

0205 Programm klimafreundliche Kälte, Modul 3: Kältemittelwechsel in bestehenden HFKW-Anlagen

Deckblatt

Dokumentversion	3.5
Datum	8.12.2023

Gesuchsteller (Unternehmen)	Stiftung Klimaschutz und CO ₂ -Kompensation KliK
Name, Vorname	Laura Schiff
Strasse, Nr.	Streulistrasse 19
PLZ, Ort	8032 Zürich
Tel.	+41 44 224 60 03
E-Mail-Adresse	laura.schiff@klik.ch

Projektentwickler (Unternehmen)	SIMULTEC AG Hardturmstr. 261 CH-8005 Zürich
Name, Vorname	Christoph Leumann
Kontaktperson für Rückfragen (an Stelle von Gesuchsteller)?	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Tel.	+44 563 86 23
E-Mail-Adresse	cl@simultec.ch

Gesuch

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

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	4
1.4.1	Ausgangslage	4
1.4.2	Projekt-/Programmziel	5
1.4.3	Technologie	5
1.4.4	Einhaltung der massgeblichen gesetzlichen Bestimmungen	6
1.4.5	Programmspezifische Aspekte	7
1.5	Referenzszenario	11
1.6	Termine.....	13
2	Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten und Vermeidung von Doppelzählung.....	14
2.1	Finanzhilfen	14
2.2	Schnittstellen zu Unternehmen, die von der CO ₂ -Abgabe befreit sind	14
2.3	Doppelzählung aufgrund anderweitiger Abgeltung des ökologischen Mehrwerts	14
3	Referenzszenario und erwartete Emissionsverminderungen.....	15
3.1	Systemgrenze und Emissionsquellen	15
3.2	Einflussfaktoren	16
3.3	Leakage	17
3.4	Projektemissionen/Emissionen der in einem Programm enthaltenen Projekte	18
3.5	Referenzentwicklung	20
3.6	Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante)	21
4	Nachweis der Zusätzlichkeit	23
5	Aufbau und Umsetzung des Monitorings.....	25
5.1	Beschreibung der gewählten Nachweismethode	25
5.2	Ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen.....	25
5.2.1	Formeln zur ex-post Berechnung erzielter Emissionsverminderungen.....	25
5.2.2	Wirkungsaufteilung	28
5.3	Datenerhebung und Parameter	29
5.3.1	Fixe Parameter	29
5.3.2	Dynamische Parameter und Messwerte.....	31
5.3.3	Einflussfaktoren	37
5.4	Plausibilisierung der Daten und Berechnungen	37
5.5	Prozess- und Managementstruktur	38
6	Sonstiges	39
7	Kommunikation zum Gesuch und Unterschriften	39
7.1	Einverständniserklärung zur Veröffentlichung der Unterlagen.....	39
7.2	Unterschriften	40

1 Angaben zum Projekt/Programm

1.1 Projekt-/Programmmzusammenfassung

Gegenstand des vorliegenden Programmmoduls, das die bisherigen Module des Programmes klimafreundliche Kälte ergänzt, sind bestehende stationäre Kälteanlagen mit HFKW-Kältemitteln, wie sie zum Beispiel in Lebensmittelindustrie und -gewerbe, in der Gastronomie oder auch bei grösseren Gebäudeklimatisierungen weit verbreitet sind. Gefördert wird der Austausch von besonders klimaschädlichen Kältemitteln (z.B. R404A) durch andere Kältemittel mit einem wesentlich geringeren Treibhauspotential (meist HFKW-HFO-Gemische). Diese Massnahme, mit der normalerweise mehr als die Hälfte der Treibhausgasemissionen während der ganzen weiteren Betriebszeit vermieden werden kann, bietet sich vor allem denjenigen Betrieben an, die weder Mittel noch Gründe für eine Investition in eine teure Ersatzanlage mit natürlichen Kältemitteln haben. Da ein Kältemittel-Wechsel für bestehende Anlagen weder durch gesetzliche Vorschriften verlangt wird, noch relevante finanzielle Vorteile bietet, würden die entsprechenden Massnahmen ohne Fördermittel nicht realisiert.

Durch Aufnahmekriterien und Monitoringvorgaben wird sichergestellt, dass die Umrüstung durch Fachleute gemäss dem Stand der Technik umgesetzt wird, und dass die zur Quantifizierung der Emissionsreduktionen notwendigen Kennzahlen erhoben werden können. Die Berechnung der Emissionsreduktionen erfolgt auf der Grundlage von Emissionsfaktoren, die dem nationalen Treibhausgasinventar NIR entnommen sind.

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 ¹
	<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"/> 3.5 Netz-unabhängiger Stromeinsatz
	<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 type="checkbox"/> 6.1 Abfackelung bzw. energetische Nutzung von Methangas ²
	<input type="checkbox"/> 6.2 Methanvermeidung aus biogenen Abfällen ³
	<input type="checkbox"/> 6.3 Methanvermeidung durch Einsatz von Futtermittelzusatzstoffen in der Landwirtschaft
	<input checked="" type="checkbox"/> 7.1 Vermeidung und Substitution synthetischer Gase (HFC, NF ₃ , PFC oder SF ₆) oder CO ₂

¹ 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.

² Unter diesen Typ fallen beispielsweise Deponiegasprojekte oder Methanvermeidung auf Kläranlagen.

³ Unter diesen Typ fallen Biogasanlagen, die ausschliesslich für die Methanreduktion Bescheinigungen erhalten.

<input type="checkbox"/> 8.1 Vermeidung und Substitution von Lachgas (N ₂ O), meist Landwirtschaft
<input type="checkbox"/> 9.1 Speicherung von Kohlenstoff in Holz
<input type="checkbox"/> 9.2 Speicherung von Kohlenstoff in Böden ⁴
<input type="checkbox"/> 9.3 Speicherung von Kohlenstoff in nicht-organischen Materialien ⁵
<input type="checkbox"/> 9.4 Speicherung von Kohlenstoff im Untergrund
<input type="checkbox"/> andere:

Umsetzungsform

Einzelnes Projekt

Projektbündel

Programm

1.3 Projektstandort

Gegenstand des Programmmodules sind bestehende stationäre Kälteanlagen in der ganzen Schweiz. Der Standort der einzelnen Projekte wird in der jeweiligen spezifischen Dokumentation aufgeführt (Adressangabe auf dem jeweiligen Anmeldeformular).

1.4 Beschreibung des Projektes/Programmes

1.4.1 Ausgangslage

Das von der Stiftung KliK seit 2015 betriebene Programm klimafreundliche Kälte⁶ besteht zurzeit (Stand 2023) aus drei Programmmodulen, die alle als Kompensationsprojekte in der Schweiz validiert und beim BAFU registriert worden sind⁷:

0107: Programmmodul 1: Vorzeitiger Ersatz von stationären HFKW-Kälteanlagen

0140: Programmmodul 2: Förderung von CO₂-Verbundkälteanlagen für kleine Verkaufsformate

0205: Programmmodul 3: Kältemittelwechsel in bestehenden HFKW-Anlagen (vorliegendes Modul)

Gegenstand des vorliegenden Programmmodules sind stationäre Kälteanlagen mit HFKW-Kältemitteln, die insbesondere in der Zeit von etwa 2000 bis 2013 in den Kältekreisläufen von Industrie-, Gewerbe- und Supermarktkälteanlagen sowie bei der Gebäudeklimatisierung standardmässig zum Einsatz kamen. Die erwähnten Anlagen enthalten meist zwischen 10 kg und 300 kg des entsprechenden Kältemittels, was bei durchschnittlichen jährlichen Leckraten von 5% bis 10% zu Treibhausgasemission im Umfang von einigen Tonnen bis über hundert Tonnen CO₂eq pro Jahr führt. Die Kältemittelmissionen verursachen gemäss aktuellem Treibhausgasinventar (2023) jährlich mehr als 800'000 t CO₂eq pro Jahr.

Seit dem 01.12.2013 ist der Neubau von HFKW-Kälteanlagen ab einer gewissen Leistungsgrenze verboten, und für Neuanlagen beginnen sich natürliche Kältemittel als Standard durchzusetzen (z.B. CO₂ in der Supermarktkälte, Ammoniak für grosse Industriekälteanlagen und Propan für kleinere Pluskühlanlagen). Der Umstieg auf diese Kältemittel bedingt aber aus technischen Gründen (z.B. wegen hohen Drücken, anderen Rohrdurchmessern, Brennbarkeit, Giftigkeit) den Bau vollkommen neuer Anlagen, was mit hohen Investitionen verbunden ist.⁸

Für bestehende Anlagen gibt es keine Pflicht zur Sanierung. Sollen die Treibhausgasemissionen von solchen bestehenden Anlagen vermindert werden, kommt nur der Ersatz durch ein anderes

⁴ Unter diesen Typ fallen Projekte, die Biokohle als Dünger verwendet wird.

⁵ Unter diesen Typ fallen Projekte, die Biokohle als Baumaterial verwendet wird.

⁶ vgl. www.kaelteanlagen.klik.ch

⁷ In rechtlicher Hinsicht handelt es sich bei den Programmmodulen um eigenständige Programme im Sinne von Art. 5a der CO₂-Verordnung. Die Zusammenfassung unter dem Dach "Programm klimafreundliche Kälte" betrifft nur den Auftritt gegen aussen.

⁸ Der vorzeitige Ersatz durch solche Ersatzanlagen mit natürlichen Kältemitteln wird im Programmmodul 1 gefördert.

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

synthetische Kältemittel in Frage, welches möglichst ähnliche chemische und kältetechnische Eigenschaften, aber ein deutlich geringeres Treibhauspotential (GWP) aufweist. Im Laufe der letzten Jahre wurde unter dem Einfluss der europäischen F-Gas-Verordnung vor allem im EU-Raum eine neue Kältemittelgruppe unter der Bezeichnung HFO (Hydrofluorolefine) auf den Markt gebracht. In reiner Form können diese Stoffe zwar nicht zur Umrüstung bestehender Anlagen verwendet werden, in Form von HFO/HFKW-Gemischen haben sich in letzter Zeit aber vor allem die folgenden Ersatzkältemittel etabliert:

- Als Ersatz für die vor allem in der Minuskühlung verbreiteten Kältemittel R404A (GWP 3'922) und R507 (GWP 3'985) bieten sich die zwei Kältemittel R448A (GWP 1'386) und R449A (GWP 1'396) an⁹,
- Als Ersatz für das in der Pluskühlung verbreitete Kältemittel R134a (GWP 1'430) kommt R513 (GWP 630) in Frage.

Im Gegensatz zu natürlichen Kältemitteln können diese synthetischen Kältemittel der 4. Generation auch für einen Kältemittel-Austausch ohne bedeutende Umbauten an der Anlage (in der Fachsprache "Drop-in" genannt) eingesetzt werden.

Für Neuanlagen oder bei der Neubefüllung von bestehenden Kälteanlagen nach einem leckbedingten Totalverlust des Kältemittels sind diese neuen Kältemittel heute übliche Praxis, weil sie zurzeit auch preislich günstiger zu kaufen sind als ihre Vorgängerstoffe. Bei R404A, R507 und anderen Kältemitteln mit einem Treibhauspotential von 2500 oder mehr besteht ausserdem ein gewisser Druck zur Umrüstung, weil ab dem 1. Januar 2030 das Nachfüllen selbst dann verboten wird, wenn regenerierte Kältemittel verwendet werden (Ausnahme: Kleinanlagen < 40 Tonnen CO₂-Äquivalent). Solange die alten Kältemittel aber noch im Umlauf sind, gibt es keinen Grund für einen vorzeitigen Kältemittelwechsel, der wegen den Entsorgungskosten für die alten Kältemitteln und den Beschaffungskosten für die Neuen viel zu kostspielig ist.

1.4.2 Projekt-/Programmziel

Mit dem Programmmodul sollen Projekte gefördert werden, bei denen in bestehenden Kälteanlagen besonders klimaschädliche Kältemittel durch andere synthetische Kältemittel mit einem wesentlich geringeren GWP ersetzt werden. Es handelt sich dabei um Massnahmen, die ohne entsprechende Fördermittel nicht realisiert würden. Die erzielten Emissionsreduktionen (ER) werden nach Art. 5 der CO₂-Verordnung bescheinigt.

1.4.3 Technologie

Die zum Einsatz kommende Technologie ist die Umrüstung bestehender HFKW-Kälteanlagen auf ein alternatives synthetisches Kältemittel mit geringerem Treibhauspotential. Auf dem heutigen Stand der Technik kommen je nach Anwendungsbereich und Erfahrungen der federführenden Kältefirma vor allem die folgenden Kältemittelwechsel in Frage:

⁹ Voneinander unterscheiden sich diese zwei Kältemittel kaum, sie sind lediglich von zwei unterschiedlichen Herstellern auf den Markt gebracht worden.

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

<i>Bisheriges Kältemittel</i>	<i>Ersatzkältemittel</i>	<i>Einsatzgebiet</i>	<i>Emissionsverminderung</i>
<i>R404A (GWP 3922) oder R507 (GWP 3985)</i>	<i>R448A (GWP 1386) Markenname Solstice N-40¹⁰ R449A, GWP 1396 Markenname Opteon XP40¹¹</i>	<i>vorwiegend Minuskühlung in Gewerbe und Industrie</i>	<i>Verminderung um ca. 66%, resp. um 2.5 bis 2.6 t CO₂eq pro emittiertes Kilogramm Kältemittel</i>
<i>R134a GWP 1430</i>	<i>R513, Markenname Opteon XP10⁶ GWP 630</i>	<i>Pluskühlung in Gewerbe, Industrie und Gebäudeklimatisierung</i>	<i>Verminderung um ca. 55%, resp. um 0.8 t CO₂eq pro emittiertes Kilogramm Kältemittel</i>

Beim reinen Kältemittelwechsel ("Drop-in"), der in diesem Programmmodul gefördert wird, wird weder der kälteerzeugende Teil der Anlage noch der Kältekreislauf in wesentlichen Teilen umgebaut.

Trotzdem ist der Kältemittelwechsel in technischer Hinsicht nicht zu unterschätzen. Es handelt sich um eine Umrüstung, die durch erfahrene Kältetechniker ausgeführt werden muss. Die neuen Kältemittel sind nicht mit ihren Vorgänger-Kältemitteln mischbar, und bei einer Umstellung muss ein gewissenhaftes Evakuieren durchgeführt werden, um diese komplett aus dem System zu entfernen. Gewisse Modifikationen an der Anlage können zwar nötig sein, z.B. Auswechseln von Kleinteilen wie Filter/Filtertrockner, Dichtungen oder Ventile. Normalerweise beschränken sich die Anpassungen aber auf Eingriffe, die auch bei regulären Wartungen ohne Kältemittelwechsel ausgeführt werden.

