

Programm klimafreundliche Kälte, Modul 4: Kältemittelwechsel in bestehenden HFKW-Anlagen

Deckblatt

Dokumentversion 2.3
Datum 07.11.2019

Gesuchsteller (Unternehmen) Stiftung Klimaschutz und CO₂-Kompensation Klik

Name, Vorname Darja Tinibaev
Strasse, Nr. Streulistrasse 19
PLZ, Ort 8032 Zürich
Tel. +41 44 224 60 04
E-Mail-Adresse darja.tinibaev@klik.ch

Projektentwickler (Unternehmen) SIMULTEC AG
Hardturmstr. 261
CH-8005 Zürich

Name, Vorname Christoph Leumann

Kontaktperson für Rückfragen (an Stelle von Gesuchsteller)? ja
 nein

Tel. +44 563 86 23
E-Mail-Adresse cl@simultec.ch

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

Inhalt

1	Angaben zum Projekt/Programm.....	3
1.1	Programmmzusammenfassung.....	3
1.2	Typ und Umsetzungsform	3
1.3	Projektstandort	4
1.4	Beschreibung des Programmes	4
1.4.1	Ausgangslage	4
1.4.2	Programmziel.....	5
1.4.3	Technologie	5
1.4.4	Programmspezifische Aspekte	6
1.5	Referenzszenario	9
1.6	Termine.....	11
2	Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten.....	11
2.1	Finanzhilfen	11
2.2	Doppelzählung.....	11
2.3	Schnittstellen zu Unternehmen, die von der CO ₂ -Abgabe befreit sind	12
3	Berechnung ex-ante erwartete Emissionsverminderungen.....	13
3.1	Systemgrenze und Emissionsquellen	13
3.2	Einflussfaktoren	14
3.3	Leakage	15
3.4	Projektemissionen/Emissionen der Vorhaben.....	16
3.5	Referenzentwicklung	18
3.6	Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante)	19
4	Nachweis der Zusätzlichkeit	21
5	Aufbau und Umsetzung des Monitorings.....	24
5.1	Beschreibung der gewählten Nachweismethode	24
5.2	Ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen.....	24
5.2.1	Formeln zur ex-post Berechnung erzielter Emissionsverminderungen.....	24
5.2.2	Überprüfung der ex-ante definierten Referenzentwicklung	27
5.2.3	Wirkungsaufteilung	27
5.3	Datenerhebung und Parameter	28
5.3.1	Fixe Parameter	28
5.3.2	Dynamische Parameter und Messwerte.....	31
5.3.3	Einflussfaktoren	36
5.4	Plausibilisierung der Daten und Berechnungen	37
5.5	Prozess- und Managementstruktur	37
6	Sonstiges	38
7	Kommunikation zum Gesuch und Unterschriften	39
7.1	Einverständniserklärung zur Veröffentlichung der Unterlagen	39
7.2	Unterschriften	40
	Anhang	41

1 Angaben zum Projekt/Programm

1.1 Programmzusammenfassung

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. 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 <input type="checkbox"/> 3.2 Wärmeerzeugung durch Verbrennen von Biomasse mit und ohne Fernwärme <input type="checkbox"/> 3.3 Nutzung von Umweltwärme <input type="checkbox"/> 3.4 Solarenergie <input type="checkbox"/> 4.1 Brennstoffwechsel bei Prozesswärme <input type="checkbox"/> 5.1 Effizienzverbesserung im Personentransport oder Güterverkehr <input type="checkbox"/> 5.2 Einsatz von flüssigen biogenen Treibstoffen <input type="checkbox"/> 5.3 Einsatz von gasförmigen biogenen Treibstoffen <input type="checkbox"/> 6.1 Methanvermeidung: Abfackelung bzw. energetische Nutzung von Methan <input type="checkbox"/> 6.2 Methanvermeidung aus biogenen Abfällen <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) <input type="checkbox"/> 8.1 Vermeidung und Substitution von Lachgas (N ₂ O) <input type="checkbox"/> 9.1 Biologische CO ₂ -Sequestrierung in Holzprodukten <input type="checkbox"/> andere:
------------	--

Umsetzungsform

Einzelnes Projekt

Projektbündel

Programm

1.3 Projektstandort

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

1.4 Beschreibung des Programmes

1.4.1 Ausgangslage

Das von der Stiftung KliK seit 2015 betriebene Programm klimafreundliche Kälte¹ besteht bisher aus drei Programmmodulen, die alle als Kompensationsprojekte in der Schweiz validiert und beim BAFU registriert worden sind²:

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

0124: Programmmodul 2: Ersatz von stationären HFCKW-Kälteanlagen anstelle einer Umrüstung auf HFKW (nur bis 2016 aktiv)

0140: Programmmodul 3: Förderung von CO₂-Verbundkälteanlagen für kleine Verkaufsformate

Mit dem neuen Programmmodul 4 "Kältemittelwechsel in bestehenden HFKW-Anlagen" soll das Spektrum von Fördermassnahmen zur Verminderung der klimaschädlichen Kältemittlemissionen erweitert werden.

Gegenstand des neuen 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 etwa 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 Kältemittlemissionen verursachen gemäss aktuellem Treibhausgasinventar jährlich mehr als 900'000 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.³

Für bestehende Anlagen gibt es keine Pflicht zur Sanierung. Sollen die Treibhausgasemissionen von solchen bestehenden Anlagen vermindert werden, bietet sich als technische Möglichkeit der Ersatz von HFKW durch andere synthetische Kältemittel an, welche möglichst ähnliche chemische und kälte-technische Eigenschaften, aber ein deutlich geringeres Treibhauspotential (GWP) aufweisen. 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:

¹ vgl. www.kaelteanlagen.klik.ch

² 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 aus-

³ Der vorzeitige Ersatz durch solche Ersatzanlagen mit natürlichen Kältemitteln wird im Programmmodul 1 gefördert.

