

## 0140 Programm klimafreundliche Kälte, Modul 2: Klimafreundliche Kleinanlagen

### Deckblatt

Dokumentversion	2.1
Datum	19.09.2022

Gesuchsteller (Unternehmen) <sup>1</sup>	Stiftung Klimaschutz und CO <sub>2</sub> -Kompensation KliK
Name, Vorname	Darja Aepli
Strasse, Nr.	Streulistrasse 19
PLZ, Ort	8032 Zürich
Tel.	+41 44 224 60 04
E-Mail-Adresse	darja.aepli@klik.ch

Projektentwickler (Unternehmen)	Simultec AG, Zürich
Name, Vorname	Christoph Leumann
Kontaktperson für Rückfragen (an Stelle von Gesuchsteller)?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Tel.	+41 44 563 86 23
E-Mail-Adresse	cl@simultec.ch

### Gesuch

- Ersteinreichung (Art. 7 CO<sub>2</sub>-Verordnung)
- erneute Validierung zur Verlängerung der Kreditierungsperiode (Art. 8a CO<sub>2</sub>-Verordnung)
- erneute Validierung aufgrund einer wesentlichen Änderung (Art. 11 Abs. 3 CO<sub>2</sub>-Verordnung)

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

## Inhalt

1	Angaben zum Projekt/Programm .....	3
1.1	Projekt-/Programmmzusammenfassung .....	3
1.2	Typ und Umsetzungsform .....	4
1.3	Projektstandort .....	4
1.4	Beschreibung des Projektes/Programmes .....	4
1.4.1	Ausgangslage .....	4
1.4.2	Projekt-/Programmziel .....	5
1.4.3	Technologie .....	5
1.4.4	Programmspezifische Aspekte .....	6
1.5	Referenzszenario .....	11
1.6	Termine.....	12
2	Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten und Vermeidung von Doppelzählung .....	13
2.1	Finanzhilfen .....	13
2.2	Schnittstellen zu Unternehmen, die von der CO <sub>2</sub> -Abgabe befreit sind .....	13
2.3	Doppelzählung aufgrund anderweitiger Abgeltung des ökologischen Mehrwerts .....	14
3	Berechnung ex-ante erwartete Emissionsverminderungen .....	15
3.1	Systemgrenze und Emissionsquellen .....	15
3.2	Einflussfaktoren .....	18
3.3	Leakage .....	19
3.4	Projektemissionen/Emissionen der Vorhaben.....	19
3.5	Referenzentwicklung .....	20
3.6	Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante) .....	21
4	Nachweis der Zusätzlichkeit.....	22
5	Aufbau und Umsetzung des Monitorings .....	27
5.1	Beschreibung der gewählten Nachweismethode .....	27
5.2	Ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen.....	27
5.2.1	Formeln zur ex-post Berechnung erzielter Emissionsverminderungen .....	27
5.2.2	Wirkungsaufteilung .....	29
5.3	Datenerhebung und Parameter .....	30
5.3.1	Fixe Parameter .....	30
5.3.2	Dynamische Parameter und Messwerte .....	33
5.3.3	Plausibilisierung der Daten und Berechnungen .....	38
5.3.4	Überprüfung der Einflussfaktoren und der ex-ante definierten Referenzentwicklung....	38
5.4	Prozess- und Managementstruktur .....	39
6	Sonstiges.....	40
7	Kommunikation zum Gesuch und Unterschriften.....	41
7.1	Einverständniserklärung zur Veröffentlichung der Unterlagen .....	41
7.2	Unterschriften .....	42
Anhang	.....	43

# 1 Angaben zum Projekt/Programm

## 1.1 Projekt-/Programmzusammenfassung

Gegenstand des vorliegenden Programmes, das im Jahr 2015 als eines von mehreren Modulen des Programmes klimafreundliche Kälte gestartet wurde, ist die Reduktion der Emission synthetischer Treibhausgase durch Förderung des Baus von Kälteanlagen, die auf den Einsatz von HFKW-Kältemitteln<sup>2</sup> verzichten und damit bezüglich Klimaschutz über die gesetzlichen Anforderungen hinausgehen.

