	10.5. 13.15	21.8. 16.30	30.10. 4.00	28.12. 7.30	
Temperatur Fackel [°C]	1057.58	1002.2	1003.37	0	102.27	OK
AE Abfackelungseffizienz	99.90%	99.90%	99.90%	0%	0%	OK
vCH4,t,wb (Vol-%)	12.21%	19.23%	11.23%	15.34%	50.95%	OK
vCO2,t,wb (Vol-%)	19.52%	17.59%	17.68%	19.29%	38.01%	OK
Aerobisierung	1	0	1	1	0	OK
Vt,wb,n (Nm3)	24.105	21.137	22.620	0	0.015	OK
Fackely (tCO2eq)	0.04347	0	0.03752	0	0	OK

Verifizierungsbericht

Bemerkungen		kurzzeitig zu hohes vCH4		Messausfall	Fackel aus	
Befund	OK	OK	OK	OK	OK	
Intervall jeweils 16 min.						
Art der Verifizierung		Dokumentprüfung	Plausibilisierung anhand Vorjahrsdaten	Gegenprüfung Daten		andere Quellen
		X	X	X		

Prüfung Monitoringfile E1-E2	angetroffene Situation / Werte					Beurteilung / Bemerkungen
Daten vollständig über ganze MP? Falls Daten unvollständig: Fehlende Daten korrekt und konservativ abgeschätzt / interpoliert?	Ca. 20 Störungen à einige Stunden bis 8 Tage. Jeweils keine ER angerechnet.					OK
Vorhabenspezifische Grundparameter korrekt?	GB0 3 GBy 3 ay 0 by 1 AE: 99.9% >= 1000°/ 0% < 1000°					OK (bei Erstverifizierung geprüft, keine Änderung)
Parameter für Projektmissionen korrekt aufgeführt / belegt?	n.a. (unter E0 eingerechnet)					
Kalibrierungen	siehe E0					OK
Gegenprüfung Daten	Messwerte und Berechnungen (Stichproben)					Bemerkungen / Befunde
	1 2.2. 10.00	2 10.5. 13.15	3 21.8. 16.30	4 30.10. 4.00	5 28.12. 7.30	
Temperatur Fackel [°C]	1057.58	1002.2	1003.37	0	102.27	OK
AE Abfackelungseffizienz	99.90%	99.90%	99.90%	0%	0%	OK
vCH4,t,w,b (Vol-%)	7.26%	7.75%	8.67%	10.69%	50.51%	OK
Vt,w,b,n (Nm3)	6.50	5.019	5.830	0	0	OK
Fackely (tCO2eq)	0.00751	0.00619	0.00804	0	0	OK
Bemerkungen				Messausfall	Fackel ausser Betrieb	
Befund	OK	OK	OK	OK	OK	
Intervall jeweils 16 min.						
Art der Verifizierung		Dokumentprüfung	Plausibilisierung anhand Vorjahrsdaten	Gegenprüfung Daten		andere Quellen
		X	X	X		