- Als Ersatz für die vor allem in der Minuskühlung verbreiteten Kältemittel R404A (GWP 3'920) und R507 (GWP 3'980) bieten sich die zwei Kältemittel R448A (GWP 1'386) und R449A (GWP 1'397) an⁴,
- Als Ersatz für das in der Pluskühlung verbreitete Kältemittel R134a (GWP 1'397) kommt R513 (GWP 631) 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 auch in der Schweiz bereits im Einsatz, weil sie zur Zeit auch preislich günstiger zu kaufen sind als ihre Vorgängerstoffe. Solange das alte Kältemittel aber noch im Kreislauf ist, gibt es keinen Grund für einen Kältemittelwechsel, der wegen den Entsorgungskosten für die alten Kältemitteln und den Beschaffungskosten für die Neuen viel zu kostspielig ist.

1.4.2 Programmziel

Mit dem Programmmodul sollen Vorhaben 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:

<i>Bisheriges Kältemittel</i>	<i>Ersatzkältemittel</i>	<i>Einsatzgebiet</i>	<i>Emissionsverminderung</i>
<i>R404A (GWP 3920) oder R507 (GWP 3980)</i>	<i>R448A (GWP 1386) Markenname Solstice N-40⁵ R449A, GWP 1397 Markenname Opteon XP40⁶</i>	<i>vorwiegend Minuskühlung in Gewerbe und Industrie</i>	<i>Verminderung um ca. 66%, resp. um 2.53 bis 2.59 t CO₂eq pro emittiertes Kilogramm Kältemittel</i>
<i>R134a GWP 1430</i>	<i>R513, Markenname Opteon XP10⁶ GWP 631</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. Insbesondere werden keine Verdichter ersetzt und keine Verkleinerung oder Vergrösserung der Kältekreisläufe vorgenommen. Ausserdem werden keine Kälteverbrauchs-Stellen (z.B. Kühlmöbel in einem Supermarkt) neu angeschlossen, aufgehoben oder ersetzt.

⁴ Voneinander unterscheiden sich diese zwei Kältemittel kaum, sie sind lediglich von zwei unterschiedlichen Herstellern auf den Markt gebracht worden.

⁵ Markennamen der Firma Honeywell

⁶ Markenname der Firma Du Pont

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 (vgl. z.B. Anhang A5_5_[11]). 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 (vgl. z.B. Fachliteratur Anhang A5_5_[11], A5_5_[12], A5_5_[14], A5_5_[19]).

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).

Technische Details zu derartigen Umrüstungen gemäss heutigem Stand der Technik enthält die Literatur im Anhang A5_5_[11] bis A5_5_[20].

1.4.4 Programmspezifische Aspekte

Fördermechanismus:

Die Vorhaben 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 Vorhaben

Alle Vorhaben sind sowohl bezüglich Zweck (Kälteerzeugung) als auch bezüglich Technologie (Kältemittel-Wechsel) identisch. Bei allen Vorhaben geht es um den Ersatz eines HFKW-Kältemittels durch ein Ersatzkältemittel mit deutlich geringerem GWP, ohne dass dabei die Kälteanlage umgebaut wird. Unterschiede zwischen den Vorhaben 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 Vorhaben gefördert werden, welche die folgenden Aufnahmekriterien erfüllen:

Nr.	Aufnahmekriterium	Anwendung	Belege ⁷
AK1	Das Vorhaben betrifft eine stationäre Kälteanlage in der Schweiz, die basierend auf den Vorschriften zum Zeitpunkt ihrer Erstellung mit einem HFKW-Kältemittel betrieben wird.	Angaben auf Anmeldung und Projektdokumentation: - Kältemittel - Standortadresse	Anmeldung, Projektdokumentation
AK2	Die Anlage ist noch voll funktionstüchtig und mit Kältemittel gefüllt (mindestens 1/4 der normalen Betriebsfüllmenge) ⁸ .	Bestätigung der Kältefirma	Formular "Beurteilung Anlagenzustand" Arbeitsrapport

⁷ Weitergehende Erläuterungen siehe Anhang A9

⁸ 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

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

AK3	<i>Beim Vorhaben 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 Entsorgungsnachweis⁹</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 ¹⁰	<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 Vorhabens auf dem Schweizer Markt noch erhältlich.</i>	<i>Bestätigung auf Anmeldung (Unterschrift Kältefirma)</i>	<i>Anmeldung</i>

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.

⁹ Bedingungen an den Entsorgungsnachweis siehe Anhang A9_1.

¹⁰ 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 Vorhabens-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.

Erfüllung weiterer Anforderungen:

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

Anforderung	Sicherstellung durch
<i>Die durch die Vorhaben erzielten Emissionsvermindierungen 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 Vorhaben 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 Vorhaben 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 Vorhaben vorgängig korrekt angemeldet worden ist.</i>
<i>Die für die Berechnung der durch das Vorhaben erzielten Emissionsvermindierungen notwendigen Parameter werden erfasst und belegt.</i>	<i>Dies wird durch die Vorgaben im Kapitel 5.3 sichergestellt.</i>

Programmabwicklung:

Die Programmabwicklung erfolgt wie diejenige der anderen Module des Programmes klimafreundliche Kälte über die Plattform www.kaelteanlagen.klik.ch (vgl. Beispiel eines Online-Formulars in Anhang A5_1).

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>SVK¹¹</i>	<i>Fachtechnische Unterstützung, Kommunikation in der Kältebranche</i>
<i>Kältefirmen / Kältefachleute</i>	- <i>Identifikation geeigneter Vorhaben und Abklärung Förderfähigkeit</i> - <i>Anmeldung der Vorhaben</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.

¹¹ Schweizerischer Verband für Kältetechnik

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

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 (vgl. Tabelle "Referenzszenarien_Beiispiel" im Anhang A8).