Durch die Kältemittelvorschriften in Anhang 2.10 der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) wird der Einsatz von HFKW-Kältemitteln ab einer bestimmten Kälteleistung verboten, und stattdessen kommen natürliche Kältemittel wie CO<sub>2</sub> (R744), Propan (R290), Ammoniak (R717) oder sogenannte HFO zum Einsatz. Für Anlagen unter dieser Leistungsgrenze, darunter insbesondere Gewerbekälteanlagen in kleineren Verkaufsformaten wie Tankstellenshops oder Discountern, sind aus Gründen der wirtschaftlichen Tragbarkeit HFKW-Kältemittel gemäss dem Stand der Technik weiterhin erlaubt. Wegen unvermeidlicher Leckagen oder Undichtigkeiten im Kältekreislauf entstehen so Treibhausgasemissionen, die wegen des hohen Treibhauspotentials (GWP) der üblichen HFKW-Kältemittel<sup>3</sup> selbst bei relativ kleinen Anlagen mehrere Tonnen CO<sub>2</sub>-eq pro Jahr betragen.

Mit den Investitionshilfen, die aus dem Gegenwert der Bescheinigungen aus dem Programm ausgerichtet werden, wird der Mehraufwand beim Bau derartiger klimafreundlicher "Kleinanlagen" so weit abgegolten, dass diese klimafreundlichen Alternativen auch aus wirtschaftlicher Sicht attraktiver werden.

Die Monitoringvorgaben stellen sicher, dass alle 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.

---

<sup>2</sup> teilfluorierte Kohlenwasserstoffe mit hohem bis sehr hohem Treibhauspotential (GWP)

<sup>3</sup> Stand 2022 üblich sind z.B. R449A (GWP 1397), R410A (GWP 2088), R407C (GWP 1774) und R134a (GWP 1430)

## 1.2 Typ und Umsetzungsform

<b>Typ</b>	<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"/> 3.5 Netz-unabhängiger Stromeinsatz <input type="checkbox"/> 4.1 Brennstoffwechsel bei Prozesswärme <input type="checkbox"/> 5.1 Effizienzverbesserung im Personentransport oder Güterverkehr <input type="checkbox"/> 5.2 Einsatz von flüssigen biogenen Treibstoffen <input type="checkbox"/> 5.3 Einsatz von gasförmigen biogenen Treibstoffen <input type="checkbox"/> 6.1 Abfackelung bzw. energetische Nutzung von Methangas <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 <sub>3</sub> , PFC oder SF <sub>6</sub> ) <input type="checkbox"/> 8.1 Vermeidung und Substitution von Lachgas (N <sub>2</sub> O) <input type="checkbox"/> 9.1 Biologische CO <sub>2</sub> -Sequestrierung in Holzprodukten <input type="checkbox"/> andere: <i>Nähere Bezeichnung</i>
------------	--

### Umsetzungsform

- Einzelnes Projekt
  Projektbündel
  Programm

## 1.3 Projektstandort

Ganze Schweiz

## 1.4 Beschreibung des Projektes/Programmes

### 1.4.1 Ausgangslage

HFKW-Kältemittel sind hochwirksame synthetische Treibhausgase, die einen wesentlichen Beitrag zur Klimabilanz in der Schweiz liefern. Gemäss nationalem Inventar umfassten die Treibhausgasemissionen der Kältemittel seit 2013 jeweils rund 1.4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>eq pro Jahr, wobei rund 950'000 Tonnen aus stationären industriellen oder gewerblichen Kälteanlagen stammten.<sup>4</sup>

Mit den per 01.12.2013 und 01.01.2020 in Kraft gesetzten Revisionen der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) wird ein schrittweiser Ausstieg aus dem Einsatz von synthetischen Kältemitteln angestrebt. Beim Bau neuer Kälteanlagen wird der Einsatz von HFKW-Kältemitteln ab einer bestimmten Kälteleistung verboten, und es werden stattdessen üblicherweise Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln wie CO<sub>2</sub> (R744), Propan (R290), Ammoniak (R717) oder sogenannten HFO gebaut. Für Anlagen unter dieser Leistungsgrenze, darunter insbesondere Gewerbekälteanlagen in kleineren Verkaufsformaten wie Tankstellenshops oder Discounter, sind derartige Anlagen weiterhin zulässig. Betriebe oder Bauherren, welche solche "Kleinanlagen" erstellen, setzen aus wirtschaftlichen Gründen ohne Förderprogramm deshalb weiterhin überwiegend auf die klimaschädlichen synthetischen Kältemittel.