Bezüglich ihrer Dimensionierung und bezüglich ihrer wesentlichen technischen Eigenschaften bleibt die Anlage nach der Umstellung unverändert. Aufgrund der unumgänglichen Differenzen der kälte-technischen Eigenschaften verschiedener Kältemittel kommt es aber zu gewissen Differenzen im Temperaturverhalten der Anlage, in der Kälteleistung (tendenziell leichte Abnahme) und in der Energieeffizienz (tendenziell eher eine leichte Verbesserung).

Dokumentationen zu vier Beispielprojekten, welche in der ersten Kreditierungsperiode ausgeführt worden sind, sind in Anhang A1_2 wiedergegeben.

1.4.4 Einhaltung der massgeblichen gesetzlichen Bestimmungen

Vorschriften bezüglich Kältemittel:

Die gesetzlichen Vorschriften zu Kältemitteln sind in der Schweiz in der ChemRRV¹² (Anhang A1_3_[4]) geregelt. Entscheidend für die Realisierung des vorliegenden Programmes ist der Umstand, dass das HFKW-Verbot in bestimmten Anlagentypen (Ziffer 2.1 der Kältemittel-Vorschriften gemäss ChemRRV) nur für Neuanlagen gilt. Eine Pflicht, bestehende Anlagen auf klimafreundlichere Kältemittel umzurüsten, besteht nicht.

Für das vorliegende Programm relevant ist das Nachfüllverbot für Kältemittel mit einem GWP von 2500 oder mehr (Ziffer 2.1 der Kältemittel-Vorschriften gemäss ChemRRV). Bis am 31.12.2029 ist das Nachfüllen noch mit regenerierten Kältemitteln erlaubt, nachher wird auch dies verboten sein. Mit dieser Regelung wird indirekt ein Druck für eine Stilllegung oder Umstellung der Anlagen erzeugt, welche R404A und R507 enthalten, allerdings erst langfristig auf das Jahr 2030 hin. Beim Referenzszenario von Anlagen mit R404A oder R507, bei den Aufnahmekriterien (AK 6 und AK 9), sowie im Abschnitt "3.3 Leakage" wird dies berücksichtigt. Alle entsprechenden Anlagen können ab dem 01.01.2030

¹⁰ Markennamen der Firma ██████████

¹¹ Markenname der Firma ██████████

¹² Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV) vom 18. Mai 2005 (SR 814.81). Die Vorschriften zum Umgang mit Kältemitteln (hier "Kältemittel-Vorschriften nach ChemRRV" genannt), befinden sich im Anhang 2.10 der entsprechenden Verordnung (Anhang A1_3_[4] in dieser Programmbeschreibung).

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

keine Emissionsverminderungen mehr anrechnen, da ab diesem Zustand der Referenzzustand nicht mehr dem Stand der Technik entspricht.

Bei Kältemitteln mit einem GWP unter 2'500 ist ein Nachfüllverbot auf absehbare Zeit kein Thema, selbst wenn da auch klimafreundlichere Alternativen bestehen.

CO2-Verordnung

Das Programm und die in ihm enthaltenen Projekte erfüllen alle Anforderungen an Massnahmen zur Emissionsverminderung gemäss Art. 5ff der CO2-Verordnung.

1.4.5 Programmspezifische Aspekte

Fördermechanismus:

Die Projekte werden durch die jeweilige Kältefirma im Auftrag der Anlagenbesitzer realisiert. Sie werden durch KliK gefördert durch Beiträge, welche die Kosten für Absaugen und Entsorgen des alten Kältemittels sowie für Beschaffen und Einfüllen des neuen Kältemittels zu einem möglichst grossen Teil abdecken. Nicht in der Förderung eingeschlossen sind weitere Leistungen der Kältefirma, insbesondere die reguläre Wartung der Anlage.

Art der Projekte

Alle Projekte sind sowohl bezüglich Zweck (Kälteerzeugung) als auch bezüglich Technologie (Kältemittel-Wechsel) identisch. Bei allen Projekten geht es um den Austausch eines HFKW-Kältemittels durch ein Ersatzkältemittel mit deutlich geringerem GWP, ohne dass dabei die Kälteanlage umgebaut wird. Unterschiede zwischen den Projekten gibt es bezüglich Kältemittel, Einsatzbereich der Anlagen (Industriekälte, Gewerbe/Supermarktkälte, Air Conditioning) und vor allem auch bezüglich der Grösse der Anlagen (Kälteleistung, Füllmenge).

Aufnahmekriterien

Durch den Programmmechanismus wird sichergestellt, dass nur Projekte gefördert werden, welche die Anforderungen nach Artikel 5 CO₂-Verordnung erfüllen (Art. 5a Abs. 1 Bst. c CO₂-Verordnung). Sichertgestellt wird dies durch die folgenden Aufnahmekriterien:

<i>Nr.</i>	<i>Aufnahmekriterium</i>	<i>Anwendung</i>	<i>Belege¹³</i>
<i>AK1</i>	<i>Das Projekt betrifft eine stationäre Kälteanlage in der Schweiz, die basierend auf den Vorschriften zum Zeitpunkt ihrer Erstellung mit einem HFKW-Kältemittel betrieben wird.</i>	<i>Angaben auf Anmeldung / Projektdokumentation und/oder Arbeitsrapport: - Kältemittel - Standortadresse</i>	<i>Anmeldung, Projektdokumentation, Arbeitsrapport</i>
<i>AK2</i>	<i>Die Anlage ist noch voll funktionstüchtig und mit Kältemittel gefüllt (mindestens 1/4 der normalen Betriebsfüllmenge)¹⁴.</i>	<i>Bestätigung der Kältefirma</i>	<i>Formular "Beurteilung Anlagenzustand" Arbeitsrapport</i>

¹³ Weitergehende Erläuterungen siehe Anhang A1_1

¹⁴ Liegt der Füllstand darunter, wird davon ausgegangen werden, dass auch ohne Beiträge der Rest des Kältemittels abgesaugt und auf ein neues Kältemittel umgestellt würde, denn dies wäre betrieblich sinnvoller und oft auch kostengünstiger als eine Wiederbefüllung mit dem alten Kältemittel. Die Neubefüllung nach einem leckbedingten Totalverlust des Kältemittels ist nicht förderfähig, selbst wenn die Anlage nach einer entsprechenden Reparatur wieder voll funktionstüchtig ist.

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

AK3	<i>Beim Projekt wird die Kälteanlage auf ein Kältemittel mit einem um mindestens 50% geringeren Treibhauspotential umgerüstet, ohne dass sie dabei umgebaut wird.</i>	<i>Bestätigung auf Anmeldung (Unterschrift Anlagenbesitzer und Kältefirma), sowie Arbeitsrapport</i>	<i>Anmeldung, Arbeitsrapport</i>
AK4	<i>Vor der Umrüstung wird ein Lecktest nach den Kältemittel-Vorschriften gemäss ChemRRV durchgeführt, und allfällige Leckstellen werden ordnungsgemäss repariert.</i>	<i>Projektdokumentation mit Unterschrift Kältefirma und Nachweisdokumenten</i>	<i>Projektdokumentation Arbeitsrapport</i>
AK5	<i>Die Umrüstung der Kälteanlage wird durch eine Fachperson für Kälteanlagen unter Einhaltung der massgebenden technischen Vorschriften vorgenommen und dokumentiert.</i>	<i>Projektdokumentation mit Unterschrift Kältefirma und Nachweisdokumenten</i>	<i>Projektdokumentation Arbeitsrapport</i>
AK6	<i>Das Kältemittel wird kontrolliert abgesaugt und ordnungsgemäss entsorgt. Falls dieses ein Treibhauspotential ≥ 2500 aufweist, wird es einem zugelassenen Entsorger zur Zerstörung abgegeben.</i>	<i>Projektdokumentation mit Unterschrift Kältefirma und Nachweisdokumenten</i>	<i>Projektdokumentation Arbeitsrapport Entsorgungsnachweis / Entsorgungsetikette¹⁵</i>
AK7	<i>Die entnommene Menge des alten Kältemittels und die eingefüllte Menge des neuen Kältemittels wird gewogen und ausgewiesen.</i>	<i>Projektdokumentation mit Unterschrift Kältefirma und Nachweisdokumenten</i>	<i>Projektdokumentation Arbeitsrapport</i>
AK8 ¹⁶	<i>Der Anlagenbesitzer bestätigt seine Absicht, die Anlage noch mindestens 5 Jahre weiter zu betreiben. Ausserdem nimmt die verantwortliche Kältefachperson eine Beurteilung des Anlagenzustands vor und bestätigt, dass sie in ausreichendem Zustand ist, um noch mindestens 5 Jahre weiter betrieben zu werden.</i>	<i>Bestätigung auf Anmeldung (Unterschrift Anlagenbesitzer und Kältefirma) Bestätigung der Kältefirma</i>	<i>Anmeldung, Formular "Beurteilung Anlagenzustand"</i>
AK9	<i>Das zu ersetzende Kältemittel ist zum Zeitpunkt der Umsetzung des Projekts auf dem Schweizer Markt noch erhältlich.</i>	<i>Bestätigung auf Anmeldung (Unterschrift Kältefirma)</i>	<i>Anmeldung</i>
AK10	<i>Alle Projekte müssen vor dem Umsetzungsbeginn beim Programm angemeldet werden.</i>	<i>Vergleich des Anmeldedatums mit dem Beginn der Arbeiten</i>	<i>Anmeldung, Arbeitsrapport</i>

¹⁵ Bedingungen an Entsorgungsnachweis und Entsorgungsetikette siehe Anhang A1_1.

¹⁶ Mit diesem Aufnahmekriterium wird verhindert, dass Anlagen mit finanziellen Beiträgen aus dem Programm umgerüstet werden, die in schlechtem Zustand sind oder deren baldige Stilllegung aus irgendwelchen anderen Gründen bereits in Aussicht steht. Ideal ist es aus Sicht der Programmbetreiber, wenn die Anlagen während der maximalen Projekt-Laufzeit von 10 Jahren weiter betrieben werden. Da ein 10-jähriger Planungshorizont unrealistisch ist, beziehen sich aber Prognose der Lauffähigkeit und Absichtserklärung nur auf mindestens 5 Jahre. Für die ex-post-Berechnung der Emissionsreduktionen spielt dies keine Rolle, denn diese basiert auf dem effektiven künftigen Betrieb der Anlagen.

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Erfüllung weiterer Anforderungen:

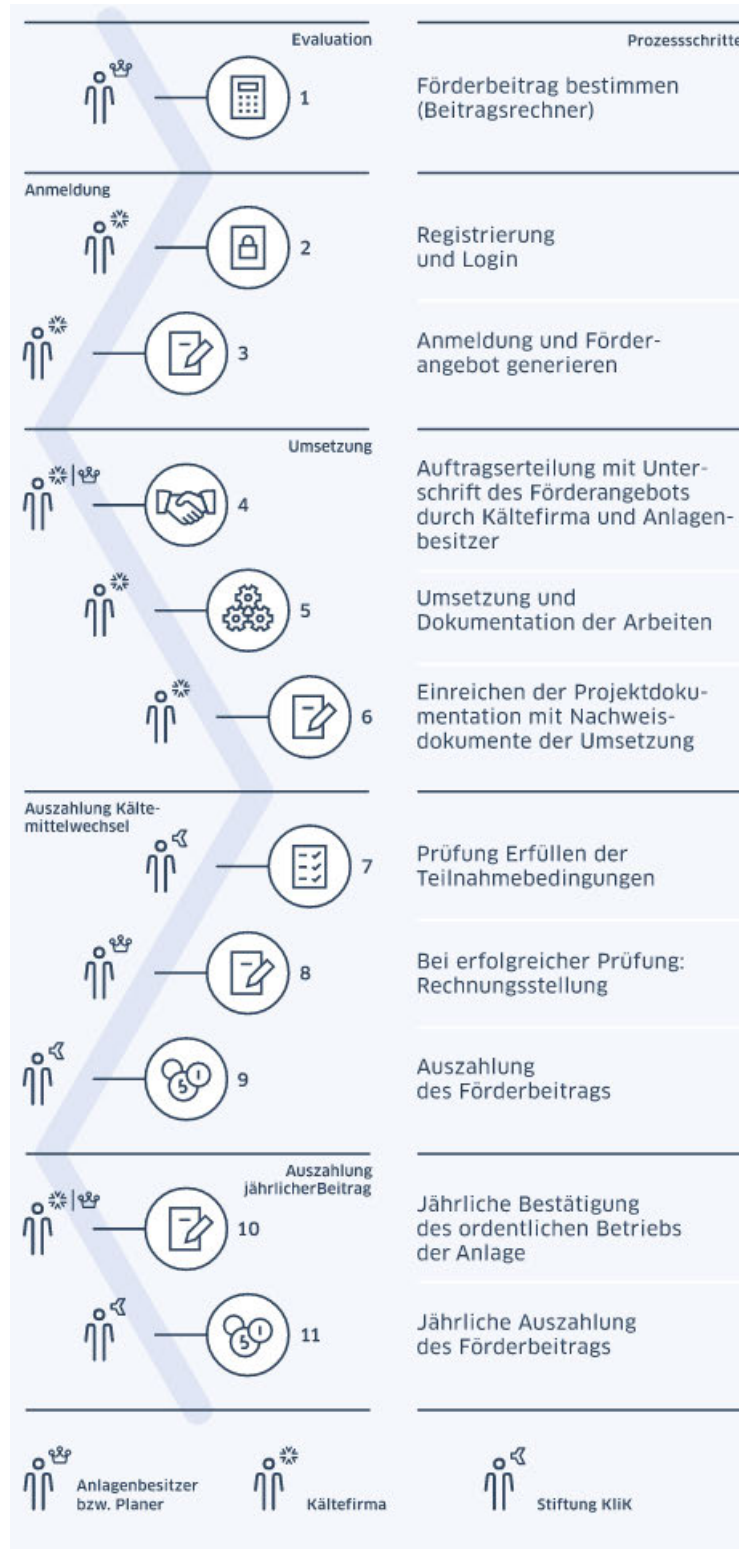
Durch den Förder- und Programmmechanismus wird ausserdem sichergestellt, dass die folgenden generellen Anforderungen an die Projekte von Klimaschutzprogrammen für alle Projekte umgesetzt sind, ohne dass dies im Einzelfall nochmals nachgewiesen werden muss:

Anforderung	Sicherstellung durch
<i>Die durch die Projekte erzielten Emissionsverminderungen werden an die Programmträgerschaft übertragen und können nicht anderweitig geltend gemacht werden.</i>	<i>Vertragliche Absicherung mit Anlagenbesitzer und Kältefirma.</i>
<i>Es findet keine Doppelzählung statt.</i>	<i>Es gibt ausser dem KliK-Programm klimafreundliche Kälte keine anderen Massnahmen zur Förderung der Verminderung von Kältemittlemissionen in der Schweiz. Zu den anderen Programmmodulen des KliK-Programmes ist die Abgrenzung so festgelegt, dass eine Doppelförderung ebenfalls ausgeschlossen werden kann.</i>
<i>Die Projekte sind zusätzlich in dem Sinne, dass sie ohne die Förderung aus dem Programm nicht ausgeführt würden.</i>	<i>Der Zweck der Massnahmen ist der Klimaschutz. Die Anlagenbesitzer ziehen keinen wesentlichen betrieblichen oder wirtschaftlichen Nutzen aus ihnen. In Kapitel 5 wird aufgezeigt, dass die Massnahmen ohne Fördermittel unter keinen Umständen wirtschaftlich attraktiv sein können, und dass sie auch nicht der üblichen Praxis entsprechen.</i>
<i>Es werden nur Projekte gefördert, die vor ihrer Umsetzung nachweislich beim Programm angemeldet sind.</i>	<i>Das Formular, mit dem der Auftrag zur Massnahme erteilt wird, kann nur erzeugt werden, wenn das Projekt vorgängig korrekt angemeldet worden ist.</i>
<i>Die für die Berechnung der durch das Projekt erzielten Emissionsverminderungen notwendigen Parameter werden erfasst und belegt.</i>	<i>Dies wird durch die Vorgaben im Kapitel 5.3 sichergestellt.</i>
<i>Projekte können nur in bestehende (=umgesetzte) Programme aufgenommen werden.</i>	<i>Dieses Kriterium wurde beim Programmstart geprüft. Das Programm wurde am 05.11.2018 gestartet, und vorher wurden noch keine Anmeldungen entgegengenommen.</i>

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Anmelde- und Aufnahmeverfahren:

Die Programmabwicklung erfolgt wie diejenige der anderen Module des Programmes klimafreundliche Kälte über die Plattform www.kaelteanlagen.klik.ch. Der Anmelde- und Aufnahmeprozess erfolgt gemäss dem nachfolgenden Schema:



Auszüge aus dem elektronischen Anmeldeformular sowie Details sind in den internen Richtlinien (Anhang A1_1) in Kapitel 3 wiedergegeben, Details zum Prüfprozess und zu den Anforderungen an die Nachweisdokumente im entsprechenden Kapitel 4.

Akteure und ihre Rollen, Aufgaben und Verantwortlichkeiten

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Akteure und ihre Rollen, Aufgaben und Verantwortlichkeiten:

<i>Akteur</i>	<i>Rollen / Aufgaben / Verantwortlichkeiten</i>
<i>KliK</i>	<i>Programmleitung und -administration, darunter:</i> - <i>Bereitstellen der elektronischen Plattform</i> - <i>Kontrolle der Anmeldungen</i> - <i>Ausstellen der Förder-Bestätigungen / Verträge</i> - <i>Prüfen der Projektdokumentationen</i> - <i>Qualitätssicherung</i> - <i>Auszahlen der Förderbeiträge</i> - <i>Berechnung der Emissionsverminderungen</i> - <i>Monitoringbericht</i> - <i>Datenarchivierung</i>
<i>Externe Dienstleister</i>	<i>z.B. Simultec AG: Übernahme von Teilaufgaben von KliK im Auftragsverhältnis nach Bedarf (z.B. methodische Entwicklung, Marketing, Informatik, Gesuchsprüfung, externe Qualitätssicherung, Monitoringbericht, fachliche Begleitung bei Validierung und Verifizierungen etc.)</i>
<i>SVK¹⁷</i>	<i>Fachtechnische Unterstützung, Kommunikation in der Kältebranche</i>
<i>Kältefirmen / Kältefachleute</i>	- <i>Identifikation geeigneter Projekte und Abklärung Förderfähigkeit</i> - <i>Anmeldung der Projekte</i> - <i>Offertstellung an Auftraggeber</i> - <i>Ausführen der Umrüstung (Absaugen altes Kältemittel, Entsorgen, Einfüllen neues Kältemittel, notwendige Anpassungen an der Anlage)</i> - <i>Erstellen oder Bereitstellen der Nachweisdokumente</i> - <i>Einreichen der Dokumentation</i> - <i>Rapport über den Weiterbetrieb der Anlage in der künftigen Betriebszeit</i>
<i>Anlagenbesitzer</i>	- <i>Unterzeichnen des Vertrags (Anmeldeformular mit Förderangebot)</i> - <i>Auftragserteilung an Kältefirma</i> - <i>in Eigenverantwortung: Aufsicht über die Arbeitsausführung</i>
<i>Validierer / Verifizierer</i>	<i>Validierung / Verifizierung gemäss Vorgaben der CO₂-Verordnung</i>

1.5 Referenzszenario

Das Referenzszenario ist grundsätzlich einfach: Ohne Fördermittel würden die entsprechenden Anlagen mit dem früheren Kältemittel weiterbetrieben. Wie die Entwicklung über mehrere Jahre weitergeht, ist allerdings vom Zufall abhängig:

- Im ökonomisch und ökologisch besseren Fall wird die Anlage bis zu ihrem Lebensende mit dem ursprünglichen Kältemittel weiterbetrieben. Nachher wird dieses abgesaugt und die Anlage stillgelegt (R0).
- Im ökonomisch und ökologisch weniger glücklichen Fall tritt irgendwann im Laufe der weiteren Betriebszeit ein gravierendes Leck auf, und das ursprüngliche Kältemittel entweicht vollständig in die Atmosphäre (Rx). Die Neubefüllung erfolgt in diesem Fall mit dem kältetechnisch und ökonomisch günstigsten Kältemittel gemäss Stand der Technik, und dies ist normalerweise nicht das Referenzkältemittel, sondern das Ersatzkältemittel, das auch im Projektfall eingesetzt würde.

Gerechnet wird immer mit dem Referenzszenario R0, also mit der Annahme, dass bis zur regulären Stilllegung der Anlage kein Leck auftritt.

¹⁷ Schweizerischer Verband für Kältetechnik

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Der Ansatz ist konservativ, denn die anderen möglichen Unterszenarien Rx, in denen Leckagen mit einem Totalverlust des Kältemittels auftreten, führen zu höheren Treibhausgasemissionen, und dies als Folge von ungeplanten Vorfällen, die nichts mit den Programmmaßnahmen zu tun haben..

Alternativen zu Referenz- und Projektszenario, welche zu tieferen Treibhausgasemissionen führen, sind sehr unwahrscheinlich, wie die nachfolgende Zusammenstellung zeigt:

	Szenario	Wahrscheinlichkeit	Kommentar
R	Die Kälteanlage wird mit dem ursprünglichen Kältemittel weiter betrieben.	sehr hoch	Referenzszenario, da betrieblich und kostenmässig günstigste Lösung
R0	Unterszenario: Die Anlage wird mit dem ursprünglichen Kältemittel weiterbetrieben bis zur ordnungsgemässen Stilllegung.	ziemlich hoch	Angestrebtes Unterszenario der Referenz.
Rx	Unterszenario: Irgendwann in der künftigen Betriebsphase tritt ein Leck auf, bei dem das ganze Kältemittel in die Atmosphäre entweicht. Wenn die Anlage noch funktionsfähig ist, wird das Leck repariert und die Anlage mit dem geeignetsten Kältemittel gemäss Stand der Technik neu befüllt.	ebenfalls ziemlich hoch	Nicht angestrebtes Unterszenario der Referenz, das aber leider trotz Vorkehrungen gemäss dem Stand der Technik nicht selten vorkommt.
P	Mit Hilfe der Beiträge wird das alte Kältemittel abgesaugt und die Anlage auf ein Kältemittel mit wesentlich geringerem GWP umgerüstet.	hoch	Beiträge aus dem Programm decken einen Teil der damit verbundenen Mehrkosten ab.
A1	Die entsprechende Kälteanlage wird auch ohne Beiträge und ohne Leck auf ein Kältemittel mit wesentlich geringerem GWP umgerüstet.	sehr klein	Die Massnahme wird zum heutigen Zeitpunkt nicht durch Vorschriften verlangt ¹⁸ und ist ohne Programmbeiträge nicht wirtschaftlich (vgl. Kapitel 5).
A2	Die entsprechenden Kälteanlagen werden dank Klimaschutzbeiträgen aus Programmmodul 1 vorzeitig stillgelegt und durch solche mit natürlichen Kältemitteln ersetzt.	mässig ¹⁹	Grundsätzlich kommen gewisse Anlagen auch für das Programmmodul 1 (vorzeitiger Ersatz von HFKW-Anlagen) in Frage. Auch dort ist aber das Referenzszenario, das ohne Beiträge ausgeführt würde, identisch mit R.
A3	Die entsprechenden Kälteanlagen werden auch ohne Beiträge vorzeitig stillgelegt und durch solche mit natürlichen Kältemitteln ersetzt.	sehr klein	Wie A2, aber ohne Beiträge. Es gibt keinen Grund für den Betreiber, A3 anstelle von A2 zu wählen.

¹⁸ vgl. rechtliche Einflussfaktoren in Kapitel 3.2.

¹⁹ Die Angebote von Modul 1 und Modul 3 richten sich an unterschiedliche Zielgruppen (Modul 3 vor allem an Betreiber von Kleinanlagen wie zum Beispiel Restaurants und Detailhandel, Modul 1 eher an Industriebetriebe und Supermärkte). In der Gewerbekälte kommen je nach Situation beide Optionen in Frage. Die Massnahmen ergänzen sich aber in dem Sinne, dass sie nicht gleichzeitig realisiert werden können sie nicht gleichzeitig realisiert werden können. Eine Doppelzählung ist deshalb ausgeschlossen (vgl. Kapitel 2.3).

1.6 Termine

Termine	Datum	Spezifische Bemerkungen
Umsetzungsbeginn	05.11.2018	Kick-off-Meeting der Gesuchstellerin, siehe erste Validierung
Wirkungsbeginn	17.10.2019	Wirkungsbeginn des ersten realisierten Projektes, überprüft bei Verifizierung des Monitoringjahres 2019

	Anzahl Jahre	Spezifische Bemerkungen
Dauer des Programms in Jahren ²⁰	<p>Programm: ca. 11 Jahre vom 05.11.2018 bis am 31.12.2022</p> <p>Projekt: maximal 10 Jahre Laufzeit</p>	<p>Das Programm wird per 31.12.2029 eingestellt, da wegen den Regelungen der ChemRRV nach diesem Datum für die meisten Projekte ohnehin keine Emissionsreduktionen mehr anrechenbar wären.</p> <p>Die Wirkungskdauer der Projekte endet entweder:</p> <ul style="list-style-type: none"> - bei nachgewiesener Stilllegung, - bei fehlender Kenntnis über den Betriebszustand am Ende eines Absenkpfad (siehe Kapitel 5.2.1) - nach Ablauf von 10 Jahren, oder - am Ende der Kreditierungsperiode.

	Datum	Spezifische Bemerkungen
Beginn 1. Kreditierungsperiode:	05.11.2018	Die Kreditierungsperiode endet mit Beginn der 2. Kreditierungsperiode (siehe unten). Ohne erneute Validierung wäre die Kreditierungsperiode bis am 04.11.2025 gelaufen.
Ende 1. Kreditierungsperiode:	31.12.2023	
Weitere Kreditierungsperioden		
Beginn 2. Kreditierungsperiode:	01.01.2024	Beginn kann gemäss Auskunft des BAFU (Anhang A1_4) frei bestimmt werden. Das Ende der Kreditierungsperiode ist nicht wie üblich der 31.12.2030, sondern das vorgesehene Programmende am 31.12.2029.
Ende 2. Kreditierungsperiode	31.12.2029	

²⁰ bezogen auf das vorliegende Programmmodul

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

2.1 Finanzhilfen

Gibt es für das Programm bzw. Vorhaben zugesprochene oder erwartete Finanzhilfen²¹?

- Ja
 Nein

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

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

- Ja
 Nein

Gemäss gängiger Praxis sind die Kältemittlemissionen nicht Gegenstand von Zielvereinbarungen im Sinne von Art. 66 bis Art. 79 CO₂V. Auch Unternehmen, die von der CO₂-Abgabe befreit sind, können deshalb Projekte im Rahmen des Programms durchführen.

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

Es gibt ausser dem KliK-Programm klimafreundliche Kälte keine anderen Massnahmen zur Förderung der Verminderung von Kältemittlemissionen in der Schweiz.

Zu den anderen Programmmodulen des KliK-Programmes ist die Abgrenzung so festgelegt, dass eine Doppelförderung ebenfalls ausgeschlossen werden kann:

- Das Programmmodul 2 (Förderung von Neuanlagen in kleinen Verkaufsformaten) betrifft grundsätzlich andere Fördertatbestände, und alle dort geförderten Anlagen wären im vorliegenden Programmmodul gar nicht aufnahmefähig.
- Bei den Programmmodulen 1 und 3 gibt es zwar eine Überschneidung der Zielgruppen, denn beide haben zum Ziel, die Emissionen von bestehenden HFKW-Anlagen zu reduzieren. Die Massnahmen ergänzen sich aber in dem Sinne, dass sie nicht gleichzeitig realisiert werden können. Um eine Förderung in Modul 1 zu erhalten, muss die Anlage vorzeitig stillgelegt und durch eine neue Anlage ersetzt werden. Für diejenigen Anlagenbesitzer, die sich aus finanziellen oder betrieblichen Gründen nicht zu einer solchen Massnahme entschliessen, bietet Modul 3 eine Alternative, nämlich den Weiterbetrieb der bestehenden Anlage mit Umrüstung auf ein klimafreundlicheres Kältemittel.²²

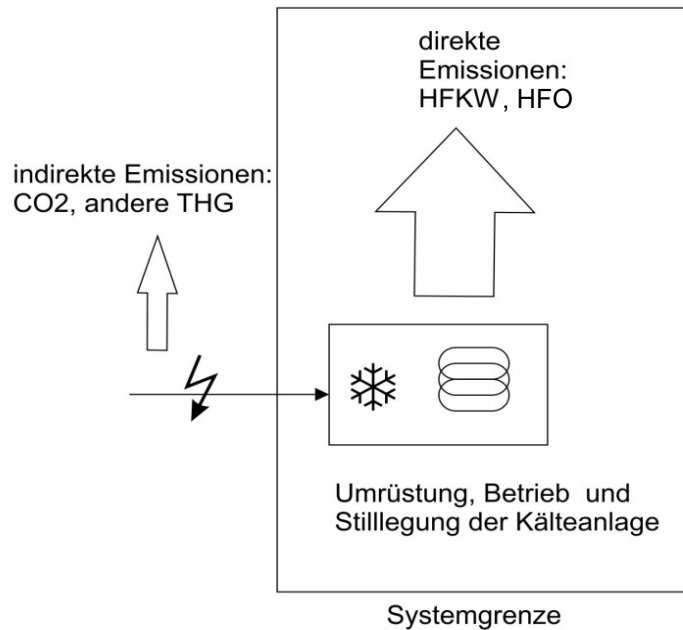
²¹ Finanzhilfen sind geldwerte Vorteile, die Empfängern ausserhalb der Bundesverwaltung gewährt werden, um die Erfüllung einer vom Empfänger gewählten Aufgabe zu fördern oder zu erhalten. Geldwerte Vorteile sind insbesondere nichtrückzahlbare Geldleistungen, Vorzugsbedingungen bei Darlehen, Bürgschaften sowie unentgeltliche oder verbilligte Dienst- und Sachleistungen (Art. 3 Absatz 1 Subventionsgesetz SR 616.1).