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

	Szenario	Wahrscheinlichkeit	Kommentar
R	<i>Die Kälteanlage wird mit dem ursprünglichen Kältemittel weiter betrieben.</i>	<i>sehr hoch</i>	<i>Referenzszenario, da betrieblich und kostenmässig günstigste Lösung</i>
R0	<i>Unterszenario: Die Anlage wird mit dem ursprünglichen Kältemittel weiterbetrieben bis zur ordnungsgemässen Stilllegung.</i>	<i>ziemlich hoch</i>	<i>Angestrebtes Unterszenario der Referenz.</i>
Rx	<i>Unterszenario: Irgendwann in der künftigen Betriebsphase tritt ein Leck auf, bei dem das ganze Kältemittel in die Atmosphäre entweicht. Wenn die Anlage noch funktionsstüchtig ist, wird das Leck repariert und die Anlage mit dem geeignetsten Kältemittel gemäss Stand der Technik neu befüllt.</i>	<i>ebenfalls ziemlich hoch</i>	<i>Nicht angestrebtes Unterszenario der Referenz, das aber leider trotz Vorkehrungen gemäss dem Stand der Technik nicht selten vorkommt.</i>
P	<i>Mit Hilfe der Beiträge wird das alte Kältemittel abgesaugt und die Anlage auf ein Kältemittel mit wesentlich geringerem GWP umgerüstet.</i>	<i>mässig bis hoch</i>	<i>Beiträge aus dem Programm decken einen Teil der damit verbundenen Mehrkosten ab.</i>
A1	<i>Die entsprechende Kälteanlage wird auch ohne Beiträge und ohne Leck auf ein Kältemittel mit wesentlich geringerem GWP umgerüstet.</i>	<i>sehr klein</i>	<i>Die Massnahme wird nicht durch irgendwelche Vorschriften verlangt¹², ist ohne Programmbeiträge nicht wirtschaftlich (vgl. Kapitel 5) und bis heute nicht verbreitet.</i>
A2	<i>Die entsprechenden Kälteanlagen werden dank Klimaschutzbeiträgen aus Programmmodul 1 vorzeitig stillgelegt und durch solche mit natürlichen Kältemitteln ersetzt.</i>	<i>mässig</i>	<i>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.</i>
A3	<i>Die entsprechenden Kälteanlagen werden auch ohne Beiträge vorzeitig stillgelegt und durch solche mit natürlichen Kältemitteln ersetzt.</i>	<i>sehr klein</i>	<i>Wie A2, aber ohne Beiträge. Es gibt keinen Grund für den Betreiber, A3 anstelle von A2 zu wählen.</i>

¹² vgl. rechtliche Einflussfaktoren in Kapitel 3.2.

1.6 Termine

Termine	Datum	Spezifische Bemerkungen
Umsetzungsbeginn	05.11.2018	Kick-off-Meeting der Gesuchstellerin, siehe dazu Anhang 5_6
Wirkungsbeginn	ca. 01.02.2019	Bei der Umsetzung des ersten Vorhabens. Wird bei Erstverifizierung nachgewiesen.

	Anzahl Jahre	Spezifische Bemerkungen
Dauer des Programms in Jahren ¹³	Programm: nicht festgelegt	eine Kreditierungsperiode, allenfalls Verlängerung, falls sinnvoll
	Vorhaben: maximal 10 Jahre Laufzeit	Wirkungsdauer somit bis zu 10 Jahre über Programmende hinaus

	Datum	Spezifische Bemerkungen
Beginn 1. Kreditierungsperiode:	05.11.2018	7 Jahre ab Umsetzungsbeginn
Ende 1. Kreditierungsperiode:	04.11.2025	

2 Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten

2.1 Finanzhilfen

Gibt es für das Programm bzw. Vorhaben zugesprochene oder erwartete Finanzhilfen¹⁴?

- Ja
 Nein

2.2 Doppelzählung

Ist es möglich, dass die erzielten Emissionsverminderungen auch anderweitig quantitativ erfasst und/oder ausgewiesen werden (=Doppelzählung)?

- Ja
 Nein

¹³ bezogen auf das vorliegende Programmmodul

¹⁴ Finanzhilfen sind geldwerte Vorteile, die Empfängern ausserhalb der Bundesverwaltung gewährt werden, um die Erfüllung einer vom Empfänger gewählten Aufgabe zu fördern oder zu erhalten. Geldwerte Vorteile sind insbesondere nicht rückzahlbare Geldleistungen, Vorzugsbedingungen bei Darlehen, Bürgschaften sowie unentgeltliche oder verbilligte Dienst- und Sachleistungen (Artikel 3 Absatz 1 Subventionsgesetz SR 616.1).

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:

- Die Programmmodule 2 (Ersatz von HFCKW-Anlagen) und 3 (Förderung von Neuanlagen in kleinen Verkaufsformaten) betreffen grundsätzlich andere Fördertatbestände, und alle dort geförderten Anlagen wären im vorliegenden Programmmodul gar nicht aufnahmefähig.
- Bei den Programmmodulen 1 und 4 gibt es zwar eine Überschneidung der Zielgruppen, denn beide haben zum Ziel, die Emissionen von bestehenden HFCKW-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 4 eine Alternative, nämlich den Weiterbetrieb der bestehenden Anlage mit Umrüstung auf ein klimafreundlicheres Kältemittel.

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

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

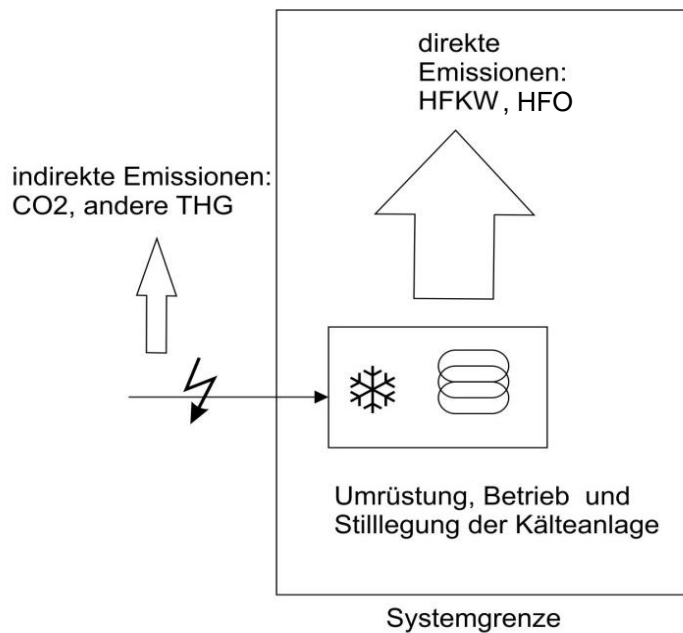
- Ja
 Nein

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 Programmvorhaben durchführen.

