

Transitgas AG - Primary Vent Recovery System und Seal Gas Booster zur Vermeidung von CH₄-Emissionen

Deckblatt

Dokumentversion	3
Datum	22.02.2022

Gesuchsteller (Unternehmen) ¹	Transitgas AG
Name, Vorname	Ennio Sinigaglia
Strasse, Nr.	Franklinstrasse 27
PLZ, Ort	8050 Zürich
Tel.	+41 44 311 40 55
E-Mail-Adresse	sinigaglia@transitgas.ch

Projektentwickler (Unternehmen)	First Climate (Switzerland) AG Brandschenkestrasse 51, 8002 Zürich
Name, Vorname	Kumpli, Claudio
Kontaktperson für Rückfragen (an Stelle von Gesuchsteller)?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Tel.	+41 77 505 03 91
E-Mail-Adresse	claudio.kumpli@firstclimate.com

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)

¹ Hinweis: Sollte der Gesuchsteller im Laufe des Projektes ändern, so ist dies dem BAFU schriftlich mitzuteilen.

Inhalt

1	Angaben zum Projekt/Programm.....	3
1.1	Projekt-/Programmszusammenfassung	3
1.2	Typ und Umsetzungsform	3
1.3	Projektstandort	4
1.4	Beschreibung des Projektes/Programmes	5
1.4.1	Ausgangslage	5
1.4.2	Projekt-/Programmziel	12
1.4.3	Technologie	12
1.5	Referenzszenario	17
1.6	Termine.....	18
2	Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten und Vermeidung von Doppelzählung	19
2.1	Finanzhilfen	19
2.2	Schnittstellen zu Unternehmen, die von der CO ₂ -Abgabe befreit sind	19
2.3	Doppelzählung aufgrund anderweitiger Abgeltung des ökologischen Mehrwerts	19
3	Berechnung ex-ante erwartete Emissionsverminderungen.....	20
3.1	Systemgrenze und Emissionsquellen	20
3.2	Einflussfaktoren	22
3.3	Leakage.....	23
3.4	Projektemissionen/Emissionen der Vorhaben.....	23
3.5	Referenzentwicklung	26
3.6	Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante)	30
4	Nachweis der Zusätzlichkeit	32
5	Aufbau und Umsetzung des Monitorings.....	34
5.1	Beschreibung der gewählten Nachweismethode	34
5.2	Ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen.....	35
5.2.1	Formeln zur ex-post Berechnung erzielter Emissionsverminderungen.....	35
5.2.2	Wirkungsaufteilung	41
5.3	Datenerhebung und Parameter	41
5.3.1	Fixe Parameter	41
5.3.2	Dynamische Parameter und Messwerte.....	42
5.3.3	Plausibilisierung der Daten und Berechnungen	45
5.3.4	Überprüfung der Einflussfaktoren und der ex-ante definierten Referenzentwicklung	47
5.4	Prozess- und Managementstruktur	48
6	Sonstiges	49
7	Kommunikation zum Gesuch und Unterschriften	50
7.1	Einverständniserklärung zur Veröffentlichung der Unterlagen.....	50
7.2	Unterschriften	51
Anhang	52

1 Angaben zum Projekt/Programm

1.1 Projekt-/Programmszusammenfassung

Die Transitgas AG betreibt am Standort Wolhusen vier Turbo-Kompressoren zur Aufrechterhaltung des für den Lieferbetrieb von Erdgas benötigten Leitungsdruckes. Im Rahmen des Regelbetriebs dieser Turbo-Kompressoren und im Rahmen vom Betrieb von Ventilen, welche sowohl zu den Turbo-Kompressoren gehören als auch für den allgemeinen Stationsbetrieb nötig sind, fallen CH₄-Emissionen an (vgl. Kapitel 1.4.1). In diesem Projekt geht es nun darum, durch den gezielten Einsatz eines so genannten «Primary Vent Recovery System (PVRS)», diese Emissionen umfassend in eine Kollektorleitung zu bringen und bis zu einem minimalen Druck von 0.3 barg in die Speicherleitung der Kompressor-Station zu transportieren, von wo das Erdgas wieder in den Lieferbetrieb eingespeist werden kann. Zusätzlich wird ein Turbo-Kompressor mit einem «Seal Gas Booster (SGB)» ausgerüstet, durch welchen komplett verhindert werden kann, dass Erdgas während dem Stillstand dieses Turbo-Kompressors abgeblasen werden muss (vgl. Kap. 1.4.2 & Kap. 1.4.3). Wie sich in der Analyse der Wirtschaftlichkeit dieses Projekts zeigt, ist der Einsatz der oben genannten Technologien, ohne Zuhilfenahme des Erlöses aus Bescheinigungen, stark unwirtschaftlich (vgl. Kap. 4). Daher ist es für die Existenz und Umsetzung dieses Projekts entscheidend, dass die Transitgas AG für die Projektumsetzung durch Erlöse aus Bescheinigungen finanziell unterstützt wird. Im Monitoring wird der relevante Druck entweder vor dem Abblasen von Erdgas aus den Turbo-Kompressoren gemessen (bei Druckausgleich mit der Speicherleitung wird in der Speicherleitung gemessen), oder, dort wo nötig, werden Druckwerte aus historischen Werten hergeleitet (vgl. Kapitel 5).

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 ²
	<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 ³
	<input type="checkbox"/> 6.2 Methanvermeidung aus biogenen Abfällen ⁴
	<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>

² Unter diesem Typ sind Projekte/Programme aufzuführen, bei denen in landwirtschaftlichen oder industriellen Biogasanlagen Biogas produziert wird und neben der reinen Methanvermeidung (=Kategorie 6) *zusätzlich* Bescheinigungen aus der Nutzung dieses Biogases in Form von Wärme oder aus der Einspeisung in ein Erdgasnetz generiert werden. Handelt es sich beim Projekt/Programm nur um Stromproduktion, welche durch die KEV abgegolten wird, und werden Bescheinigungen nur für den Methanvermeidungsteil generiert, fällt das Projekt/Programm unter den Typ 6.2.

³ Unter diesen Typ fallen beispielsweise Deponiegasprojekte oder Methanvermeidung auf Kläranlagen.

⁴ Unter diesen Typ fallen Biogasanlagen, die ausschliesslich für die Methanreduktion Bescheinigungen erhalten.

Umsetzungsform

Einzelnes Projekt

Projektbündel

Programm

1.3 Projektstandort

Das Projekt befindet sich am Standort Wolhusen der Transitgas AG. Die Transitgas AG betreibt dort eine Kompressor-Station, welche dazu dient, den für Erdgaslieferungen notwendigen Leitungsdruck aufrechtzuerhalten. Zudem fungiert dieser Standort als Betriebszentrale der Transitgas AG, von wo die gesamte Gasleitung überwacht und gesteuert wird.

Die Kompressor-Station befinden sich auf dem [REDACTED] im Kanton Luzern, auf einer Meereshöhe von 611.8 m ü.M⁵. Auf der Abbildung 1 wird der Standort Wolhusen der Transitgas AG sowohl in der Schweiz verortet als auch als Detailansicht dargestellt.

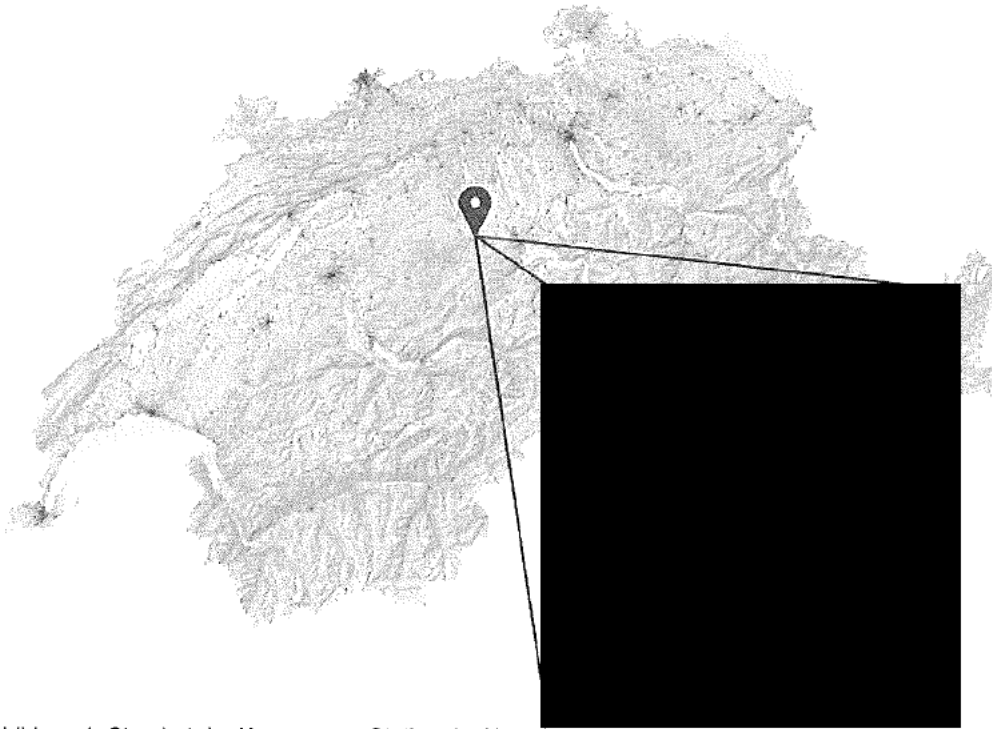


Abbildung 1: Standort der Kompressor-Station der Transitgas AG in Wolhusen (LU).

⁵ https://map.geo.admin.ch/?topic=swisstopo&lang=en&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.swisstopo.landeskarte-farbe-10,ch.swisstopo.landeskarte-grau-10,ch.swisstopo.pixelkarte-farbe-pk25.noscale,ch.swisstopo.pixelkarte-farbe-pk50.noscale,ch.swisstopo.pixelkarte-farbe-pk100.noscale,ch.swisstopo.pixelkarte-farbe-pk200.noscale,ch.swisstopo.pixelkarte-farbe-pk500.noscale,ch.swisstopo.pixelkarte-farbe-pk1000.noscale,KML%7C%7Chttps:%2F%2Fpublic.geo.admin.ch%2Ff6yra_dSd-m8UcZ-qJm2g&layers_visibility=true,false,false,false,false,false,true&E=2649743.87&N=1212583.26&zoom=10&catalogNodes=1396,1397

1.4 Beschreibung des Projektes/Programmes

1.4.1 Ausgangslage

Neben der betrieblichen Ausgangslage werden im Folgenden die verschiedenen Ist-Situationen hinsichtlich der CH₄-Emissionen dargelegt, welche im Rahmen dieses Projekts vermieden werden sollen. Es handelt sich dabei um

- den Schlupf von Erdgas während dem Betrieb der Kompressoren, um
- das Abblasen von Erdgas beim Stillstand der Kompressoren und um
- den Verlust von Erdgas durch den Betrieb von Ventilen.

Damit der Schlupf von Erdgas während dem Betrieb der Kompressoren, das Abblasen von Erdgas beim Stillstand der Kompressoren und die durch den Betrieb der Ventile entstehenden Emissionen besser verstanden werden können, werden zudem einführende Grundlagen zu Gasdichtungen von Turbo-Kompressoren (TKs) und zu der Funktionsweise der von der Transitgas verwendeten Ventile dargelegt.

Die Transitgas AG betreibt am Standort Wolhusen eine Speicherleitung (TRG 13), in welcher Erdgas zwischengelagert und bei Bedarf oder Notwendigkeit wieder als «Transportgas» in den Regelverkehr von Erdgas eingespeist werden kann. Für diese Wiedereinspeisung verwendet die Transitgas AG einen Kompressor [REDACTED] der Firma [REDACTED], mit welchem Erdgas aus der Speicherleitung zurück in den Lieferbetrieb gebracht wird. Der aktuell von der Transitgas verwendete CuboGas- wird im Rahmen des Projekts aufgerüstet, um die Saugleistung von heute 3 barg Saugdruck auf 0.3 barg Saugdruck zu erhöhen. Da hier die Ausgangslage beschrieben wird, folgt in diesem Kapitel ebenfalls eine Beschreibung des bereits in der Baseline verwendeten [REDACTED]. Die Beschreibung der geplanten [REDACTED]-Aufrüstung erfolgt in Kapitel 1.4.3 (Beschreibung der angewendeten Technologien zur Verminderung von Emissionen). Alle zum barometrischen Atmosphärendruck relativen Drücke, werden entsprechend der gängigen Notation mit «barg» bezeichnet.

Betriebliche Ausgangslage

Die Transitgas AG unterhält und betreibt ein Erdgas-Transportsystem, das von der Nord- bis zur Südgrenze der Schweiz reicht. Die Transitgas AG betreibt dieses Transportsystem mit einer Verdichterstation, diversen Schieberstationen und einer Messstation auf Schweizer Gebiet. Die Transitgasleitung ist das Schweizer Teilstück der Erdgashochdruckleitung, welche die Gasfelder Nordeuropas mit Italien verbindet.

Die Verdichterstation Wolhusen ist die Betriebszentrale des Transportsystems von Transitgas AG in der Schweiz (Abbildung 2). Von hier aus wird der nötige Transportdruck aufrechterhalten sowie die gesamte Gasleitung überwacht und gesteuert. Um den notwendigen Betriebsdruck an den Übergabepunkten zu den Abnehmern, sowie den vertraglichen Mindestdruck an den Grenzübergangspunkten zu gewährleisten, muss bei steigenden Transportmengen und damit steigenden Reibungs- und damit Druckverlusten die Verdichterstation Wolhusen in Betrieb gehen. Auf der Verdichterstation werden Gasturbinen mit 2 x 10 MW und 2 x 20 MW Leistung betrieben.

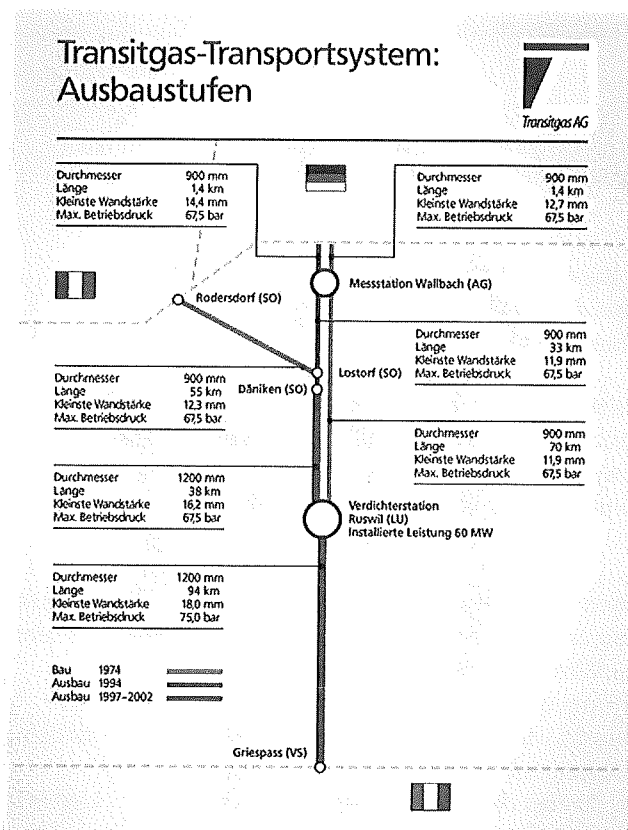


Abbildung 2: Transitgas-Transportsystem mit Verdichterstation Wolhusen als Betriebszentrale.

Grundlagen zu Gasdichtungen von Turbo-Kompressoren

Die Transitgas AG betreibt an ihrem Standort in Wolhusen vier grosse Turbokompressoren (TK-A bis TK-D), um einen Transportdruck von ca. 75 barg aufrecht erhalten zu können. Dieser Druck ist nötig, um im internationalen Transport von Erdgas, vereinbarte Kapazitäten einzuhalten und um Einspeisungen in das Schweizer Erdgasnetz abzuwickeln. Somit wird den TKs eine hohe Wichtigkeit zuteil, weshalb sehr hohe Anforderungen an die Funktionalität ihrer Komponenten bestehen. Dabei ist insbesondere wichtig, dass die in den Kompressoren angewendeten Dichtungen hochwertig gebaut sind und korrekt betrieben werden. Dies weil sonst Erdgas aus den TKs austritt und in die Atmosphäre entweicht, was sowohl aus Klimasicht als auch aus wirtschaftlichen Gründen unerwünscht ist.

Abbildung 3 zeigt einen Querschnitt durch eine klassische Tandemdichtung mit Zwischenlabyrinth, so wie sie in den TKs der Transitgas verwendet werden. Die Gasdichtung besteht aus einer rotierenden (in Abbildung 3 gelblich dargestellt und schraffiert) und einer stationären Komponente (in Abbildung 3 grünlich resp. bläulich dargestellt und schraffiert). Die rotierende Komponente ist fest am rotierenden Schaft befestigt und wird mit einem O-Ring am Schaft abgedichtet. Der stationäre Teil der Dichtung wird dicht am Gehäuse des Kompressors montiert.

Zentrale Elemente der Dichtung sind die beiden Gegenringe (Abbildung 3; Elemente 1 & 2). Aufgrund der Geometrie der Dichtung, werden die beiden Gegenringe, während dem Betrieb des Kompressors, durch Zentrifugalkräfte zusammengehalten. Dabei wird eine stabile Lücke von 3 - 5 µm hergestellt. Sobald der Kompressor nicht mehr läuft, müssen die Gegenringe durch Federn zusammengehalten werden, wodurch der Verlust von Erdgas verhindert wird, währenddem der TK stillsteht und unter Druck ist.

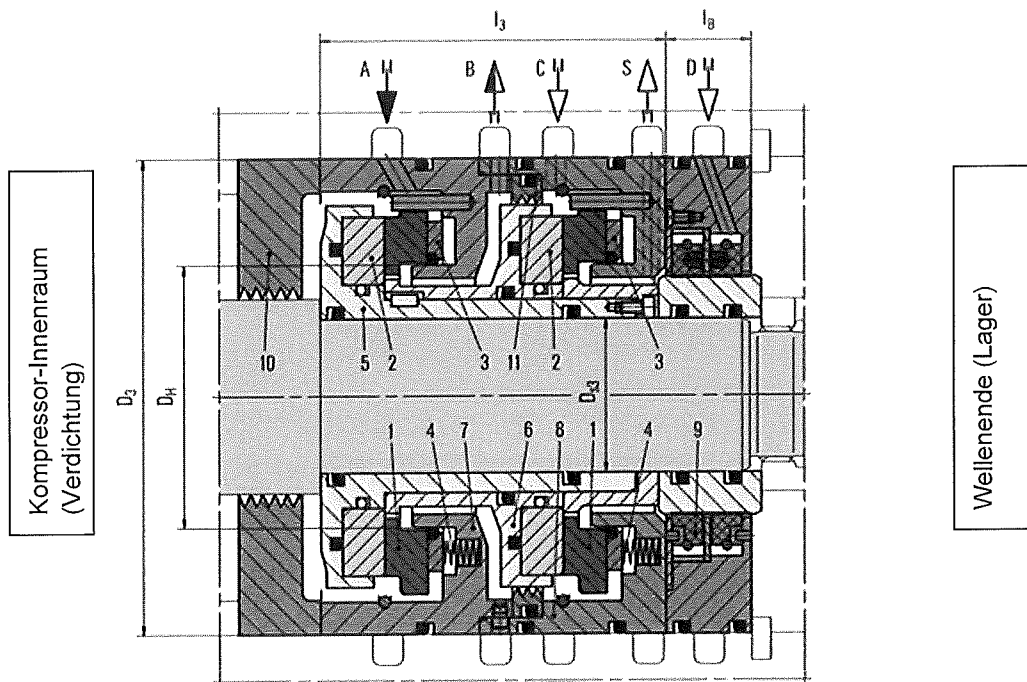


Abbildung 3: DGS Tandemdichtung mit Zwischenlabyrinth (Quelle: <https://www.eagleburgmann.ch/media/admin-area/web/newsletter/solution-flyer/eagleburgmann-reliable-gas-supply-solution-for-compressors-rotechbooster>).