<sup>4</sup> Siehe National Inventory Report of Switzerland 2020, S. 248 (Anhang A1\_6\_[1]).

#### **1.4.2 Projekt-/Programmziel**

Mit dem Programm sollen die Treibhausgasemissionen aus stationären Kälteanlagen vermindert werden, indem unterhalb der Leistungsgrenze der ChemRRV neue Anlagen gefördert werden, die klimafreundliche Kältemittel mit sehr geringem Treibhauspotential ( $GWP < 10$ ) einsetzen. Dadurch werden die Treibhausgasemissionen während der Lebenszeit der Anlagen entscheidend vermindert. Die erzielten Emissionsreduktionen (ER) werden nach Art. 5 der CO<sub>2</sub>-Verordnung bescheinigt.

#### **1.4.3 Technologie**

In der Schweiz bestand von 2004 bis 2013 eine Bewilligungspflicht für HFKW-Kälteanlagen, wobei die Bewilligung an die Erfüllung des Standes der Technik gebunden war. Die seither in der Schweiz gebauten Supermarktkälteanlagen sind überwiegend Direktverdampfungsanlagen mit HFKW. Für Verbundkälteanlagen, wie sie in kleineren Verkaufsformaten (Discounter, Tankstellenshops, Convenience-Shops, Lebensmittel-Einzelhandelsgeschäften) eingesetzt werden, ist dies nach wie vor Standard. Vor ca. 2007 wurden vor allem sogenannte Heissgasverbunde gebaut, welche sowohl für die Tiefkühlung als auch für die Normalkühlung R404A einsetzen, anschliessend bis ca. 2020 überwiegend Anlagen mit separaten Kühlkreisläufen für die Minuskühlung mit R404A und die Pluskühlung mit R134a. Seither haben sich nun sowohl der Stand der Technik als auch die massgebenden Vorschriften im Kältebereich (Anhang 2.10 der ChemRRV) nochmals geändert. Da das Kältemittel R404A ein sehr hohes Treibhauspotential von 3920 hat, ist dessen Anwendung für Neuanlagen seit dem 01.09.2015 in der Pluskühlung und seit dem 01.01.2020 auch in der Minuskühlung verboten. Als neuer Standard hat sich das HFKW/HFO-Gemisch R449A mit einem Treibhauspotential von 1'397 durchgesetzt. Dieses kann im Minus- und im Pluskühlungsbereich gleichermaßen eingesetzt werden, sodass technologisch die Anlagen mit einem einzigen Kreislauf (Boosteranlagen / Heissgasverbunde) wieder aktuell geworden sind.

Typische Gewerbekälteanlagen unterhalb der Leistungsgrenze der ChemRRV in Discountergeschäften, Tankstellen- oder Convenience-Shops enthalten heutzutage üblicherweise zwischen ca. 50 und 100 kg der erwähnten HFKW-Kältemittel. Als klimafreundliche Alternative kommen vor allem transkritische CO<sub>2</sub>-Anlagen zum Einsatz, die wegen dem hohen Druck in den Leitungen und speziellen Sicherheitsvorkehrungen noch immer wesentlich teurer sind als die HFKW-Bauweise.

In der Klimakälte sind je nach Einsatzgebiet nach wie vor die Kältemittel R410A (GWP 2088), R407C (GWP 1774) und R134a (GWP 1430) weit verbreitet, und die klimafreundlichen Alternativen (z.B. Ammoniak (R717), Propan (R290) oder das HFO R-1234ze) sind entweder toxisch oder brennbar.

#### 1.4.4 Programmspezifische Aspekte

##### Aufnahmekriterien

Durch den Programmmechanismus wird sichergestellt, dass nur Vorhaben gefördert werden, welche die folgenden Aufnahmekriterien erfüllen:

<b>Nr.</b>	<b>Aufnahmekriterium</b>	<b>Belege<sup>5</sup></b>
<b>AK1</b>	Das Vorhaben beinhaltet den Bau einer Kälteanlage <sup>6</sup> in der Schweiz, wobei vollständig oder zumindest teilweise Kältemittel eingesetzt werden, deren Treibhauspotential unter 10 liegt (z.B. CO <sub>2</sub> (R744), Propan (R290), Ammoniak (R717) oder HFO R-1234ze).	Anmeldung
<b>AK2</b>	Aufgrund der Kälteleistung wäre gemäss ChemRRV der Bau einer HFKW-Kälteanlage als Alternative zulässig.	Formular Projektdokumentation, in gewissen Fällen zusätzlich Nachweis Kälteleistung (vgl. Kapitel 5)
<b>AK3</b>	Das Vorhaben entspricht einem der folgenden Typen:	
<b>AK3a</b>	<p><b>Typ a: CO<sub>2</sub>-Gewerbekälteanlage mit Kühlmöbeln</b></p> <p>CO<sub>2</sub>-Kälteanlage mit Pluskühlung (PK) und Minus-/Tiefkühlung (TK) in einem kleinen Verkaufsbetrieb (z.B. Frischmarkt, Convenience-Shop, Tankstellenshop oder Discounter mit Lebensmitteln), mit folgender Spezifizierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- maximal 30 Laufmeter Kühlmöbel (z.B. Kühlregale, -truhen oder Verkaufstheken),</li> <li>- andere Kälteabnehmer (z.B. Kühlzellen) spielen eine untergeordnete Rolle,<sup>7</sup></li> <li>- Kälteleistung Minus-/Tiefkühlung ≤ 8 kW<sup>8</sup></li> </ul>	<p>Technische Unterlagen, aus denen hervorgeht, dass das Projekt tatsächlich dem Bautyp entspricht (Anlagenbeschreibung, Schema und/oder Layoutplan)</p> <p>Installationsprotokoll</p> <p>Formular zur Anmeldung und zur Projektdokumentation</p>
<b>AK3b</b>	<p><b>Typ b: CO<sub>2</sub>-Kältesystem für Kombination Kühlmöbel/ Raumklimatisierung (Typ «Conveni-Pack»<sup>9</sup>)</b></p> <p>Es handelt sich um eine CO<sub>2</sub>-Kälteanlage in einem kleinen Verkaufsbetrieb (z.B. Frischmarkt, Tankstellen- oder Convenience-Shop), die einer kombinierten Kühlung von Kühlmöbeln und Raumluft dient. Angehängen an die CO<sub>2</sub>-Anlage sind die folgenden Abnehmer<sup>10</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Raumklimatisierung über Klimakassetten,</li> <li>- TK-Kühlmöbel (maximal 2.5 Laufmeter) und/oder TK-Zelle (maximal 12 m<sup>2</sup> Fläche)<sup>11</sup>,</li> <li>- PK-Kühlmöbel und/oder PK-Zelle.</li> </ul>	<p>Technische Unterlagen, aus denen hervorgeht, dass das Projekt tatsächlich dem Bautyp entspricht (Anlagenbeschreibung, Schema und/oder Layoutplan)</p> <p>Installationsprotokoll</p> <p>Formular zur Anmeldung und zur Projektdokumentation</p>

<sup>5</sup> Weitergehende Erläuterungen Anhang A1\_3.

<sup>6</sup> Es kann sich sowohl um Neuanlagen als auch um Ersatzanlagen handeln. Nicht als Bau einer Kälteanlage gilt eine blosse Umrüstung einer bestehenden Anlage auf neue Kältemittel (Drop-in oder Retrofit).

<sup>7</sup> Dieser Aspekt wird vorausgesetzt und muss nicht speziell nachgewiesen werden, denn bei der Berechnung der Emissionsreduktionen bleiben allfällige Kühlzellen unberücksichtigt, was vom Ergebnis her konservativ ist.

<sup>8</sup> 8 kW Minuskühlleistung entspricht der Leistungsgrenze der ChemRRV für die Zulässigkeit von HFKW-Anlagen zur Kühlung von Lebensmitteln. Bei Anlagen, wo Minus- und Pluskühlung kombinierbar sind, gibt es für die Pluskühlleistung keine Leistungsgrenze.

<sup>9</sup> Der Name Conveni-Pack steht für ein Integralsystem der Firma Daikin. Förderbar sind aber auch die CO<sub>2</sub>-Kältesysteme anderer Anbieter, welche dieselbe Funktion erfüllen.