Vorhaben: Val Casti						
Bemerkungen zum Vorhaben in der MP						
relevante Monitoringdatei	ER_2018_ValCasti_15min_190215_lb					
Betriebsperiode	01.01.2018 - 31.12.2018					
Spezielle Bedingungen	keine					
Besondere Vorkommisse	keine					
Prüfung Monitoringfile	angetroffene Situation / Werte					Beurteilung / Bemerkungen
Daten vollständig über ganze MP? Falls Daten unvollständig: Fehlende Daten korrekt und konservativ abgeschätzt / interpoliert?	8 kurzzeitige Ausfälle (jeweils < 1 Tag) wegen Störungen oder Wartung/Unterhalt. Jeweils keine ER berechnet.					OK. Transparent ausgewiesen.
Vorhabensspezifische Grundparameter korrekt?	GB ₀ 17 GB _y 17 ay 0 by 1 AE: 99.8% - 99.93%, je nach Temperatur					OK (bei Erstverifizierung geprüft, keine Änderung)
Parameter für Projektemissionen korrekt aufgeführt / belegt?	Stromverbrauch mit Bruttostromzähler gemessen (in Rohdaten) Propan: Konservativ 4 Propanflaschen.					OK
Kalibrierungen	Kalibrierungen Gasanalysegerät ca. alle 3 Monate. Einmal geringfügige Korrektur wegen verpasster Eichfrist. Gaszähler: Korrektur für Ablauf der Eichung am 04.03.2018 korrekt ausgeführt					OK
Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten und ex-ante-Berechnungen der Emissionsreduktionen						
	ex-ante	ex-post	Abw % Progn.	Abw. % Vorjahr	Plausibilisierung	
2015	158	104	-34.2%			
2016	432	276	-36.1%	n.a.	Weniger CH4 als erwartet	
2017	393	253	-35.6%	- 8.3%	plausibel	
2018	357	222	-37.9%	-12.3%	plausibel	
2019	325					
2020	296					
2021	269					
2022	163					
Gegenprüfung Daten	Messwerte und Berechnungen (Stichproben)					Bemerkungen / Befunde
	1 2.2. 10.00	2 10.5. 13.15	3 21.8. 16.30	4 30.10. 4.00	5 28.12. 7.30	
Temperatur Fackel [°C]	860.47	859.19	860.47	860.05	860.05	OK
AE Abfackelungseffizienz	99.93%	99.93%	99.93%	99.93%	99.93%	OK
vCH _{4,t,wb} (Vol-%)	24.33%	20.67%	26.65%	24.93%	21.06%	OK
V _{t,wb,n} (Nm ³)	1.77	1.67	1.62	2.52	1.81	OK
Fackely (tCO ₂ eq)	0.00684	0.00549	0.00686	0.01001	0.00605	OK
Bemerkungen						
OK	OK	OK	OK	OK	OK	
Intervall jeweils 15 min.						
Art der Verifizierung	Dokument- prüfung	Plausibilisierung anhand Vorjahrsdaten		Gegenprüfung Daten	andere Quellen	
	X	X		X		

Vorhaben: Valle della Motta					
Bemerkungen zum Vorhaben in der MP					
relevante Monitoringdatei	ER_2018_ValleMotta_15min_1903189_lb				
Betriebsperiode	01.01.2018 - 31.12.2018				
Spezielle Bedingungen	<p>ER: Sobald der Methangehalt im Schwachgas mehr als 4% beträgt, schaltet die Anlage aus Sicherheitsgründen ab (Explosionsschutz). Bei der Berechnung der ER wurde durch eine Zusatzbedingung sichergestellt, dass Messwerte mit $vCH_4 > 4\%$ und Messwerte, die entsprechenden Störungsmeldungen zugeordnet werden, nicht berücksichtigt werden.</p> <p>Massenstrommessung: Das Massenstrommessgerät rechnet den gemessenen Massenstrom von kg/h direkt in Nm³/h um. Für die Umrechnung wird mit folgender Gaszusammensetzung gerechnet: 3% CH₄; 7% CO₂; 76% N₂; 14% O₂. Für die Berechnung der Emissionsverminderungen wird der Wert in Nm³/h anhand der vorgegebenen Gaszusammensetzung wieder auf kg/h umgerechnet. Die entsprechenden Formeln sind in den Monitoringvorgaben enthalten.</p>				
Besondere Vorkommisse in MP	Keine				
Prüfung Monitoringfile	angetroffene Situation / Werte			Beurteilung / Bemerkungen	
Daten vollständig über ganze MP? Falls Daten unvollständig: Fehlende Daten korrekt und konservativ abgeschätzt / interpoliert?	Drei kurzzeitige Ausfälle wegen Störungen (Analyserohr verstopft, Fackeltemperatur zu tief). Wenige Stunden keine ER weil CH ₄ > 4%.			OK	
Vorhabenspezifische Grundparameter korrekt?	GB0 41, GBy 41, ay 0, by 1. AE: 800°-850°: 90.00%, > 850° 99.9% Vorgaben Umrechnung Massenstrommessung			OK (bei Erstverifizierung geprüft, keine Änderung)	
Parameter für Projektmissionen korrekt aufgeführt / belegt?	Es werden keine fossilen Brennstoffe eingesetzt. Als Stütze für die Verbrennung des Schwachgases dient das Gutgas. Stromverbrauch berechnet anhand der durchschnittlichen Leistungsaufnahme des Verdichters (Schwachgas) multipliziert mit der Anzahl Stunden.			OK	
Kalibrierungen	ca. alle zwei Wochen ausgeführt, Abweichungen stets sofort korrigiert, keine Korrekturen erforderlich			OK	
Plausibilisierung anhand Vorjahresdaten und ex-ante-Berechnungen der Emissionsreduktionen					
	ex-ante	ex-post	Abw % Progn.	Abw. % Vorjahr	Plausibilisierung
2016	237				
2017	1'293	1099	-15.0%		erst ab 24.03.
2018	1'177	1436	22.0%	n.a.	mehr CH ₄ als erwartet, plausibel
2019	1'071				
2020	975				
2021	887				
2022	807				