²² Falls sich diese nach mehreren Jahren dann doch noch für eine Ersatzanlage entscheiden, kann dies dann wieder über das Modul 1 abgewickelt werden, sofern alle Aufnahmekriterien erfüllt sind. Auch in dieser Situation kommt es nicht zu einer Doppelzählung, denn es geht um denjenigen Anteil der Emissionen, der durch die Massnahme in Modul 3 nicht reduziert werden konnte.

3 Referenzszenario und erwartete Emissionsverminderungen

3.1 Systemgrenze und Emissionsquellen

Systemgrenze



Das System umfasst jeweils eine Kälteanlage mit einem oder mehreren Kältekreisläufen. Im System eingeschlossen sind nur die direkten Emissionen (Kältemittelverluste) bei Umrüstung, Betrieb und Stilllegung der Kälteanlagen. Nicht in das System eingeschlossen sind die indirekten Emissionen durch den Stromverbrauch. Unter Schweizer Bedingungen (niedriger Emissionsfaktor von Strom) machen diese Emissionen nur wenige Prozent der direkten Emissionen aus. Ausserdem werden sie durch die Massnahmen nicht wesentlich verändert, d.h. sie sind in Projekt- und Referenzszenario weitgehend identisch.

Direkte und indirekte Emissionsquellen

	Quelle	Gas	enthalten	Begründung / Beschreibung
Projektmissionen	Indirekte Emissionen durch Stromverbrauch	CO ₂ und andere THG	nein	Weggelassen, da insgesamt gering und weitgehend identisch wie im Referenzszenario
	Direkte Emissionen der Kältemittel	HFKW	ja	wichtige THG-Quelle im Projektfall, falls das Ersatzkältemittel weiterhin HFKW enthält
		VOC	ja	weitere Quelle im Projektfall, wenn das Ersatzkältemittel VOC enthält
		HFO	ja	wichtige Quelle im Projektfall, wenn das Ersatzkältemittel HFO enthält
Referenzentwicklung	Indirekte Emissionen durch Stromverbrauch	CO ₂ und andere THG	nein	Weggelassen aus Gründen der Konservativität und Praktikabilität
	Direkte Emissionen der Kältemittel	HFKW	ja	Hauptsächliche THG-Quelle im Referenzszenario
		VOC	ja	THG-Quelle im Referenzszenario, wenn ein Kältemittel verwendet wird, das auch VOC enthält.

3.2 Einflussfaktoren

Rechtliche Einflussfaktoren:

Die massgeblichen Vorschriften bezüglich Kältemittel und die Vorgaben der CO₂-Verordnung (Stand heute 01.06.2023 und vorgesehene Änderungen per 01.11.2023) sind wichtige Einflussfaktoren. Sie sind in Kapitel 1.4.4 detailliert beschrieben, weshalb hier nur die relevanten Punkte wiederholt werden. Für das Programm direkt von Bedeutung sind die folgenden Punkte:

- Gemäss dem aktuellen Entwurf für eine Revision der CO₂-Verordnung (Anhang A1_3_[3]), welche per 01.11.2023 in Kraft treten soll, ist vorgesehen, den Einsatz von Anlagen, die mit fluorierten Kältemitteln betrieben werden, in den Katalog von Massnahmen aufzunehmen, für die keine Bescheinigungen ausgestellt werden (neuer Buchstabe j in Anhang 3 der CO₂-Verordnung). Ab dem Datum des Inkrafttretens dieser Änderung können keine neuen Projekte mehr aufgenommen werden. Diejenigen Projekte, die vor diesem Datum angemeldet worden sind (inkl. Unterzeichnung des Fördervertrages), können bis Mitte 2024 noch realisiert werden. Die anhaltende Wirkung der noch unter der aktuellen Gesetzeslage aufgenommenen Projekte kann bis zum Ende ihrer Laufzeit innerhalb der zweiten Kreditierungsperiode noch angerechnet werden.²³
- Für das vorliegende Programm relevant ist ausserdem das Nachfüllverbot für Kältemittel mit einem GWP von 2500 oder mehr (Ziffer 2.1 der Kältemittel-Vorschriften gemäss ChemRRV). Bis am 31.12.2029 ist das Nachfüllen noch mit regenerierten Kältemitteln erlaubt, nachher wird auch dies verboten sein. Beim Referenzszenario von Anlagen mit R404A oder R507, bei den Aufnahmekriterien (AK 6 und AK 9), sowie im Abschnitt "3.3 Leakage" wird dies berücksichtigt. Für das Jahr 2030 wird von der Annahme ausgegangen, dass wegen des Nachfüllverbots alle Anlagen innerhalb des Jahres auch ohne Programmbeiträge auf ein Kältemittel mit einem GWP unter 2500 umgerüstet würden mit Ausnahme derjenigen, welche im entsprechenden Jahr stillgelegt werden.

²³ vgl. entsprechende Regelungen der GS Kop des BAFU in Anhang A1_4

Wirtschaftliche Einflussfaktoren:

Eine Prämisse des Fördermodells im vorliegenden Programmmodul ist, dass die entsprechenden Massnahmen ohne Förderung unwirtschaftlich sind. Dass dies der Fall ist, wird in Kapitel 4 gezeigt. Der einzige massgebende Einflussfaktor der entsprechenden Wirtschaftlichkeitsanalyse ist der Kältemittelpreis, oder genauer, das Verhältnis des Preises zwischen altem und neuem Kältemittel. In den letzten Jahren (2021 bis 2023) war das Kältemittel R404A-R (regeneriert), welches die wichtigste Rolle spielt, etwa 1.5 bis 2 mal teurer als das wichtigste Ersatzkältemittel R449A. In Kapitel 4 wird gezeigt, dass nur eine massive Änderung dieses Faktors auf mehr als 4 dazu führen würde, dass die hier geförderten Massnahmen wirtschaftlich würden. Da es extrem unwahrscheinlich, dass der entsprechende Faktor sich so stark verändert, kann auf eine Überwachung dieses Faktors verzichtet werden.

3.3 Leakage

Speziell angeschaut wurden die folgenden zwei Fälle, in denen es theoretisch zu Leakage-Effekten (Verlagerung von Emissionen ausserhalb der Systemgrenzen) kommen könnte:

- Wiederverwendung des Kältemittels in einer anderen Anlage:
Gemäss Kältemittel-Vorschriften der ChemRRV ist es grundsätzlich überall vorgeschrieben, die Kältemittel abzusaugen und fachgerecht zu entsorgen. Dem zugelassenen Abnehmer steht es dann frei, ob die Kältemittel zerstört oder zum Recycling aufbereitet werden. Solange die entsprechenden Kältemittel noch neu produziert werden und ohne Restriktionen zugelassen sind, führt dies nicht zu einer Leakage, sondern zu einer Verminderung der Produktion neuer Kältemittel, was aus Umweltsicht durchaus zu begrüssen ist.

Eine spezielle Situation besteht im Fall der Kältemittel mit einem Treibhauspotential ≥ 2500 , darunter vor allem R404A mit seinem GWP von 3'943. Aufgrund der Revision der ChemRRV dürfen bei diesen Kältemitteln seit dem 01.01.2020 für das Nachfüllen von Anlagen mit einer Füllmenge von 40 Tonnen CO₂-Äquivalenten (ca. 10 kg R404A) nur noch Recycling-Kältemittel verwendet werden.²⁴ Bis heute (2023) ist die Verfügbarkeit von Recycling-Kältemitteln zum Nachfüllen nicht limitierend für den Weiterbetrieb entsprechender Anlagen. Falls gewisse Anlagen dank des Kältemittels aus dem Programm länger betrieben würden als ohne dieses, würde dies aber zu zusätzlichen Treibhausgasemissionen ausserhalb der Systemgrenze führen. Um entsprechende Leakage-Effekte zu verhindern, wurde in Absprache mit der Geschäftsstelle Kompensation und der für Kältemittel zuständigen Sektion des BAFU (siehe Anhang A1_5) ein konservativer Ansatz gewählt: Für im Rahmen des Programms abgesaugte Kältemittel mit einem Treibhauspotential ≥ 2500 wird die Wiederverwendung nicht zugelassen. Stattdessen müssen diese einem zugelassenen Entsorger zur Zerstörung abgegeben werden.

- Begrenzte Menge an «neuem Kältemittel»:
Die neuen Kältemittel sind vor allem in der EU sehr weit verbreitet im Einsatz, und sie werden von den Herstellern stark gepusht. Eine Knappheit, welche irgendwelche Massnahmen verhindern würde, ist nicht zu erwarten (jedenfalls ist es bei keinen Kältemitteln bisher zu so etwas gekommen). Ausserdem würde das selbst in diesem Fall nicht zu einer Leakage führen, sondern höchstens zu einem Misserfolg des Programmmoduls, weil die Massnahmen dann selbst mit den Fördermitteln nicht umgesetzt würden.

Fazit: Leakage-Emissionen werden durch die Programmmethodik ausgeschlossen.

²⁴ Ziff. 3.3.2 der Kältemittel-Vorschriften Anhang 2.10 der ChemRRV (Anhang A1_3_[4])

3.4 Projektemissionen/Emissionen der in einem Programm enthaltenen Projekte

Berechnungsgrundlagen:

Direkte Emissionen von Kältemitteln entstehen durch Verluste beim Befüllen und Nachfüllen, durch Undichtigkeiten während des Betriebs, durch unerwartet auftretende Leckagen (mit Totalverlust des Kältemittels) und durch andere Verluste am Lebensende der Anlagen.

Vom Grundsatz her werden diese Emissionen basierend auf der Methodik von IPCC 2006, Volume 3, Chapter 7 (siehe Anhang A1_3_[5]) berechnet, die auch in der Schweiz bei der Erstellung des nationalen Treibhausgasinventars NIR (siehe Anhang A1_3_[6]) zur Anwendung kommt.

Die Grundformel dazu lautet:

$$E_{Total} = E_F + E_B + E_E \quad (1)$$

mit

E_{Total}	Gesamte Kältemittlemissionen im Zusammenhang mit dem Betrieb von Kälteanlagen
E_F	Emissionen bei der Befüllung von Anlagen (IPCC: E_{Charge} , einmalig bei Inbetriebnahme)
E_B	Emissionen in der Betriebsphase der Anlagen (IPCC: $E_{Lifetime}$, jährlich)
E_E	Emissionen am Lebensende von Anlagen (IPCC: $E_{end-of-life}$, einmalig im letzten Betriebsjahr)

Bei Formel (1) handelt es sich um Formel 7.10²⁵ aus IPCC 2006 mit einer geringfügigen Anpassung: Dort werden zusätzlich noch Emissionen beim Umgang mit den Behältern (IPCC: $E_{containers}$) aufgeführt. Da diese von ihrer Grössenordnung her gering sind, werden sie in der üblichen Reporting-Praxis in Abweichung von der ursprünglichen IPCC-Formel normalerweise nicht separat ausgewiesen, sondern in die Emissionsfaktoren E_F und E_B einbezogen, da die Behälter ja bei den entsprechenden Aktivitäten zum Einsatz kommen.

Den Grossteil der Emissionen machen E_B aus, wo gemäss NIR je nach Anlagentyp mit jährlichen Emissionsfaktoren von 2% bis über 12% gerechnet wird²⁶. Mit Emissionsfaktoren von 15% bis 21% ist aber auch E_E ein relevanter Faktor, wobei hier vor allem der Umstand eine Rolle spielt, dass ein nicht unerheblicher Anteil der Anlagen erst bei einem Leck mit Totalverlust des Kältemittels stillgelegt wird, so dass das Kältemittel nicht regelkonform abgesaugt und entsorgt werden kann.

Berechnung der Projektemissionen:

Die bei der Entnahme des alten Kältemittels und bei der Neubefüllung entstehenden Umrüstungs-Emissionen errechnen sich für jeden Kältekreislauf wie folgt:

$$PE_{F,i} = \frac{GWP_{KM_{alt}}}{1000} \times M_{abgesaugt,i} \times k_i + \frac{GWP_{KM_{neu}}}{1000} \times M_{eingefüllt,i} \times k_i \quad (2)$$

mit

$PE_{F,i}$	Umrüstungs-Projektemissionen für den Kältekreislauf i (Entnahme und Neubefüllung)
$M_{abgesaugt,i}$	abgesaugte Menge des alten Kältemittels aus dem Kreislauf i [kg, Monitoringparameter]
$M_{eingefüllt,i}$	eingefüllte Menge neues Kältemittel in den Kreislauf i [kg, Monitoringparameter]
$GWP_{KM_{alt}}$	Treibhauspotential des alten Kältemittels (vor der Umrüstung) [CO_2eq , Fixparameter] Der Faktor $\frac{GWP_{KM_x}}{1000}$ entspricht dabei einer Tonne CO_2eq pro kg Kältemittel.
$GWP_{KM_{neu}}$	Treibhauspotential des neuen Kältemittels (nach der Umrüstung) [CO_2eq , Fixparameter]
k_i	Befüllungs-Emissionsfaktor für den Kältekreislauf i (Manufacturing Emission Factor) [%, Fixparameter]

²⁵ Anhang A1_3_[5], S. 7.49

²⁶ Die Emissionsfaktoren werden in dieser Methode als Prozente der umgesetzten oder der in Anlagen eingesetzten Kältemittelmengen pro Jahr angegeben. In deutschsprachigen Anwendungen werden sie oft auch als "Leckraten" bezeichnet.