Legende: A, Gasversorgung Primärdichtung; B, Primärentlüftung; C, Gasversorgung Sekundärdichtung (optional); S, Sekundärentlüftung; D, Trenngas Lageröldichtung; 1, Gegenring (stationär); 2, Gegenring (rotierend); 3, Druckring; 4, Feder; 5, Wellenhülse und Gegenringaufnahme; 6, Zwischenhülse und Gegenringaufnahme; 7 & 8, Gehäuse (massive Anpassung an Einbauraum); 9, Lageröldichtung (CSR); 10, Labyrinth; 11, Zwischenlabyrinth

Grundlagen zu Emissionen aus Ventilen (Motor Operated Valves (MOV))

Die Transitgas AG benötigt Ventile, um den Gasfluss im Leitungssystem steuern zu können. Die Funktionsweise dieser Ventile und die Vorgänge, welche im Rahmen des Betriebs dieser Ventile zu Emissionen von Erdgas führen, werden nun erklärt.

Die von der Transitgas in der Kompressor-Station Wolhusen verwendeten Haupt-Ventile werden mit Erdgas betrieben und «Motor Operated Valves (MOV)» genannt. Der Betrieb dieser Ventile passiert unter Anwendung eines «gas-over-oil actuator», welcher seinerseits unter Zuhilfenahme des in den Leitungen der Transitgas vorherrschenden Erdgas-Druckes funktioniert. Jedes Ventil ist mit zwei senkrechten Zylindern ausgerüstet (Abbildung 4). Je nachdem, ob das Ventil geöffnet oder geschlossen ist, ist einer dieser beiden senkrechten Zylinder mit Öl gefüllt, während der andere leer ist. Wenn das Ventil bspw. geschlossen ist und geöffnet werden soll, wird der zu diesem Zeitpunkt mit Öl gefüllte Zylinder, von oben her unter Druck gesetzt und mit Erdgas gefüllt (in Abbildung 4 der rechte Zylinder (der gelblich hervorgehobene Anschluss oben am Zylinder illustriert das hereinströmende Gas)). Dadurch wird das Öl unten aus dem rechten senkrechten Zylinder in den rechts vorhandenen, horizontalen Ölzyylinder gepresst (die bräunlich hervorgehobenen Röhrchen in Abbildung 4 stehen für das in den horizontalen Zylinder fließende Öl). Das nun von rechts in den horizontalen Zylinder fließende Öl drückt den sich im horizontalen Zylinder befindlichen Kolben nach links. Dadurch wird einerseits das Ventil geöffnet und andererseits wird das Öl, welches sich links vom Kolben im horizontalen Zylinder befindet, von unten her in den linken, senkrechten Zylinder gedrückt, welcher leer ist. Sobald eine Ventilbewegung abgeschlossen ist, wird der nun mit Gas gefüllte Zylinder entleert. So wird mit jeder Betätigung eines Ventils, eine genau berechenbare Menge an Erdgas in die

Atmosphäre emittiert. Diese Menge ist deshalb genau berechenbar, weil das geometrische Volumen der Zylinder und der Gasdruck innerhalb der senkrechten Zylinder bekannt sind.

Das Erdgas, welches zum Betrieb der Ventile benötigt wird, wird in einem Gas-Tank gespeichert, wobei jedes Ventil einen solchen Tank besitzt. Ein Gas-Tank durchschnittlicher Grösse ist in der Lage Erdgas zu speichern, welches für drei Ventilbewegungen eingesetzt werden kann. Danach wird der Tank wieder aufgefüllt. Da es sich bei den Gastanks um dünnwandige, unisolierte Körper aus Metall handelt, kann die Gastemperatur mit guter Präzision mit der Aussentemperatur gleichgesetzt werden.

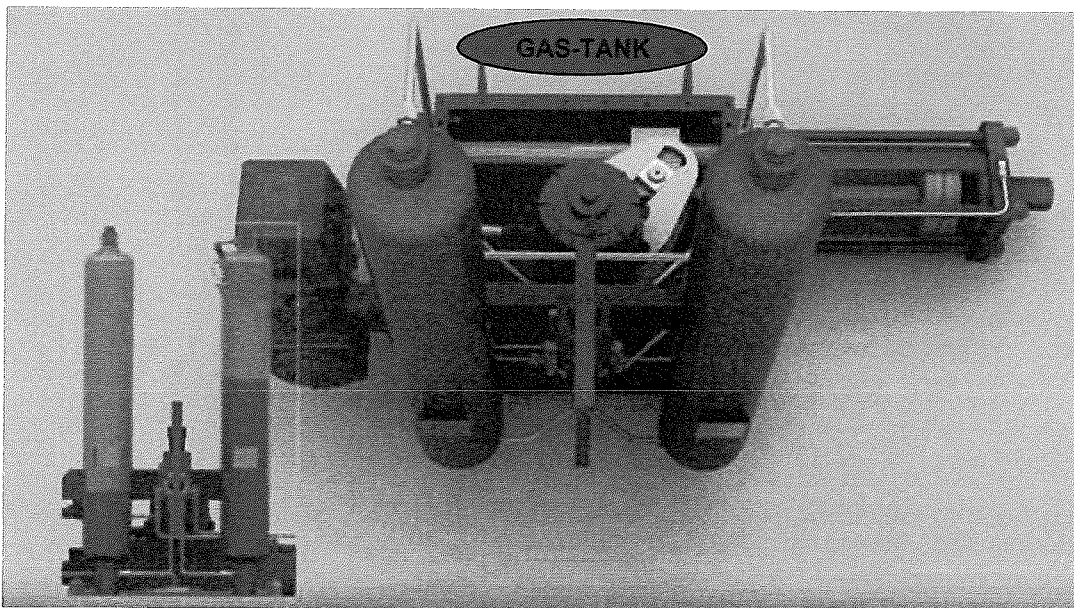


Abbildung 4: Motor Operated Valve (MOV) mit "gas-over-oil actuator", wie bei Transitgas angewendet⁶ (das MOV auf der Originalabbildung verfügt nicht über einen Gastank, wie verwendet bei Transitgas. Der Gastank auf der Abbildung 4 wurde in illustrativem Sinne, als «Word-Form» hinzugefügt).

Zur Emissionsverminderung adressierte Prozesse

Nachfolgend wird die Ausgangslage hinsichtlich der Prozesse dargelegt, welche im Rahmen dieses Projekts mit Massnahmen zur Verminderung von Emissionen adressiert werden (Baseline). Die Massnahmen selbst werden im Kapitel 1.4.3 beschrieben. Alle in diesem Projekt mit Massnahmen adressierten Prozesse befinden sich im Standort Wolhusen der Transitgas AG (Kompressor-Station Wolhusen) und betreffen ausschliesslich Transportgas, welches von der Transitgas AG von Nord nach Süd oder umgekehrt transportiert wird (kein Brenngas, welches der Transitgas AG für den Betrieb der Kompressoren verrechnet wird).

Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb

Schlupf von Erdgas während dem Betrieb der Kompressoren geschieht oft sowohl zwischen den Gegenringen der Dichtung als auch durch die Labyrinth hindurch (Abbildung 3; Elemente 1 & 2 resp. 10 & 11) und ist bis zu einem gewissen Grad normal – ja sogar gewollt. Dies weil dadurch die Temperatur in den Dichtungen konstant gehalten werden kann und die Qualität des sich in den Dichtungen befindlichen Gases überwacht werden kann (s.u.). Sobald der Schlupf aber grösser wird als vorgesehen, hat man einen Hinweis auf ein Versagen der Dichtung.

Dichtungsschäden entstehen oft durch Kontamination der Dichtungen mit schmutzigem Gas. Deshalb ist es entscheidend, dass die Gegenringe zu jeder Zeit mit sauberem Dichtungsgas und nicht mit Prozessgas aus dem Innern des Kompressor-Gehäuses durchströmt wird. Nur so kann verhindert

⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=xZI0cNBWcyl>

werden, dass Schmutzpartikel in die Dichtung eindringen und im Innern der Dichtung einen Schaden anrichten, welcher zu erhöhtem Schlupf führt.

Üblicherweise wird dazu am Kompressor-Ausgang Prozessgas entnommen, welches über eine Filteranlage geleitet wird, der Partikel grösser als $3\mu\text{m}$ rausfiltert, und dann der Dichtung zugeführt wird. Es gibt zwei Filteranlagen, damit bei einem Ausfall einer Filteranlage der Kompressor nicht extra ausgeschaltet werden muss. Das gefilterte Gas hat relativ zum Saugdruck vor dem Rotor einen leicht erhöhten Druck. Demnach kann sauberes Gas in relativ zum Saugdruck erhöhtem Druck auf die Dichtung geführt werden (Abbildung 3: A). Ein grösserer Teil dieses sauberen Gases geht über das Prozesslabyrinth wieder zurück in den Prozessgasstrom (Abbildung 3; Element 10). Ein kleinerer Teil geht über die Primärentlüftung und entweicht als «gewollter Schlupf» in die Atmosphäre (Abbildung 3: B). Dieser gewollte Schlupf dient dazu, via Gasanalyse die korrekte Funktionalität der Dichtung sicherzustellen.

TK-Venting bei Stillstand

Bei der Transitgas AG ist es so, dass die TKs dazu verwendet werden, um bei einem Druckabfall im Leitungssystem einen Betriebsdruck von bis zu 75 barg aufrechtzuerhalten, um vertraglich vereinbarte Lieferkapazitäten erfüllen zu können. Falls der Betriebsdruck aufgrund der momentanen Lieferbedingungen stabil ist, werden die TKs nicht benötigt und in Stillstand versetzt.

Es existieren zwei Situationen, in welchen TKs stillstehen und gleichzeitig mit Gas gefüllt sind. Einerseits handelt es sich um die oben beschriebene Situation, in welcher die TKs ausser Betrieb genommen werden, weil diese aufgrund der Liefersituation von Gas zu dieser Zeit nicht mehr benötigt werden. Andererseits ist es so, dass die TKs, nachdem diese für mehr als 60 Tage nicht in Betrieb genommen wurden, kurz unter Druck gesetzt werden, ohne dass die TKs gestartet werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die Maschine nach längeren Betriebsunterbrüchen, wenn diese wieder benötigt wird, nicht aufgrund eines Dichtungsschadens kurzfristig ausfällt. Falls während einer solchen TK-Befüllung der Druck in den Dichtungen stark steigt, wird ein Alarm ausgelöst, welcher darauf hinweist, dass die Dichtung nicht mehr ordnungsgemäss funktioniert.

Wenn die Kompressoren nicht laufen, kann die Kompressor-Leistung, wie weiter oben beschrieben, nicht dazu verwendet werden, Prozessgas durch einen Filter zu drücken, um dieses der Dichtung zuzuführen (Dichtungsgas). Deshalb ist es möglich, sobald der Kompressor stillsteht, dass Prozessgas zwischen die Gegenringe eindringt und diese verschmutzt, was die korrekte Funktionsweise der Dichtungen gefährdet. Deshalb wird nach einem Stillstand von maximal 72 Stunden, das in den TKs und den dazugehörigen Verrohrungen vorhandene Prozessgas über eine Kollektorleitung, bis zu einem Druck von heute minimal 3 barg in die Speicherleitung entlassen. Die 3 barg entsprechen dem nominellen Saugdruck des [REDACTED] welcher Erdgas raus aus der Speicherleitung in andere Leitungen pumpt.

Das danach in den TKs inkl. der dazugehörigen Verrohrung verbleibende Gas mit einem minimalen Druck von 3 barg, muss, damit die entsprechenden Dichtungen nicht Schaden nehmen, in die Atmosphäre abgeblasen werden. Die geometrischen Volumina der zu den einzelnen TKs gehörigen Verrohrungen können auf den Plänen der Transitgas AG nachgewiesen werden (vgl. Anhang A1.1.1). Die geometrischen Volumina der TKs selbst belaufen sich, laut Schätzungen von Transitgas, auf ca. 1 m^3 . Leider existieren keine entsprechenden Nachweise, weshalb diese TK-Volumina für die Berechnung der Emissionsreduktionen vernachlässigt werden.

MOV-Venting bei Start/Stop TK (TK-MOVs, MOV 34 & MOV 35)

Abbildung 5 zeigt die vier grossen TKs (TK-A, TK-B, TK-C und TK-D) der Transitgas AG in Wolhusen. Alle mit MOV bezeichneten Elemente entsprechen einem mit Erdgas betriebenen Ventil (Motor Operated Valve).

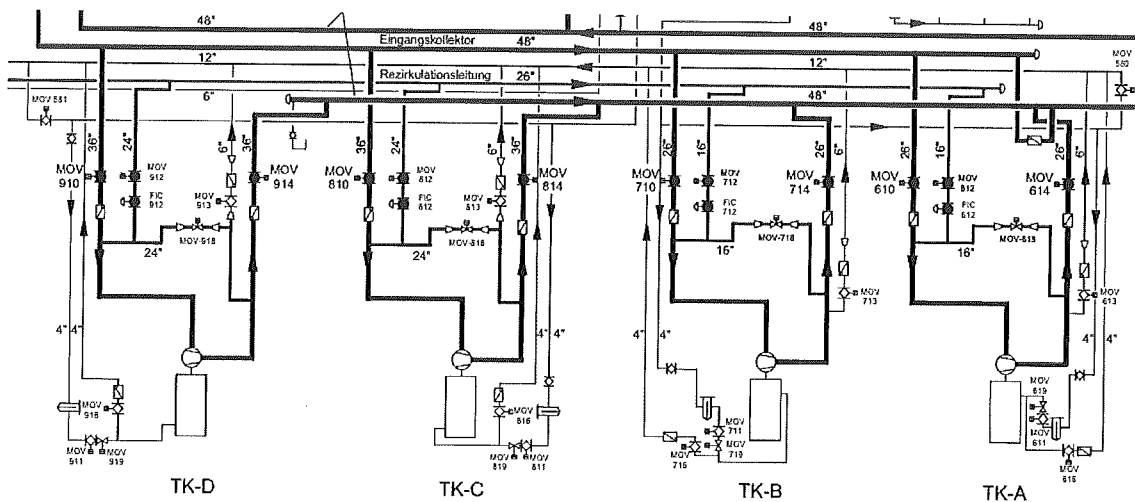


Abbildung 5: Schema der TKs in Wolhusen inkl. Verrohrung und dazugehörigen Ventilen.

Sobald die Kompressoren ausser Betrieb genommen werden, muss ein für jeden Kompressor spezifisches Set von Ventilen geschlossen werden (z.B. für TK-A: MOV 610 – MOV 618). So kann das im Kompressor-System befindliche Erdgas isoliert und via Kollektorleitung in die Speicherleitung TRG 13 abgeführt werden. Bei jeder Ausserbetriebnahme eines TK werden die zu diesem TK gehörigen Ventile geschlossen. Umgekehrt werden die Ventile bei jeder Inbetriebnahme der TKs wieder geöffnet. Ein Start/Stop-Zyklus eines TK entspricht daher, bezogen auf das für einen TK spezifische Set an Ventilen, zwei Ventil-Bewegungen.

Nachdem ein TK gestoppt wurde, wird zudem das für den Betrieb des TK verwendete Brenngas, welches sich nach der Ausserbetriebnahme vor der Brenngasanlage befindet und nun nicht mehr verwendet wird, bis zu einem minimalen Druck von 3 barg via Kollektorleitung in die Speicherleitung transportiert und ab einem Druck von 3 barg abgelassen. Zum Abtransport in die Speicherleitung dieses nicht mehr verwendeten Brenngases, ist das Ventil MOV 35 geöffnet und das Ventil MOV 34 geschlossen (vgl. **Error! Reference source not found.**). Sobald der Druckausgleich zwischen der Brenngasanlage und der Speicherleitung bei 3 barg stattgefunden hat, wird das Ventil MOV 34 geöffnet und das Ventil MOV 35 geschlossen, damit das Gas bei einem Druck von 3 barg abgelassen werden kann. Dies bedeutet, dass mit jedem Start/Stop einer TK, zusätzlich die Ventile MOV 34 & MOV 35 je zweimal bewegt werden (vgl. Anhang A3.1).

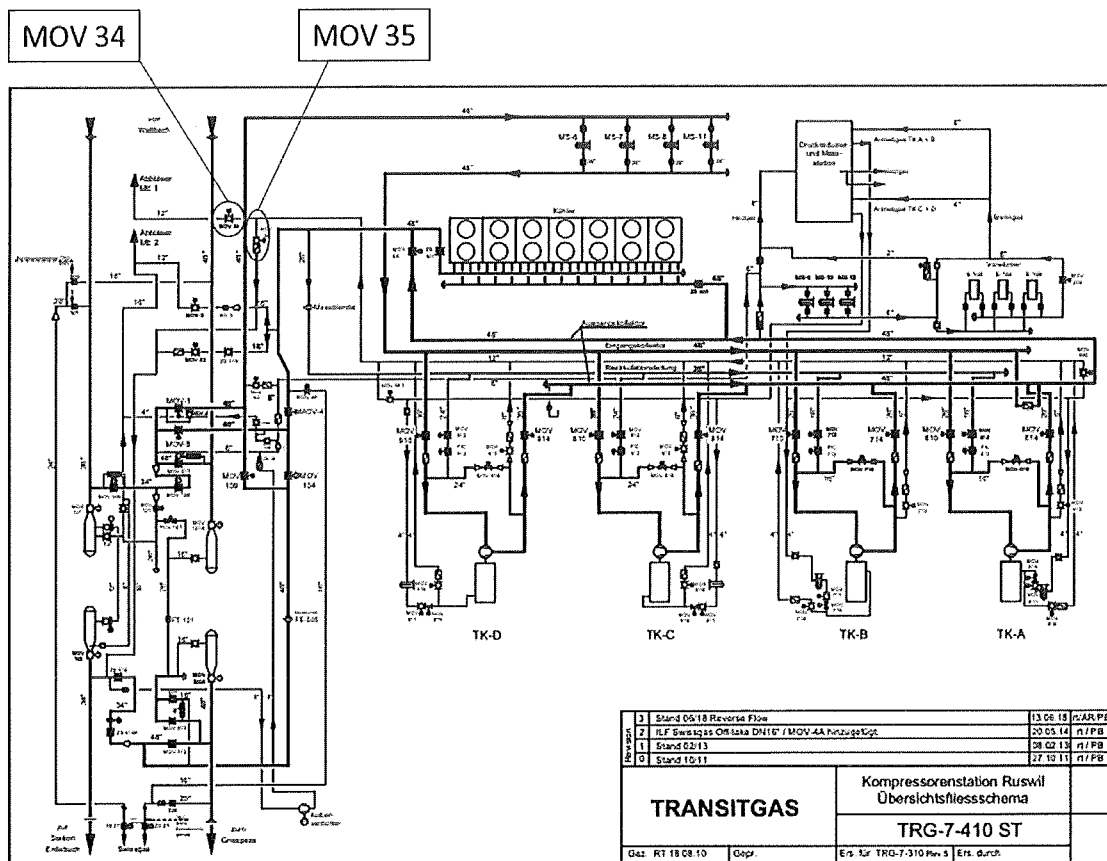


Abbildung 6: Ventile MOV 34 & MOV 35 markiert in Rot.

Venting MOV 5 & MOV 6a

Die beiden Ventile MOV 5 & MOV 6a, welche auf der Abbildung 7 rot markiert sind, sind zwei oft verwendete Ventile, welche ebenfalls im Rahmen dieses Projekts mit Massnahmen adressiert werden.

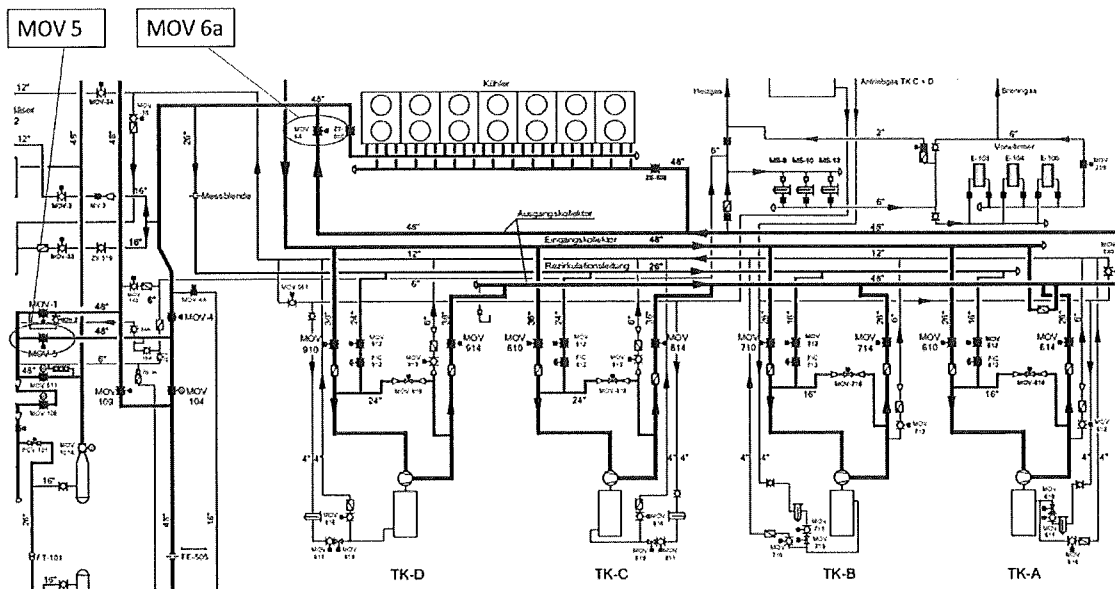


Abbildung 7: Kompressor-Station der Transitgas AG in Wolhusen mit dem rot markierten Ventil MOV 5 ganz links und dem rot markierten Ventil MOV 6a weiter oben.