3 Berechnung ex-ante 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 gesetzlichen Vorschriften zu Kältemitteln sind in der Schweiz in der ChemRRV¹⁵ 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.

Die Kältemittel-Vorschriften der ChemRRV werden in regelmässigen Abständen dem Stand der Technik angepasst. Der heutige Verordnungsentwurf, der voraussichtlich per 01.01.2020 in Kraft tritt, sieht neben zusätzlichen Vorgaben für Neuanlagen auch ein Nachfüllverbot für fabrikneue Kältemittel mit einem GWP über 2500 vor, allerdings mit einer bis 2030 geltenden Übergangsfrist, während welcher der Einsatz von regenerierten Kältemitteln weiterhin erlaubt sein wird¹⁶. 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.

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

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 Kälte-

¹⁵ 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.

¹⁶ vgl. dazu Ziff. 3.3 und Ziff. 7 Abs. 3 der Kältemittel-Vorschriften gemäss Revisionsentwurf der ChemRRV (Anhang A5_5_[2])

mittelpreis, oder genauer, das Verhältnis des Preises zwischen altem und neuem Kältemittel. Im heutigen Marktumfeld ist das Kältemittel R404A, welches die wichtigste Rolle spielen wird, leicht teurer als die entsprechenden Ersatzkältemittel, wobei der Faktor R404A/Ersatzkältemittel im Bereich von 1.2 bis 1.35 liegt. In Kapitel 4 wird gezeigt, dass nur eine massive Änderung dieses Faktors auf mehr als 2 dazu führen würde, dass die hier geförderten Massnahmen wirtschaftlich würden.

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 3920. Aufgrund der Revision der ChemRRV dürfen bei diesen Kältemitteln ab 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.¹⁷ In welchem Umfang die Verfügbarkeit von Recycling-Kältemitteln zum Nachfüllen limitierend für den Weiterbetrieb entsprechender Anlagen sein wird, ist zur Zeit schwierig abzuschätzen. 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 Fachstelle Kompensation und der für Kältemittel zuständigen Sektion des BAFU 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.

¹⁷ vgl. dazu Ziff. 3.3 und Ziff. 7 Abs. 3 der Kältemittel-Vorschriften gemäss Revisionsentwurf der ChemRRV (Anhang A5_5_[2])

3.4 Projektemissionen/Emissionen der Vorhaben

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 A5_5_[5]) berechnet, die auch in der Schweiz bei der Erstellung des nationalen Treibhausgasinventars NIR (siehe Anhang A5_) 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 7.10¹⁸ 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 wird¹⁹. 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.

¹⁸ Anhang A5_5_[5], S. 7.49

¹⁹ 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.

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 ₂ eq, Fixparameter] Der Faktor $\frac{GWP_{KM_x}}{1000}$ entspricht dabei einer Tonne CO ₂ eq pro kg Kältemittel.
$GWP_{KM_{neu}}$	Treibhauspotential des neuen Kältemittels (nach der Umrüstung) [CO ₂ eq, Fixparameter]
k_i	Befüllungs-Emissionsfaktor für den Kältekreislauf i (Manufacturing Emission Factor) [%, Fixparameter]

Die Formel basiert grundsätzlich auf der Formel 7.12 aus IPCC 2006²⁰ mit dem Emissionfaktor 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.²¹

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:

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

²⁰ Anhang A5_5_[5], S. 7.50

²¹ In der IPCC-Methodik werden zuerst alle Emissionen eines bestimmten Stoffes summiert, um sie erst danach auf CO₂-Äquivalente umzurechnen.

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]

Die hier wiedergegebene Formel entspricht inhaltlich der Formel 7.14 aus IPCC 2006²² resp. dem Vorgehen gemäss NIR. Dort wird allerdings anstelle von s_i ein Faktor $\eta_{rec,i}$ ("recovery efficiency") verwendet, wobei gilt: $s_i = 100\% - \eta_{rec,i} \cdot p_i$ 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.

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_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 (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_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]

²² Anhang A5_5_[5], S. 7.51

3.6 Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante)

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

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	Gewerbe/Gastrokälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf Baujahr 2003	li	7.8%	10	404A	449A	RE	0.0	5.3	11.4
		ki	0.5%	20	134a	R513	PE	0.47	2.1	4.5
		pi	80%				ER	-0.5	3.2	6.9
		si	21%							
2	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf (Mustervorhaben, Baujahr 2003)	li	7.8%	150	404A	449A	RE	0.0	62.6	134.8
		ki	0.5%	150	134a	R513	PE	5.5	23.7	51.1
		pi	80%				ER	-5.5	38.9	83.7
		si	21%							
3	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A in beiden Kreisläufen Baujahr 2003	li	7.8%	270	404A	449A	RE	0.0	82.6	177.8
		ki	0.5%				PE	7.2	29.4	63.4
		pi	80%				ER	-7.2	53.1	114.4
		si	21%							
4	Industrie-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A Baujahr 2000	li	5%	400	404A	449A	RE	0.0	78.4	176.4
		ki	0.5%				PE	10.6	27.9	62.9
		pi	75%				ER	-10.6	50.5	113.5
		si	15%							
5	Grosse Gebäudeklimaanlage, direktes Kühlsystem, mit R134a Baujahr 2000	li	4%				RE	0.0	17.2	88.9
		ki	1%	300	134a	R513	PE	6.2	7.6	39.2
		pi	74%				ER	-6.2	9.6	49.7
		si	28%							