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Die Formel basiert grundsätzlich auf der Formel 7.12 aus IPCC 2006²⁷ mit dem Emissionsfaktor k_i , der aus dem NIR entnommen werden kann. Um die Formel auf die Arbeiten an einer einzelnen Kälteanlage zu verwenden, wurde der IPCC-Parameter M_t (amount of HFC charged into new equipment in year t (per sub-application), kg) durch $M_{abgesaugt,i}$ und $M_{eingefüllt,i}$ ersetzt. Es wird also davon ausgegangen, dass diese Emissionen je einmal beim Entleeren und einmal beim Befüllen entstehen. Ebenso wurde die Multiplikation mit " $\frac{GWP_{KM_x}}{1000}$ " zwecks Umrechnung auf CO₂-Äquivalente eingefügt.²⁸

Zur Berechnung der im jährlichen Betrieb anfallenden Projektemissionen wird folgende Formel verwendet:

$$PE_{B,i} = \frac{GWP_{KM_{neu}}}{1000} \times M_{KM_{neu},i} \times l_i \quad (3)$$

mit

$PE_{B,i}$	jährliche Projektemissionen des Kältekreislaufs i
$GWP_{KM_{neu}}$	Treibhauspotential des neuen Kältemittels (nach der Umrüstung) [CO ₂ eq, Fixparameter]
$M_{KM_{neu},i}$	Betriebsfüllmenge des neuen Kältemittels im Kreislauf i [kg, Monitoringparameter]
l_i	Betriebs-Emissionsfaktor ("Leckrate") des Kältekreislaufs i [%, Fixparameter]

Die Berechnung basiert auf Formel 7.13 aus IPCC 2006, wobei der Parameter " B_t = amount of HFC banked in existing systems in year t" ersetzt wurde durch den Parameter $M_{KM_x,i}$, da die Formel ja nur auf eine Anlage und nicht auf die Gesamtmenge an HFKW in der Schweiz angewandt wird. Ebenso wurde wie in allen Formeln die Multiplikation mit " $\frac{GWP_{KM_x}}{1000}$ " zwecks Umrechnung auf CO₂-Äquivalente eingefügt.

Im letzten Betriebsjahr entstehen zusätzlich die "End-of-Life-Emissionen", die nach folgender Formel berechnet werden:

$$PE_{E,i} = \frac{GWP_{KM_{neu}}}{1000} \times M_{KM_{neu},i} \times p_i \times s_i \quad (4)$$

mit

PE_E	"End-of-Life-Emissionen" des Kältekreislaufs i im Projektfall
$GWP_{KM_{neu}}$	Treibhauspotential des neuen Kältemittels (nach der Umrüstung) [CO ₂ eq, Fixparameter]
$M_{KM_{neu},i}$	Betriebsfüllmenge des neuen Kältemittels im Kreislauf i [kg, Monitoringparameter]
p_i	Füllgrad des Kältekreislaufs i bei Lebensende ("Charge at end of life") [%, Fixparameter]
s_i	End-of-Life-Emissionsfaktor des Kältekreislaufs i ("Disposal Loss") [%, Fixparameter]

Die hier wiedergegebene Formel entspricht inhaltlich der Formel 7.14 aus IPCC 2006²⁹ resp. dem Vorgehen gemäss NIR. Dort wird allerdings anstelle von s_i ein Faktor $\eta_{rec,i}$ ("recovery efficiency") verwendet, wobei gilt: $s_i = 100\% - \eta_{rec,i}$. p_i entspricht dem IPCC-Parameter "p = residual charge of HFC in equipment being disposed of expressed in percentage of full charge". Im Übrigen wurde wie bei Formel (3) der IPCC-Parameter für die HFKW-Menge (hier " M_{t-d} = amount of HFC initially charged into new systems installed in year (t-d)) durch $M_{KM_x,i}$ ersetzt und die Multiplikation mit " $\frac{GWP_{KM_x}}{1000}$ " eingefügt.

²⁷ Anhang A1_3_[5], S. 7.50

²⁸ In der IPCC-Methodik werden zuerst alle Emissionen eines bestimmten Stoffes summiert, um sie erst danach auf CO₂-Äquivalente umzurechnen.

²⁹ Anhang A1_3_[5], S. 7.51

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

3.5 Referenzentwicklung

Da im Referenzfall keine Absaugung und Neubefüllung stattfindet, entstehen zu Beginn des Betriebs keine speziellen Emissionen:

$$RE_{F,i} = 0$$

Dafür entstehen aber höhere Emissionen im Normalbetrieb, die analog zu Formel (3) wie folgt berechnet werden:

$$RE_{B,i} = \frac{GWP_{KM_{alt}}}{1000} \times M_{KM_{alt},i} \times l_i \quad (5)$$

mit

$RE_{B,i}$	jährliche Referenzemissionen des Kältekreislaufs i
$GWP_{KM_{alt}}$	Treibhauspotential des alten Kältemittels (vor der Umrüstung) [CO ₂ eq, Fixparameter]
$M_{KM_{alt},i}$	Betriebsfüllmenge des alten Kältemittels im Kreislauf i (vor der Umrüstung) [kg, Monitoringparameter]
l_i	Betriebs-Emissionsfaktor ("Leckrate") des Kältekreislaufs i [%, Fixparameter]

Im letzten Betriebsjahr entstehen analog zum Projektfall (Formel (4)) die "End-of-Life-Emissionen", die nach folgender Formel berechnet werden:

$$RE_{E,i} = \frac{GWP_{KM_{alt}}}{1000} \times M_{KM_{alt},i} \times p_i \times s_i \quad (6)$$

mit

$RE_{E,i}$	"End-of-Life-Emissionen" des Kältekreislaufs i im Referenzfall
$GWP_{KM_{alt}}$	Treibhauspotential des alten Kältemittels (vor der Umrüstung) [CO ₂ eq, Fixparameter]
$M_{KM_{alt},i}$	Betriebsfüllmenge des alten Kältemittels im Kreislauf i (vor der Umrüstung) [kg, Monitoringparameter]
p_i	Füllgrad des Kältekreislaufs i bei Lebensende ("Charge at end of life") [%, Fixparameter]
s_i	End-of-Life-Emissionsfaktor des Kältekreislaufs i ("Disposal Loss") [%, Fixparameter]

3.6 Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante)

Mit den erwähnten Formeln wurden die Emissionsreduktionen von fünf typischen Kälteanlagen als Beispiele errechnet³⁰:

Emissionsreduktionen für typische Anlagen				Kennzahlen			Referenzemissionen (RE) Projektemissionen (PE) Emissionsreduktionen (ER)			
Nr.	Beschreibung	EF		Mi [kg] ¹	KM_alt	KM_neu		Befüllung (E _F)	Betrieb pro Jahr (E _B)	Stilllegung (E _S)
1	Kleine Gewerbe-/Gastrokälteanlage, ausschliesslich mit R404A / R507	li	7.8%	15	404A	449A	RE	0.0	4.6	11.3
		ki	0.5%				PE	0.40	1.6	4.0
		pi	80%				ER	-0.4	3.0	7.3
		si	24%							
2	Kleine Gewerbe-/Gastrokälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	li	7.8%	15	404A	449A	RE	0.0	6.8	16.8
		ki	0.5%	20	134a	R513	PE	0.6	2.6	6.4
		pi	80%				ER	-0.6	4.2	10.3
		si	24%							
3	Kleinere Industriekälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	li	5%	50	404A	449A	RE	0.0	24.1	54.2
		ki	0.5%	200	134a	R513	PE	3.4	9.8	22.0
		pi	75%				ER	-3.4	14.3	32.2
		si	15%							
4	Supermarkt-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A / R507	li	7.8%	200	404A	449A	RE	0.0	61.2	150.6
		ki	0.5%				PE	5.3	21.8	53.6
		pi	80%				ER	-5.3	39.4	97.0
		si	24%							
5	Grosse Industrie-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A / R507	li	5%	600	404A	449A	RE	0.0	117.7	264.7
		ki	0.5%				PE	16.0	41.9	94.2
		pi	75%				ER	-16.0	75.8	170.5
		si	15%							

¹ Annahme $M_i = M_{KM_alt,i} = M_{KM_neu,i}$

Über eine mittlere Laufzeit der Projekte von 7 Jahren ergeben sich daraus die folgenden Emissionsreduktionen pro Projekt:

Jährliche Emissionsreduktionen pro Projekt		Jahr								Laufzeit
Referenzemissionen		t CO2								t CO2
Fall		1	2	3	4	5	6	7	8	7 Jahre
1	Kleine Gewerbe/Gastrokälteanlage, nur mit R404A / R507	2.3	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	13.6	43
2	Kleine Gewerbe/Gastrokälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	3.4	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	20.2	65
3	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	12.1	24.1	24.1	24.1	24.1	24.1	24.1	66.3	223
4	Supermarkt-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A / R507	30.6	61.2	61.2	61.2	61.2	61.2	61.2	181.2	579
5	Grosse Industrie-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A / R507	58.8	117.7	117.7	117.7	117.7	117.7	117.7	323.6	1088
Projektemissionen		t CO2								t CO2
Fall		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	7 Jahre
1	Kleine Gewerbe/Gastrokälteanlage, nur mit R404A / R507	1.2	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	4.8	16
2	Kleine Gewerbe/Gastrokälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	1.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	7.7	25
3	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	8.3	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	26.9	94
4	Supermarkt-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A / R507	16.2	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	64.5	211
5	Grosse Industrie-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A / R507	36.9	41.9	41.9	41.9	41.9	41.9	41.9	115.2	403
Emissionsreduktionen		t CO2								t CO2
Fall		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	7 Jahre
1	Kleine Gewerbe/Gastrokälteanlage, nur mit R404A / R507	1.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	8.8	28
2	Kleine Gewerbe/Gastrokälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	1.5	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	12.4	39
3	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	3.8	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	39.4	129
4	Supermarkt-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A / R507	14.4	39.4	39.4	39.4	39.4	39.4	39.4	116.7	368
5	Grosse Industrie-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A / R507	21.9	75.8	75.8	75.8	75.8	75.8	75.8	208.4	685

Annahme: Laufzeit pro Vorhaben jeweils 7 Jahre. Inbetriebnahme jeweils Mitte des 1. Jahres, Ausserbetriebnahme Mitte des 8. Jahres.

³⁰ Tabelle gilt für die zweite Kreditierungsperiode. Die Werte der ersten Kreditierungsperiode weichen leicht davon ab (siehe Tabelle «Fälle 1. KP» im Anhang A3).

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Anschliessend wurde abgeschätzt, wie viele Projekte des entsprechenden Typs in welchem Jahr umgesetzt werden können, was die nachfolgenden Werte ergab:

Anzahl neue Projekte des entsprechenden Typs		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	Kleine Gewerbe/Gastrokälteanlage, nur mit R404A / R507	3	143	198	150	150	150	75
2	Kleine Gewerbe/Gastrokälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	0	0	2	2	2	2	1
3	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	0	0	1	1	1	1	0
4	Supermarkt-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A / R507	0	25	52	35	35	35	18
5	Grosse Industrie-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A / R507	0	2	12	7	7	7	3
Alle Fälle		3	170	265	195	195	195	97

Zu den Annahmen gibt es Folgendes zu erläutern:

- Für die Jahre 2019 bis 2022 wurde die effektiv erreichte Anzahl Fälle so auf die Musterfälle verteilt, dass die Emissionsverminderungen mit den effektiv erzielten übereinstimmen.
- Im Jahr 2023 und 2024 wird nochmals mit der gleichen Anzahl Fällen gerechnet wie 2022. Im Jahr 2025 werden voraussichtlich zum letzten Mal neue Projekte aufgenommen (Annahme: nur noch halb so viele wie 2022).

Die Berechnung mit den erwähnten Annahmen, die in Anhang A3 vollständig wiedergegeben ist, ergibt die folgenden zu erwartenden Emissionsverminderungen:

Jahr	Erwartete Referenzentwicklung (in t CO ₂ eq)	Erwartete Projekt-emissionen (in t CO ₂ eq)	Schätzung der Leakage (in t CO ₂ eq)	Erwartete Emissionsverminderungen (in t CO ₂ eq)
in der 1. Kreditierungsperiode (2019 - 2023)	28'168	10'033		18'135
2024	16'833	5'997	-	10'836
2025	19'048	6'786	-	12'262
2026	20'880	7'439		13'442
2027	25'539	9'097		16'442
2028	28'981	10'325		18'656
2029	19'939	7'105		12'834
In der 2. Kreditierungsperiode (1.1.2024-31.12.2029)	131'220	46'749	-	84'472
Über die Projektlaufzeit (2019 - 2029)	159'389	56'782	-	102'607

4 Nachweis der Zusätzlichkeit

Analyse der Zusätzlichkeit (Allgemeine Bemerkungen)

Das primäre Ziel der durch das Programm geförderten Massnahmen ist der Klimaschutz. Da sie dem Anlagenbesitzer keinen relevanten Praxisnutzen bringen, werden derartige Massnahmen nur realisiert, wenn ein erheblicher Teil der mit Ihnen verbundenen Mehrkosten durch die Programmbeiträge abgedeckt wird. Nachstehend wird gezeigt, dass die Projekte aufgrund der technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen immer zusätzlich sind. Ändern würde sich diese Ausgangslage nur bei extremen Änderungen der Kältemittelpreise.

Wirtschaftlichkeitsanalyse

Bei den hier geförderten Massnahmen entstehen im Projektfall Investitionen, im Referenzszenario wird dagegen nichts investiert. Erträge bringen die Massnahmen keine, bezüglich Betriebskosten gibt es aber gewisse Unterschiede zwischen Projekt- und Referenzszenario. Da die neuen Kältemittel meistens kostengünstiger sind als die alten, können mit den Massnahmen gewisse Kosteneinsparungen bei der jährlichen Wartung erzielt werden. Wirtschaftlich könnten die Massnahmen aber nur sein, wenn diese Kosteneinsparungen so hoch wären, dass damit über die Projektlaufzeit die ursprünglichen Investitionen kompensiert würden.

Mit dem Instrument einer Kostenanalyse (Option 1 gemäss BAFU-Mitteilung) wurden Berechnungen durchgeführt, die zeigen, dass dies aufgrund der geltenden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen grundsätzlich nicht eintritt. Die Beurteilung wird auf den Nettobarwert (NBW) der Mehrkosten für das Projekt im Vergleich zur Referenzanlage abgestützt. Ist dieser negativ, wird das Projekt als unwirtschaftlich beurteilt. Zwecks Veranschaulichung wurde zusätzlich auch die statische Pay-Back-Zeit errechnet, die aber nicht als Beurteilungskriterium gilt.