Das Ventil MOV 5 ist ein zentrales Ventil zur Steuerung des Gasflusses von Nord nach Süd. Deshalb wird dieses Ventil relativ oft betätigt (vgl. Anhang A3.1). Da sich das Ventil an einer 48 Zoll Leitung befindet, handelt es sich um ein Ventil von grösserer Bauweise, welches, verglichen mit den Ventilen der TKs, entsprechend höhere Emissionen generiert.

Das Ventil MOV 6a ist ebenfalls ein oft verwendetes Ventil, welches am Ausgangskollektor installiert ist. Wenn das MOV 6a geschlossen ist, strömt Gas im Ausgangskollektor durch den sich rechts neben dem MOV 6a befindlichen Kühler. Dadurch wird das durch die TKs verdichtete und daher aufgewärmte Gas gekühlt, wodurch Schäden an isolierenden Leitungsumhüllungen vorgebeugt wird.

■■■■-Kompressor

Kompressoren der Firma ■■■■ sind modular aufgebaute Kolbenkompressoren (vgl. Anhang A1.1.4). In Kolbenkompressoren werden Kolben in Zylindern über eine Kurbelwelle hin und her bewegt. Dadurch ist es möglich Gase zu verdichten und mit höherem Druck wieder auszustossen. Dabei können mehrere Zylinder hintereinander geschaltet werden, sodass das Gas immer mehr verdichtet und das Delta zwischen dem anfänglichen Saugdruck und dem schlussendlichen Ausgangsdruck mit jedem Verdichtungsschritt erhöht wird. Diese hintereinandergeschalteten Verdichtungsphasen werden auch «Stufen» genannt.

Die Verdichtung von Gas in einem Kolbenkompressor wird technisch auf verschiedene Arten durchgeführt. Es gibt Kompressoren, in welchen das Gas in den Zylindern lediglich auf der Stirnseite des Zylinders angesaugt und auf der Stirnseite verdichtet wird. Andere Modelle sind in der Lage, sowohl bei der Hin- als auch bei der Rückbewegung des Kolbens Gas beidseitig anzusaugen und zu verdichten. So kann man z.B. mit zwei entsprechenden Zylindern eine 4-stufige Kompression erreichen (vgl. Abbildung 9).

Der in der Referenz bestehende ■■■■-Kompressor ist ein 2-zylindriges Modell der «BVTN-Reihe» (vgl. Anhang A1.1.4). Da es sich derzeit sowohl um ein 2-zylindriges Modell als auch um ein 2-stufiges Modell handelt, saugen und verdichten die heute installierten Zylinder das Gas nur einseitig auf der Stirnseite des Kolbens, wobei Gas bis zu einem Eingangsdruck von 3 barg angesaugt und bis zu einem Druck von 59 barg verdichtet werden kann (vgl. Anhang A1.1.5). Bezüglich Saugdruck bedeutet dies, dass, sobald der Eingangsdruck tiefer ist als 3 barg ist, der heutige ■■■■ Kompressor nicht mehr in der Lage ist, Gas anzusaugen und weiterzuleiten. Da ■■■■ Kompressoren mit elektrischem Strom betrieben werden, entstehen durch deren Betrieb keine nennenswerten THG-Emissionen (vgl. Anhang A1.1.4).

1.4.2 Projekt-/Programmziel

Ziel des Projekts ist es, technische Lösungen zur Anwendung zu bringen, welche es erlauben, die oben beschriebenen CH₄-Emissionen zu vermeiden oder auf ein Minimum zu reduzieren. Da die Anschaffung und der Betrieb der vorgesehenen Massnahmen unwirtschaftlich sind, soll der ausschlaggebende Anreiz zur Anschaffung dieser technischen Lösungen durch Schweizer Bescheinigungen (CHA) geschaffen werden.

1.4.3 Technologie

Im Folgenden werden die Massnahmen erläutert, mit welchen die CH₄-Emissionen aus den oben beschriebenen Prozessen adressiert werden sollen. Es handelt sich dabei um ein «Primary Vent Recovery System» und um einen «Seal Gas Booster», welcher vorerst nur im TK-A verbaut werden soll.

Primary Vent Recovery System (PVRS)

Die als «Primary Vent Recovery System» bezeichnete Massnahme beinhaltet die folgenden Elemente:

- Ein Upgrade des bestehenden [REDACTED]-Kompressors, welcher gespeichertes Erdgas zur Weiterverwendung aus der Speicherleitung pumpt. Durch das Upgrade wird die Saugleistung dieses Kompressors von heute 3 barg auf 0.3 barg erhöht, was dazu führt, dass der Mindestdruck in der Kollektorleitung der Transitgas AG auf 0.3 barg reduziert werden kann.
- Anschluss sowohl der TK-Ventile als auch der Ventile MOV 5, MOV 6a, MOV 34 und MOV 35 an eine Kollektorleitung, welche es erlaubt, das von diesen Ventilen emittierte Erdgas aufzufangen und in die Speicherleitung zu führen (adressierte Prozesse: «MOV-Venting bei Start/Stopp TK», «Venting MOV 5 & MOV 6a»).
- Anschluss der Primärentlüftungen der TKs an dieselbe Kollektorleitung, welche es erlaubt, das während dem Betrieb der TKs emittierte Erdgas (Schlupf) aufzufangen und in die Speicherleitung zu führen (adressierter Prozess: «Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb»).

Bereits an die Kollektorleitung angeschlossen sind die für den Transport von Erdgas verwendeten TKs inkl. der dazugehörigen Verrohrungen (ohne TK-Ventile). Durch den bereits vorhandenen Anschluss der TKs an die Kollektorleitung, wird Erdgas bereits heute nach einem Stillstand der TKs von höchstens 72 Stunden, bis zum heutigen Saugdruck des [REDACTED] Kompressors von 3 barg, in die Speicherleitung abgeführt und danach abgeblasen. Dank des CuboGas-Upgrades kann hier der Druck des Gases, welches abgeblasen wird, von 3 barg auf 0.3 barg reduziert werden (adressierter Prozess: «TK-Venting bei Stillstand»).

Abbildung 8 zeigt einerseits, als zentrales Element des Primary Vent Recovery Systems, die Aufrüstung des [REDACTED] Kompressors an der Speicherleitung. Andererseits werden in Abbildung 8 diejenigen Elemente des Primary Vent Recovery System gezeigt, welche im Zusammenhang mit den vier TKs neu an die Kollektorleitung angeschlossen werden:

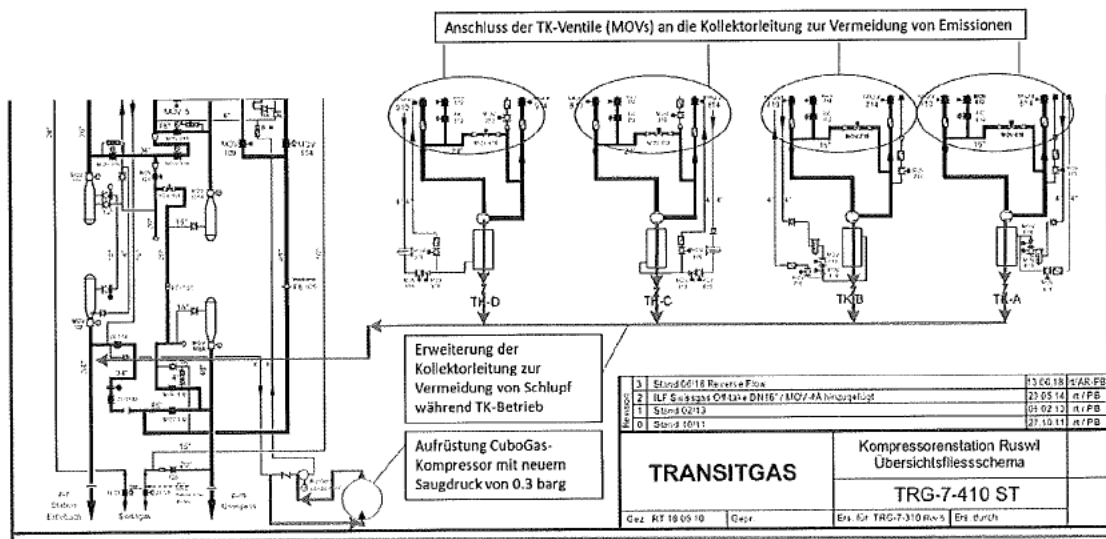


Abbildung 8: Vereinfachte Darstellung des «Primary Vent Recovery System» mit der Aufrüstung des CuboGas-Kompressors und denjenigen TK-Elementen, welche im Rahmen des PVRs neu an die Kollektorleitung angeschlossen werden.

Wie auf Abbildung 8 zu sehen ist, besteht das Primary Vent Recovery System grob gesagt aus den folgenden zwei Komponenten:

1. «Komponente Kollektorleitung»: Im Rahmen dieser Komponente, wird an verschiedenen Stellen der Anlage in Wolhusen emittiertes Gas gesammelt und in die Speicherleitung TRG 13 geführt. Bereits heute ist einer der im Projekt adressierten Prozesse an die Kollektorleitung angeschlossen («TK-Venting bei Stillstand»). Weitere Prozesse sollen im Rahmen dieses Projekts neu an die Kollektorleitung angeschlossen werden («Schlupf von Erdgas während

TK-Betrieb», «MOV-Venting bei Start/Stopp TK (TK-MOVs, MOV 34 & MOV 35)», «Venting MOV 5 & MOV 6».

2. «Komponente [REDACTED]: Im Rahmen dieser Komponente, wird der heute bestehende [REDACTED]-Kompressor, welcher an der Speicherleitung TRG 13 installiert ist, aufgerüstet, sodass die Saugleistung dieses Kompressors von 3 barg auf 0.3 barg erhöht wird. Dadurch werden die in der ersten Komponente anfallenden Emissionsreduktionen, welche durch den Anschluss von zusätzlichen Prozessen an die Speicherleitung entstehen, über die gesamte erste Komponente hinweg, weiter erhöht.

Durch das geplante Upgrade des [REDACTED]-Kompressors, welches weiter unten genauer beschrieben wird, kann zukünftig der Druck des Erdgases in der Speicherleitung, welches via Kollektorleitung gesammelt und in die Speicherleitung geführt wird, von heute 3 barg auf 0.3 barg gesenkt werden. Dadurch kann auch bei denjenigen Elementen Erdgas eingespart werden, welche heute schon an die bestehende Kollektorleitung angeschlossen sind (siehe Auflistung weiter oben). Obwohl durch das [REDACTED]-Upgrade der Saugdruck des [REDACTED]-Kompressors nicht bis 0 barg abgesenkt wird, entstehen im Projekt von den Ventilen und von der Primärentlüftung der TKs («Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb»), keine Projektemissionen. Dies weil sowohl die Ventile als auch die TKs neu an die Kollektorleitung angeschlossen werden. Somit werden die als Schlupf während dem Betrieb der TKs anfallenden Emissionen, wie auch die Emissionen durch den Ventil-Betrieb, in die Kollektorleitung «gedrückt». Die restlichen Prozesse bringen Projektemissionen in der Höhe von ca. 0.3 barg mit (vgl. Tabelle 1).

Das geplante Upgrade des [REDACTED]-Kompressors beinhaltet einen Tausch der heute verwendeten beiden Zylinder, welche einen 2-stufigen Betrieb ermöglichen. Die neu vorgesehenen Zylinder ermöglichen je einen 2-stufigen Betrieb, was gesamthaft eine Aufrüstung zu 4-stufigem Betrieb bedeutet.

In Abbildung 9 wird illustriert, wie sich das Upgrade auf die Verdichtungsschritte des Kompressors auswirken wird:

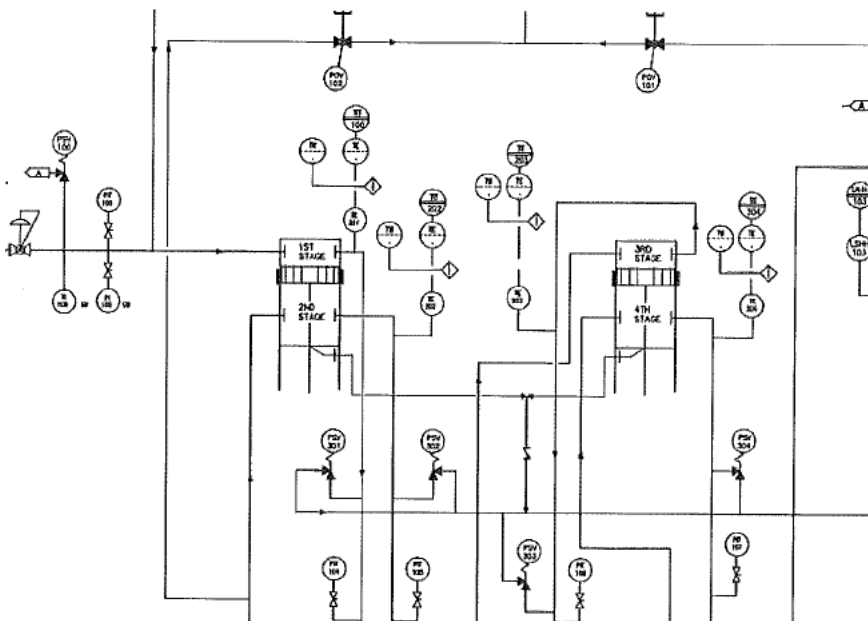


Abbildung 9: Skizze des CuboGas-Upgrades.

Wie in Abbildung 9 zu sehen ist, wird der [REDACTED]-Kompressor infolge des geplanten Upgrades in der Lage sein, Gas pro Zylinder auf beiden Seiten der Kolben zu verdichten, was einer Erhöhung der Kompressionsstufen von zwei auf vier bedeutet. Dadurch kann der Saugdruck auf 0.3 barg reduziert werden (vgl. Anhang A1.1.5).

Seal Gas Booster (SGB)

Wie in Kapitel 1.4.1 dargelegt, muss heute das Erdgas, welches bei einem TK-Stillstand von maximal 72 Stunden in den TKs verbleibt, in die Atmosphäre abblasen werden. Dies geschieht bis zu demjenigen Druck, welcher zum Zeitpunkt des Abblasens in der stationseigenen Speicherleitung vorherrscht. Wie weiter oben erklärt, reduziert das vorgesehene CuboGas-Upgrade diesen Druck in der Speicherleitung von 3 barg auf 0.3 barg.

Nun kann das Abblasen ab 0.3 barg bei Stillstand der TKs dadurch verhindert werden, dass man pro TK einen Seal Gas Booster (SGB) zum Einsatz bringt. Um die Funktionsweise eines Seal Gas Boosters besser verstehen zu können, werden im Folgenden zwei Abbildungen präsentiert, welche den Zustand mit und den Zustand ohne SGB darstellen.

In Abbildung 10 wird die Situation ohne SGB illustriert. Auf dem linken Teil der Abbildung 10 ist schematisch dargestellt, wie der Dichtungs-Gasstrom vom Kompressor-Ausgang her über eine Filteranlage (links unten), mit der Gasversorgung der Primärdichtung verbunden ist. Im Falle der Darstellung auf der Abbildung 10, steht der Kompressor still. Dies hat zur Konsequenz, dass kein Gas mit Hilfe der Kompressor-Leistung über eine Filteranlage geführt wird und als gereinigtes Dichtungsgas mit relativ zum (Saug-)Druck des verschmutzten Prozessgases leicht erhöhtem Druck auf die Dichtung geführt wird. Dadurch wird es möglich, dass schmutziges Prozessgas über die Labyrinth-Dichtung in die Dichtung gelangt (Abbildung 10 (linker roter Pfeil)). Dadurch kann die Dichtung mit schmutzigem Gas kontaminiert und beschädigt werden (vgl. Kapitel 1.4.1).

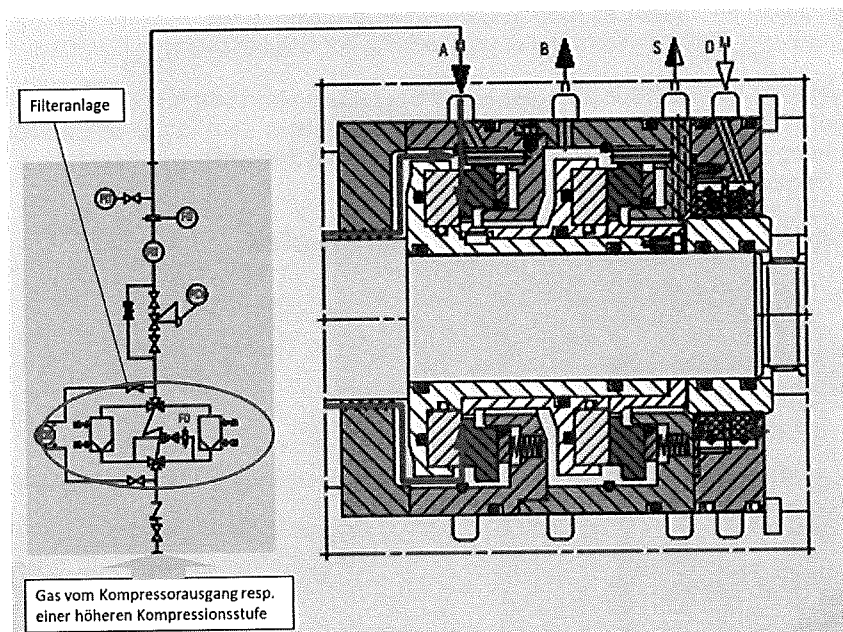


Abbildung 10: Schematische Darstellung der Verbindung des Kompressor-Ausgangs via Filteranlage mit der Gasversorgung Primärdichtung (Quelle: <https://www.eagleburgmann.ch/media/admin-area/web/newsletter/solution-flyer/eagleburgmann-reliable-gas-supply-solution-for-compressors-rotechbooster>).

In der Abbildung 11 wird die Situation mit SGB illustriert. Auf dem linken Teil der Abbildung 11 ist wiederum schematisch dargestellt, wie der Dichtungs-Gasstrom vom Kompressor-Ausgang her über eine Filteranlage (links unten) und einem SGB (im linken Schema rot dargestellt), mit der Gasversorgung der Primärdichtung verbunden ist. Im Falle der Darstellung auf der Abbildung 11, steht der Kompressor, wie in Abbildung 10, ebenfalls still. Durch den Betrieb des SGB's, wird nun aber die im Dichtungsgas-Kreislauf fehlende TK-Leistung kompensiert, was dazu führt, dass gefiltertes Gas mit relativ zum Kompressor-Eingang erhöhtem Druck, auf die Primärdichtung geführt wird. Dadurch strömt das gefilterte und daher saubere Gas auf die Primärdichtung und verlässt diese wieder durch die

Labyrinth-Dichtung in Richtung Kompressor-Eingang, wo der Gasdruck relativ gering ist (vgl. Kapitel 1.4.1).