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

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

Jährliche Emissionsreduktionen pro Projekt		Jahr								Laufzeit
Referenzemissionen		t CO ₂								t CO ₂
Fall		1	2	3	4	5	6	7	8	7 Jahre
1	Gewerbe/Gastrokälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	2.6	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	14.0	48
2	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	31.3	62.6	62.6	62.6	62.6	62.6	62.6	166.1	573
3	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A in beiden Kreisläufen	41.3	82.6	82.6	82.6	82.6	82.6	82.6	219.1	756
4	Industrie-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A	39.2	78.4	78.4	78.4	78.4	78.4	78.4	215.6	725
5	Grosse Gebäude-Klimaanlage, direktes Kühlsystem, mit R134a	8.6	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	97.5	209
Projektemissionen		t CO ₂								t CO ₂
Fall		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	7 Jahre
1	Gewerbe/Gastrokälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	1.5	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	5.5	19
2	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	17.4	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	63.0	223
3	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A in beiden Kreisläufen	21.9	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	78.1	276
4	Industrie-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A	24.6	27.9	27.9	27.9	27.9	27.9	27.9	76.8	269
5	Grosse Gebäude-Klimaanlage, direktes Kühlsystem, mit R134a	10.0	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	43.0	98
Emissionsreduktionen		t CO ₂								t CO ₂
Fall		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	7 Jahre
1	Gewerbe/Gastrokälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	1.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	8.5	29
2	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	13.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	103.1	350
3	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A in beiden Kreisläufen	19.4	53.1	53.1	53.1	53.1	53.1	53.1	141.0	479
4	Industrie-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A	14.6	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	138.8	456
5	Grosse Gebäude-Klimaanlage, direktes Kühlsystem, mit R134a	-1.4	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	54.5	111

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

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

Anschliessend wurde abgeschätzt, wie viele Vorhaben 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	Gewerbe/Gastrokälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	16	48	72	72	48	32	24
2	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A im TK und R134a im NK-Kreislauf	4	12	20	20	16	8	0
3	Supermarkt-Kälteanlage mit R404A in beiden Kreisläufen	4	12	12	8	4	0	0
4	Industrie-Kälteanlage, ausschliesslich mit R404A	2	8	12	8	4	0	0
5	Grosse Gebäude-Klimaanlage, direktes Kühlsystem, mit R134a	2	5	10	15	15	15	10
Alle Fälle		28	85	126	123	87	55	34

Zu den Annahmen gibt es Folgendes zu erläutern:

- Im ersten Jahr muss das Programm anlaufen. Es wird mit knapp 30 Vorhaben gerechnet, die im Durchschnitt aber erst ein halbes Jahr wirksam sind.
- In den Jahren 2020 bis 2023 wird im Vollbetrieb mit der Realisierung von 100 bis 150 Vorhaben gerechnet.
- Ab 2024 bis 2025 wird damit gerechnet, dass die Anzahl der Vorhaben wieder zurückgeht, da die Anlagenbesitzer, die bis dann noch nicht umgestellt haben, wohl bis zum Lebensende der Anlagen dabei bleiben.

Die Berechnung mit den erwähnten Annahmen, die in Anhang A7 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)
2019	428	250	-	178
2020	2'211	1'107	-	1'103
2021	5'433	2'430	-	3'003
2022	8'890	3'682	-	5'208
2023	11'557	4'586	-	6'971
2024	13'099	5'059	-	8'040
2025	13'712	5'228	-	8'484
In der Kreditierungsperiode (2019 - 2025)	55'328	22'342	-	32'987
Über die Projektlaufzeit (2019 - ca. 2032)	130'876	51'183	-	79'693

Die Prognosen sind allerdings mit einer grossen Unsicherheit behaftet, vor allem aus folgenden Gründen:

- Das theoretische Potential an umrüstbaren Anlagen ist noch wesentlich grösser als die hier wiedergegebenen Annahmen. Wir gehen bei unserer Schätzung davon aus, dass je nach Anlagentyp etwa 10% bis 20% der in der Schweiz vorhandenen Anlagen über das Programm umgerüstet werden können. Die übrigen Anlagen werden entweder stillgelegt, ersetzt durch Neuanlagen (falls möglich auch mit Förderung im Rahmen von Modul 1), oder sie werden erst umgerüstet, wenn ein Leck mit Totalverlust auftritt, was ja explizit nicht förderfähig ist. Es kann allerdings auch sein, dass anstelle der angestrebten Marktdurchdringung nur wenige Prozent der Anlagenbesitzer eine durch das Programm geförderte freiwillige Umrüstung vornehmen.
- Es wird mit einer mittleren Laufzeit von sieben Jahren gerechnet. Grundsätzlich könnten aber viele Anlagen auch bis zur maximal anrechenbaren Laufzeit von 10 Jahren betrieben werden.
- Es gibt auch Anlagen mit noch grösseren Füllmengen als den hier angenommenen. Falls solche Anlagen mit einer Reduktionsleistung von mehreren hundert Tonnen CO₂eq pro Jahr im Rahmen des Programmes umgerüstet werden, prägt dies das Gesamtergebnis massgebend.

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 Vorhaben aufgrund der technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen immer zusätzlich sind. Ändern würde sich diese Ausgangslage nur bei extremen Änderungen der Kältemittelpreise, weshalb der Kältemittelpreis als Einflussfaktor jährlich überprüft wird (vgl. Kapitel 5.3.3).

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 Vorhaben im Vergleich zur Referenzanlage abgestützt. Ist dieser negativ, wird das Vorhaben als unwirtschaftlich beurteilt. Zwecks Veranschaulichung wurde zusätzlich auch die statische Pay-Back-Zeit errechnet, die aber nicht als Beurteilungskriterium gilt.