Für ein typisches Projekt (Supermarkt-Kälteanlage mit 150 kg R404A) zeigen die Berechnungen die folgenden Resultate (vgl. auch Anhang A4_1):

Resultate Kostenanalyse		
Musterprojekt: Supermarkt-Kälteanlage, Umrüstung von TK-Kreislauf mit 150 kg von R404A auf R449A		
Investitionskosten des Vorhabens	CHF	20'375
Erlös der Bescheinigungen	CHF	18'338
Anteil Programmbeitrag aus dem Erlös der Bescheinigungen an den Investitionskosten	%	90%
Restanteil des Anlageneigners an der Investition	CHF	2'038
jährliche Einsparungen bei den Betriebskosten (Wartung)	CHF	468
jährliche Einsparungen bei den Betriebskosten, in % der Investition	%	2.30%
statische Pay-pack-Zeit ohne Beitrag aus dem Erlös der Bescheinigungen	Jahre	44
statische Pay-back-Zeit mit Beitrag aus dem Erlös der Bescheinigungen	Jahre	4
Emissionsreduktionen über Projektlaufzeit von 10 Jahren	tCO ₂ e	355
Nettobarwert nach 10 Jahren ohne Beitrag aus dem Erlös der Bescheinigungen	CHF	-16'383
Nettobarwert nach 10 Jahren mit Beitrag aus dem Erlös der Bescheinigungen	CHF	1'955

Die Resultate zeigen, dass die erzielten Einsparungen beim künftigen Wartungsaufwand auf keinen Fall ausreichen zur Rückzahlung der Investitionen: In der statischen Betrachtung würden die Investitionen erst nach 44 Jahren durch Kosteneinsparungen kompensiert. Der Nettobarwert verbleibt ohne Programmbeiträge auch am Ende der maximalen Projektlaufzeit von 10 Jahren tief im negativen Bereich.

Anhand von Fallberechnungen kann gezeigt werden, dass dies grundsätzlich für alle möglichen Projekte unabhängig von Anlagentyp und Füllmenge gilt, und in einer Sensitivitätsanalyse (Resultate in den Tabellen "Sensitivität_Musterprojekt" und "Sensitivität_Extremfall" im Anhang A4_1) wurde gezeigt, dass auch unerwartete Schwankungen der zu Grunde gelegten Prämissen (z.B. Variation der

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Kältemittelpreise oder des Arbeitsaufwandes um +/-25%) an diesem Befund nichts Grundsätzliches ändern.

Die geplanten Programmbeiträge aus dem Erlös der erwarteten Bescheinigungen ändern die finanzielle Situation massgebend: In der Berechnung (Anhang A4_1) wird gezeigt, dass die geplanten Programmbeiträge je nach Anlagentyp und Anlagengrösse zwischen etwa 60% und 90% der Kosten der Massnahmen abdecken werden. Die beim Anlageneigentümer verbleibenden Kosten können so in den meisten Fällen durch die Einsparungen im Laufe einiger Jahre kompensiert werden. Im Fall des Musterprojekts tritt dies nach 4 Jahren ein.

Im heutigen Marktumfeld ist das Kältemittel R404A, welches die wichtigste Rolle spielen wird, deutlich teurer als die entsprechenden Ersatzkältemittel, wobei der Faktor $\text{Preis}_{R404A}/\text{Preis}_{\text{Ersatzkältemittel}}$ im Bereich von 1.5 bis über 2 liegt. In break-even-Berechnungen wird gezeigt, dass selbst in Extremfällen nur eine massive Änderung dieses Faktors auf mehr als 4 dazu führen würde, dass das Projekt auch ohne Beiträge aus dem Erlös der Bescheinigungen wirtschaftlich wird.³¹

Erläuterungen zu anderen Hemmnissen

Neben dem Problem der Finanzierung gibt es andere Hemmnisse, welche die hier geförderten Massnahmen verhindern. Ein wichtiges Hemmnis ist der generelle Widerstand gegenüber neuer Technologie, wenn sich die alte bisher bewährt hat. Der Widerstand ist grundsätzlich rational, denn es kann nicht verleugnet werden, dass ein gewisses Risiko einer höheren Störungsanfälligkeit durch den Eingriff besteht. Direkt abgegolten werden können diese Hemmnisse durch die Programmbeiträge nicht. Indirekt werden sie durch das Programm aber durchaus vermindert, denn je mehr Erfahrungen mit Umrüstungen gewonnen werden, desto geringer werden die Vorbehalte gegenüber der neuen Technologie, und desto seltener werden auch Störungen auftreten. Geltend gemacht werden muss dieser Effekt allerdings nicht, da die Zusätzlichkeit bereits aufgrund der Wirtschaftlichkeitsanalyse feststeht.

Übliche Praxis

In Zusammenarbeit mit den verschiedenen Kältefirmen und dem SVK wurde vor Programmbeginn geklärt, dass die geplanten Massnahmen nicht der allgemeinen Praxis entsprachen (vgl. ursprüngliche Programmbeschreibung V2.3 vom 07.11.2019).

³¹ Die entsprechenden Berechnungen sind in den Tabellen "Extremfall_nur_R404A" und "Sensitivität_Extremfall" im Anhang A8 wiedergegeben. Basierend auf dem Umstand, dass die Wirtschaftlichkeit am ehesten gegeben sein könnte bei Anlagen mit einer hohen jährlichen Leckrate und mit einer grossen Menge an R404A (hohe erwartete Preisdifferenz zwischen altem und neuen Kältemittel), ist die folgende Anlage als Extremfall zu betrachten: Gewerbekälteanlage (Leckrate I, 7.8%), gefüllt mit 1000 kg R404A. Der Extremfall geht absichtlich über den Bereich üblicher Gewerbekälteanlagen hinaus, wo bereits Füllmengen von 300 bis 400 kg ein Extrem darstellen. Die Kosten für die Umrüstung dieser Extremanlage liegen bei CHF [REDACTED], und bei den heutigen Kältemittelpreisen beträgt der Nettobarwert der Investition nach 10 Jahren CHF [REDACTED]. Selbst eine Verdoppelung des heute schon hohen Preises von regeneriertem R404A würde dieses Projekt ohne Beiträge nicht wirtschaftlich machen.

5 Aufbau und Umsetzung des Monitorings

5.1 Beschreibung der gewählten Nachweismethode

Das Monitoring basiert auf einer Projektdokumentation, welche von der zuständigen Fachperson für Kälteanlagen erstellt und der Programmleitung eingereicht wird. Mit der Projektdokumentation sind sämtliche Parameter zur Berechnung der Emissionsreduktionen während der ganzen Wirkungsperiode des Projekts vorhanden.

In der nachfolgenden Periode muss lediglich noch geklärt werden, ob die Anlage in den jeweiligen Monitoringperioden tatsächlich noch in Betrieb steht (vgl. Parameter $B_{i,y}$).

Im Übrigen besteht das jährliche Monitoring aus der korrekten Berechnung der Emissionsreduktionen für jede noch in Betrieb stehende Anlage des Programmes.

5.2 Ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen

5.2.1 Formeln zur ex-post Berechnung erzielter Emissionsverminderungen

Im Grundsatz basiert die ex-post Berechnung auf den gleichen Formeln (2) bis (6), die in Kapitel 3.4 und 3.5 wiedergegebenen sind, weil sie auch für die ex-ante-Berechnung eingesetzt wurden. Der Vollständigkeit halber werden sie hier nochmals wiedergegeben:

Projektemissionen:

Die bei der Entnahme des alten Kältemittels und bei der Neubefüllung entstehenden Umrüstungs-Emissionen errechnen sich für jeden Kältekreislauf wie folgt:

$$PE_{F,i} = \frac{GWP_{KM_{alt}}}{1000} \times M_{abgesaugt,i} \times k_i + \frac{GWP_{KM_{neu}}}{1000} \times M_{eingefüllt,i} \times k_i \quad (2)$$

mit

$PE_{F,i}$	Umrüstungs-Projektemissionen für den Kältekreislauf i (Entnahme und Neubefüllung)
$M_{abgesaugt,i}$	abgesaugte Menge des alten Kältemittels aus dem Kreislauf i [kg, Monitoringparameter]
$M_{eingefüllt,i}$	eingefüllte Menge neues Kältemittel in den Kreislauf i [kg, Monitoringparameter]
$GWP_{KM_{alt}}$	Treibhauspotential des alten Kältemittels (vor der Umrüstung) [CO ₂ eq, Fixparameter]
$GWP_{KM_{neu}}$	Treibhauspotential des neuen Kältemittels (nach der Umrüstung) [CO ₂ eq, Fixparameter]
k_i	Befüllungs-Emissionsfaktor für den Kältekreislauf i (Manufacturing Emission Factor) [%, Fixparameter]

Zur Berechnung der im jährlichen Betrieb anfallenden Projektemissionen wird basierend auf Formel 7.13 aus IPCC 2006 folgende Formel verwendet:

$$PE_{B,i} = \frac{GWP_{KM_{neu}}}{1000} \times M_{KM_{neu,i}} \times l_i \quad (3)$$

mit

$PE_{B,i}$	jährliche Projektemissionen des Kältekreislaufs i
$GWP_{KM_{neu}}$	Treibhauspotential des neuen Kältemittels (nach der Umrüstung) [CO ₂ eq, Fixparameter]
$M_{KM_{neu,i}}$	Betriebsfüllmenge des neuen Kältemittels im Kreislauf i [kg, Monitoringparameter]
l_i	Betriebs-Emissionsfaktor ("Leckrate") des Kältekreislaufs i [%, Fixparameter]

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Im letzten Betriebsjahr entstehen zusätzlich die "End-of-Life-Emissionen", die nach folgender Formel berechnet werden:

$$PE_{E,i} = \frac{GWP_{KM_{neu}}}{1000} \times M_{KM_{neu},i} \times p_i \times S_i \quad (4)$$

mit

PE_E	"End-of-Life-Emissionen" des Kältekreislaufs i im Projektfall
$GWP_{KM_{neu}}$	Treibhauspotential des neuen Kältemittels (nach der Umrüstung) [CO_2eq , Fixparameter]
$M_{KM_{neu},i}$	Betriebsfüllmenge des neuen Kältemittels im Kreislauf i [kg, Monitoringparameter]
p_i	Füllgrad des Kältekreislaufs i bei Lebensende ("Charge at end of life") [%, Fixparameter]
S_i	End-of-Life-Emissionsfaktor des Kältekreislaufs i ("Disposal Loss") [%, Fixparameter]

Referenzentwicklung

Da im Referenzfall keine Absaugung und Neubefüllung stattfindet, entstehen zu Beginn des Betriebs keine speziellen Emissionen:

$$RE_{F,i} = 0$$

Dafür entstehen aber höhere Emissionen im Normalbetrieb, die wie folgt berechnet werden:

$$RE_{B,i} = \frac{GWP_{KM_{alt}}}{1000} \times M_{KM_{alt},i} \times l_i \quad (5)$$

mit

$RE_{B,i}$	jährliche Referenzemissionen des Kältekreislaufs i
$GWP_{KM_{alt}}$	Treibhauspotential des alten Kältemittels (vor der Umrüstung) [CO_2eq , Fixparameter]
$M_{KM_{alt},i}$	Betriebsfüllmenge des alten Kältemittels im Kreislauf i (vor der Umrüstung) [kg, Monitoringparameter]
l_i	Betriebs-Emissionsfaktor ("Leckrate") des Kältekreislaufs i [%, Fixparameter]

Im letzten Betriebsjahr entstehen analog zum Projektfall die "End-of-Life-Emissionen", die nach folgender Formel berechnet werden:

$$RE_{E,i} = \frac{GWP_{KM_{alt}}}{1000} \times M_{KM_{alt},i} \times p_i \times S_i \quad (6)$$

mit

$RE_{E,i}$	"End-of-Life-Emissionen" des Kältekreislaufs i im Referenzfall
$GWP_{KM_{alt}}$	Treibhauspotential des alten Kältemittels (vor der Umrüstung) [CO_2eq , Fixparameter]
$M_{KM_{alt},i}$	Betriebsfüllmenge des alten Kältemittels im Kreislauf i (vor der Umrüstung) [kg, Monitoringparameter]
p_i	Füllgrad des Kältekreislaufs i bei Lebensende ("Charge at end of life") [%, Fixparameter]
S_i	End-of-Life-Emissionsfaktor des Kältekreislaufs i ("Disposal Loss") [%, Fixparameter]

Konkrete Umsetzung der ex-post-Berechnungen

Im Jahr der Umsetzung betragen die Emissionsverminderungen $ER_{y,i}$ für jeden Kältekreislauf der verschiedenen Projekte:

$$ER_{y,i} = \frac{t_{y,i}}{365} \times (RE_{B,i} - PE_{B,i}) - PE_{F,i} \tag{7}$$

mit

- $t_{y,i}$ Laufzeit der Anlage mit dem Kreislauf i im Jahr y seit Projektumsetzung [Tage]
- $RE_{B,i}$ jährliche Referenzemissionen des Kältekreislaufs i , berechnet mit Formel (5)
- $PE_{B,i}$ jährliche Projektemissionen des Kältekreislaufs i , berechnet mit Formel (3)
- $PE_{F,i}$ Umrüstungs-Projektemissionen für den Kältekreislauf i (Entnahme und Neubefüllung), berechnet mit Formel (2)

$t_{y,i}$ entspricht der Anzahl Tage vom Datum der Ausführung des Projekts (Monitoringparameter DTA_i) bis Jahresende.