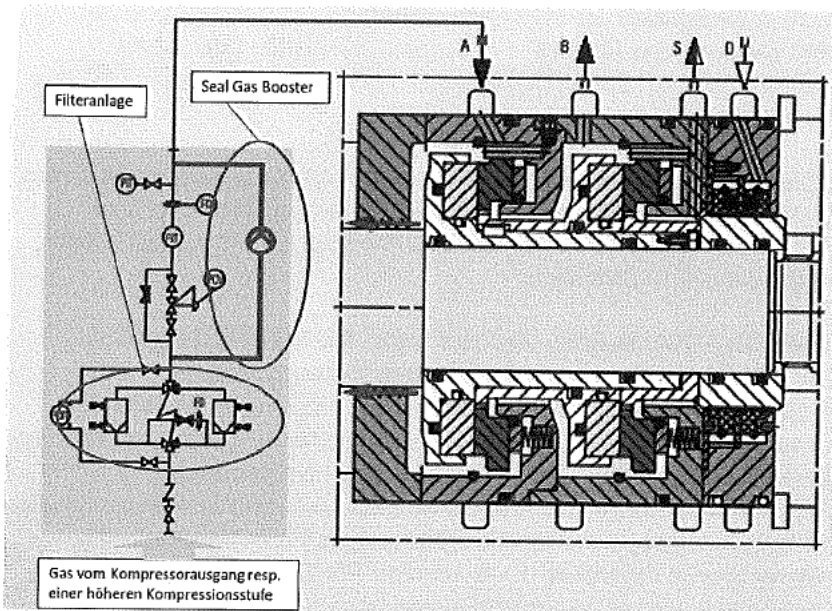


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Verbindung des Kompressor-Ausgangs via Filteranlage mit der Gasversorgung Primärdichtung (Quelle: <https://www.eagleburgmann.ch/media/admin-area/web/newsletter/solution-flyer/eagleburgmann-reliable-gas-supply-solution-for-compressors-rotechbooster>).

Als SGB wird in diesem Projekt ein «RoTechBooster» der Firma [REDACTED] verbaut. Dabei handelt es sich um das Model 180L-120. Dies ist ein mit Elektrizität betriebener Zentrifugalkompressor mit 7.5 kW Leistung (vgl. Anhang A1.1.6). Der SGB wird an der Verrohrung zwischen der Filteranlage und der Gasversorgung der Primärdichtung installiert (vgl. Abbildung 11).

Auf Abbildung 12 ist ein entsprechend installierter SGB zur Illustration abgebildet.

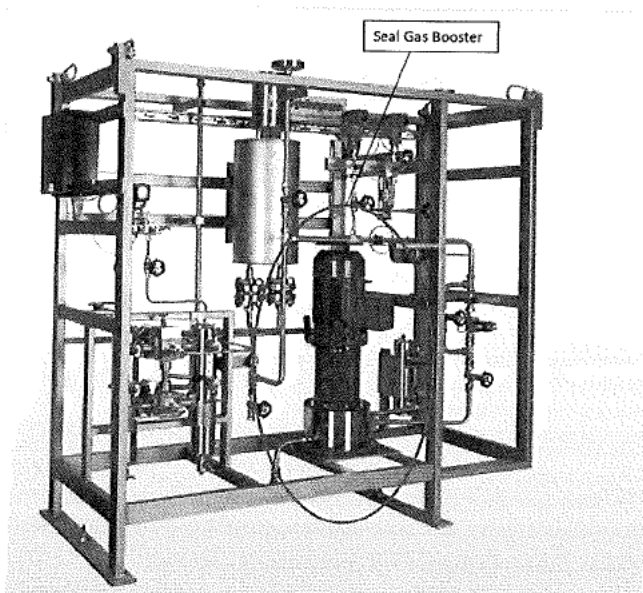


Abbildung 12: Filtersystem eines Zentrifugalkompressors für Erdgas mit integriertem RoTechBooster (SGB) von der Firma [REDACTED] (wie geplant bei Transitgas).

Da zurzeit nicht vollends klar ist, wie sich der Erdgasmarkt in den nächsten Jahren verhält, wird vorerst nur der TK-A mit einem SGB ausgerüstet. In diesem Sinne muss sich erst noch zeigen, ob die

TKs B-D in Zukunft auf eine ausreichend hohe Betriebsdauer kommen, sodass sich die Installation eines SGB auch für die TKs B-D lohnen würde.

Dies bedeutet, dass, im Falle von TK-A, auch nach einem Stillstand von mehr als 72 Stunden, kein Erdgas mehr in die Atmosphäre abgeblasen werden muss (vgl. Anhang A3.1). Falls in Zukunft weitere TKs mit SGBs ausgerüstet werden, wird, um wesentlichen Änderungen vorzubeugen, im Rahmen dieses Projekts darauf verzichtet, die daraus resultierenden ER in Bescheinigungen umzuwandeln.

Zusammenfassung

In der Tabelle 1 werden nun zusammenfassend alle in diesem Projekt adressierten Prozesse aufgelistet und nummeriert. Zudem wird dargestellt, inwiefern diese Prozesse durch die ergriffenen Massnahmen betroffen sind und ob dadurch Projektemissionen entstehen.

Mit PVRS und/oder SGB adressierter Prozess	Neu an der Kollektorleitung (PVRS)	Betroffen durch das CuboGas-Upgrade (PVRS)	PE
1. TK-Venting bei Stillstand	Nein (bereits angeschlossen)	Ja	Falls SGB (TK-A): Nein Sonst: Ja
2. Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb	Ja	Ja	Nein
3. MOV-Venting bei Start/Stop TK	Ja	Ja	Nein
4. Venting MOV 5 & MOV 6a	Ja	Ja	Nein

Tabelle 1: Zusammenfassung der adressierten Prozesse und deren Betroffenheit von ergriffenen Massnahmen.

1.5 Referenzszenario

Das Referenzszenario ist dasjenige Szenario, welches ohne Zuhilfenahme des Erlöses aus Bescheinigungen, die höchste Eintretenswahrscheinlichkeit hat. Es werden die folgenden zwei Szenarien betrachtet:

1. Weiter wie bisher: Das Projekt wird ohne den Erlös aus Bescheinigungen nicht umgesetzt.
2. Umsetzung ohne Bescheinigungen: Das Projekt würde auch ohne den Beitrag durch Bescheinigungen umgesetzt werden.

Die Beurteilung der beiden Referenzszenarien wird unter Einbezug der für dieses Projekt durchgeführten Wirtschaftlichkeitsanalyse durchgeführt. In diesem Sinne wird konstatiert, ob das Projekt ohne Bescheinigungen wirtschaftlich ist oder nicht. Falls das Projekt ohne Bescheinigungen wirtschaftlich wäre, würde das Szenario 2 zur Baseline gemacht. Falls das Projekt ohne Bescheinigungen unwirtschaftlich wäre, wäre das Szenario 1 die Baseline des Projekts.

Gemäss der Wirtschaftlichkeitsanalyse in Kapitel 4, ist die Umsetzung dieses Projekts, ohne die Zuhilfenahme von Bescheinigungen, stark unwirtschaftlich. Die Transitgas AG würde dieses Projekt aufgrund der schlechten Wirtschaftlichkeit nicht ohne finanzielle Unterstützung aus Bescheinigungen durchführen. Auf Basis dieser Erkenntnisse wird klar, dass auch das Referenzszenario 1 für dieses Projekt gültig ist.

Daher wird das Szenario 1 (weiter wie bisher) als Referenzszenario dieses Projekts definiert.

1.6 Termine

Termine	Datum	Spezifische Bemerkungen
Umsetzungsbeginn	19.04.2021	Der Umsetzungsbeginn fand am 19.04.2021 statt (vgl. Anhang A1.2.6).
Wirkungsbeginn	01.12.2021	Der Wirkungsbeginn ist, von pandemiebedingten Verzögerungen abgesehen, geplant per Ende 2021.

	Anzahl Jahre	Spezifische Bemerkungen
Dauer des Projektes/Programms in Jahren:	15 Jahre	Die Dauer des Projekts orientiert sich mit 15 Jahren an der standardisierten Nutzungszeit der im Projekt verbauten Kompressoren (SGB und Aufrüstung CuboGas) (vgl. Anhang A1.2.5).

	Datum	Spezifische Bemerkungen
Beginn 1. Kreditierungsperiode: <i>Vgl. Mitteilung, Abschnitt 2.10</i>	Ab Umsetzungsbeginn	-
Ende 1. Kreditierungsperiode:	Umsetzungsbeginn + 7 Jahre	

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

2.1 Finanzhilfen

Gibt es für das Projekt/Programm bzw. Vorhaben zugesprochene oder erwartete Finanzhilfen⁷?

- 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

Die TRG verbrennt am Standort Wolhusen Erdgas in den TKs der Kompressor-Station. Diese Tätigkeit fällt unter das EHS. Aufgrund der Teilnahme am EHS, ist die Transitgas AG, was den Betrieb der TKs in Wolhusen betrifft, von der CO₂-Abgabe befreit.

Die Transitgas AG ist aufgrund der vier TKs in Wolhusen Teil des CH-EHS. Durch die in diesem Projekt umgesetzten Massnahmen, wird der Betrieb der Turbinen in Wolhusen nicht beeinflusst. Die Turbinen werden weder hinsichtlich ihrer Betriebsdauer noch hinsichtlich ihrer CO₂-Emissionen von den in diesem Projekt umgesetzten Massnahmen beeinflusst. Es wird auch kein Erdgas im Rahmen des Projekts in die Speicherleitung geführt und danach wieder für den Betrieb der Turbinen verbrannt, ohne dass dieses Erdgas erfasst würde.

Im Kontext dieses Projekts wird Erdgas als Brenngas bezeichnet, sobald dieses Erdgas in die EHS-Systemgrenze eintritt. Dies ist dann der Fall, sobald für den Betrieb der TKs in Wolhusen Erdgas an die Transitgas verrechnet wird. Derartiges Brenngas wird in diesem Kompensationsprojekt nicht für Emissionsreduktionen angerechnet. Daher sind Doppelzählungen zwischen dem CH-EHS und diesem Kompensationsprojekt ausgeschlossen.

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

In diesem Projekt werden keine weiteren Finanzhilfen bezogen. Das Projekt wird nur beim BAFU registriert. Die daraus resultierenden Bescheinigungen fliessen exklusiv an KliK. Demnach sind keine Doppelzählungen möglich und keine Wirkungsaufteilungen nötig.

⁷ 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

3.1 Systemgrenze und Emissionsquellen

Systemgrenze

Die Systemgrenze des Projekts ist in Abbildung 13 dargestellt. CH₄ strömt in Form von Erdgas über das Leitungssystem der Transigas AG in die Turbokompressoren (TK-A, TK-B, TK-C, TK-D), in die Ventilylinder, welche zum Betrieb der für das Projekt relevanten Ventile nötig sind.

Während dem Betrieb der TKs, gelangt im Referenzszenario Erdgas als Schlupf durch die Kompressor-Dichtungen in die Atmosphäre. Dieses Erdgas wird durch das Primary Vent Recovery System (PVRS) im Projektszenario vollständig aufgefangen. Wenn die TKs stillstehen, wird das in den TKs befindliche Erdgas nach spätestens 72 Stunden abgelassen – im Referenzszenario bis ca. 3 barg und im Projektszenario bis ca. 0.3 barg. Dies trifft aber nicht auf das Erdgas zu, welches sich bei Stillstand in der TK-A befindet, weil dieses Erdgas via Seal Gas Booster, trotz Stillstand der TK-A, weiterhin gefiltert und auf die Primärdichtung geleitet wird (vgl. Kapitel 1.4.3). Dadurch verbleibt dieses Erdgas in der TK-A und muss nicht abgelassen werden.

Die Zylinder der für das Projekt relevanten Ventile werden im Rahmen des Ventilbetriebs ebenfalls mit Erdgas aus dem Leitungsnetz der Transigas AG versorgt (vgl. Kapitel 1.4.1). Dieses Zylindergas würde im Referenzfall in die Atmosphäre gelangen, während dieses Gas im Projektfall durch das Primary Vent Recovery System (PVRS) vollständig aufgefangen wird.

Von der Speicherleitung wird das Erdgas vom an der Speicherleitung angeschlossenen CuboGas-Kompressor wieder in das Leitungsnetz der Transigas AG gepumpt und daher wieder aus der Systemgrenze heraus transportiert.

In der Abbildung 13 wird die Systemgrenze des Projekts mit allen Erdgasgasströmen und Emissionen dargestellt. Die Anschrift «CH₄» bezieht sich immer auf CH₄ aus Erdgas.

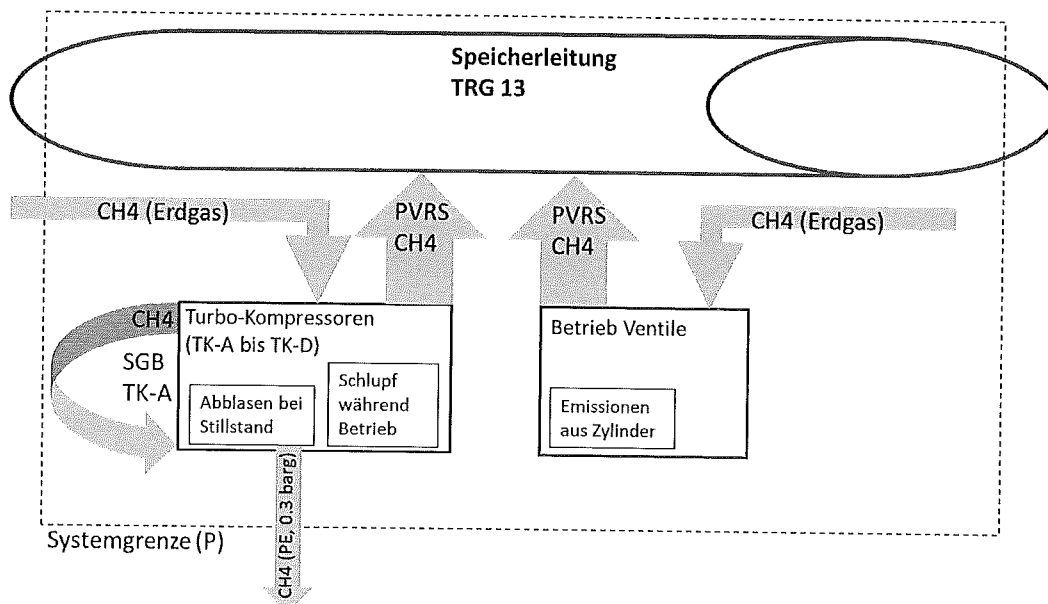


Abbildung 13: Darstellung der Systemgrenze des Projektszenarios.

Zur besseren Verständlichkeit wird auf Abbildung 14 zudem auch noch die Systemgrenze des Referenzszenarios dargestellt.

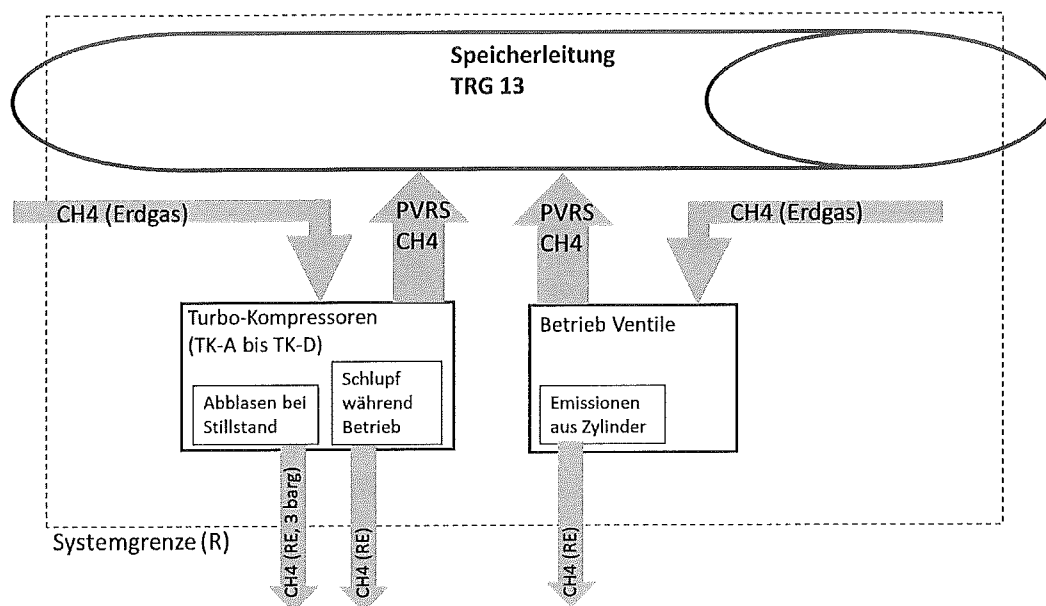


Abbildung 14: Darstellung der Systemgrenze des Referenzszenarios.

Direkte und indirekte Emissionsquellen

	Quelle	Gas	Enthalten	Begründung / Beschreibung
Projektmissionen	TK-Venting bei Stillstand	CH ₄	Ja (abgesehen von TK-A (SGB))	Spätestens nach 72 Stunden Stillstand wird das bei 0.3 barg in den TKs verbleibende Erdgas abgeblasen.
	Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb	CH ₄	Nein	Die Primärentlüftung der TKs wird neu an die Kollektorleitung angehängt, womit alle durch Schlupf verursachten Emissionen vollständig verhindert werden.
	MOV-Venting bei Start/Stopp TK	CH ₄	Nein	Die MOVs werden neu an die Kollektorleitung angehängt, womit alle durch MOVs verursachten Emissionen vollständig verhindert werden.
	Venting MOV 5 & MOV 6a	CH ₄	Nein	MOVs werden neu an die Kollektorleitung angehängt, womit dadurch alle Emissionen vollständig verhindert werden.
	TK-Betrieb	CO ₂	Nein	Für den Betrieb der TKs wird Erdgas verbrannt, wodurch CO ₂ -Emissionen anfallen. Diese CO ₂ -Emissionen fallen identisch sowohl als PE als auch als RE an. Deshalb wird auf eine Erfassung dieser Emissionen verzichtet.
Referenzentwicklung des Projekts	TK-Venting bei Stillstand	CH ₄	Ja	Spätestens nach 72 Stunden TK-Stillstand, wird das bei ca. 3 barg in den TKs verbleibende Erdgas abgeblasen.
	Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb	CH ₄	Ja	Die Primärentlüftung der TKs ist nicht an die Kollektorleitung angeschlossen, womit der gesamte TK-Schlupf in die Atmosphäre entweicht.
	MOV-Venting bei Start/Stopp TK	CH ₄	Ja	Keine MOVs sind an die Kollektorleitung angeschlossen, womit alle Emissionen aus dem Betrieb der MOVs in die Atmosphäre entweichen.
	Venting MOV 5 & MOV 6a	CH ₄	Ja	Dito
	TK-Betrieb	CO ₂	Nein	Für den Betrieb der TKs wird Erdgas verbrannt, wodurch CO ₂ -Emissionen anfallen. Diese CO ₂ -Emissionen fallen identisch sowohl als PE als auch als RE an. Deshalb wird auf eine Erfassung dieser Emissionen verzichtet.

3.2 Einflussfaktoren

Als Einflussfaktor ist das Wetter zu nennen und in diesem Zusammenhang die Temperatur und der barometrische Druck. Die Temperatur und der barometrische Druck fließen ein in die Berechnungen der Emissionsverminderungen und werden entsprechend betrachtet (vgl. Kapitel 5.2).

Zurzeit gibt es keine gesetzlichen Vorschriften, welche das Emittieren von Erdgas einschränken oder gar verbieten. Zudem sind keine absehbaren rechtlichen Änderungen bekannt, die dazu führen, dass das Projekt von Gesetzes wegen durchgeführt werden müsste.

3.3 Leakage

In diesem Projekt werden keine emissionsverursachenden Komponenten ersetzt, welche ausserhalb der Systemgrenze Emissionen generieren könnten. Die einzigen Komponenten, welche in diesem Projekt ersetzt werden, sind die im Referenzszenario verwendeten Zylinder des CuboGas, welche alt sind und nach deren Ersetzung fachgerecht entsorgt werden. Es werden auch keine Produkte eingesetzt, welche anderswo fehlen könnten und damit Emissionen generieren könnten. Damit kann der Schluss gezogen werden, dass im Rahmen dieses Projekts kein Leakage generiert wird.

3.4 Projektemissionen/Emissionen der Vorhaben

Zur Berechnung der Projektemissionen werden in einem ersten Schritt die Projektemissionen in Nm³ pro Jahr gesondert bezüglich dem folgenden für Projektemissionen relevanten Prozess berechnet:

- TK-Venting bei Stillstand

In einem zweiten Schritt werden die Projektemissionen in Nm³ pro Jahr zusammenfassend dargestellt und in t CO₂eq pro Jahr umgerechnet.

TK-Venting bei Stillstand

Der Turbokompressor TK-A wird mit einem SGB ausgestattet. Dies führt dazu, dass das Erdgas, welches bei 0.3 barg in der TK-A verbleibt, nicht abgeblasen werden muss (vgl. Kapitel 1.4.3). Dieses Abblasen wird aber im Falle von TK-B, von TK-C und von TK-D, auch im Projekt der Fall sein.