Für das Mustervorhaben, dessen Eckdaten in Anhang A5_2 angegeben werden, zeigen die Berechnungen die folgenden Resultate (vgl. auch Anhang A8):

Resultate Kostenanalyse		
Mustervorhaben: Supermarkt-Kälteanlage, Umrüstung von TK-Kreislauf mit 150 kg von R404A auf R449A und NK-Kreislauf mit ebenfalls 150 kg von R134a auf R513		
Investitionskosten des Vorhabens	CHF	34'650
geplanter Programmbeitrag aus dem Erlös der Bescheinigungen	CHF	31'500
Anteil Programmbeitrag aus dem Erlös der Bescheinigungen an den Investitionskosten	%	91%
Restanteil des Anlageneigners an der Investition	CHF	3'150
jährliche Einsparungen bei den Betriebskosten (Wartung)	CHF	293
jährliche Einsparungen bei den Betriebskosten, in % der Investition	%	0.84%
statische Pay-pack-Zeit ohne Beitrag aus dem Erlös der Bescheinigungen	Jahre	118
statische Pay-back-Zeit mit Beitrag aus dem Erlös der Bescheinigungen	Jahre	11
Emissionsreduktionen über Projektlaufzeit von 10 Jahren	tCO ₂ e	467
Nettobarwert nach 10 Jahren ohne Beitrag aus dem Erlös der Bescheinigungen	CHF	-32'155
Nettobarwert nach 10 Jahren mit Beitrag aus dem Erlös der Bescheinigungen	CHF	-655

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 118 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 Vorhaben unabhängig von Anlagentyp und Füllmenge gilt, und in einer Sensitivitätsanalyse (Resultate in den Tabelle "Sensitivität_Mustervorhaben" und "Sensitivität_Extremfall" im Anhang A8) wurde gezeigt, dass auch unerwartete Schwankungen der zu Grunde gelegten Prämissen (z.B. Variation der Kältemittelpreise oder des Arbeitsaufwandes um +/-25%, Entsorgungserlös statt Entsorgungsgebühr) an diesem Befund nichts Grundsätzliches ändern.

Die geplanten Programmbeiträge aus dem Erlös der erwarteten Bescheinigungen ändern die finanzielle Situation massgebend: In der Berechnung (Anhang A8) wird gezeigt, dass die geplanten Programmbeiträge je nach Anlagentyp und Anlagengrösse zwischen etwa 70% und über 95% 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 Mustervorhabens tritt dies nach 8 Jahren ein.

Im heutigen Marktumfeld ist das Kältemittel R404A, welches die wichtigste Rolle spielen wird, leicht teurer als die entsprechenden Ersatzkältemittel, wobei der Faktor $\frac{\text{Preis}_{R404A}}{\text{Preis}_{\text{Ersatzkältemittel}}}$ im Bereich von 1.2 bis 1.35 liegt. In break-even-Berechnungen wird gezeigt, dass selbst in Extremfällen nur eine massive Änderung dieses Faktors auf 2.5 dazu führen würde, dass das Vorhaben auch ohne Beiträge aus dem Erlös der Bescheinigungen wirtschaftlich wird.²³

²³ 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 l, 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 113'750.-, und bei den heutigen Kältemittelpreisen beträgt der Nettobarwert der Investition nach 10 Jahren CHF -87'000.-. Nur eine extreme Preissteigerung von R404A um 86% bei gleichzeitig konstanten Preisen für das Ersatzkältemittel könnte dieses Vorhaben wirtschaftlich machen. In diesem Fall betrüge der Faktor R404A/R449A 2.52.

Basierend auf der oben wiedergegebenen Erkenntnis und unter Berücksichtigung des Grundsatzes der Konservativität wird für die Prüfung der Zusätzlichkeit bei Aufnahme folgende Regel aufgestellt:

Solange der Faktor $\text{Preis_Originalkältemittel}/\text{Preis_Ersatzkältemittel}$ nicht höher als 2 liegt, ist die Zusätzlichkeit immer gegeben, und sie muss bei den einzelnen Vorhaben nicht mehr überprüft werden. Liegt der entsprechende Faktor bei 2 oder höher, muss dies auf der Basis einer Kostenanalyse im Sinne der Berechnungen in Anhang A8 für das entsprechende Vorhaben gezeigt werden.

Anstelle einer Einzelfallprüfung der Wirtschaftlichkeit der Vorhaben soll somit der Kältemittelpreis als Einflussfaktor jährlich überprüft werden (vgl. Kapitel 5.3.3).

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 geklärt, dass die geplanten Massnahmen nicht der allgemeinen Praxis entsprechen. Die Abklärungen zeigten:

- Keinem der angefragten Kältefachleute war bis jetzt irgendein Fall bekannt, wo ein derartiges Vorhaben ausgeführt worden war.
- Ein Kältemittelwechsel mit Absaugung und Entsorgung des alten Kältemittels gehört auch nicht zu den Massnahmen, welche die angefragten Kältefirmen ihren Kunden empfehlen, denn ohne äusseren Grund ist er viel zu teuer.
- Die übliche Praxis ist nach übereinstimmender Aussage dasjenige Vorgehen, das als Referenzszenario identifiziert worden ist: Mit dem bestehenden Kältemittel weiterfahren, solange keine allzu grossen Mengen nachgefüllt werden müssen, und nur dann eine Neubefüllung ins Auge fassen, falls die Anlage nach einem leckbedingten Totalverlust neu befüllt werden muss.

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 Vorhabens 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 4.4 und 4.5 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]

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 Vorhaben:

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

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 Vorhabens (Monitoringparameter DTA_i) bis Jahresende.

In den Folgejahren gilt:

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

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% 2 Jahre: 95% 3. Jahr 90% 4. Jahr 85% 5. Jahr 75%	1 Jahr: 75% 2 Jahre: 50% 3 Jahre und mehr: 0%
ab 2030 gilt für alle Referenzkältemittel mit GWP \geq 2500 (unabhängig vom Betriebszustand): $pw_{y,i} = 0$				

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 $pw_{y,i} = 0$
- 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.
- Als zusätzliche Regel wurde eingeführt, dass ab 2030 für alle Kreisläufe, die Kältemittel mit GWP \geq 2500 als Referenz haben, $pw_{y,i} = 0$ gilt. Da die entsprechenden Anlagen ab diesem Zeitpunkt selbst mit regenerierten Kältemitteln nicht mehr nachgefüllt werden dürften, würden die entsprechenden Kühlkreisläufe nämlich nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen, und sie müssten entweder stillgelegt oder umgerüstet werden.