Verifizierungsbericht

Gegenprüfung Daten	Messwerte und Berechnungen (Stichproben)					Bemerkungen / Befunde
	1 2.2. 10.00	2 10.5. 13.15	3 21.8. 16.30	4 30.10. 4.00	5 28.12. 7.30	
Temperatur Fackel [°C]	993	956	1054	29	1044	OK
AE Abfackelungseffizienz	99.90%	99.90%	99.90%	0%	99.90%	OK
vCH _{4,t,wb} (Vol-%)	3.20%	3.00%	2.80%	1.50%	2.60%	OK
V _{t,wb,n} (Nm ³ /	389.82	399.66	135.32	0	100.99	OK
Fackely (tCO ₂ eq)	0.19844	0.19073	0.06027	0	0.04177	OK
Bemerkungen	t = 1h	t = 1h	t = 20min	Fackel aus	t = 25min	
OK	OK	OK	OK	OK	OK	
Intervalle teils 10 min, 15 min, 20 min, teils 1 Stunde.						
Art der Verifizierung	Dokument- prüfung	Plausibilisierung anhand Vorjahrsdaten	Gegenprüfung Daten	andere Quellen		
	X	X	X			

Teil 2: Begehungsprotokolle

Begehungsprotokoll 1

Vorhaben: Deponie Chestel (KELSAG)

Datum: 20.08.2019

Anwesende: Christoph Leumann, SGS, Verifizierer
Samuel Oester (Oster Messtechnik, Programmkontrolle)
Luzia Bieri (Firstclimate, Programmbüro)
Ladina Glaus (KliK, Vertretung der Programmleitung)
Stefan Schwyzer (Kelsag, Projektverantwortlicher, ehem. Geschäftsführer)
Edmund Frey (Kelsag, Geschäftsführer)
Marco Bichsel (Alwatec AG, beauftragte Umwelttechnik-Firma)

Angetroffene Situation:

In der Deponie in einer ehemaligen Tongrube wurde zwischen 1985 und 1999 in den ersten 3 Deponieetappen Haushaltskehricht eingelagert. Seit dem Deponieverbot für brennbare Abfälle 2000 wurden in einer 4. Etappe Verbrennungsrückstände (Schlacke) abgelagert. Heute wird nur noch rekultiviert.

Das bereits vorher bestehende Gasfassungssystem besteht aus 14 vertikalen Gasbrunnen, welche von oben und von unten angeschlossen sind, sowie 6 Gasbrunnen, welche von unten über die Sickerwasserdrainage entgast werden.

2007 wurde die Gasfassung revidiert und eine Fackel eingebaut als Ersatz für den früheren Gasmotor. Aufgrund der Abnahme der Gasmenge konnte diese aber seit 2014 nicht mehr regulär betrieben werden. Seit Ende 2015 kam es so oft zu Störungen, dass sie nur noch selten in Betrieb war.

Für das Projekt gab es keine Änderung bei der Anzahl Gasbrunnen und der Anzahl Anschlüsse an die Entgasung. Einzig die Zuleitungen zu den oben angeschlossenen Gasbrunnen wurden im Rahmen der Rekultivierung neu gelegt. Dies bietet ein gewisses Potential für Optimierungen (vgl. Antwort auf CR 6b). Der Neuanschluss der 14 GB im Rahmen der Rekultivierung wäre auch ohne Klimaschutzprojekt erfolgt.

Die Installationen zur Gasfassung, der eflox-Brenner und alle Messeinrichtungen werden besichtigt. Zum Zeitpunkt der Besichtigung ist die Fackel wegen einer Störung ausser Betrieb.