Zur Berechnung dieser Projektemissionen aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand», muss gemäss Formel (1), zuerst die entsprechende Anzahl Normkubikmeter Gas / Venting berechnet werden:

$$(1) \quad NV_{PE_{St,i,nonSGB},y} = \frac{T_N}{T_{B,PE_{St}}} * \frac{p_{Baro_R} + p_{B,PE_{St},i,nonSGB},y}{p_N} * V_{Geom,i,nonSGB} * \frac{1}{K}$$

Wobei:

$NV_{PE_{St,i,nonSGB},y}$	Normvolumen des pro Venting von TK _{i,nonSGB} abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» bei 0.3 barg im Jahr y [Nm ³] Wobei: TK _{i,nonSGB} = Nicht mit einem SGB ausgerüsteter TK _i (TK-B, TK-C, TK-D)
T_N	Normtemperatur [°C] = 273.15 K
$T_{B,PE_{St}}$	Betriebstemperatur von abgeblasenem Gas aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» bei 0.3 barg [°C] = 12°C (vgl. Anhang A3.1 (Berechnung) und Anhang A1.1.8 zum Nachweis).
p_{Baro_R}	Barometrischer Druck in Wolhusen [bar] = 0.936162 bar (vgl. Kap. 5)
$p_{B,PE_{St},i,nonSGB},y$	Betriebsdruck des pro Venting von TK _{i,nonSGB} abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [barg] = 0.3 barg (vgl. Anhang A3.1 (Berechnung) und Anhang A1.1.5 zum Nachweis)
p_N	Normdruck [barg] = 1.01325 bar
$V_{Geom,i,nonSGB}$	Geometrisches Volumen der TK _{i,nonSGB} [m ³] (vgl. Anhang A3.1 (Berechnung) und dort referenzierte Konstruktionspläne zum Nachweis).
K	Spezifische Kompressibilitätszahl (K – Zahl) für jede Berechnung innerhalb dieses Prozesses [-] (vgl. Anhang A3.1, Tabellenblatt «Input» (Zeile 55 ff.) und Tabellenblätter «TRG 2018», «TRG 2019», «TRG 2020»).

Danach kann unter Anwendung von Formel (2) für TK_i im Jahr y über alle Ventings hinweg die als PE emittierte Menge an Gas aggregiert werden:

$$(2) \quad NV_{PE_{St},i_{nonSGB},y} = \sum_{v=Venting\ 1}^{Venting\ n} NV_{PE_{St},i_{nonSGB},v,y}$$

Wobei:

$NV_{PE_{St},i_{nonSGB},y}$	Aggregiertes Normvolumen des im Projektszenario von TK _{i_{nonSGB}} abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [Nm ³]
-----------------------------	--

Durch Anwendung der Formel (3) werden die Normvolumina der von den TK_{i_{nonSGB}} abgeblasenen Mengen an Gas aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y aggregiert. So kann das gesamte aus diesem Prozess abgeblasene Gas für das Jahr y berechnet werden:

$$(3) \quad NV_{PE_{St},y} = \sum_{i=TK-A}^{TK-D} NV_{PE_{St},i_{nonSGB},y}$$

Wobei:

$NV_{PE_{St},y}$	Aggregiertes Normvolumen des im Projektszenario abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [Nm ³]
------------------	---

Für die Berechnung der ex-ante Emissionen, mit welchen die erwarteten Emissionsverminderungen in Kapitel 3.6 hergeleitet werden, wird jeweils der Durchschnitt aus den Jahren 2018, 2019 und 2020 berechnet. Für den Prozess «TK-Venting bei Stillstand» ergibt sich dahingehend bezüglich des Parameters $NV_{PE_{St},y}$ ein Durchschnittswert von **1745.28 Nm³ Gas** (vgl. Anhang A 3.1).

Zusätzliche Reduktion durch SGB (nur TK-A)

Im Rahmen dieses Projekts, wird ausschliesslich im TK-A ein SGB verbaut. Ohne diesen SGB in der TK-A, wären die zuvor berechneten 1745.28 Nm³ höher ausgefallen. Durch Anwendung der Formel (4) wird illustrativ berechnet, um welchen Betrag die zuvor berechnete Projektemission von 1745.28 Nm³, ohne den Einsatz eines SGB's in der TK-A, höher ausgefallen wäre:

$$(4) \quad NV_{PE_{St},TK-A,v,y} = \frac{T_N}{T_{B,PE_{St}}} * \frac{p_{BaroR} + p_{B,PE_{St},TK-A,v,y}}{p_N} * V_{Geom_TK-A} * \frac{1}{K}$$

Wobei:

$NV_{PE_{St},TK-A,v,y}$	Normvolumen des pro Venting von TK-A abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» bei 0.3 barg im Jahr y [Nm ³]
T_N	Normtemperatur [°C] = 273.15 K
$T_{B,PE_{St}}$	Betriebstemperatur von abgeblasenem Gas aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» bei 0.3 barg [°C] = 12°C (vgl. Anhang A3.1 (Berechnung) und Anhang A1.1.8 zum Nachweis).
p_{BaroR}	Barometrischer Druck in Wolhusen [bar] = 0.936162 bar (vgl. Kap. 5)
$p_{B,PE_{St},TK-A,v,y}$	Betriebsdruck des pro Venting von TK-A abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [barg] = 0.3 barg (vgl. Anhang A3.1 (Berechnung) und Anhang A1.1.5 zum Nachweis)
p_N	Normdruck [barg] = 1.01325 bar
V_{Geom_TK-A}	Geometrisches Volumen der TK-A [m ³] = 22.04 m ³ (vgl. Anhang A3.1 (Berechnung) und dort referenzierte Konstruktionspläne zum Nachweis).
K	Spezifische Kompressibilitätszahl (K – Zahl) für jede Berechnung innerhalb dieses Prozesses [-] (vgl. Anhang A3.1, Tabellenblatt «Input» (Zeile 55 ff.) und Tabellenblätter «TRG 2018», «TRG 2019», «TRG 2020»).

Danach kann unter Anwendung von Formel (5) für TK-A im Jahr y über alle Ventings hinweg die als PE emittierte Menge an Gas aggregiert werden:

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung in der Schweiz

$$(5) \quad NV_{PE_{St},TK-A,y} = \sum_{v=Venting\ 1}^{Venting\ n} NV_{PE_{St},TK-A,v,y}$$

Wobei:

$NV_{PE_{St},TK-A,y}$	Aggregiertes Normvolumen der im Projektszenario des Prozesses «TK-Venting bei Stillstand» durch die Installation eines SGB im TK-A vermiedenen Emissionen im Jahr y [Nm^3] (vgl. Anhang A3.1)
-----------------------	---

Für die Berechnung der ex-ante Emissionen, mit welchen die erwarteten Emissionsverminderungen in Kapitel 3.6 hergeleitet werden, wird jeweils der Durchschnitt aus den Jahren 2018, 2019 und 2020 berechnet. Für den Prozess «TK-Venting bei Stillstand» ergibt sich dahingehend bezüglich des Parameters $NV_{PE_{St},TK-A,y}$ ein Durchschnittswert von **491 Nm^3** Gas, welche durch die Installation eines SGB in der TK-A zusätzlich vermieden werden (vgl. Anhang A 3.1).

Berechnung der Projektemissionen

In Formel (6) wird das finale für die Berechnung der ex-ante Projektemissionen relevante Normvolumen an Erdgas dargestellt:

$$(6) \quad NV_{PE,y} = NV_{PE_{St},y}$$

Wobei:

$NV_{PE,y}$	Aggregiertes und für Projektemissionen relevantes Normvolumen an Erdgas im Jahr y [Nm^3]
-------------	--

Für die Jahre 2018, 2019 und 2020 ergibt sich bezüglich des Parameters $NV_{PE,y}$ ein Durchschnittswert von **1'745.28 Nm^3** Gas (vgl. Anhang A 3.1).

Anhand der Anzahl Normkubikmeter können die Projektemissionen unter Anwendung von Formel (7) berechnet werden:

$$(7) \quad PE_y = NV_{PE,y} * \rho_{Erdgas} * GWP_{CH_4}$$

Wobei:

PE_y	Projektemissionen im Jahr y [$t\ CO_{2eq}$]
ρ_{Erdgas}	Dichte Erdgas [$t\ CH_4/Nm^3$] = 0.000795 $t\ CH_4/Nm^3$
GWP_{CH_4}	Global Warming Potential von CH_4 [$t\ CO_2/t\ CH_4$] = 25

Für die Jahre 2018, 2019 und 2020 ergibt sich daraus eine durchschnittliche Projektemission von **34.69 $t\ CO_2$** Gas (vgl. Anhang A 3.1).

3.5 Referenzentwicklung

Das Referenzszenario umfasst, neben den drei Prozessen resp. Emissionsquellen des Projektszenarios, zusätzlich noch Emissionen aus den Prozessen «Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb», «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» und «Venting MOV 5 & MOV 6a».

Die Emissionsquellen der Referenzemissionen können gesamthaft den folgenden vier Prozessen zugeordnet werden:

- TK-Venting bei Stillstand
- Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb
- MOV-Venting bei Start/Stopp TK
- Venting MOV 5 & MOV 6a

Wie schon weiter oben in der Berechnung der Projektemissionen, werden auch in der Berechnung der Referenzemissionen, in einem ersten Schritt die Referenzemissionen in Nm³ Erdgas pro Jahr bezüglich jeden Prozesses gesondert dargelegt.

In einem zweiten Schritt werden die Referenzemissionen in Nm³ pro Jahr aggregiert und in t CO_{2eq} pro Jahr umgerechnet.

TK-Venting bei Stillstand

Wenn sich die Kompressoren in Stillstand befinden, müssen die TKs spätestens nach 72 Stunden entlüftet werden (vgl. Kapitel 1.4.1). Ausgehend vom Gasdruck und der Gastemperatur sowie dem geometrischen Volumen, welches entlüftet wird, kann gemäss der Formel (8) berechnet werden, wie viele Nm³ Gas dabei pro Jahr in die Atmosphäre entweichen:

$$(8) \quad NV_{RE_{St.,i,v,y}} = \frac{T_N}{T_{B,RE_{St.}}} * \frac{p_{B,RE_{St.,i,v,y}} + p_{Baro_R}}{p_N} * V_{Geom,i} * \frac{1}{K}$$

Wobei:

$NV_{RE_{St.,i,v,y}}$	Normvolumen des von TK _i abgeblasenen Gases pro Venting aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» bei ca. 3 barg im Jahr y [Nm ³]
T_N	Normtemperatur [°C] = 273.15 K
$T_{B,RE_{St.}}$	Betriebstemperatur des von TKs abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» bei ca. 3 barg [°C] = 12°C (vgl. Anhang A3.1 (Berechnung) und Anhang A1.1.8 zum Nachweis).
p_{Baro_R}	Barometrischer Druck in Russwil [bar] = 0.936162 barg (vgl. Kap. 5)
$p_{B,RE_{St.,i,v,y}}$	Betriebsdruck des von TK _i abgeblasenen Gases pro Venting aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» bei im Jahr y [barg] (vgl. Anhang A3.1)
p_N	Normdruck [barg] = 1.01325 bar
$V_{Geom,i}$	Geometrisches Volumen der TK _i [m ³] (vgl. Anhang A3.1 (Berechnung) und dort referenzierte Konstruktionspläne zum Nachweis).
K	Spezifische Kompressibilitätszahl (K – Zahl) für jede Berechnung innerhalb dieses Prozesses [-] (vgl. Anhang A3.1, Tabellenblatt «Input» (Zeile 55 ff.) und Tabellenblätter «TRG 2018», «TRG 2019», «TRG 2020»).

Danach kann unter Anwendung von Formel (9) für TK_i im Jahr y über alle Ventings hinweg die als RE emittierte Menge an Gas aggregiert werden:

$$(9) \quad NV_{RE_{St.,i,y}} = \sum_{v=Venting\ 1}^{v=Venting\ n} NV_{RE_{St.,i,v,y}}$$

Wobei:

$NV_{PE_St,i_nonSGB,y}$	Aggregiertes Normvolumen des im Referenzszenario von TK _i abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [Nm ³]
---------------------------	--

Durch Anwendung der Formel (10) werden die Normvolumina der von den TK_i abgeblasenen Mengen an Gas aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y aggregiert. So kann das gesamte aus diesem Prozess abgeblasene Gas für das Jahr y berechnet werden:

$$(10) \quad NV_{RE_St,y} = \sum_{i=TK-A}^{TK-D} NV_{RE_St,i,y}$$

Wobei:

$NV_{RE_St,y}$	Aggregiertes Normvolumen des im Referenzszenario abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [Nm ³]
-----------------	--

Auch für die Berechnung der ex-ante Referenzemissionen, mit welchen die erwarteten Emissionsverminderungen in Kapitel 3.6 hergeleitet werden, wird jeweils der Durchschnitt aus den Jahren 2018, 2019 und 2020 berechnet. Für den Prozess «TK-Venting bei Stillstand» ergibt sich dahingehend bezüglich des Parameters $NV_{RE_St,y}$ ein Durchschnittswert von **11'342.27 Nm³ Gas** (vgl. Anhang A 3.1)

Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb

Der Schlupf von Erdgas, während dem Betrieb der TKs, kann berechnet werden unter Einbezug der Betriebsstunden und des spezifischen Schlupfes jedes TK's, welcher in Abhängigkeit der verwendeten Dichtungen vom Hersteller deklariert wird. In Formel (11) wird dies mathematisch dargestellt:

$$(11) \quad NV_{RE_Betr,i,y} = t_{TKi,y} * S_{Spez,i}$$

Wobei:

$NV_{RE_Betr,i,y}$	Normvolumen des im Referenzszenario von TK _i als Schlupf während dem Betrieb im Jahr y entweichenden Erdgases [Nm ³]
$t_{TK,i,y}$	Betriebszeit der TK _i im Jahr y [h] (vgl. Anhang A3.1)
$S_{Spez,i}$	Spezifischer Schlupf von Erdgas während dem Betrieb der TK _i [Nm ³ /h] (vgl. Anhang A3.1 und dort referenzierte Nachweisdokumente)

Durch Anwendung der Formel (12) werden die Normvolumina des von TK_i als Schlupf verlorenen Gases aus dem Prozess «Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb» im Jahr y aggregiert. So kann das gesamte aus diesem Prozess verlorene Gas für das Jahr y berechnet werden:

$$(12) \quad NV_{RE_Betr,y} = \sum_{i=TK-A}^{TK-D} NV_{RE_Betr,i,y}$$

Wobei:

$NV_{RE_Betr,y}$	Aggregiertes Normvolumen des im Referenzszenario via Schlupf verlorenen Gases aus dem Prozess «Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb» im Jahr y [Nm ³]
-------------------	--

Für den Prozess «Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb» ergibt sich für die Jahre 2018, 2019 und 2020 bezüglich des Parameters $NV_{RE_Betr,y}$ ein Durchschnittswert von **36'694.96 Nm³ Gas** (vgl. Anhang A 3.1).

MOV-Venting bei Start/Stopp TK

Jedes Mal, wenn ein TK sowohl gestartet als auch gestoppt wird, müssen spezifische Ventile betätigt werden (vgl. Kapitel 1.4.1). Der Betrieb dieser gasbetriebenen Ventile verursacht bei jeder Betätigung CH₄-Emissionen, welche gemäss der Formel (13), wie folgt berechnet werden:

$$(13) \quad NV_{RE_{MVS},k,i,y} = \frac{T_N}{T_{B,RE_{MVS}}} * \frac{p_{Baro_R} + p_{B,RE_{MVS},k,i,y}}{p_N} * V_{Geom,k} * \frac{1}{K} * TK_{S,i,y} * B_{MOV_{TKS}}$$

Wobei:

$NV_{RE_{MVS},k,i,y}$	Normvolumen des bei Start/Stop von TK _i von Ventil k abgeblasenen Gases aus dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stop TK» im Jahr y [Nm ³]
T_N	Normtemperatur [°K] = 273.15 K
$T_{B,RE_{MVS}}$	Betriebstemperatur des bei Start/Stop von TKs abgeblasenen Gases aus dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stop TK» [°C] = Klimatologische Aussentemperatur Wolhusen (vgl. Anhang A3.1 & Kap. 5).
p_{Baro_R}	Barometrischer Druck in Wolhusen [bar] = 0.936162 bar (vgl. Kap. 5)
$p_{B,RE_{MVS},k,i}$	Durchschnittlicher Betriebsdruck des bei Start/Stop von TK _i , von Ventil k abgeblasenem Gas aus dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stop TK» [barg] (vgl. Anhang A3.1 und dort referenziertes Nachweisdokument)
p_N	Normdruck [bar] = 1.01325 bar
$V_{Geom,k}$	Geometrisches Volumen von MOV _k [m ³]
K	Spezifische Kompressibilitätszahl (K – Zahl) für jede Berechnung innerhalb dieses Prozesses [-] (vgl. Anhang A3.1, Tabellenblatt «Input» (Zeile 55 ff.) und Tabellenblätter «TRG 2018», «TRG 2019», «TRG 2020»).
$TK_{S,i,y}$	Anzahl Starts TK _i im Jahr y [-]
$B_{MOV_{TKS}}$	Anzahl MOV-Bewegungen pro TK-Start = 2

Durch Anwendung der Formel (14) werden die Normvolumina an Erdgas in Nm³ aggregiert, welche von zu TK_i gehörigen Ventilen stammen und im Jahr y dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stop TK» zugeschrieben werden können. So kann das gesamte aus diesem Prozess abgeblasene Gas aus zu TK_i gehörigen Ventilen für das Jahr y berechnet werden:

$$(14) \quad NV_{RE_{MVS},i,y} = \sum_{k=MOV_{i1}}^{MOV_{in}} NV_{RE_{MVS},k,i,y}$$

Wobei:

$NV_{RE_{MVS},i,y}$	Aggregiertes Normvolumen im Referenzszenario von Erdgas, welches von TK _i zugehörigen Ventilen stammt und im Jahr y dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stop TK» zugeordnet werden kann [Nm ³]
$MOV_{x,i}$	Das erste im Prozess «MOV-Venting bei Start/Stop TK» betrachtete und der TK _i zugehörige Ventil (vgl. Kapitel 1.4.1).
$MOV_{n,i}$	Das letzte im Prozess «MOV-Venting bei Start/Stop TK» betrachtete und der TK _i zugehörige Ventil (vgl. Kapitel 1.4.1).

Durch Anwendung der Formel (15) werden die Normvolumina des von zu TK_i gehörigen Ventilen emittierten Gases aus dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stop TK» für alle 4 TKs im Jahr y aggregiert. So kann das gesamte aus diesem Prozess abgeblasene Gas für das Jahr y berechnet werden:

$$(15) \quad NV_{RE_{MVS},y} = \sum_{i=TK-A}^{TK-D} NV_{RE_{MVS},i,y}$$

Wobei:

$NV_{RE_{MVS},y}$	Aggregiertes Normvolumen des im Referenzszenario von Erdgas, welches im Jahr y dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stop TK» zugeordnet werden kann [Nm ³]
-------------------	--

Es sei darauf hingewiesen, dass die Emissionen aus dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» nur im Rahmen der Referenzentwicklung anfallen. In der Projektentwicklung, wo die Ventile an das PVRS angehängt sind, entstehen keine Emissionen durch diesen Prozess (vgl. Kapitel 1.4.3 (Beschreibung PVRS)). Daher sind für diesen Prozess die Projektemissionen gleich null.

Für den Prozess «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» ergibt sich für die Jahre 2018, 2019 und 2020 bezüglich des Parameters $NV_{RE_MVS,y}$ ein Durchschnittswert von **591.49 Nm³ Gas** (vgl. Anhang A 3.1).