- Vorhaben 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 Vorhaben der Zustand "in Betrieb" nachgewiesen werden kann, werden sie dann angerechnet (auch rückwirkend).
- Für Vorhaben, 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 Vorhaben 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 Überprüfung der ex-ante definierten Referenzentwicklung

Nicht anwendbar.

5.2.3 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	FKW / HFKW (chlorfrei)	Einstoff- Kältemittel	R23	14800
			R32	675
			R134a	1430
			R125	3500
			R143a	4470
	Gemische (Blends)		R404A	3920
			R407C	1770
			R407F	1825
			R410A	2090
			R413A	2050
R417A			2350	
R422A			3140	
Gemische mit HFO (Blends)		R422D	2730	
		R437A	1685	
		R507A	3980	
		R448A	1386	
HFO (teilhalogenierte Fluor-Olefine)		R449A	1397	
		R450A	601	
		R513A	631	
		R1234yf	4	
		R1234ze	7	
	<p>Die Parameter bleiben fix über die ganze Kreditierungsperiode des Programmes. 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 A5_5_[3]). 3) Werden Kältemittel, deren GWP nach dem Verfahren von 2) bewertet wurde, nachträglich auf die BAFU-Liste aufgenommen, wird deren GWP nicht mehr angepasst, ausser die Abweichung betrage mehr als 5%. In letzterem Fall gilt das neu bewertete GWP aber nur für neu aufzunehmende Vorhaben. 4) Die Emissionsreduktionen von bereits realisierten Vorhaben werden bis zum Ende ihrer Wirkungsdauer mit dem GWP der Kältemittel zum Zeitpunkt ihrer Realisierung berechnet. 			
Datenquelle	<ol style="list-style-type: none"> 1) BAFU-Liste der Kältemittel (Anhang A5_3). 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]). 			

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 2018 (NIR 2018), S. 251, (Anhang A5_4)				

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 2018 (NIR 2018) , S. 251, (Anhang A5_4).	

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 2018 (NIR 2018), S. 251, (Anhang A5_4). 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	21
	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 2018 (NIR 2018), S. 251, (Anhang A5_4).	

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 ²⁴
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 Betriebsfüllmenge des neuen Kältemittels nach der Umrüstung
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)
Einheit	kg

²⁴ DIN EN 378-4 Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen - Teil 4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung

Datenquelle	<p>$M_{KM_{alt},i}$ wird wie folgt aus $M_{abgesaugt,i}$ oder $M_{eingefüllt,i}$ abgeleitet:</p> <p>a) Falls $M_{abgesaugt,i} \geq 0.9 \times M_{eingefüllt,i}$, gilt: $M_{KM_{alt},i} = M_{abgesaugt,i}$ (Begründung: In diesem Fall ist nachgewiesen, dass kein relevantes Leck vorliegt, und $M_{abgesaugt,i}$ entspricht in guter Näherung der Betriebsfüllmenge $M_{KM_{alt},i}$)</p>
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	<p>b) Falls $M_{abgesaugt,i} < 0.9 \times M_{eingefüllt,i}$ UND $M_{abgesaugt,i} \geq 0.25 \times M_{eingefüllt,i}$, gilt: $M_{KM_{alt},i} = 0.9 \times M_{eingefüllt,i}$ (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>
Beschreibung Messablauf	<p>c) Falls $M_{abgesaugt,i} < 0.25 \times M_{eingefüllt,i}$, gilt: Aufnahmekriterium AK2 ist nicht mehr erfüllt und das Vorhaben kann nicht aufgenommen werden.</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
Beschreibung Messablauf	- Anlagendokumentation / Anlagenschema, oder - Wartungsheft gemäss BAFU-Wegleitung (Anhang A5_5_[7]), oder - Meldung bei SMKW (Foto Originalmeldung oder Screenshot) Bestandteil der Projektdokumentation
Datenquelle	$KM_{i,neu}$: Kältemittel nach der Umrüstung:
Erhebungsinstrument / Auswertungsinstrument	Arbeitsrapport
Beschreibung Messablauf	
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	<p>Einerseits ist der Anlagentyp in der BAFU-Vollzugshilfe zu den Kältemittel-Vorschriften der ChemRRV (Anhang_5_5_[8]) definiert, andererseits ist er eine Grösse für die Zuweisung von Emissionsfaktoren in der Methodik gemäss NIR 2018 (Anhang A5_4). Es gilt dabei folgende Äquivalenz-Beziehung:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Anlagentyp nach BAFU-Vollzugshilfe/ ChemRRV</td> <td>Anlagentyp nach NIR</td> </tr> <tr> <td>Gewerbekälte (inkl. Supermarkt-Kälte)²⁵</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 BAFU-Vollzugshilfe/ ChemRRV	Anlagentyp nach NIR	Gewerbekälte (inkl. Supermarkt-Kälte) ²⁵	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 BAFU-Vollzugshilfe/ ChemRRV	Anlagentyp nach NIR											
Gewerbekälte (inkl. Supermarkt-Kälte) ²⁵	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	<p>Foto aus der Anlagendokumentation</p> <p>ODER</p> <p>Begutachtung durch Kältefachperson wie unten beschrieben. Dies wird dokumentiert in der Projektdokumentation.</p>											
Beschreibung Messablauf	<p>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 Tabelle 1 der BAFU-Vollzugshilfe UV-1726 , S. 13 (Anhang_5_5_[8]) vor und begründet diese in der Projektdokumentation.</p> <p>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).</p>											
Kalibrierungsablauf	-											
Genauigkeit der Messmethode	-											
Messintervall	einmalig											
Verantwortliche Person	Kältefachperson											

²⁵ 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.