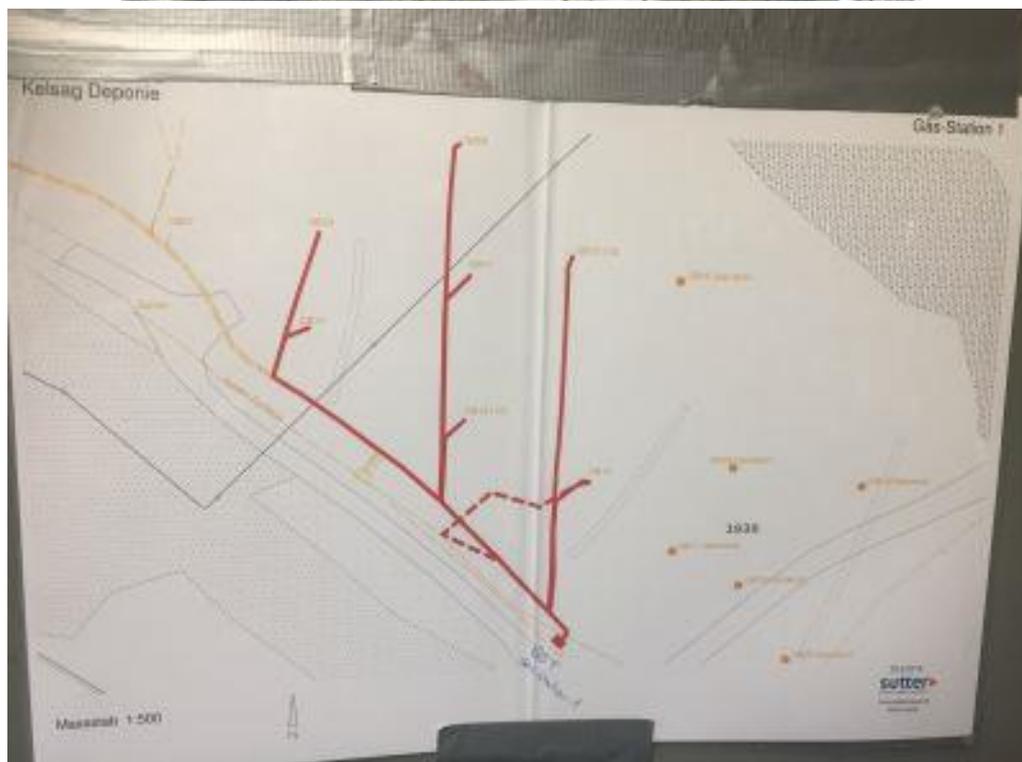
Geklärte Fragen:

- Die frühere Gasfackel war nicht mehr betriebsfähig. Von da her steht ausser Frage, dass das Referenzszenario R13 ist.
- Das Gasfassungssystem wurde nicht ausgebaut.
- Die tatsächliche Installation stimmt mit der Beschreibung in der Dokumentation überein.
- Das Monitoringsystem und alle dafür nötigen Messgeräte sind korrekt installiert und implementiert worden.
- Das Gasanalysegerät wird monatlich kalibriert. Verfahren i.O.
- Die Gasmessung ist heute auf Masse geschaltet. Frühere Umrechnung auf Nm3 wurde korrigiert (vgl. CR6a).
- Das Problem mit der Fackeltemperatur, die 2018 oft unter 1000° fiel (meist weniger als 20° Abweichung), war ein Problem der Regulierung. Die vollständige Verbrennung ab mindestens 930° ist aber gesichert wegen der Bauart des eflox-Brenners (spätere zusätzliche Klärung im Gespräch mit Samuel Oster und Dres Michel der Firma eflox).