In den Folgejahren gilt:

$$ER_{y,i} = pw_{y,i} \times (RE_{B,i} - PE_{B,i}) \tag{8}$$

mit

- $pw_{y,i}$ Wahrscheinlichkeit, dass die Anlage mit dem Kreislauf i im Jahr y noch in Betrieb ist.
- $RE_{B,i}$ jährliche Referenzemissionen des Kältekreislaufs i , berechnet mit Formel (5)
- $PE_{B,i}$ jährliche Projektemissionen des Kältekreislaufs i , berechnet mit Formel (3)

$pw_{y,i}$ ist vom Monitoringparameter $B_{i,y}$ abhängig, welcher den Betriebszustand der Anlage i im Jahr y bezeichnet. Dabei gilt folgende Abhängigkeit:

Betriebszustand $B_{i,y}$	"in Betrieb"	"ausser Betrieb"	"Betriebszustand unbekannt"	
Kriterium	Es liegt eine Meldung vor, dass die Anlage im Jahr y noch in Betrieb ist.	Es liegt eine Meldung vor, dass die Anlage im Jahr y nicht mehr in Betrieb ist.	Es liegt weder eine Meldung vor, dass die Anlage im Jahr y noch in Betrieb ist, noch eine Meldung, dass sie stillgelegt wurde.	
			bis 5. Kalenderjahr nach Umrüstung	ab 6. Kalenderjahr nach Umrüstung, wenn im Jahr y der Betriebszustand unbekannt ist und die letzte positive Meldung über den Betriebszustand wie folgt zurückliegt:
$pw_{y,i}$	100%	0%	1. Jahr: 100%	1 Jahr: 75%
			2 Jahre: 95%	2 Jahre: 50%
			3. Jahr 90%	3 Jahre und mehr: 0%
			4. Jahr 85%	
			5. Jahr 75%	
			6. Jahr und mehr: 0%	
	Im letzten Jahr, in dem gilt $pw_{y,i} > 0$ kommen zusätzlich noch die Stilllegungsemissionen dazu (+ $RE_{E,i} - PE_{E,i}$)			

Dazu gelten noch die folgenden zusätzlichen Regelungen:

- Wenn in einem Jahr eine positive Meldung des Betriebszustandes vorliegt, können die vorhergehenden Jahre rückwirkend ebenfalls zu 100% angerechnet werden, auch wenn $pw_{y,i}$ bisher tiefer angesetzt worden war.
- Ab dem 11. Kalenderjahr nach Umrüstung wird $B_{i,y}$ nicht mehr erhoben, und es gilt immer $pw_{y,i} = 0$

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

- Das erste Jahr mit $pw_{y,i} = 0$ gilt immer als letztes Betriebsjahr der Anlage, und die Emissionsreduktionen werden nach Formel (9) berechnet mit ABN am 1.1. des entsprechenden Jahres.
- Projekte mit dem Betriebszustand "unbekannt" werden zunächst nicht angerechnet, um weitere Aktionen zur Klärung des Betriebszustandes vorzunehmen (z.B. Ermahnung des Anlagenbesitzers, Rückfrage bei der Kältefirma etc.). Sobald für die entsprechenden Projekte der Zustand "in Betrieb" nachgewiesen werden kann, werden sie dann angerechnet (auch rückwirkend).
- Für Projekte, deren Betriebszustand trotz aller verhältnismässigen Massnahmen zur Klärung unbekannt bleibt, kann der oben erwähnte Absenkpfad angewendet werden, sofern der "Betriebszustand unbekannt" für maximal 10% aller aufgenommenen Projekte auftritt.

Im letzten Betriebsjahr der Anlage betragen die Emissionsreduktionen:

$$ER_{z,i} = \frac{t_{z,i}}{365} \times (RE_{B,i} - PE_{B,i}) + RE_{E,i} - PE_{E,i} \quad (9)$$

mit

$t_{z,i}$	Laufzeit der Anlage mit dem Kreislauf i im letzten Betriebsjahr z [Tage]
$RE_{B,i}$	jährliche Referenzemissionen des Kältekreislaufs i , berechnet mit Formel (5)
$PE_{B,i}$	jährliche Projektemissionen des Kältekreislaufs i , berechnet mit Formel (3)
$RE_{E,i}$	"End-of-Life-Emissionen" des Kältekreislaufs i im Referenzfall, berechnet mit Formel (6)
$PE_{E,i}$	"End-of-Life-Emissionen" des Kältekreislaufs i im Projektfall, berechnet mit Formel (4)

$t_{z,i}$ entspricht der Anzahl Tage bis zum Datum der Ausserbetriebnahme ABN.

5.2.2 Wirkungsaufteilung

Nicht anwendbar.

5.3 Datenerhebung und Parameter

5.3.1 Fixe Parameter

Parameter	GWP_{KM}														
Beschreibung des Parameters	Treibhauspotential des Kältemittels KM														
Einheit	-														
Werte	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Kältemittel</i></th> <th><i>Treibhauspotential</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R404A</td> <td>3'922</td> </tr> <tr> <td>R507</td> <td>3'985</td> </tr> <tr> <td>R134a</td> <td>1'430</td> </tr> <tr> <td>R448A</td> <td>1'386</td> </tr> <tr> <td>R449A</td> <td>1'396</td> </tr> <tr> <td>R513A</td> <td>630</td> </tr> </tbody> </table> <p>Die Parameter bleiben fix über die ganze Kreditierungsperiode des Programmes. Die für die zweite Kreditperiode festgelegten GWP-Werte gelten für alle Projekte, die in das Programm aufgenommen wurden, einschliesslich derjenigen, die vor der Neubewertung registriert wurden. Falls die BAFU-Liste überarbeitet wird, werden sie erst bei einer allfälligen erneuten Validierung angepasst.</p> <p>Bei Kältemitteln, die hier nicht angegeben sind, wird wie folgt vorgegangen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Werden sie in einer aktualisierten Fassung der BAFU-Liste aufgeführt, gilt der entsprechende Wert. 2) Werden sie auch auf der aktuellsten Liste des BAFU nicht aufgeführt, wird die entsprechende Liste des deutschen Umweltbundesamtes in der aktuellsten Fassung herangezogen (Anhang A1_3_[7]). 	<i>Kältemittel</i>	<i>Treibhauspotential</i>	R404A	3'922	R507	3'985	R134a	1'430	R448A	1'386	R449A	1'396	R513A	630
<i>Kältemittel</i>	<i>Treibhauspotential</i>														
R404A	3'922														
R507	3'985														
R134a	1'430														
R448A	1'386														
R449A	1'396														
R513A	630														
Datenquelle	<ol style="list-style-type: none"> 1) BAFU-Liste der Kältemittel, Stand September 2020 (Anhang A3_1_[10]). 2) Umweltbundesamt Berlin: Treibhauspotentiale ausgewählter Verbindungen und deren Gemische gemäß Viertem Sachstandsbericht des IPCC bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren (Anhang A5_5_[3]). 														

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Parameter	l_i				
Beschreibung des Parameters	Betriebs-Emissionsfaktor ("Leckrate") des Kältekreislaufs i Bezeichnung im NIR: Product life emission factor				
Einheit	% pro Jahr				
Werte	Commercial refrigeration	Industrial refrigeration	air conditioning: direct cooling	air conditioning: indirect cooling	heat pumps
	7.8	5.0	4.0	4.0	2.0
Datenquelle	Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2016: National Inventory Report of Switzerland NIR 2023, S. 230 (siehe Anhang A1_3_[6]).				

Parameter	k_i	
Beschreibung des Parameters	Befüllungs-Emissionsfaktor für den Kältekreislauf i Bezeichnung im NIR: Manufacturing emission factor	
Einheit	%	
Werte	Commercial refrigeration	0.5
	Industrial refrigeration	0.5
	Stationary air conditioning: direct cooling systems	1
	Stationary air conditioning: indirect cooling systems	1
	Stationary air conditioning: heat pumps	1
Datenquelle	Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2016: National Inventory Report of Switzerland NIR 2023, S. 230 (siehe Anhang A1_3_[6]).	

Parameter	p_i	
Beschreibung des Parameters	Füllgrad des Kältekreislaufs i bei Lebensende Bezeichnung im NIR: Charge at end of life	
Einheit	%	
Werte	Commercial refrigeration	80
	Industrial refrigeration	75
	Stationary air conditioning: direct cooling systems	74
	Stationary air conditioning: indirect cooling systems	85
	Stationary air conditioning: heat pumps	86
Datenquelle	Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2016: National Inventory Report of Switzerland NIR 2023, S. 230 (siehe Anhang A1_3_[6]). Anmerkung: Um dem Grundsatz der Konservativität Rechnung zu tragen, handelt sich jeweils um den niedrigsten Wert einer Bandbreite, die im NIR angegeben wird.	

Parameter	s_i	
Beschreibung des Parameters	Stilllegungs-Emissionsfaktor des Kältekreislaufs i Bezeichnung im NIR: Disposal loss emission factor	
Einheit	%	
Werte	Commercial refrigeration	24
	Industrial refrigeration	15
	Stationary air conditioning: direct cooling systems	28
	Stationary air conditioning: indirect cooling systems	19
	Stationary air conditioning: heat pumps	19
Datenquelle	Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2016: National Inventory Report of Switzerland NIR 2023, S. 230 (siehe Anhang A1_3_[6]).	

5.3.2 Dynamische Parameter und Messwerte

Dynamischer Parameter / Messwert	$M_{abgesaugt,i}$
Beschreibung des Parameters/Messwerts	abgesaugte Menge des alten Kältemittels aus dem Kreislauf i
Einheit	kg
Datenquelle	Bestimmung bei Absaugung
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	Kältemittelwaage, Anzahl Flaschen mit einer bestimmten Füllmenge
Beschreibung Messablauf	Nach den Vorgaben des SVK, Betriebsanweisung oder DIN EN 378-4 ³²
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	1 kg
Messintervall	einmalig
Verantwortliche Person	Kältefachperson

Dynamischer Parameter / Messwert	$M_{eingefüllt,i}$ $M_{KM_{neu,i}}$
Beschreibung des Parameters/Messwerts	eingefüllte Menge neues Kältemittel in den Kreislauf i , entspricht der normalen Betriebsfüllmenge der Anlage

³² DIN EN 378-4 Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen - Teil 4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Bemerkung	Die normale Betriebsfüllmenge ist bei Kälteanlagen diejenige Menge an Kältemittel, welche für einen störungsfreien Betrieb notwendig ist. Die Füllmenge wird in der Anlagendokumentation (z.B. Wartungsheft) nicht immer präzise und korrekt angegeben. Da eine Kälteanlage auch mit einem Teilverlust von Kältemittel durch ein Leck noch weiterbetrieben werden kann, ist beim Absaugen oft nur noch ein Teil der ursprünglichen Füllmenge vorhanden. Die Messgröße $M_{abgesaugt,i}$ entspricht deshalb nicht immer der normalen Betriebsfüllmenge. Da beim vorliegenden Programm die Kälteanlage im Zuge der Umrüstung neu befüllt wird, kann die normale Betriebsfüllmenge aber durch den dem Parameter $M_{eingefüllt,i}$ ex post immer präzise bestimmt werden.
Einheit	kg
Datenquelle	Bestimmung bei Neubefüllung Es gilt: $M_{KM_{neu,i}} = M_{eingefüllt,i}$
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	Kältemittelwaage, Anzahl Flaschen mit einer bestimmten Füllmenge
Beschreibung Messablauf	Nach den Vorgaben des SVK, Betriebsanweisung oder DIN EN 378-4
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	1 kg
Messintervall	einmalig
Verantwortliche Person	Kältefachperson

Dynamischer Parameter / Messwert	$M_{KM_{alt,i}}$
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Betriebsfüllmenge des alten Kältemittels im Kreislauf i (vor der Umrüstung)
Bemerkung	Dieser Parameter kann erst ex post nach dem beschriebenen Verfahren verlässlich bestimmt werden. Bei der Anmeldung wird die Betriebsfüllmenge zwar durch die Kältefirma abgeschätzt oder aus Dokumenten abgeleitet. Es handelt sich dabei aber lediglich um eine Schätzung, die in der Praxis erheblich von der tatsächlich benötigten Menge an Kältemittel abweichen kann.
Einheit	kg
Datenquelle	$M_{KM_{alt,i}}$ wird wie folgt aus $M_{abgesaugt,i}$ oder $M_{eingefüllt,i}$ abgeleitet: a) Falls $M_{abgesaugt,i} \geq 0.9 \times M_{eingefüllt,i}$, aber $< 1.2 \times M_{eingefüllt,i}$, gilt: $M_{KM_{alt,i}} = M_{abgesaugt,i}$

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	(Begründung: In diesem Fall ist nachgewiesen, dass kein relevantes Leck vorliegt, und $M_{abgesaugt,i}$ entspricht in guter Näherung der Betriebsfüllmenge $M_{KM_{alt,i}}$)
Beschreibung Messablauf	<p>b) Falls $M_{abgesaugt,i} < 0.9 \times M_{eingefüllt,i}$ UND $M_{abgesaugt,i} \geq 0.25 \times M_{eingefüllt,i}$, gilt: $M_{KM_{alt,i}} = 0.9 \times M_{eingefüllt,i}$</p> <p>(Begründung: $M_{abgesaugt,i}$ entspricht in diesem Fall nicht $M_{KM_{alt,i}}$, denn im Kreislauf war nur noch ein Teil der normalen Füllmenge vorhanden, und in der Referenz müsste wieder aufgefüllt werden. Der Faktor 0.9 ist ein Konservativitätsfaktor, weil $M_{KM_{alt,i}}$ und $M_{KM_{neu,i}}$ wegen Dichteunterschieden nicht immer genau gleich sind.)</p> <p>c) Falls $M_{abgesaugt,i} < 0.25 \times M_{eingefüllt,i}$, gilt: Aufnahmekriterium AK2 ist nicht mehr erfüllt und das Projekt kann nicht aufgenommen werden.</p> <p>Zusätzlich wurde noch eine Vorgehensweise festgelegt, wenn die abgesaugte Menge wesentlich grösser ist als die eingefüllte. Sie kommt dann zur Anwendung, wenn gilt: $M_{abgesaugt,i} > 1.2 \times M_{eingefüllt,i}$</p> <p>Tritt dieser eher seltene Fall ein, kann dies verschiedene Ursachen haben, und das Referenzszenario muss situativ geklärt werden.</p> <p>Das Verfahren ist im Kapitel 5.2 der internen Richtlinie (Anhang A1_1) geregelt.</p>
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	1 kg
Messintervall	einmalig
Verantwortliche Person	Kältefachperson

Dynamischer Parameter / Messwert	$KM_{i,alt}$, $KM_{i,neu}$
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Bezeichnung des Kältemittels
Einheit	Bezeichnung Rxxxx (nach ASHRAE)
Datenquelle	$KM_{i,alt}$: Kältemittel vor der Umrüstung: Foto von:
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	- Typenschild an der Anlage, oder - Anlagendokumentation / Anlagenschema, oder - Wartungsheft gemäss BAFU-Wegleitung (Anhang A1_3_[9]), oder
Beschreibung Messablauf	- Meldung bei SMKW (Foto Originalmeldung oder Screenshot) Bestandteil der Projektdokumentation

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Datenquelle Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument Beschreibung Messablauf	$KM_{i, neu}$: Kältemittel nach der Umrüstung: Arbeitsrapport
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	-
Messintervall	einmalig
Verantwortliche Person	Kältefachperson