<sup>10</sup> Herleitung der Kriterien in Anhang A4.1\_Additionalität\_Tool\_KP2, Tabelle «Auswertung\_Kennzahlen\_Typ\_b»

<sup>11</sup> Die vorgegebenen Einsatzgrenzen der repräsentativen Zusätzlichkeitsnachweise gelten zum Zeitpunkt der erneuten Validierung (Stand 2022). Im Falle von wesentlichen Änderungen der rechtlichen oder wirtschaftlichen Rahmenbedingungen können sie angepasst werden. Eine solche Anpassung wird gemäss den für dieses Programm formulierten Vorgaben der Geschäftsstelle Kompensation im Monitoringbericht aufgeführt und vom Verifizierer beurteilt, ohne dass eine Änderung der Programmbeschreibung resp. eine erneute Validierung notwendig ist.

<p><b>AK3c</b></p>	<p><b>Typ c: CO<sub>2</sub>-Kältesystem für Kombination Kühlzellen/Kühlmöbel gemäss spezifischem Bautyp</b></p> <p>Es handelt sich um eine CO<sub>2</sub>-Kälteanlage in einem kleinen Verkaufsbetrieb (z.B. Frischmarkt, Tankstellen- oder Convenience-Shop), die einer kombinierten Kühlung von Kühlmöbeln und Kühlzellen dient. Angeschlossen an die CO<sub>2</sub>-Anlage sind die folgenden Abnehmer<sup>12</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PK-Zelle (maximal 20 m<sup>2</sup> Fläche)<sup>11</sup>, mit «Backloader» und/oder kombiniert mit zusätzlichen PK-Möbeln (maximal 15 Laufmeter)</li> <li>- TK-Zelle (maximal 12 m<sup>2</sup>) und/oder zusätzliche TK-Möbel (maximal 2.5 Laufmeter)<sup>11</sup>.</li> </ul>	<p>Technische Unterlagen, aus denen hervorgeht, dass das Projekt tatsächlich dem Bautyp entspricht (Anlagenbeschreibung, Schema und/oder Layoutplan)</p> <p>Installationsprotokoll</p> <p>Formular zur Anmeldung und zur Projektdokumentation</p>
<p><b>AK3d</b></p>	<p><b>Typ d: Andere Kälteanlage unterhalb der Leistungsgrenze der ChemRRV</b></p> <p>(Abweichung von Typ a, b oder c in einem oder mehreren Punkten).</p> <p>Folgende Kriterien müssen dabei erfüllt sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Anlage setzt mindestens teilweise Kältemittel ein, deren Treibhauspotential unter 10 liegt (allenfalls in Kombination mit HFKW)</li> <li>- Es existieren Planungsgrundlagen für den Bau einer HFKW-Anlage als Alternative (Technische Dokumentation Referenzszenario)</li> <li>- Auf Basis dieser Planungsgrundlagen wird dargelegt, dass diese Alternativanlage die wirtschaftlichste Lösung wäre (projektspezifischer Nachweis der Zusatzlichkeit, vgl. Kapitel 4).</li> <li>- In den Planungsgrundlagen (Technische Dokumentation) wird ausserdem aufgezeigt und plausibel gemacht, welche Kältemittel und Füllmengen im Referenzfall angewendet würden.</li> <li>- Die angenommene Referenz entspricht den zum Zeitpunkt der Realisierung des Vorhabens geltenden gesetzlichen Bestimmungen.</li> </ul>	<p>Offerte und technische Dokumentation für Projekt- und für Referenzanlage</p> <p>Zusätzlichkeitsnachweis (vgl. Kap. 4)</p> <p>Beleg Auftragserteilung (mit Anlagenbeschreibung)</p> <p>Nachweis Kälteleistung</p> <p>Formular zur Anmeldung und zur Projektdokumentation</p>
<p><b>AK3e</b></p>	<p><b>Typ e: Andere Kälteanlage unterhalb der Leistungsgrenze der ChemRRV gemäss einem Standard-Bautyp</b></p> <p>Folgende Kriterien müssen dabei erfüllt sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Anlage setzt mindestens ein Kältemittel ein, dessen Treibhauspotential unter 10 liegt (allenfalls in Kombination mit HFKW)</li> <li>- Die Anlage entspricht in jeder relevanten Hinsicht bezüglich Bauart, Dimensionierung und Anwendung einem spezifischen Standard-Bautyp, der die Anforderungen von AK3d erfüllt.</li> <li>- Für den entsprechenden Standard-Bautyp wurden Aufnahmefähigkeit und Ermittlung der Emissionsreduktionen anhand von Planungsgrundlagen für die Anlage und die HFKW-Alternative (Referenzszenario) eindeutig bestimmt und verifiziert.<sup>13</sup></li> <li>- Für den Standard-Bautyp wurde für mindestens 3 Vorhaben innerhalb der letzten drei Jahre dargelegt und verifiziert, dass die entsprechende Referenzanlage die wirtschaftlichste Lösung wäre (typenspezifischer Nachweis der Zusatzlichkeit, vgl. Kapitel 4).</li> <li>- In den Planungsgrundlagen (Technische Dokumentation) wurde ausserdem aufgezeigt und plausibel gemacht, welche Kältemittel und Füllmengen im Referenzfall angewendet würden.</li> <li>- Die angenommene Referenz entspricht den zum Zeitpunkt der Realisierung des Vorhabens geltenden gesetzlichen Bestimmungen.</li> </ul>	<p>Offerte und technische Dokumentation für Projekt- und für Referenzanlage des Standard-Bautyps</p> <p>Nachweis Kälteleistung des Bautyps</p> <p>Typenspezifischer Zusätzlichkeitsnachweis (vgl. Kap. 4)</p> <p>Beleg Auftragserteilung</p> <p>Anlagenbeschreibung, aus dem hervorgeht, dass das Projekt tatsächlich dem Standard-Bautyp entspricht.</p> <p>Allfällige typenspezifische Nachweisdokumente (werden bei Verifizierung festgelegt)</p> <p>Formular zur Anmeldung und zur Projektdokumentation</p>