Venting MOV 5 & MOV 6a

Unabhängig von den Starts der TKs, fallen auch Emissionen an durch den Betrieb der Ventile MOV 5 & MOV 6a an, welche ebenfalls an das PVRS angeschlossen werden (vgl. Kapitel 1.4.3). Die entsprechenden Emissionen können unter Anwendung der Formel (16) berechnet werden:

$$(16) \quad NV_{RE_{MV},y} = \frac{T_N}{T_{B,RE_{MV}}} * \frac{p_{Baro,R} + p_{B,RE_{MV}}}{p_N} * V_{Geom_MV} * \frac{1}{K} * B_{MV,y}$$

Wobei:

$NV_{RE_MV,y}$	Normvolumen des von den Ventilen MOV 5 & MOV 6a abgeblasenen Gases aus dem Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» im Jahr y [Nm ³]
T_N	Normtemperatur [°C] = 273.15 K
T_{B,RE_MV}	Betriebstemperatur des von den Ventilen MOV 5 & MOV 6a abgeblasenen Gases aus dem Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» [°C] = Klimatologische Aussentemperatur Wolhusen (vgl. Anhang A3.1 & Kap. 5).
p_{Baro_R}	Barometrischer Druck in Wolhusen [bar] = 0.936162 bar (vgl. Kap. 5).
p_{B,RE_MV}	Durchschnittlicher Betriebsdruck des von den Ventilen MOV 5 & MOV 6a abgeblasenem Gas aus dem Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» [barg] = 37.92 barg (vgl. Anhang A3.1).
p_N	Normdruck [barg] = 1.01325 bar
V_{Geom_MV}	Aggregiertes geometrisches Volumen der Ventile MOV 5 & MOV 6a [m ³] = 0.17 m ³ (vgl. Anhang A3.1).
K	Spezifische Kompressibilitätszahl (K – Zahl) für jede Berechnung innerhalb dieses Prozesses [-] (vgl. Anhang A3.1, Tabellenblatt «Input» (Zeile 55 ff.) und Tabellenblätter «TRG 2018», «TRG 2019», «TRG 2020»).
$B_{MV,y}$	Aggregierte Anzahl Bewegungen MOV 5 & MOV 6a im Jahr y (vgl. Anhang A3.1).

Auch für diesen Prozess sei darauf hingewiesen, dass die Emissionen aus dem Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» nur im Rahmen der Referenzentwicklung anfallen. In der Projektentwicklung, wo die Ventile an das PVRS angeschlossen sind, entstehen keine Emissionen durch diesen Prozess (vgl. Kapitel 1.4.3 (Beschreibung PVRS)). Daher sind für diesen Prozess die Projektemissionen gleich null.

Für den Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» ergibt sich für die Jahre 2018, 2019 und 2020 bezüglich des Parameters $NV_{RE_NV,y}$ ein Durchschnittswert von **817.37 Nm³ Gas** (vgl. Anhang A 3.1).

Berechnung der Referenzemissionen

Nun können gemäss Formel (17) die oben berechneten Normkubikmeter Gas aggregiert werden:

$$(17) \quad NV_{RE_{agg},y} = NV_{RE_{St},y} + NV_{RE_{Betr},y} + NV_{RE_{MVS},y} + NV_{RE_{MV},y}$$

Wobei:

$NV_{RE_{agg},y}$	Aggregiertes und für Referenzemissionen relevantes Normvolumen an Erdgas im Jahr y [t CO _{2eq}]
-------------------	---

Für die Jahre 2018, 2019 und 2020 ergibt sich bezüglich des Parameters $NV_{RE_{agg},y}$ ein Durchschnittswert von **49'446.10 Nm³ Gas** (vgl. Anhang A 3.1).

Nun können unter Anwendung der Anzahl Normkubikmeter gemäss der Formel (18) die Referzemissionen in Tonnen CO₂eq berechnet werden:

$$(18) \quad RE_y = NV_{RE_{agg,y}} * \rho_{Erdgas} * GWP_{CH_4}$$

Wobei:

RE_y	Referzemissionen im Jahr y [t CO ₂ eq]
ρ_{Erdgas}	Dichte Erdgas [t CH ₄ /Nm ³] = 0.000795 t CH ₄ /Nm ³
GWP_{CH_4}	Global Warming Potential von CH ₄ [t CO ₂ /t CH ₄] = 25

Für die Jahre 2018, 2019 und 2020 ergibt sich daraus eine durchschnittliche Referzemission von **982.74 t CO₂eq** (vgl. Anhang A 3.1).

3.6 Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante)

Gemäss der Formel (19), wird für die Berechnung der ex-ante erwarteten Emissionsverminderungen, für jedes Projektjahr die Differenz gebildet, aus den erwarteten Referenz- und den erwarteten Projektemissionen sowie dem zu erwartenden Leakage (vgl. Anhang A3.1). Wie zuvor schon dargelegt, berechnet sich die für das Jahr y erwartete Emissionsverminderung aus den Mittelwerten der Projekt- und der Referzemissionen sowie dem Leakage aus den Jahren 2018, 2019 und 2020.

$$(19) \quad ER_y = RE_{Mean_{18-20}} - PE_{Mean_{18-20}} - L_{Mean_{18-20}}$$

Wobei:

ER_y	Pro Jahr y zu erwartende Emissionsverminderung [t CO ₂ eq] = 1'070.26 t CO ₂
$RE_{Mean_{18-20}}$	Durchschnittliche Referzemissionen aus den Jahren 2018 - 2020 [t CO ₂ eq] = 983 t CO ₂
$PE_{Mean_{18-20}}$	Durchschnittliche Projektemissionen aus den Jahren 2018 - 2020 [t CO ₂ eq] = 35 t CO ₂
$L_{Mean_{18-20}}$	Durchschnittliches Leakage aus den Jahren 2018 - 2020 [t CO ₂ eq] = 0 t CO ₂

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung in der Schweiz

Kalenderjahr ⁸	Erwartete Referenzentwicklung (in t CO ₂ eq)	Erwartete Projekt-emissionen ⁹ (in t CO ₂ eq)	Schätzung der Leakage (in t CO ₂ eq)	Erwartete Emissionsverminderungen (in t CO ₂ eq)
1. Kalenderjahr: 2021 Annahme Zeitpunkt Wirkungsbeginn: 01.12.21	82	3	0	79
2. Kalenderjahr: 2022	983	35	0	948
3. Kalenderjahr: 2023	983	35	0	948
4. Kalenderjahr: 2024	983	35	0	948
5. Kalenderjahr: 2025	983	35	0	948
6. Kalenderjahr: 2026	983	35	0	948
7. Kalenderjahr: 2027	983	35	0	948
8. Kalenderjahr: 2028	901	32	0	869

In der 1. Kreditierungsperiode (= Summe 1.-8. Kalenderjahr)	6'881	245	0	6'636
Über die Projektdauer	14'745	525	0	14'220

Die erwarteten RE, PE und ER im ersten und im letzten Jahr der ersten Kreditierungsperiode ergeben sich durch den Wirkungsbeginn, welcher am 01.12.2021 erwartet wird. Dementsprechend werden im ersten Jahr die erwarteten Emissionen dividiert durch 12 und im letzten Jahr werden 11/12 der erwarteten Emissionen angenommen.

⁸ Anzugeben sind die gesamthaft während eines Kalenderjahres (1.1. bis 31.12.) erwarteten Emissionsverminderungen. Die Tabelle beginnt mit dem Jahr des Umsetzungsbeginns. Ist der Umsetzungsbeginn des Projekts/Programms nicht am 1.1. eines Jahres, muss ein 8. Kalenderjahr einbezogen werden. Das 1. und 8. Kalenderjahr sind dann jeweils unterjährig und ergeben zusammen genau 12 Monate.

Falls es um eine Verlängerung der Kreditierungsperiode geht, ist die Tabelle für die entsprechende neue Kreditierungsperiode auszufüllen (Daten ab Ende der vorhergehenden Kreditierungsperiode)

⁹ Sowohl Werte eines einzelnen Vorhabens als auch eine Abschätzung der Werte des gesamten Programms. Tabelle bei Programmen kopieren.

4 Nachweis der Zusätzlichkeit

Analyse der Zusätzlichkeit

Ohne Bescheinigungen würde die Transigas AG dieses Projekt nicht umsetzen und damit weiterhin grosse Mengen an CH₄ unverbrannt in die Atmosphäre entlassen. Die Umsetzung des Projekts ist für die Transigas AG mit grossen Mehrkosten und einem stark negativen Nettobarwert verbunden. Wie sich in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zeigt, ist unter Einbezug von Bescheinigungen der Nettobarwert über die Projektlaufzeit hinweg immer noch negativ, kann aber klar verbessert werden und in den Bereich eines «Break-Even» gebracht werden. Der Nettobarwert wird durch die Bescheinigungen substantiell verbessert, was für die Transigas AG den Ausschlag gibt, das Projekt unter Einbezug von Bescheinigungen durchzuführen. Die Erlöse aus Bescheinigungen konstituieren damit den entscheidenden Faktor zur Umsetzung dieses Projekts.

Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die Zusätzlichkeit des Projekts wird über eine Benchmarkanalyse bestätigt, in welcher, unter Einbezug der Investitionskosten bei Projektstart, für jedes Projektjahr die Betriebskosten dem finanziellen Wert des geretteten Gases gegenübergestellt werden. Daraus kann über die Projektlaufzeit ein Nettobarwert und ein IRR berechnet werden. Da der Gas-Wert von den Schwankungen des Gaspreises abhängt und schwer prognostizierbar ist, wird für die Berechnungen der Zusätzlichkeit mit dem maximalen Gaspreis aus der Periode [REDACTED] gerechnet (vgl. Anhang A4.1). Daraus ergeben sich durch die im Projekt umgesetzten Massnahmen [REDACTED]. Dem gegenüber stehen bei Projektstart einmalige Investitionskosten von [REDACTED] und nach Projektstart Betriebskosten von [REDACTED]. Daraus ergibt sich, ohne Einbezug von Bescheinigungen, über eine Projektlaufzeit von 15 Jahren und unter Einbezug einer Diskontierungsrate von [REDACTED], ein Nettobarwert von [REDACTED] (vgl. Anhang A4.1).

Unter Einbezug der erwarteten Bescheinigungen, kann der Nettobarwert des Projekts in den Bereich eines «Break-Even» angehoben werden. Die Bescheinigungen konstituieren daher für die Transigas AG den entscheidenden Anreiz für die Durchführung des Projekts.

Sensitivitätsanalyse

In der Sensitivitätsanalyse wurden die Investitionskosten und der Gaspreis um jeweils 20% nach oben und nach unten variiert. In der Tabelle 2 sind die Ergebnisse für die Sensitivität der Investitionskosten gezeigt. Selbst bei einer Reduktion der Investitionskosten um 20% bleibt der Cash-Flow ohne Bescheinigungen immer noch stark negativ.

		NPV ohne Bescheinigungen
Sensitivitätsanalyse Investitionskosten (CHF)	Investitionskosten [CHF]	

Tabelle 2: Sensitivität der Investitionskosten.

In der Tabelle 3 sind die Ergebnisse für die Sensitivität des Gaspreises dargestellt. Darin zeigt sich, dass die Projektkosten auch bei einer Erhöhung des Gaspreises um 20% ohne Bescheinigungen immer noch stark negativ sind und das Projekt demnach seine Zusätzlichkeit nicht verliert.

		NPV ohne Bescheinigungen
Sensitivitätsanalyse Gaspreis (CHF)	Gaspreis [CHF/Nm³]	

Tabelle 3: Sensitivität des Gaspreises.

Erläuterungen zu anderen Hemmnissen

Andere Hemmnisse sind für dieses Projekt nicht von Relevanz.

Übliche Praxis

Alle im Rahmen des Projekts adressierten Prozesse sind für den reibungslosen Betrieb der Station Wolhusen der Transitgas AG unumgänglich. Während dieses Betriebs entstehen Emissionen von Erdgas aus den Ventilen sowie aus den in Wolhusen von der Transitgas betriebenen Turbokompressoren.

Es existieren keine gesetzlichen Vorschriften, die das Emittieren von Erdgas einschränken. Zudem ist die Umsetzung von geeigneten Massnahmen zur Verminderung der in der Baseline dieses Projekts anfallenden Treibhausgasemissionen, sehr teuer und unwirtschaftlich (vgl. Kapitel 4). Daher entspricht es der gängigen Praxis, dass die während dem Stationsbetrieb anfallenden Emissionen von Erdgas ungehindert in die Atmosphäre abgelassen werden (vgl. Anhang A3.1).

5 Aufbau und Umsetzung des Monitorings

5.1 Beschreibung der gewählten Nachweismethode

Die Transigas AG plant ihren gesamten Standort Wolhusen am PVRS anzuhängen. Dies bedeutet, dass auch die Emissionen einer Vielzahl von ganz kleinen Ventilen, durch die Inbetriebnahme des PVRS vermieden werden. In der Berechnung der Emissionsverminderungen dieses Projekts, wurde für jede Emissionsquelle abgewogen, zwischen den geschätzten Transaktionskosten für den Aufwand der ex-ante Beschreibung sowie der allgemeinen Datenerfassung resp. der Berechnung der Emissionsverminderungen und der Höhe der zu erwartenden Emissionsverminderungen der betrachteten Emissionsquelle. In diesem Sinne ist es wirtschaftlich nicht zielführend, jedes auch noch so kleine Ventil in die Beschreibungen und Berechnungen aufzunehmen, welches schlussendlich nur einen verhältnismässig geringen Anstieg der Emissionsverminderungen generiert, aber in der Erfassung und dem zusätzlichen Management von Daten genauso aufwändig ist. Diese Tatsache zeigt einerseits auf, dass in diesem Projekt de facto mehr Erdgas aufgefangen wird, als im Rahmen des Monitorings berechnet wird, was einen robusten Beitrag dazu darstellt, dass die effektiv beantragten Bescheinigungen nicht überschätzt werden. Andererseits zeigt dies auf, dass eine Bestimmung der erzielten Emissionsverminderungen mit einem zentralen Gaszähler am CuboGas-Kompressor der Speicherleitung nicht genauer und aufwändiger ist. Dies weil dadurch aus den TKs und aus nicht angeschlossenen Ventilen einiges an Gas gemessen würde, welches im Rahmen des vorliegenden Kompensationsprojekts nicht anrechenbar wäre und wiederum über Berechnungen abgezogen werden müsste. Zudem müsste man in der zuvor präsentierten ex-ante Berechnung der Emissionsverminderungen, die ganze Station Wolhusen beschreiben, was einem sehr grossen Aufwand entsprechen würde, ohne dabei substantielle Gewinne an Emissionsverminderungen zu generieren.

Aufgrund dieser Umstände, wird ein Monitoringkonzept bevorzugt, in welchem das Erdgas jeweils direkt in Zusammenhang mit der jeweiligen Emissionsquelle bestimmt wird. Vom Ansatz her unterscheiden sich die ex-ante und die ex-post Berechnungen der Emissionsverminderungen daher nicht.

Im Monitoring werden die folgenden Parameter gemessen:

TK-Venting bei Stillstand

$P_{B, PEep_St.,i_nonSGB,v,y}$	Ex-post Betriebsdruck des pro Venting von TK_{i_nonSGB} abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [barg] – gemessen in der Speicherleitung bei Druckausgleich mit TK_{i_nonSGB} vor dem Abblasen.
$T_{B, PEep_St.,i_nonSGB,v,y}$	Ex-post Betriebstemperatur des pro Venting von TK_{i_nonSGB} abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [barg] – gemessen in TK_{i_nonSGB} vor dem Abblasen.
$T_{B, REep_St.,i,v,y}$	Ex-post Betriebstemperatur des pro Venting von TK_i abgeblasenem Gas aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [°C] - gemessen im TK_i bei Druckausgleich mit der Speicherleitung vor dem Abblasen.

Schlupf während TK-Betrieb

$t_{TKep,i,y}$	Ex-post Betriebszeit der TK_i im Jahr y [h]
----------------	---

MOV-Venting bei Start/Stopp TK

$p_{B,REep_MVS,k,i,y}$	Durchschnittlicher ex-post Betriebsdruck des bei Start/Stopp von TK_i , von Ventil k abgeblasenem Gas aus dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» im Jahr y [barg] – gemessen im Ventilzylinder von MOV_k vor dem Abblasen.
$TK_{s,i,y}$	Anzahl Starts TK_i im Jahr y [-]

Die Ventile sind und werden, aufgrund zu hoher Transaktions- und Betriebskosten, nicht mit Thermometern ausgerüstet. Für die Betriebstemperatur des Gases kann in guter Näherung die Aussentemperatur angenommen werden. Dies weil die Ventilzylinder aus unisoliertem und dünnwandigem Metall bestehen. Abweichungen der Leitungstemperatur von der Aussentemperatur werden höher sein als die Aussentemperatur, weil sich das Gas infolge von Verdichtungsprozessen erwärmt. Daher ist die Annahme der Aussentemperatur konservativ.

Venting MOV 5 & MOV 6a

$p_{B,REep_MV,k,y}$	Ex-post Betriebsdruck des von MOV_k abgeblasenem Gas aus dem Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» im Jahr y [barg] - gemessen im Ventilzylinder von MOV_k vor dem Abblasen.
$B_{MV,k,y}$	Anzahl Bewegungen von MOV_k im Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» im Jahr y

Die Ventile sind und werden, aufgrund zu hoher Transaktions- und Betriebskosten, nicht mit Thermometern ausgerüstet. Für die Betriebstemperatur des Gases kann in guter Näherung die Aussentemperatur angenommen werden. Dies weil die Ventilzylinder aus unisoliertem und dünnwandigem Metall bestehen.

Die restlichen Parameter werden ex-post aus anderen Parametern berechnet, bzw. wurden bereits ex-ante bestimmt. Auf die Erfassung der Emissionen, welche durch die Verbrennung von Erdgas für den Betrieb der TKs anfallen, wird im Monitoring des Projekts verzichtet, da diese Emissionen sowohl im Referenz- als auch im Projektfall, in genau gleichem Umfang anfallen. In einigen Fällen werden die ex-post Referenzemissionen dadurch bestimmt, dass aus den ex-ante verwendeten Werten für die Jahre 2018, 2019 und 2020 der Durchschnittswert verwendet wird (vgl. Kapitel 5.2.1). Die ex-post gemessenen Werte können in die Berechnungsvorlage (vgl. Anhang A5.1) eingefügt werden.

Bezüglich des barometrischen Druckes gilt es festzuhalten, dass dieser im Verlauf eines Jahres nur sehr geringfügig variiert. Im Beispiel der von MeteoSchweiz betriebenen Wetterstation in Langnau i.E. sieht man, dass der gemessene barometrische Druck, über das gesamte Jahr 2020 hinweg um 14.4 hPa variierte. Dies entspricht 1.44% eines Bars (0.0144 Bar) und ist für die Berechnung von Normvolumina an Gas in diesem Projekt vernachlässigbar. Deshalb wird für jegliche Emissionsberechnungen in diesem Projekt der mit der barometrischen Höhenformel berechnete barometrische Druck auf der Meereshöhe der TRG-Station in Wolhusen berechnet und verwendet (vgl. Anhang A3.1).

5.2 Ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen

5.2.1 Formeln zur ex-post Berechnung erzielter Emissionsverminderungen

Ex-post Projektemissionen

Wie schon in der ex-ante Berechnung, werden auch für die Berechnung ex-post in einem ersten Schritt die Projektemissionen in Nm^3 pro Jahr gesondert und bezüglich den folgenden für Projektemissionen relevanten Prozess dargelegt:

- TK-Venting bei Stillstand

In einem zweiten Schritt werden die Projektemissionen in Nm³ pro Jahr aggregiert und ex-post in t CO₂eq pro Jahr umgerechnet.

TK-Venting bei Stillstand

Wie in Kapitel 1.4.3 dargelegt, soll nur der Turbokompressor TK-A mit einem SGB ausgestattet werden. Dies führt dazu, dass das Erdgas, welches nach dem Druckausgleich mit der Speicherleitung in der TK-A verbleibt, nicht abgeblasen werden muss (vgl. Kapitel 1.4.3). Projektemissionen im Prozess «TK-Venting bei Stillstand» fallen daher nur von den restlichen TKs an, in welchen kein SGB installiert wurde.

Zur Berechnung der ex-post Projektemissionen aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand», muss gemäss Formel (20), zuerst die entsprechende Anzahl Normkubikmeter Gas berechnet werden:

$$(20) \quad NV_{PEepSt,i,nonSGB,v,y} = \frac{T_N}{T_{B,PEepSt,i,nonSGB,v,y}} * \frac{p_{BaroR} + p_{B,PEepSt,i,nonSGB,v,y}}{p_N} * V_{Geom,i,nonSGB} * \frac{1}{K}$$

Wobei:

$NV_{PEepSt,i,nonSGB,v,y}$	Ex-post Normvolumen des pro Venting von TK _{i,nonSGB} abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» [Nm ³] Wobei: TK _{i,nonSGB} = Nicht mit einem SGB ausgerüsteter TK _i
T_N	Normtemperatur [°C] = 273.15 K
$T_{B,PEepSt,i,nonSGB,v,y}$	Ex-post Betriebstemperatur des pro Venting an von TK _{i,nonSGB} abgeblasenem Gas aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [barg] – gemessen im TK _{i,nonSGB} bei Druckausgleich mit der Speicherleitung vor dem Abblasen.
p_{BaroR}	Barometrischer Druck in Wolhusen [bar] = 0.936162 bar (vgl. Kap. 5)
$p_{B,PEepSt,i,nonSGB,v,y}$	Ex-post Betriebsdruck des pro Venting von TK _{i,nonSGB} abgeblasenem Gas aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [barg] – gemessen in der Speicherleitung bei Druckausgleich mit TK _{i,nonSGB} vor dem Abblasen.
p_N	Normdruck [barg] = 1.01325 bar
$V_{Geom,i,nonSGB}$	Geometrisches Volumen der TK _{i,nonSGB} [m ³] (vgl. Anhang A3.1 (Berechnung) und dort referenzierte Konstruktionspläne zum Nachweis).
K	Kompressibilitätszahl (K – Zahl) [-] – hergeleitet durch eine lineare Interpolation mit Ausgangswerten, wie dargestellt im Anhang A3.1, Tabellenblatt «Input», Zeilen 55 ff.