Dynamischer Parameter / Messwert	Anlagentyp_i											
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Typ der Anlage mit dem Kältekreislauf i											
Einheit	Typ											
Datenquelle	Richtlinie zur Zuordnung des Anlagentyp (Anhang A1_5) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Anlagentyp nach ChemRRV_21 / Richtlinie</td> <td>Anlagentyp nach NIR</td> </tr> <tr> <td>Gewerbekälte (inkl. Supermarkt-Kälte)³³</td> <td>Commercial refrigeration</td> </tr> <tr> <td>Industriekälte</td> <td>Industrial refrigeration</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Komfort-Klimakälte</td> <td>Stationary air conditioning: direct cooling systems</td> </tr> <tr> <td>Stationary air conditioning: indirect cooling systems</td> </tr> <tr> <td>Wärmepumpen</td> <td>Stationary air conditioning: heat pumps</td> </tr> </table>	Anlagentyp nach ChemRRV_21 / Richtlinie	Anlagentyp nach NIR	Gewerbekälte (inkl. Supermarkt-Kälte) ³³	Commercial refrigeration	Industriekälte	Industrial refrigeration	Komfort-Klimakälte	Stationary air conditioning: direct cooling systems	Stationary air conditioning: indirect cooling systems	Wärmepumpen	Stationary air conditioning: heat pumps
Anlagentyp nach ChemRRV_21 / Richtlinie	Anlagentyp nach NIR											
Gewerbekälte (inkl. Supermarkt-Kälte) ³³	Commercial refrigeration											
Industriekälte	Industrial refrigeration											
Komfort-Klimakälte	Stationary air conditioning: direct cooling systems											
	Stationary air conditioning: indirect cooling systems											
Wärmepumpen	Stationary air conditioning: heat pumps											
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	Foto aus der Anlagendokumentation ODER Begutachtung durch Kältefachperson wie unten beschrieben. Dies wird dokumentiert in der Projektdokumentation.											
Beschreibung Messablauf	Die Kältefachperson schaut in der Anlagendokumentation nach, ob der Anlagentyp bereits bestimmt ist. Ist dies nicht der Fall, oder ist die bisherige Klassierung offensichtlich falsch, nimmt er eine eigene Klassierung basierend auf der Richtlinie zur Zuordnung des Anlagentyp (vgl. Anhang A1_1) vor und begründet diese in der Projektdokumentation. Wird eine Anlage dem Typ "direct cooling system" zugeordnet, muss dies belegt werden. Ansonsten gelten Anlagen der Komfort-Klimakälte als "indirect cooling systems" (konservativer Ansatz).											
Kalibrierungsablauf	-											
Genauigkeit der Messmethode	-											
Messintervall	einmalig											
Verantwortliche Person	Kältefachperson											

³³ Der Begriff "Supermarkt-Kälte" ist in der Praxis gebräuchlich. Es handelt sich dabei aber nicht um einen eigenen Anlagentyp nach ChemRRV, sondern um eine Unterklasse der Gewerbekälte.

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Dynamischer Parameter / Messwert	DTA_i
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Datum der Ausführung der Massnahme am Kreislauf i
Einheit	Datum, tt.mm.JJJJ
Datenquelle	Arbeitsrapport Als DTA_i gilt der Zeitpunkt der Wieder-Inbetriebsetzung nach der Umrüstung.
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	
Beschreibung Messablauf	
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	-
Messintervall	einmalig
Verantwortliche Person	Kältefachperson

Dynamischer Parameter / Messwert	B_i
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Betriebszustand der Anlage mit dem Kreislauf i
Einheit	in Betrieb / ausser Betrieb / unbekannt
Datenquelle	Bestätigung der Kältefirma oder Anlagenbetreiberin
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	
Beschreibung Messablauf	Die Bestätigung des Betriebszustandes erfolgt anhand eines Webformulars. Liegt keine unterzeichnete Meldung vor, oder bestehen berechnete Zweifel an deren Korrektheit, kann die interne Prüfstelle des Programmes eine Kontrolle des Betriebszustandes vor Ort vornehmen und den Betriebszustand anhand eines Besichtigungsprotokolls mit Fotos dokumentieren. Kommt die Verifizierungsstelle aufgrund der Dokumentation der Betriebszustände zum Schluss, dass diese nicht genügend glaubwürdig bestätigt sind, kann sie für eine von ihr festzulegende Stichprobe verlangen, dass der Betriebszustand durch die interne Prüfstelle des Programms vor Ort überprüft und protokolliert wird.
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	-
Messintervall	periodisch (z.B. alle 3 Jahre)
Verantwortliche Person	Kältefachperson ODER Anlagenbetreiber

Projekt-/Programmbeschreibung von Projekten/Programmen zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung

Dynamischer Parameter / Messwert	ABN_i
Beschreibung des Parameters/Messwerts	Datum der Ausserbetriebsetzung der Anlage mit dem Kreislauf i
Einheit	Datum, tt.mm.JJJJ
Datenquelle	Kopie der "Meldekarte Ausserbetriebnahme" oder anderer Nachweis der Abmeldung bei der SMKW mit Angabe des Datums der Entleerung der Anlage.
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	Oder: Meldung über eine andere Form der Ausserbetriebnahme der Anlage.
Beschreibung Messablauf	<p>Falls die Anlage ordnungsgemäss entleert und die Stilllegung an die Programmbetreiberin gemeldet wird, gilt als ABN grundsätzlich der Tag, an dem die Entleerung der Kälteanlage durchgeführt wurde.</p> <p>Liegt eine Meldung vor, dass die Anlage nach einer Leckage mit Totalverlust nicht mehr aufgefüllt worden sei, gilt der Tag des Vorfalls als ABN.</p> <p>Ist nicht das genaue Datum, sondern lediglich der Monat gemeldet worden, gilt der 1. des entsprechenden Monats als ABN.</p> <p>Ist lediglich das Jahr der Ausserbetriebnahme bekannt, gilt der 01.01. des entsprechenden Jahres als ABN.</p> <p>Ist das 10 Kalenderjahr seit Umrüstung erreicht, und liegt ein Nachweis vor, dass die Anlage noch in Betrieb ist, gilt der 31.12. des entsprechenden Jahres als ABN unabhängig davon, wie lange die Anlage noch weiterbetrieben wird.</p> <p>Das erste Jahr, in dem gemäss den Bestimmungen zu Formel (8) $pw_{y,i} = 0$, gilt immer als letztes Betriebsjahr der Anlage, und die Emissionsreduktionen werden nach Formel (9) mit ABN am 1.1. des entsprechenden Jahres berechnet.</p>
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	-
Messintervall	einmalig
Verantwortliche Person	Kältefachperson ODER Anlagenbetreiber

5.3.3 Einflussfaktoren

Einflussfaktor	Kältemittel-Vorschriften gemäss ChemRRV SR 814.81
Beschreibung des Einflussfaktors	Rechtliche Regelung bezüglich Kältemittel (Verbote, Anwendungsbeschränkungen etc.).
Wirkungsweise auf die Projektmissionen bzw. die Emissionen der Projekte des Programms oder die Referenzentwicklung	Relevant sind zum Beispiel Nachfüllverbote für gewisse Kältemittel, denn ab dem In-Kraft-Treten (resp. dem Ablauf der entsprechenden Übergangsfrist) sind die Programmmassnahmen nicht mehr freiwillig und damit nicht mehr förderbar (vgl. dazu "rechtliche Einflussfaktoren" in Kapitel 3.2).
Datenquelle	Systematische Rechtssammlung (ChemRRV SR 814.81) und Vernehmlassungen auf www.admin.ch

5.4 Plausibilisierung der Daten und Berechnungen

Die Plausibilisierung der Daten erfolgt durch die Programmleitung im Rahmen der Prüfung der Projektdokumentation. Die nachfolgende Tabelle gibt Auskunft über die verschiedenen Bestandteile der Plausibilisierung.

Gegenstand der Plausibilisierung	Vorgehen
Vollständigkeit und Konsistenz der Projektdokumentation und der Datenbankeinträge	Vollständigkeitscheck, Vergleich der Nachweisdokumente und Datenbankeinträge untereinander, Bereinigung allfälliger Inkonsistenzen.
Aufnahmekriterien	Inhaltliche Überprüfung und Überprüfung auf Vollständigkeit der Nachweisdokumente
allgemeine Monitoringparameter: KM , $Anlagentyp_i$,	Überprüfung auf Vollständigkeit der Nachweisdokumente und Plausibilitätscheck aufgrund der Erfahrung
Messparameter: $M_{abgesaugt,i}$, $M_{eingefüllt,i}$	Plausibilisierung durch Vergleich, wie in Kapitel 5.3.2 bei Parameter $M_{KM_{alt,i}}$ beschrieben.
in der späteren Lebensphase zu erhebende Parameter B_i und ABN_i	Überprüfen der Korrektheit der Meldungen und Auswertung für spätere Monitoringberichte

Die Details dazu sind in den internen Richtlinien (Anhang A1_1 der Programmbeschreibung) in Kapitel 4 «Prüfung und Aufnahme der Vorhaben» sowie Kapitel 5.2 «Erhebung und Plausibilisierung der dynamischen Parameter» geregelt.

5.5 Prozess- und Managementstruktur

Monitoringprozess

Die Stiftung KliK führt das Programmmodul als Bestandteil des "Programmes klimafreundliche Kälte" selbst durch. Als Programmleiter wird eine erfahrene Klimaschutzfachperson eingesetzt, die durch das Sekretariat unterstützt wird. Teilaufgaben kann die Programmleitung externen Fachbüros übertragen, z.B. der Programmentwicklerin Simultec AG.

Aufgaben der Programmleitung resp. der beauftragten externen Leistungserbringer sind insbesondere:

- Ansprechstelle für alle am Programm Interessierten (telefonisch und per mail erreichbar)
- Bereitstellung der Arbeitsinstrumente (v.a. Web-Plattform auf www.kaelteanlagen.klik.ch inkl. dazugehörige Datenbank, Entwicklung durch Drittfirma im Auftrag der Programmbetreiberin).
- Aufnahmeentscheid für Projektanträge: Überprüfung der Erfüllung der Aufnahmekriterien sowie der Vollständigkeit und Korrektheit der Monitoringdaten
- Berechnung der erzielten Emissionsreduktionen
- Monitoringberichte, Betreuung der Verifizierung inkl. Bereinigung gemäss CL, CARs und FARs
- Controlling und Reporting
- Qualitätsmanagement

Qualitätssicherung und Archivierung

Die Qualitätssicherung der Monitoringdaten erfolgt nach den in Kapitel 5.4 beschriebenen Plausibilisierungs-Kriterien. Ausserdem wird der Monitoringbericht vor Übermittlung an den Verifizierer einer internen Qualitätssicherung unterzogen.

Von den elektronischen Dokumentationen werden regelmässig Backups auf einem gesicherten externen Server erstellt. Alle Daten werden aufbewahrt bis mindestens 5 Jahre nach der letzten Monitoringperiode, für die Bescheinigungen beantragt werden.

Verantwortlichkeiten und institutionelle Vorrichtungen

Datenerhebung / Prüfung Projektdokumentationen	Simultec AG / Moritz Leutenegger Programmentwickler / Fachexperte
Verfasser des Monitoring- berichts	Simultec AG / Christoph Leumann Programmentwickler / Fachexperte
Qualitätssicherung	Simultec AG / Christoph Leumann Programmentwickler / Fachexperte
Datenarchivierung	Stiftung KliK / Laura Schiff Programme Inland

6 Sonstiges

Spezielle Anforderungen an die Verifizierung

Die Verifizierung, die in Übereinstimmung mit der BAFU-Vollzugsmitteilung «Validierung und Verifizierung von Projekten und Programmen im Inland» (VoMi VVS 2022) zu erfolgen hat, hat die folgenden speziellen Anforderungen zu beachten:

Aufgrund der grossen zu erwartenden Anzahl von Projekten (über hundert Umrüstungen pro Jahr) würde eine Überprüfung jeder einzelnen Projektdokumentation im Rahmen der Verifizierung einen unverhältnismässigen Aufwand verursachen. In Übereinstimmung mit den Vorgaben gemäss VoMi VVS 2022, S. 37, soll deshalb nur eine stichprobenweise Dokumentenprüfung vorgenommen werden. Ein repräsentatives Stichprobenkonzept wird durch den Verifizierer zu erstellen sein.

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)	V1	14.09.2023	EBP Schweiz AG (im Auftrag der Stiftung Klimaschutz und CO2-Kompensation KliK)
<p>Zustimmung zur Veröffentlichung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ich bin mit der Veröffentlichung des Dokuments einverstanden. Das Dokument enthält weder eigene Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnisse noch solche von Dritten. Ich bestätige, dass ich die betreffenden Dritten kontaktiert habe und aus deren Sicht keine Geschäfts- und Fabrikationsgeheimnisse im vorliegenden Dokument enthalten sind.</p> <p><input type="checkbox"/> Ich bin mit der Veröffentlichung einer teilweise geschwärzten Fassung des Dokuments einverstanden, welche das Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnis von allen betroffenen Personen wahrt. Ich bestätige, dass ich die betreffenden Dritten kontaktiert habe und die Schwärzungen mit deren Einverständnis vorgenommen habe. Die betreffenden Dritten sind mit der Veröffentlichung der teilweise geschwärzten Fassung einverstanden. Diese zur Veröffentlichung bestimmte Fassung befindet sich im Anhang A7</p>			

7.2 Unterschriften

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

Ort, Datum	Name, Funktion und Unterschrift des Gesuchstellers

Gegebenenfalls 2. Unterschrift

Ort, Datum	Name, Funktion und Unterschrift des Gesuchstellers

Anhang

- A1. Unterlagen zu Angaben und Beschreibung des Projekts, Programms inkl. der darin enthaltenen Projekte (z.B. Technische Datenblätter, Belege für den Umsetzungsbeginn)
- A1_1_Interne_Richtlinien_M3_V2.0.pdf (inkl. Formulare und techn. Merkblätter)
 - A1_2_Beispiele_Projekte_230914.zip (reale Projekte aus 1. KP, vertraulich)
 - A1_3_Technische_Literatur_und_Quellen.zip
 - A1_4_E-Mail-Verkehr mit GS Kop.zip (betrifft Validierung der 2. Kreditierungsperiode)
 - A1_5_0205_Registrierung_Kommunikation_PE_-_GS_KOP
- A2. Unterlagen zur Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten (z.B. beantragte / erhaltene Finanzhilfen, Wirkungsaufteilung)
- Keine*
- A3. Unterlagen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen
- A3_ER_Berechnung_231129.xlsx
- A4. Unterlagen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse
- A4_1_Wirtschaftlichkeit_Reval_23.xlsx
 - A4_2_Quellen_Wirtschaftlichkeitsanalyse.zip
- A5. Unterlagen zum Monitoring
- A5_Monitoringfile_M3_MP21_221130.xlsx (letzte verifizierte Fassung)
- A6. Geschwärzte Fassung Projekt-/Programmbeschreibung
- 0205_KMWechsel_PB23_V3.5_public
- A7. Geschwärzte Fassung Validierungsbericht
- keine*