<sup>12</sup> Herleitung der Kriterien in Anhang A4.1\_Additionalität\_Tool\_KP2, Tabelle «Auswertung\_Kennzahlen\_Typ\_c»

<sup>13</sup> Das Verfahren zur Anerkennung eines neuen Standard-Bautyps kann eingeleitet werden, wenn unter AK3d mindestens drei Vorhaben aufgenommen worden sind, die bezüglich Technologie, Anwendung und Dimensionierung so ähnlich sind, dass sie alle dem gleichen Typ zugeordnet werden können.

<b>AK4</b>	<i>Die durch die Massnahme erzielten Treibhausgasreduktionen werden nicht anderweitig zertifiziert und verkauft.</i>	<i>Selbstdeklaration Antragsteller in Formular zur Anmeldung und/oder zur Projektdokumentation</i>
<b>AK5</b>	<i>Alle Vorhaben müssen vor der Erteilung eines Auftrags zur Realisierung beim Programm angemeldet werden. Definitiv aufgenommen im Programm werden sie dann erst nach der Realisierung.</i>	<i>Anmeldung Beleg Auftragserteilung</i>

Erfüllung der Grundanforderungen an Programme:

Durch den Förder- und Programmmechanismus wird, wie nachfolgend beschrieben, 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:

<b>Anforderung</b>	<b>Sicherstellung durch</b>
<i>In das Programm werden nur Vorhaben aufgenommen, welche die Anforderungen nach Artikel 5 CO2-Verordnung erfüllen. (Art. 5a Abs. 1 Bst. c CO2-Verordnung).</i>	<i>Erfüllung sämtlicher AK</i>
<i>Das Vorhaben befindet sich in der Schweiz.</i>	<i>AK1</i>
<i>Das Vorhaben wird nicht durch die Zielvereinbarung in einem von der CO2-Abgabe befreiten Unternehmen abgedeckt.</i>	<i>AK4 resp. Bestätigung in der Anmeldung.</i>
<i>Erzielte Emissionsverminderungen werden nicht anderweitig geltend gemacht.</i>	
<i>Die durch die Vorhaben erzielten Emissionsverminderungen werden an die Programmträgerschaft übertragen.</i>	
<i>Das Vorhaben kann einem der im Programm enthaltenen Vorhabentypen zugeordnet werden.</i>	<i>AK 3</i>
<i>Die für die Berechnung der durch das Vorhaben erzielten Emissionsverminderungen notwendigen Parameter können gemessen bzw. (bei Wirkungsmodellen) mit Messungen plausibilisiert werden.</i>	<i>Vorgehen gemäss Kapitel 5.3</i>
<i>Vorhaben können nur in bestehende (=umgesetzte) Programme aufgenommen werden.</i>	<i>Das Programm 0140 ist seit dem 22.06.2015 umgesetzt.</i>
<i>Die Vorhaben können erst nach ihrer Anmeldung beim Programm in das Programm aufgenommen werden.</i>	<i>AK 5</i>

Programmabwicklung:

Die Programmabwicklung erfolgt wie diejenige der anderen Module des Programmes klimafreundliche Kälte über die Plattform [www.kaelteanlagen.klik.ch](http://www.kaelteanlagen.klik.ch) (vgl. Beispiel eines Online-Formulars in Anhang A1\_1).