Danach kann unter Anwendung von Formel (21) für TK_i im Jahr y über alle Ventings hinweg die als PE emittierte Menge an Gas aggregiert werden:

$$(21) \quad NV_{PEepSt,i,nonSGB,y} = \sum_{v=Venting}^n NV_{PEepSt,i,nonSGB,v,y}$$

Wobei:

$NV_{PEepSt,i,nonSGB,y}$	Ex-post aggregiertes Normvolumen des im Projektszenario von TK _{i,nonSGB} abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [Nm ³]
--------------------------	--

Durch Anwendung der Formel (22) werden ex-post die Normvolumina des von TK_{i,nonSGB} abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y aggregiert. So kann das gesamte aus diesem Prozess abgeblasene Gas für das Jahr y berechnet werden:

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung in der Schweiz

$$(22) \quad NV_{PEep_{St},y} = \sum_{i=TK-A}^{TK-D} NV_{PEep_{St},i,nonSGB,y}$$

Wobei:

$NV_{PEep_{St},y}$	Für ex-post Projektemissionen aggregiertes Normvolumen an abgeblasenem Gas aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [Nm ³]
--------------------	---

Berechnung der ex-post Projektemissionen

In Formel (23) werden die oben berechneten Normkubikmeter an für Projektemissionen relevantes Gas final dargestellt:

$$(23) \quad NV_{PEep,y} = NV_{PEep_{St},y}$$

Wobei:

$NV_{PEep_{agg},y}$	Für ex-post Projektemissionen aggregiertes und für Projektemissionen relevantes Normvolumen an Erdgas im Jahr y [t CO _{2eq}]
---------------------	--

Anhand der finalen Anzahl Normkubikmeter können die Projektemissionen unter Anwendung von Formel (24) berechnet werden:

$$(24) \quad PEep_y = NV_{PEep,y} * \rho_{Erdgas} * GWP_{CH_4}$$

Wobei:

$PEep_y$	Ex-post Projektemissionen im Jahr y [t CO _{2eq}]
ρ_{Erdgas}	Dichte Erdgas [t CH ₄ /Nm ³] = 0.000795 t CH ₄ /Nm ³
GWP_{CH_4}	Global Warming Potential von CH ₄ [t CO ₂ /t CH ₄] = 25

Ex-post Referenzemissionen

Auch ex-post umfassen die Referenzemissionen, neben den drei für Projektemissionen relevanten Prozessen resp. Emissionsquellen, zusätzlich noch Emissionen aus den Prozessen «Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb», «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» und «Venting MOV 5 & MOV 6a».

Damit können die für die ex-post Referenzemissionen relevanten Emissionsquellen wiederum den folgenden vier Prozessen zugeordnet werden:

- TK-Venting bei Stillstand
- Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb
- MOV-Venting bei Start/Stopp TK
- Venting MOV 5 & MOV 6a

Auch in der Berechnung der ex-post Referenzemissionen, werden in einem ersten Schritt und bezüglich jedes Prozesses, die Referenzemissionen in Nm³ Erdgas pro Jahr gesondert dargelegt. Dabei wurde bezüglich dem Prozess TK-Venting bei Stillstand für die Herleitung des ex-post Referenz-Betriebsdruckes, der Durchschnitt gebildet aus den Jahren 2018, 2019, 2020 (s.u.). In einem zweiten Schritt werden die Referenzemissionen in Nm³ pro Jahr aggregiert und in t CO_{2eq} pro Jahr umgerechnet.

TK-Venting bei Stillstand

Ausgehend vom Gasdruck und der Gastemperatur sowie dem geometrischen Volumen, welches entlüftet wird, kann gemäss der Formel (25) berechnet werden, wie viele Nm³ Gas dabei pro Jahr in die Atmosphäre entweichen:

$$(25) \quad NV_{REepSt,i,v,y} = \frac{T_N}{T_{B,REepSt,i,v,y}} * \frac{P_{B,REepSt} + P_{BaroR}}{P_N} * V_{Geom,i} * \frac{1}{K}$$

Wobei:

$NV_{REepSt,i,v,y}$	Ex-post Normvolumen des pro Venting von TK _i abgeblasenem Gas aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [Nm ³]
T_N	Normtemperatur [°C] = 273.15 K
$T_{B,REepSt,i,v,y}$	Ex-post Betriebstemperatur des pro Venting von TK _i abgeblasenem Gas aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [°C] - gemessen im TK _i bei Druckausgleich mit der Speicherleitung vor dem Abblasen.
P_{BaroR}	Barometrischer Druck in Wolhusen [bar] = 0.936162 bar (vgl. Kap. 5)
$P_{B,REepSt}$	Ex-post Betriebsdruck des von TKs abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» [barg] = 5.24 barg (Durchschnittswert nach Start/Stop bei Druckausgleich mit der Speicherleitung aus den Jahren 2018, 2019, 2020 (Anhang A3.1)) – gemessen in der Speicherleitung.
P_N	Normdruck [barg] = 1.01325 bar
$V_{Geom,i}$	Geometrisches Volumen der TK _i [m ³] (vgl. Anhang A3.1 (Berechnung) und dort referenzierte Konstruktionspläne zum Nachweis).
K	Kompressibilitätszahl (K – Zahl) [-] – hergeleitet durch eine lineare Interpolation mit Ausgangswerten, wie dargestellt im Anhang A3.1, Tabellenblatt «Input», Zeilen 55 ff.

Danach kann unter Anwendung von Formel (26) für TK_i im Jahr y über alle Ventings hinweg die als RE emittierte Menge an Gas aggregiert werden:

$$(26) \quad NV_{REepSt,i,y} = \sum_{v=Venting\ 1}^{Venting\ n} NV_{REepSt,i,v,y}$$

Wobei:

$NV_{PESt,i,nonSGB,i,y}$	Aggregiertes Normvolumen des im Referenzszenario von TK _i abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand TK» im Jahr y [Nm ³]
--------------------------	---

Durch Anwendung der Formel (27) werden die Normvolumina des von TK_i abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y aggregiert. So kann das gesamte aus diesem Prozess abgeblasene Gas für das Jahr y berechnet werden:

$$(27) \quad NV_{REepSt,y} = \sum_{i=TK-A}^{TK-D} NV_{REepSt,i,y}$$

Wobei:

$NV_{REepSt,y}$	Für ex-post Referenzemissionen aggregiertes Normvolumen an abgeblasenem Gas aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [Nm ³]
-----------------	--

Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb

Der Schlupf von Erdgas, während dem Betrieb der TKs, kann berechnet werden unter Einbezug der Betriebsstunden und des spezifischen Schlupfes jedes TK's, welcher in Abhängigkeit der verwendeten Dichtungen vom Hersteller deklariert wird. In Formel (28) wird dies mathematisch dargestellt:

$$(28) \quad NV_{REepBetr,i,y} = t_{TKep,i,y} * S_{Spez,i}$$

Wobei:

$NV_{REepBetr,i,y}$	Ex-post Normvolumen des von TK _i als Schlupf während dem Betrieb im Jahr y entweichenden Erdgases [Nm ³]
$t_{TKep,i,y}$	Ex-post Betriebszeit der TK _i im Jahr y [h]

$S_{Spez,i}$	Spezifischer Schlupf von Erdgas während dem Betrieb der TK _i [Nm ³ /h] (vgl. Anhang A3.1 und dort referenzierte Nachweisdokumente).
--------------	---

Durch Anwendung der Formel (29) werden die Normvolumina des von TK_i als Schlupf verlorenen Gases aus dem Prozess «Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb» im Jahr y aggregiert. So kann das gesamte aus diesem Prozess verlorene Gas für das Jahr y berechnet werden:

$$(29) \quad NV_{REep_{Betr},y} = \sum_{i=TK-A}^{TK-D} NV_{REep_{Betr},i,y}$$

Wobei:

$NV_{REep_{Betr},y}$	Ex-post aggregiertes Normvolumen an via Schlupf verlorenem Gas aus dem Prozess «Schlupf von Erdgas während TK-Betrieb» im Jahr y [Nm ³]
----------------------	---

MOV-Venting bei Start/Stopp TK

Die ex-post verursachten Emissionen aus den Ventilen, welche im Zusammenhang mit Starts und Stopps der TKs betätigt werden müssen, wird gemäss der Formel (30), wie folgt berechnet werden:

$$(30) \quad NV_{REep_{MVS},k,i,y} = \frac{T_N}{T_{B,REep_{MVS}}} * \frac{p_{Baro_R} + p_{B,REep_{MVS},k,i,y}}{p_N} * V_{Geom,k} * \frac{1}{K} * TK_{S,i,y} * B_{MOV_{TKS}}$$

Wobei:

$NV_{REep_{MVS},k,i,y}$	Ex-post Normvolumen des bei Start/Stopp von TK _i von Ventil k abgeblasenen Gases aus dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» im Jahr y [Nm ³]
T_N	Normtemperatur [°K] = 273.15 K
$T_{B,REep_{MVS}}$	Ex-post Betriebstemperatur des bei Start/Stopp von TK _i , von Ventil _k abgeblasenen Gases aus dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» im Jahr y [°C] = Klimatologische Aussentemperatur Wolhusen (vgl. Anhang A3.1 & Kap. 5).
p_{Baro_R}	Barometrischer Druck in Wolhusen [bar] = 0.936162 bar (vgl. Kap. 5)
$p_{B,REep_{MVS},k,i,y}$	Durchschnittlicher ex-post Betriebsdruck des bei Start/Stopp von TK _i , von Ventil _k abgeblasenem Gas aus dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» im Jahr y [barg] - gemessen im Gaszylinder von Ventil _k bevor das Gas in die Kollektorleitung entlassen wird.
p_N	Normdruck [bar] = 1.01325 bar
$V_{Geom,k}$	Geometrisches Volumen von MOV _k [m ³]
K	Kompressibilitätszahl (K – Zahl) [-] – hergeleitet durch eine lineare Interpolation mit Ausgangswerten, wie dargestellt im Anhang A3.1, Tabellenblatt «Input», Zeilen 55 ff.
$TK_{S,i,y}$	Anzahl Starts TK _i im Jahr y [-]
$B_{MOV_{TKS}}$	Anzahl MOV-Bewegungen pro TK-Start = 2

Durch Anwendung der Formel (31) werden die Normvolumina an Erdgas in Nm³ aggregiert, welche von zu TK_i gehörigen Ventilen stammen und im Jahr y dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» zugeschrieben werden können. So kann das gesamte aus diesem Prozess abgeblasene Gas aus zu TK_i gehörigen Ventilen für das Jahr y berechnet werden:

$$(31) \quad NV_{REep_{MVS},i,y} = \sum_{k=MOV_{x,i}}^{MOV_{n,i}} NV_{REep_{MVS},k,i,y}$$

Wobei:

$NV_{REep_{MVS},i,y}$	Ex-post aggregiertes Normvolumen im Referenzszenario von Erdgas, welches von TK _i zugehörigen Ventilen stammt und im Jahr y dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» zugeordnet werden kann [Nm ³]
-----------------------	---

$MOV_{x,i}$	Das erste im Prozess «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» betrachtete Ventil, welches im Rahmen von Start/Stopp der TK _i betätigt wird (vgl. Kapitel 1.4.1).
$MOV_{n,i}$	Das letzte im Prozess «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» betrachtete Ventil, welches im Rahmen von Start/Stopp der TK _i betätigt wird (vgl. Kapitel 1.4.1).

Durch Anwendung der Formel (32) werden die Normvolumina des von zu TK_i gehörigen Ventilen emittierten Gases aus dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» im Jahr y aggregiert. So kann das gesamte aus diesem Prozess abgeblasene Gas für das Jahr y berechnet werden:

$$(32) \quad NV_{REepMV,y} = \sum_{i=TK-A}^{TK-D} NV_{REepMV,i,y}$$

Wobei:

$NV_{REep_MV,y}$	Ex-post aggregiertes Normvolumen an Erdgas, welches im Jahr y dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» zugeordnet werden kann [Nm ³]
-------------------	--

Venting MOV 5 & MOV 6a

Die ex-post Emissionen aus den Ventilen MOV 5 & MOV 6a werden unter Anwendung der Formel (33) berechnet werden:

$$(33) \quad NV_{REepMV,k,y} = \frac{T_N}{T_{B,REepMV}} * \frac{p_{BaroR} + p_{B,REepMV,k,y}}{p_N} * V_{Geom,k} * \frac{1}{K} * B_{MV,k,y}$$

Wobei:

$NV_{REep_MV,k,y}$	Ex-post Normvolumen des von Ventil k abgeblasenen Gases aus dem Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» im Jahr y [Nm ³]
T_N	Normtemperatur [°C] = 273.15 K
$T_{B,REep_MV}$	Ex-post Betriebstemperatur des von Ventil k abgeblasenen Gases aus dem Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» [°C] = Klimatologische Aussentemperatur Wolhusen (vgl. Anhang A3.1 & Kap. 5).
p_{Baro_R}	Barometrischer Druck in Wolhusen [bar] = 0.936162 bar (vgl. Kap. 5)
$p_{B,REep_MV,k,y}$	Durchschnittlicher ex-post Betriebsdruck des von Ventil k abgeblasenem Gas aus dem Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» im Jahr y [barg] - gemessen im Gaszylinder von Ventil _k bevor das Gas in die Kollektorleitung entlassen wird.
p_N	Normdruck [barg] = 1.01325 bar
V_{Geom_k}	Geometrisches Volumen von MOV _k [m ³]
K	Kompressibilitätszahl (K – Zahl) [-] – hergeleitet durch eine lineare Interpolation mit Ausgangswerten, wie dargestellt im Anhang A3.1, Tabellenblatt «Input», Zeilen 55 ff.
$B_{MV,k,y}$	Anzahl Bewegungen von MOV _k im Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» im Jahr y

Durch Anwendung der Formel (34) werden die Normvolumina des von MOV_k im Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» emittierten Gases im Jahr y aggregiert. So kann das gesamte aus diesem Prozess abgeblasene Gas für das Jahr y berechnet werden:

$$(34) \quad NV_{REepMV,y} = \sum_{k=MOV_x}^{MOV_n} NV_{REepMV,k,y}$$

Wobei:

$NV_{REep_MV,y}$	Ex-post aggregiertes Normvolumen an emittiertem Gas aus dem Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» im Jahr y [Nm ³]
MOV_x	Das erste betrachtete Ventil (MOV 5 oder MOV 6a).
MOV_n	Das letzte betrachtete Ventil (MOV 5 oder MOV 6a).

Berechnung der Referenzemissionen

Nun können gemäss Formel (35) die oben berechneten Normkubikmeter Gas aggregiert werden:

$$(35) \quad NV_{REep_{agg},y} = NV_{REep_{st},y} + NV_{REep_{Betr},y} + NV_{REep_{MVs},y} + NV_{REep_{MV},y}$$

Wobei:

$NV_{REep_{agg},y}$	Ex-post aggregiertes und für Referenzemissionen relevantes Normvolumen an Erdgas im Jahr y [t CO _{2eq}]
---------------------	---

Nun können unter Anwendung der Anzahl Normkubikmeter gemäss der Formel (36) die Referenzemissionen in Tonnen CO_{2eq} berechnet werden:

$$(36) \quad REep_y = NV_{REep_{agg},y} * \rho_{Erdgas} * GWP_{CH_4}$$

Wobei:

$REep_y$	Ex-post Referenzemissionen im Jahr y [t CO _{2eq}]
ρ_{Erdgas}	Dichte Erdgas [t CH ₄ /Nm ³] = 0.000795 t CH ₄ /Nm ³
GWP_{CH_4}	Global Warming Potential von CH ₄ [t CO ₂ /t CH ₄] = 25

Berechnung der Emissionsreduktionen

Die Emissionsreduktionen werden gemäss Formel (37) im Jahr y dadurch berechnet, dass die jährlichen Projektemissionen von jährlichen Referenzemissionen subtrahiert werden:

$$(37) \quad ERep_y = REep_y - PEep_y$$

Wobei:

$ERep_y$	Ex-post Emissionsverminderung im Jahr y [t CO _{2eq}]
----------	--

5.2.2 Wirkungsaufteilung

In diesem Projekt werden keine Finanzhilfen oder Abgeltungen von Dritten bezogen. Dementsprechend ist keine Wirkungsaufteilung notwendig.

5.3 Datenerhebung und Parameter

5.3.1 Fixe Parameter

Parameter¹⁰	ρ_{Erdgas}
Beschreibung des Parameters	Dichte Erdgas = 0.000795 t CH ₄ /Nm ³
Einheit	t CH ₄ /Nm ³
Datenquelle	Vollzugsmittlung der GS-KOP für Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland, 7. aktualisierte Ausgabe Januar 2021.

¹⁰ Block für jeden im Monitoring verwendeten Parameter kopieren. Falls zweckmässig unter Anhang A5weiterführende Unterlagen zum Monitoring beilegen.

Parameter¹¹	GWP_{CH_4}
Beschreibung des Parameters	Global Warming Potential von $CH_4 = 25$
Einheit	t CO_2 /t CH_4
Datenquelle	Vollzugsmitteilung der GS-KOP für Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland, 7. aktualisierte Ausgabe Januar 2021.

5.3.2 Dynamische Parameter und Messwerte

Dynamischer Parameter / Messwert¹²	$p_{B_PEep_St,i_nonSGB,y}$
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Ex-post Betriebsdruck des von TK_{i_nonSGB} abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y
Einheit	barg
Datenquelle	Leitsystem ICSS
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	Drucktransmitter 0-80barg
Beschreibung Messablauf	Der Transmitter sendet kontinuierlich Messdaten an das Leitsystem mit einem 4-20mA Signal
Kalibrierungsablauf	Jeder Transmitter wird mindestens alle zwei Jahre mit einem Messmittel, welches über ein gültiges Zertifikat eines Labors verfügt, kalibriert. Bei der Feststellung von Abweichungen erfolgt dies auch ausserhalb dieser Periodizität. Die maximal zulässige Abweichung beträgt 0.3barg
Genauigkeit der Messmethode	Max. Abweichung bei 80barg = 0.06barg
Messintervall	Durch Leitsystem alle 2 Sekunden
Verantwortliche Person	Transitgas AG, Leader Electric & Instrumentation

Dynamischer Parameter / Messwert¹³	$T_{B_PEep_St,i_nonSGB,y}$
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Ex-post Betriebstemperatur des von TK_{i_nonSGB} abgeblasenen Gases aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y
Einheit	°C
Datenquelle	Leitsystem
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	PT 100 Temperaturtransmitter
Beschreibung Messablauf	Der Transmitter sendet kontinuierlich Messdaten an das Leitsystem (4-20mA)

¹¹ Block für jeden im Monitoring verwendeten Parameter kopieren. Falls zweckmässig unter Anhang A5 weiterführende Unterlagen zum Monitoring beilegen.

¹² Block für jeden im Monitoring verwendeten Parameter kopieren. Falls zweckmässig unter Anhang A5 weiterführende Unterlagen zum Monitoring beilegen.

¹³ Block für jeden im Monitoring verwendeten Parameter kopieren. Falls zweckmässig unter Anhang A5 weiterführende Unterlagen zum Monitoring beilegen.