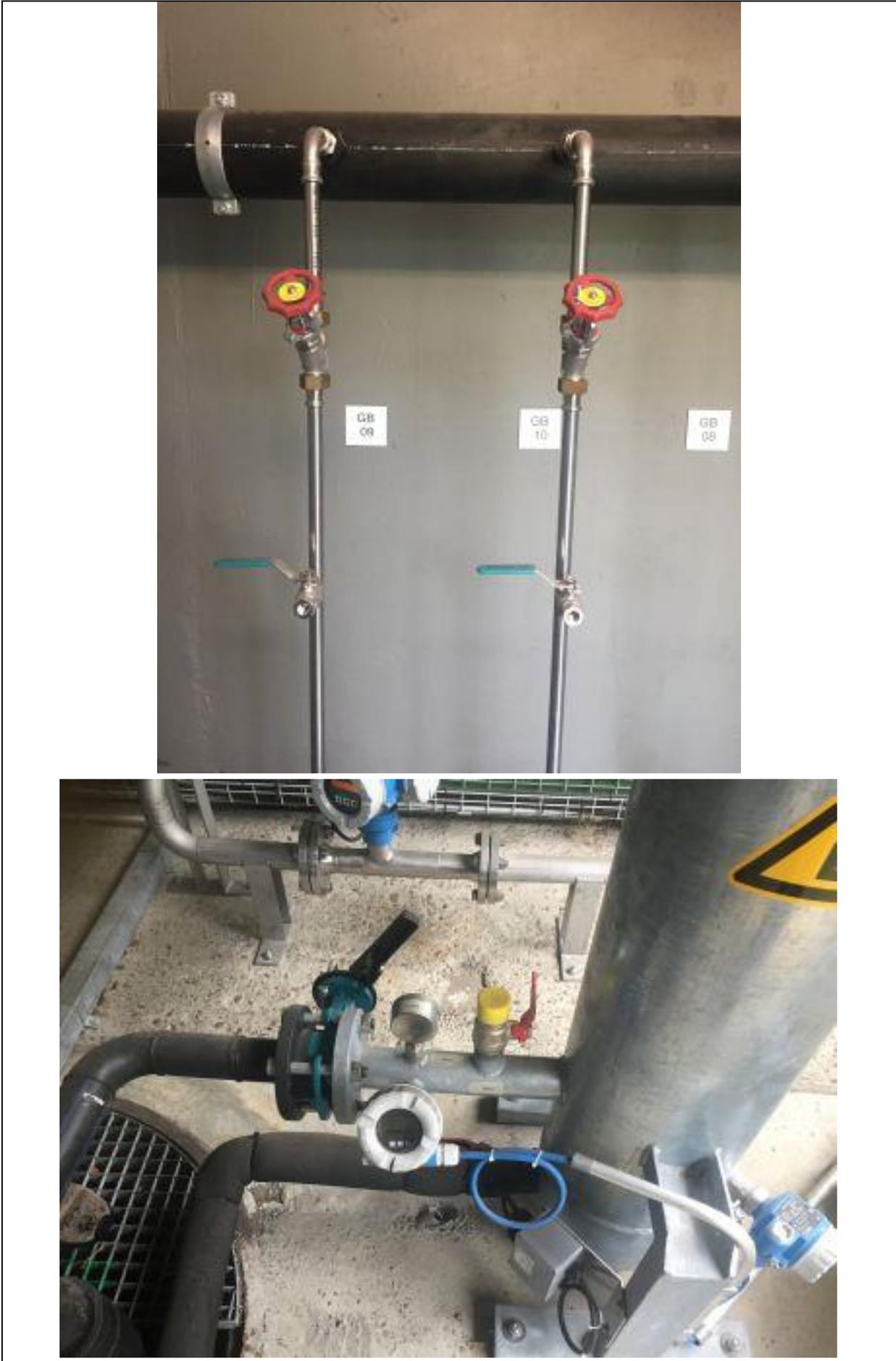
Offene Fragen (im Rahmen von CRs weiter bearbeitet):

- CR 6a: Konservativität der Berechnung in der Periode, wo Nm3 gemessen wurden.
- CR 6b: Gründe für die Gasmenge über den Prognosen.