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	3 Optionen für Meldung: a) Die Kältefirma schickt der Programmbetreiberin eine Bescheinigung der durchgeführten Wartung (z.B. Kopie Wartungsheft). b) Die Anlagenbetreiberin bestätigt (z.B. auf Rückfrage per Mail), dass die Anlage noch unverändert in Betrieb ist. c) Es liegt eine Meldung für eine Ausserbetriebnahme vor (siehe ABN).
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	-
Messintervall	periodisch (nach Möglichkeit jedes Jahr)
Verantwortliche Person	Kältefachperson ODER Anlagenbetreiber

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) $p_{w_{y,i}} = 0$, 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 Projektemissionen bzw. die Emissionen der Vorhaben 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

Einflussfaktor	Preisverhältnis zwischen herkömmlichen Kältemitteln und Alternativen mit niedrigem GWP
Beschreibung des Einflussfaktors	Faktor: $\text{Preis}_{\text{Originalkältemittel}} / \text{Preis}_{\text{Ersatzkältemittel}}$
Wirkungsweise auf die Projektemissionen bzw. die Emissionen der Vorhaben des Programms oder die Referenzentwicklung	Extreme Preisunterschiede zwischen herkömmlichen Kältemitteln und Alternativen mit niedrigem GWP könnten dazu führen, dass die Vorhaben wirtschaftlich und damit nicht mehr zusätzlich sind. Der Faktor dient gemäss den Ausführungen in Kapitel 4 "Nachweis der Zusätzlichkeit" der Klärung, ob die Zusätzlichkeit ohne Kostenanalyse des einzelnen Vorhabens gegeben ist, oder ob eine Einzelfallbetrachtung notwendig ist.
Datenquelle	Preisliste eines Anbieters der entsprechenden Kältemittel (z.B. Internet-Preisliste wie in Anhang A5_5_[20])

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 6.3.2 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

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	Stiftung KliK / Darja Tinibaev Leiterin Deutschschweiz
Verfasser des Monitoringberichts	Simultec AG / Christoph Leumann Programmentwickler / Fachexperte
Qualitätssicherung	Stiftung KliK / Mischa Classen Leiter Ausland
Datenarchivierung	Stiftung KliK / Darja Tinibaev Leiterin Deutschschweiz

Die Angaben entsprechen der mutmasslichen Aufgabenverteilung bis zur Erstverifizierung auf dem heutigen Planungsstand, vorbehältlich personeller Wechsel oder Neuorganisation aus internen Gründen. In den Folgejahren wird voraussichtlich der Monitoringbericht KliK-intern verfasst, und der externe Fachexperte für QS und in beratender Funktion beigezogen. In jedem Fall gewahrt wird das Vier-Augen-Prinzip mit zwei Klimafachpersonen, die sich Berichtsverfassung und QS teilen.

6 Sonstiges

Spezielle Anforderungen an die Verifizierung

Die Verifizierung, die in Übereinstimmung mit dem Handbuch für Validierungs- und Verifizierungsstellen (Anhang J der BAFU-Mittlung) zu erfolgen hat, hat die folgenden speziellen Anforderungen zu beachten: Aufgrund der grossen zu erwartenden Anzahl von Vorhaben (ev. über hundert Umrüstungen pro Jahr) würde eine Überprüfung jeder einzelnen Projektdokumentation im Rahmen der Verifizierung einen unverhältnismässigen Aufwand verursachen. In Übereinstimmung mit Anhang J der BAFU-Mitteilung, S. 47 bis 50, 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:

<p>Zustimmung zur Veröffentlichung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ich bin mit der Veröffentlichung dieses Dokuments einverstanden. Das Dokument enthält weder eigene Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnisse noch solche von Dritten.</p> <p><input type="checkbox"/> Ich bin mit der Veröffentlichung einer teilweise geschwärzten Fassung dieses Dokuments einverstanden, welche das Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnis von allen betroffenen Personen wahrt. Diese zur Veröffentlichung bestimmte Fassung befindet sich im Anhang A1. Im Anhang A2 befinden sich die Begründungen, warum die von mir geschwärzten Passagen Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnisse darstellen.</p>
--

Dokument	Version	Datum	Prüfstelle & Auftraggeber
Validierungsbericht (inkl. Checkliste)	1.1	04.02.2019	EBP Schweiz AG (im Auftrag von <i>Stiftung Klimaschutz und CO₂-Kompensation KliK</i>)

<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.</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. Diese zur Veröffentlichung bestimmte Fassung befindet sich im Anhang A3. Im Anhang A4 befinden sich die Begründungen, warum die von mir geschwärzten Passagen Geschäfts- oder Fabrikationsgeheimnisse darstellen.</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

Ort, Datum	Name, Funktion und Unterschrift des Gesuchstellers

Anhang

- A1. Geschwärzte Fassung Projekt-/Programmbeschreibung
Keine
- A2. Begründung für Schwärzungen Projekt-/Programmbeschreibung
Keine
- A3. Geschwärzte Fassung Validierungsbericht
Keine
- A4. Begründung für Schwärzungen Validierungsbericht
Keine
- A5. Unterlagen zu Angaben und Beschreibung des Projekts, Programms inkl. Vorhaben (z.B. Technische Datenblätter, Belege für den Umsetzungsbeginn)
- A5_1_Beispiel_OnlineFormular.pdf
 - A5_2_Mustervorhaben.pdf
 - A5_3_BAFU_Liste_Kaeltemittel.pdf
 - A5_4_NIR2018_Datenbis2016_Auszug2F.pdf
 - A5_5_Technische_Literatur_und_Quellen.zip
 - A5_6_Protokoll_Sitzung_Umsetzungsbeginn.pdf
- A6. Unterlagen zur Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten (z.B. beantragte / erhaltene Finanzhilfen, Wirkungsaufteilung)
Keine
- A7. Unterlagen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen
- A7_1_M4_A3_ER_Berechnung_reg3.xlsx
- A8. Unterlagen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse
- A8_M4_Szenarien_Wirtschaftlichkeit_reg2.xlsx
- A9. Unterlagen zum Monitoring
- A9_1_Ueberblick_Nachweisdokumente
 - A9_2_Bescheinigung_Betriebsfaehigkeit