Kalibrierungsablauf	Jeder Transmitter wird mindestens alle zwei Jahre mit einem Messmittel, welches über ein gültiges Zertifikat eines Labors verfügt, kontrolliert. Bei der Feststellung von Abweichungen erfolgt dies auch ausserhalb der Periodizität.
Genauigkeit der Messmethode	Der kumulierte Messfehler der eingesetzten Transmitter beträgt maximal 0.16°C
Messintervall	Durch Leitsystem alle 2 Sekunden
Verantwortliche Person	Transitgas AG, Leader Electric & Instrumentation

Dynamischer Parameter / Messwert¹⁴	$\bar{T}_{B, REp, St., i, v, y}$
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Ex-post Betriebstemperatur des pro Venting von TK _i abgeblasenem Gas aus dem Prozess «TK-Venting bei Stillstand» im Jahr y [°C] - gemessen im TK _i bei Druckausgleich mit der Speicherleitung vor dem Abblasen.
Einheit	°C
Datenquelle	Leitsystem
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	PT 100 Temperaturtransmitter
Beschreibung Messablauf	Der Transmitter sendet kontinuierlich Messdaten an das Leitsystem (4-20mA)
Kalibrierungsablauf	Jeder Transmitter wird mindestens alle zwei Jahre mit einem Messmittel, welches über ein gültiges Zertifikat eines Labors verfügt, kontrolliert. Bei der Feststellung von Abweichungen erfolgt dies auch ausserhalb der Periodizität.
Genauigkeit der Messmethode	Der kumulierte Messfehler der eingesetzten Transmitter beträgt maximal 0.16°C
Messintervall	Durch Leitsystem alle 2 Sekunden
Verantwortliche Person	Transitgas AG, Leader Electric & Instrumentation

Dynamischer Parameter / Messwert¹⁵	$t_{TKep, i, y}$
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Ex-post Betriebszeit der TK _i im Jahr y
Einheit	h
Datenquelle	Leitsystem
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	Betriebsstundenzähler im Leitsystem (Softwarezähler)

¹⁴ Block für jeden im Monitoring verwendeten Parameter kopieren. Falls zweckmässig unter Anhang A5 weiterführende Unterlagen zum Monitoring beilegen.

¹⁵ Block für jeden im Monitoring verwendeten Parameter kopieren. Falls zweckmässig unter Anhang A5 weiterführende Unterlagen zum Monitoring beilegen.

Beschreibung Messablauf	Wenn der Kompressor läuft, beginnt der Zähler automatisch zu laufen.
Kalibrierungsablauf	n.a.
Genauigkeit der Messmethode	n.a.
Messintervall	Immer wenn der TK läuft
Verantwortliche Person	Transitgas AG, Leader Electric & Instrumentation

Dynamischer Parameter / Messwert¹⁶	$P_{B,REep_MVS,k,i,y}$
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Ex-post Betriebsdruck des bei Start/Stopp von TK _i , von Ventil k abgeblasenem Gas aus dem Prozess «MOV-Venting bei Start/Stopp TK» im Jahr y
Einheit	barg
Datenquelle	Leitsystem ICSS
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	Drucktransmitter 0-80barg
Beschreibung Messablauf	Der Transmitter sendet kontinuierlich Messdaten an das Leitsystem mit einem 4-20mA Signal
Kalibrierungsablauf	Jeder Transmitter wird mindestens alle zwei Jahre mit einem Messmittel, welches über ein gültiges Zertifikat eines Labors verfügt, kalibriert. Bei der Feststellung von Abweichungen erfolgt dies auch ausserhalb dieser Periodizität. Die maximal zulässige Abweichung beträgt 0.3barg
Genauigkeit der Messmethode	Max. Abweichung bei 80barg = 0.06barg
Messintervall	Durch Leitsystem alle 2 Sekunden
Verantwortliche Person	Transitgas AG, Leader Electric & Instrumentation

Dynamischer Parameter / Messwert¹⁷	$P_{B,REep_MV,k,y}$
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Ex-post Betriebsdruck des von MOV _k abgeblasenem Gas aus dem Prozess «Venting MOV 5 & MOV 6a» im Jahr y
Einheit	barg
Datenquelle	Leitsystem ICSS
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	Drucktransmitter 0-80barg
Beschreibung Messablauf	Der Transmitter sendet kontinuierlich Messdaten an das Leitsystem mit einem 4-20mA Signal

¹⁶ Block für jeden im Monitoring verwendeten Parameter kopieren. Falls zweckmässig unter Anhang A5 weiterführende Unterlagen zum Monitoring beilegen.

¹⁷ Block für jeden im Monitoring verwendeten Parameter kopieren. Falls zweckmässig unter Anhang A5 weiterführende Unterlagen zum Monitoring beilegen.

Kalibrierungsablauf	Jeder Transmitter wird mindestens alle zwei Jahre mit einem Messmittel, welches über ein gültiges Zertifikat eines Labors verfügt, kalibriert. Bei der Feststellung von Abweichungen erfolgt dies auch ausserhalb dieser Periodizität. Die maximal zulässige Abweichung beträgt 0.3barg
Genauigkeit der Messmethode	Max. Abweichung bei 80barg = 0.06barg
Messintervall	Durch Leitsystem alle 2 Sekunden
Verantwortliche Person	Transitgas AG, Leader Electric & Instrumentation

Dynamischer Parameter / Messwert¹⁸	$TK_{s,i,v}$
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Anzahl Starts TK_i im Jahr y
Einheit	-
Datenquelle	Leitsystem ICSS
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	Zählfunktion im Leitsystem
Beschreibung Messablauf	Bei jedem Start von TK_i wird im Leitsystem automatisch um 1 hochgezählt.
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	-
Messintervall	Bei jedem Start von TK_i
Verantwortliche Person	Transitgas AG, Leader Electric & Instrumentation

Dynamischer Parameter / Messwert¹⁹	$BMV_{k,y}$
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Anzahl Bewegungen von Ventil k im Jahr y
Einheit	-
Datenquelle	Leitsystem ICSS
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	Zählfunktion im Leitsystem
Beschreibung Messablauf	Bei jedem Bewegung von Ventil k wird im Leitsystem automatisch um 1 hochgezählt.
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	-
Messintervall	Bei jedem Start von TK_i
Verantwortliche Person	Transitgas AG, Leader Electric & Instrumentation

5.3.3 Plausibilisierung der Daten und Berechnungen

¹⁸ Block für jeden im Monitoring verwendeten Parameter kopieren. Falls zweckmässig unter Anhang A5 weiterführende Unterlagen zum Monitoring beilegen.

¹⁹ Block für jeden im Monitoring verwendeten Parameter kopieren. Falls zweckmässig unter Anhang A5 weiterführende Unterlagen zum Monitoring beilegen.

Für die Plausibilisierung von beantragten Emissionsreduktionen werden die folgenden Aspekte betrachtet:

- Der Druck in der Speicherleitung TRG 13
- Die korrekte Funktionalität der TK-Dichtungen

Druck in der Speicherleitung

Wie sich in Abbildung 15 zeigt, wird der Druck in der Speicherleitung jeweils durch drei Druckmessgeräte gleichzeitig gemessen (in Abbildung 15 rot markiert: PT509A, PT509B, PT509C). Der eigentlich ausgewiesene Druck in der Speicherleitung entspricht für jeden zeitlichen Messpunkt jeweils einem Durchschnittswert, bestehend aus drei von diesen Messgeräten stammenden Messwerten. Gemäss Kapitel 5.3.2 werden diese Messmittel regelmässig kalibriert und sollten im operationellen Betrieb korrekt messen.

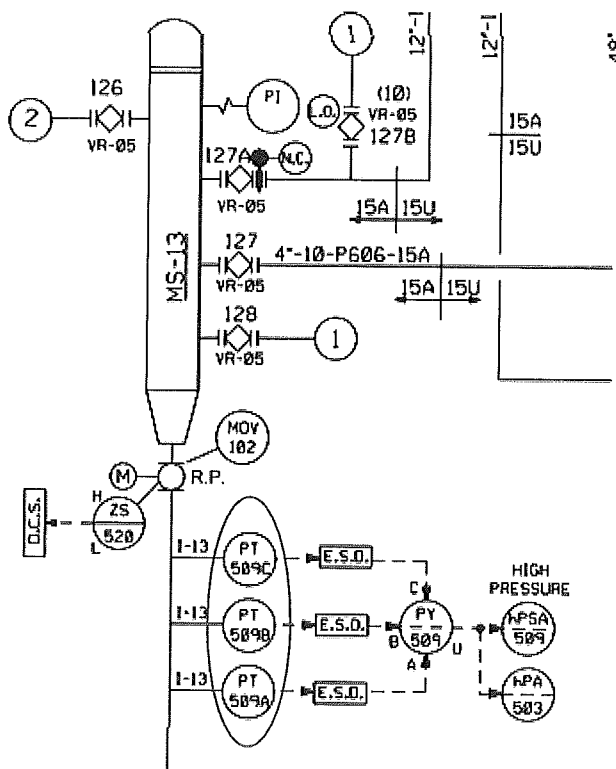


Abbildung 15: Messanordnung an der Speicherleitung TRG 13.

Zur Plausibilisierung des Druckes in der Speicherleitung werden dem Verifizierer zusätzlich, jeweils für Anfang Juli des Monitoringjahres, von diesen drei Messgeräten eintägige Messreihen mit einer zeitlichen Auflösung von einer Minute vorgelegt.

Der Verifizierer hat dann zu prüfen, dass die Durchschnittswerte über einen Tag, der von den einzelnen Messgeräten stammenden Messreihen, nicht mehr als 1%, vom für das betrachtete Zeitfenster effektiv ausgewiesenen Druck in der Speicherleitung abweicht.

Dynamischer Parameter / Messwert²⁰	p_{PT509A}
Beschreibung des Parameters / Messwerts	Druck in der Speicherleitung gemäss dem Drucktransmitter PT509A

Einheit	barg
Datenquelle	Drucktransmitter
Art der Plausibilisierung	Mittelwertevergleich

Dynamischer Parameter / Messwert²¹	pPT509B
Beschreibung des Parameters / Messwerts	Druck in der Speicherleitung gemäss dem Drucktransmitter PT509B
Einheit	barg
Datenquelle	Drucktransmitter
Art der Plausibilisierung	Mittelwertevergleich

Dynamischer Parameter / Messwert²²	pPT509C
Beschreibung des Parameters / Messwerts	Druck in der Speicherleitung gemäss dem Drucktransmitter PT509C
Einheit	barg
Datenquelle	Drucktransmitter
Art der Plausibilisierung	Mittelwertevergleich

Korrekte Funktionalität der TK-Dichtungen

Ein Grossteil der in diesem Projekt erwarteten Emissionsreduktionen wird dadurch erreicht, dass die Primärentlüftungen der TKs an das PVRS angeschlossen werden. Dadurch kann Erdgas, welches während dem Betrieb der TKs als Schlupf verloren geht, aufgefangen und vollständig in die Speicherleitung geführt werden. Die Berechnung der Emissionen aus dem Prozess «Schlupf während TK-Betrieb» beruht auf der Herstellerangabe der TKs. Daher ist wichtig, dass die korrekte Funktionalität der Dichtungen sichergestellt ist und somit die Herstellerangaben als plausible betrachtet werden können. Wie in Kapitel 1.4.1 erklärt, wird die korrekte Funktionalität der Dichtungen dadurch sichergestellt, dass das Erdgas, welches durch die Primärentlüftung entweicht, stetig via Gasanalyse auf Verschmutzungen überprüft wird. Zudem wird der Druck in den Dichtungen überwacht, welcher bei korrekter Funktionalität der Dichtung nicht zu stark ansteigen darf. Sobald der Druck des Erdgases in den TK-Dichtungen zu stark ansteigt oder sich Erdgas als verschmutzt erweist, wird ein Alarm ausgelöst. Auslösungen von entsprechenden Alarmen werden bei der Transitgas AG via Leitsystem erfasst. Daher ist es zur Plausibilisierung der korrekten Funktionalität der TK-Dichtungen möglich, dem Verifizierer jeweils ein Nachweis aus dem Leitsystem vorzulegen, welcher zeigt, dass im betrachteten Monitoringjahr keine Alarme ausgelöst wurden.

5.3.4 Überprüfung der Einflussfaktoren und der ex-ante definierten Referenzentwicklung

Einflussfaktor²³	Erdgaspreis
Beschreibung des Einflussfaktors	Der Erdgaspreis hat einen Einfluss auf die allgemeine Wirtschaftlichkeit des Projekts.

²³ Block für jeden im Monitoring verwendeten Einflussfaktor kopieren. Falls zweckmässig unter Anhang A5A5 weiterführende Unterlagen zum Monitoring beilegen.

Wirkungsweise auf die Projektemissionen bzw. die Emissionen der Vorhaben des Programms oder die Referenzentwicklung	n.a.
Vorgesehene Anpassung der Referenzentwicklung	Wie in Kapitel 4 dargelegt, ist dieses Projekt ohne die Zuhilfenahme von Bescheinigungen hochgradig unwirtschaftlich. Es ist daher praktisch unmöglich, dass sich an der Definition des Referenzszenarios und somit an der Zusätzlichkeit in diesem Projekt durch die Fluktuationen des Gaspreises etwas ändert. Um diesen Punkt aber mit Sicherheit klären zu können, wird ex-post anhand des effektiven Gaspreises sowohl die Wirtschaftlichkeitsanalyse und damit die Eruiierung des Referenzszenarios verifiziert.
Datenquelle	https://www.eex.com/de/marktdaten/erdgas/spotmarkt/

5.4 Prozess- und Managementstruktur

Die Managementstruktur des Projekts wird in Abbildung 16 illustriert:

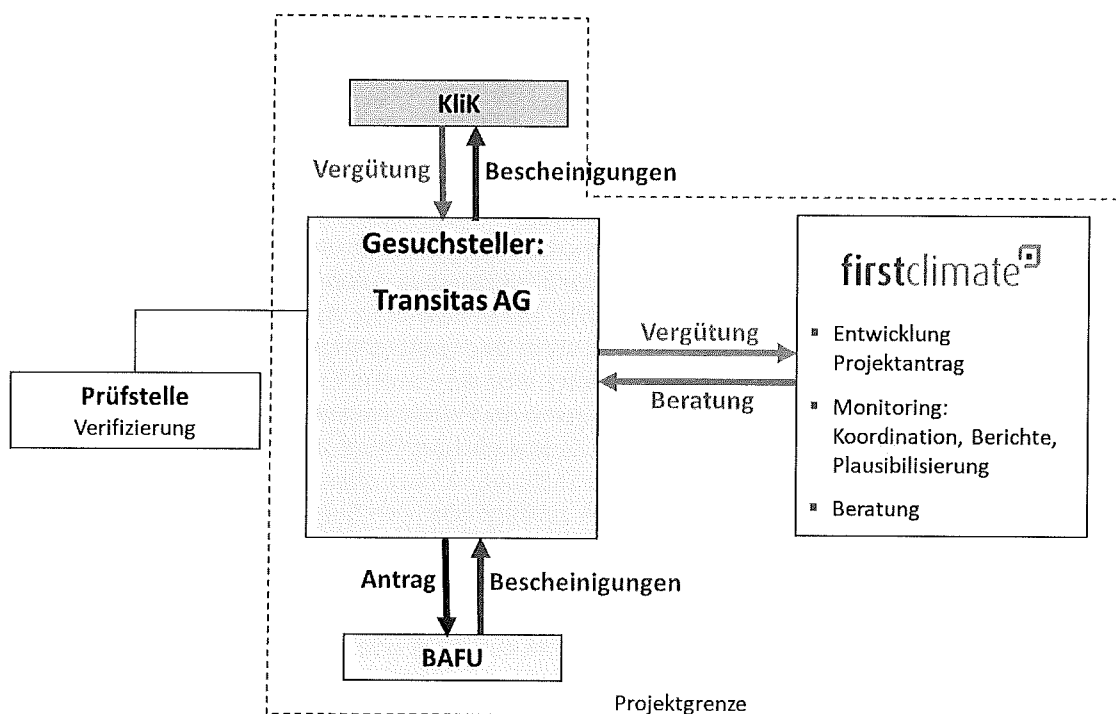


Abbildung 16: Managementstruktur des Projekts.

Monitoringprozess

Der bei Transitas für Messprozesse zuständige Bereichsleiter (Leader Electric & Instrumentation) ist verantwortlich für die korrekte Erfassung aller im Projekt gemessenen Parameter. Dazu gehört die regelmässige Kalibrierung und der Unterhalt der Messgeräte und die Sicherstellung, dass die Datenübermittlung und Speicherung im Leitsystem der Transitas korrekt funktioniert. Für die Übermittlung von gespeicherten Daten, welche für die Verfassung der Monitoringberichte notwendig sind, ist die bei Transitas für Klimaschutzprojekte zuständige Projektleiterin zuständig. Die Qualitätssicherung hinsichtlich der Erfassung, Archivierung und Lieferung von Daten übernimmt der

bei Transitgas für Mechanische Anlagen zuständige Bereichsleiter für mechanische Anlagen (Leader Mechanical Plants). Die QS läuft so ab, dass der Leader Electric & Instrumentation dem Leader Mechanical Plants zwei Mal pro Jahr Rechenschaft über die korrekte Funktionsweise Messgeräten und über die Archivierung von Daten ablegt. Zudem führt der Leader Mechanical Plants vor der Lieferung von Daten jeweils ein 4-Augen Prinzip durch.

Der Monitoringbericht wird von First Climate (Switzerland) AG erstellt. Im Monitoringbericht werden die tatsächlich verminderten Gasemissionen zusammengefasst und alle weiteren Monitoringparameter gelistet. Zudem wird die berechneten Emissionsreduktionen plausibilisiert (Kapitel 5.3.3). Alle diese Aspekte werden nachfolgend dem Verifizierer zur Prüfung vorgelegt.

Qualitätssicherung und Archivierung

Der bei Transitgas AG tätige Bereichsleiter Marco Bader ist zuständig für die Sicherstellung, dass alle Daten korrekt erhoben resp. ausgelesen werden. Jegliche Druck- und Temperaturdaten werden im Leitsystem der Transitgas AG erfasst und archiviert.

Verantwortlichkeiten und institutionelle Vorrichtungen

Datenerhebung	Transitgas AG Marco Bader Leader Electric & Instrumentation
Verfasser des Monitoringberichts	First Climate (Switzerland) AG Claudio Kumpli Project Manager
Qualitätssicherung	Transitgas AG Paolo Beretta HSE-Q Manager
Datenarchivierung	Transitgas AG Paolo Beretta HSE-Q Manager

6 Sonstiges

Es wurden keine sonstigen Aspekte identifiziert.

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 Gesuchsunterlagen veröffentlichen (Art. 14 CO₂-Verordnung).

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:

Zustimmung zur Veröffentlichung

- 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.
- 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.

Dokument	Version	Datum	Prüfstelle & Auftraggeber
Validierungsbericht (inkl. Checkliste)	1.1	05.07.2021	EBP Schweiz AG (im Auftrag von Transitgas AG)

Zustimmung zur Veröffentlichung

- 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.
- 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

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

Gegebenenfalls 2. Unterschrift

Ort, Datum	Name, Funktion und Unterschrift des Gesuchstellers

Anhang

- A1. Unterlagen zu Angaben und Beschreibung des Projekts, Programms inkl. Vorhaben (z.B. Technische Datenblätter, Belege für den Umsetzungsbeginn)

Anhang A1.1.1_PVRS&SGB_Verrohrung TK
Anhang A1.1.2_PVRS&SGB_ [REDACTED] Broschüre
Anhang A1.1.3_PVRS&SGB_ [REDACTED] Angebot
Anhang A1.1.4_PVRS&SGB_RoTechBooster_Data_Sheet
Anhang A1.1.5_PVRS&SGB_SGB Angebot
Anhang A1.1.6_PVRS&SGB_Daten für Emissionen
Anhang A1.1.7_PVRS&SGB_Schlupf_TK-A_TK-B
Anhang A1.1.8_PVRS&SGB_Schlupf_TK-C_TK-D
Anhang A1.1.9_PVRS&SGB_Daten für Emissionen
Anhang A1.2.1_PVRS&SGB_MOV Angaben
Anhang A1.2.2_PVRS&SGB_VentRuswil18_19_20
Anhang A1.2.3_PVRS&SGB_Nutzungszeiten KBOB
Anhang A1.2.4_PVRS&SGB_Beleg Umsetzungsbeginn

- A2. Unterlagen zur Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten
Keine

- A3. Unterlagen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen
Anhang A3.1_PVRS&SGB_Berechnungen ER_220215

- A4. Unterlagen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse
Anhang A4.1_PVRS&SGB_Wirtschaftlichkeitsberechnung_210517

- A5. Unterlagen zum Monitoring
Anhang A5.1_PVRS&SGB_Monitoring_220215

- A6. Geschwärzte Fassung Projekt-/Programmbeschreibung
Anhang A6.1_PVRS&SGB_Geschwärzte Fassung Projektbeschreibung

- A7. Geschwärzte Fassung Validierungsbericht
Anhang A7.1_PVRS&SGB_Geschwärzte Fassung Validierungsbericht