Fotos

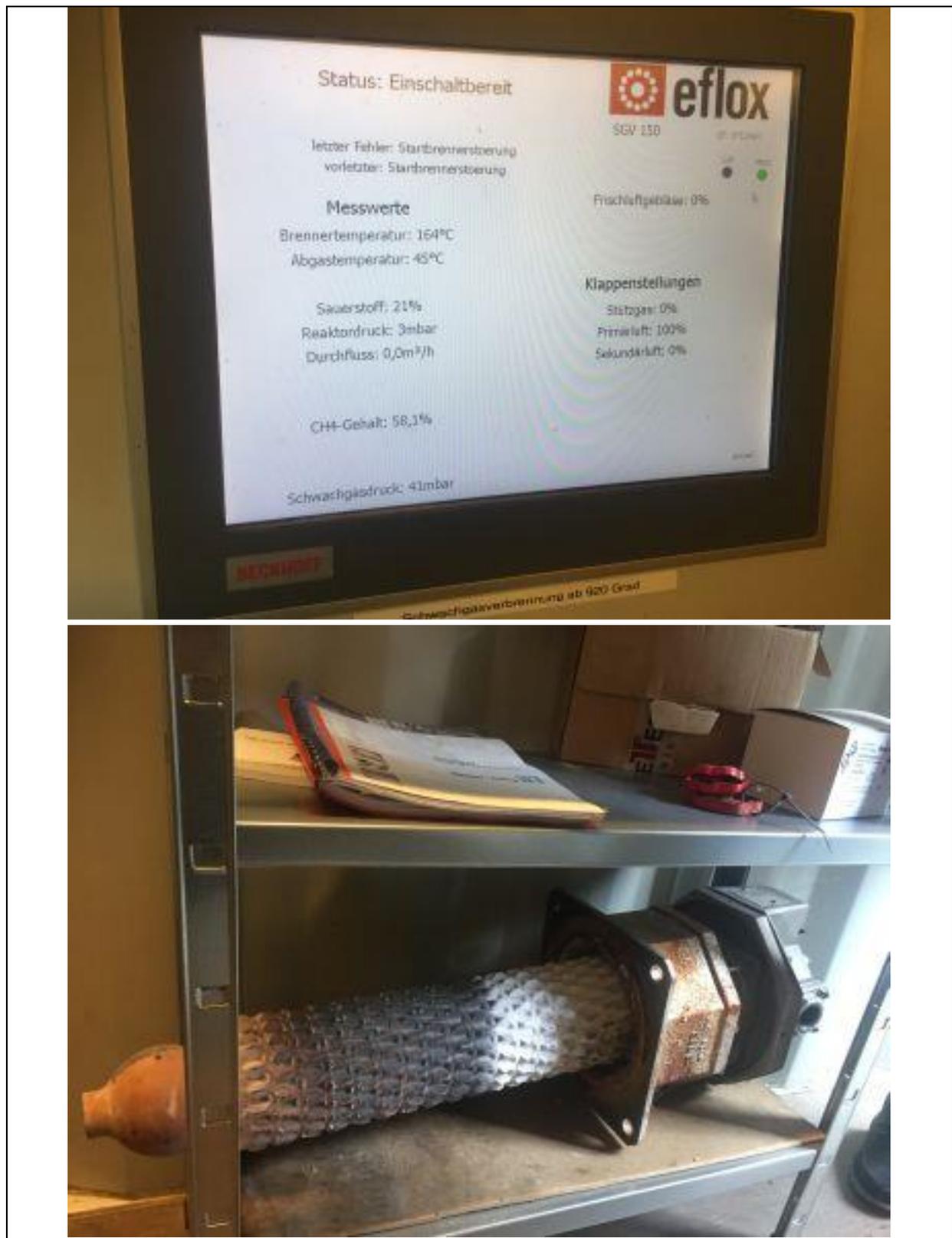














ML200 AC - Nachprüfverfahren Dignus "Chemie"
Kalibrierprotokoll Doppelgasanalyse

Datum: 10.3.21
 Ausföhrung: W. Buser
 Protokoll Nr.: 005
 Beschriftungsdatum Einheits: 15/18

Einheits Maßpunkt

	CH4 vol %	O2 - 1 vol %	O2 - 2 vol %	CO2 vol %
Etichgaskonzentration	30	0	0	30
Vor Kalibrierung	29,1	21,3	21,6	29,1
Nach Kalibrierung	30,0	21,0	21,0	30,0
Abweichung +/-	0,9	0,3	0,6	0,9

Einheits Endpunkt

	CH4 vol %	O2 - 1 vol %	O2 - 2 vol %	CO2 vol %
Etichgaskonzentration	30	0	0	30
Vor Kalibrierung	30,2	00,9	00,7	28,9
Nach Kalibrierung	30,0	00,0	00,0	30,0
Abweichung +/-	0,2	0,9	0,7	1,1

Messgas

	CH4 vol %	O2 - 1 vol %	O2 - 2 vol %	CO2 vol %
Vor Kalibrierung	22,7	1,7	1,7	13,8
Nach Kalibrierung	21,4	1,4	1,4	13,0
Abweichung +/-	0,13	0,3	0,3	0,8

Bemerkungen

Begehungsprotokoll 1

Vorhaben: Deponie Uttigen (AVAG)
Datum: 20.08.2019
Anwesende: Christoph Leumann, SGS, Verifizierer
Samuel Oester (Oster Messtechnik, Programmkontrolle)
Luzia Bieri (Firstclimate, Programmbüro)
Ladina Glaus (KliK, Vertretung der Programmleitung)
Reto Steiner (CSD, Projektingenieur / -berater)
Dres Michel (DepoTec, Anlagenplaner/-bauer eflox-Brenner)
Beat Muhr (AVAG, Deponiebetreiber)

Angetroffene Situation:

In der Deponie wurde in der Periode von 1970 bis 2010 Kehricht abgelagert. Seither wurde sie rekultiviert.

Das vorbestehende Gasfassungssystem besteht aus 17 Vertikalbrunnen / Gasdomen und 40 zusätzlichen peripheren Saugbrunnen und Saugdrainageleitungen, die in drei Regelschächten zusammenkommen und von dort gesteuert werden können.

Es gab bereits vorher eine Deponiefackel, die nach Angaben der Projektbetreiber aber nicht mehr betriebsfähig war. In den Jahren 2014-2016 wurde das Deponiegas zwar noch kontinuierlich verbrannt, die Verbrennungstemperaturen lagen aber meistens zwischen 500 und 700°C, Ende 2016/Anfang 2017 teilweise sogar unter 500°C. Die Fackel konnte aufgrund der zu geringen Methanfracht nicht mehr gemäss Herstellerangaben betrieben werden. Zudem erfüllte sie die sicherheitstechnischen Anforderungen nicht mehr (vgl. Antwort auf CR 1).

Für das Projekt wurde das Gasfassungssystem nicht verändert, sondern nur die Absaugung und die Fackel.

Die Installationen zur Gasfassung, der eflox-Brenner und alle Messeinrichtungen werden besichtigt. Die Anlage verfügt über optimale Einrichtungen zur Regelung und Überwachung des Betriebs mit Remote-System. In jedem einzelnen Entgasungsstrang kann die Gaskonzentration gemessen werden, so dass z.B. Sauerstoffeintritte verhindert werden können.

Geklärte Fragen:

- Das Gasfassungssystem wurde nicht ausgebaut.
- Die tatsächliche Installation stimmt mit der Beschreibung in der Dokumentation überein.
- Das Monitoringsystem und alle dafür nötigen Messgeräte sind korrekt installiert und implementiert worden.
- Das Gasanalysegerät wird vierteljährlich kalibriert. Verfahren i.O.

Offene Fragen (im Rahmen von CRs weiter bearbeitet):

- CR 1: Weitere Ausführungen zur Frage, ob das Aufnahmekriterium "intermittierender Betrieb der früheren Fackel" tatsächlich erfüllt ist.
- CR 2: Weitere Fragen zum korrekten Referenzszenario (R12: Weiterbetrieb der bisherigen Fackel im intermittierenden Betrieb, oder R13: Einstellung der Fackel)

Fotos





SIEMENS SIMATIC HMI

AVAG
Engineering, Training, Service

ISTWERTE 23.03.2018
13:45:30

Messstelle B 002:	16,7 Vol% CH	14,8 Vol% CO2	-0,1 Vol% O2	-21,2 mbar
Messstelle B 004:	25,5 Vol% CH	13,7 Vol% CO2	-0,2 Vol% O2	-1,3 mbar
Messstelle B 005:	28,5 Vol% CH	12,6 Vol% CO2	-0,3 Vol% O2	-1,3 mbar
Messstelle B 007:	18,9 Vol% CH	13,8 Vol% CO2	-0,3 Vol% O2	-1,2 mbar
Messstelle B 009:	25,8 Vol% CH	15,0 Vol% CO2	-0,1 Vol% O2	-1,0 mbar
Messstelle B 010:	5,5 Vol% CH	18,1 Vol% CO2	-0,3 Vol% O2	-0,3 mbar
Messstelle B 011:	7,8 Vol% CH	16,3 Vol% CO2	-0,3 Vol% O2	-0,6 mbar
Messstelle B 012:	13,3 Vol% CH	14,5 Vol% CO2	-0,2 Vol% O2	-7,2 mbar
Messstelle B 013:	19,0 Vol% CH	16,4 Vol% CO2	-0,3 Vol% O2	-0,9 mbar
Messstelle B 014:	13,0 Vol% CH	14,1 Vol% CO2	-0,2 Vol% O2	-0,9 mbar

TOUCH

11 Istwerte 12 Parameter 13 Handbuch 14 Alarme 15 16 17 18 Best