Notwendig für die Aufnahme sind mindestens die folgenden Angaben:

Geforderte Angabe	Art der Angabe	relevant für	Nachweisdokument
<i>Allgemeine Angaben</i>			
Standortadresse	Name der Firma, Adresse	Allgemeine Projekt-Identifikation	Beleg Auftragserteilung Formular Projektdokumentation
Kältefirma / Kälteplaner	Name der Firma, Adresse Verantwortliche Fachperson mit Telefon und E-mail	Allgemeine Projekt-Identifikation	
Anlagentyp	Gewerbekälte, Supermarkt-Kälte Industriekälte oder Klimakälte	Berechnung der ER im Referenzszenario	
Deklaration, dass ER nicht anderweitig angerechnet werden	Deklaration des Anlagenbetreibers	AK 4	Anmeldung und/oder Formular Projektdokumentation
Unterschriften	Unterschrift Anlagenbesitzer oder Stellvertreter	Alle AKs	Unterschrift auf Formular Projektdokumentation
<i>Angaben zur Referenzanlage</i>			
Technische Kennzahlen zur Herleitung der Referenz (Referenzkältemittel / Füllmenge / Leckrate)	Für Typ a, b, c und ev. e: Nachweis Laufmeter Kühlmöbel (LM <sub>i</sub> )	AK 3a, Berechnung Referenzemissionen	Plan oder äquivalente Unterlagen
	Für Typ b, c oder e: Nachweis der Übereinstimmung von Bauart und Dimensionierung mit dem im AK vorgesehenen Anlagentyp	AK 3b, 3c oder 3e, Berechnung Referenzemissionen	Anlagenbeschrieb, Schema und/oder Layoutplan
	Für Typ d: Nachweis Kältemittel und Füllmenge der Referenzanlage ( $m_{k,r}$ ) sowie Zusätzlichkeit	AK 3d, Berechnung Referenzemissionen	Offerte und technische Dokumentation für Referenzanlage
<i>Angaben zur neuen Anlage und zu deren Bau</i>			
Kältemittel	Bezeichnung Rxxx	AK 1	Beleg Auftragserteilung, Anlagenbeschrieb und/oder Protokoll Inbetriebnahme
Kälteleistung der Anlage	Q <sub>0 NK</sub> , Q <sub>0 TK</sub>	AK 2, AK 3	Anmeldung, ev. Nachweis Kälteleistung (vgl. Kap. 5)
Abschätzung der Stromersparung	nur bei Typ d oder e	AK 3d, AK 3e	technische Dokumentation Projekt/ Referenzanlage
Investitionskosten	nur bei Typ d oder e	AK 3d, AK 3e	Beleg Auftragserteilung (mit Anlagenbeschrieb)
Inbetriebnahme	Protokoll der Inbetriebnahme mit Datum	IBN	Protokoll Inbetriebnahme
Auftragsvergabe	Vertragskopie	AK 5	Beleg Auftragserteilung

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> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bereitstellen der elektronischen Plattform</li> <li>- Kontrolle der Anmeldungen</li> <li>- Ausstellen der Förder-Bestätigungen / Verträge</li> <li>- Prüfen der Projektdokumentationen</li> <li>- Qualitätssicherung</li> <li>- Auszahlen der Förderbeiträge</li> <li>- Berechnung der Emissionsverminderungen</li> <li>- Monitoringbericht</li> <li>- Datenarchivierung</li> </ul>
<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>SVK<sup>14</sup></i>	<i>Fachtechnische Unterstützung, Kommunikation in der Kältebranche</i>
<i>Kältefirmen / Kältefachleute</i>	<i>- Identifikation geeigneter Vorhaben und Abklärung Förderfähigkeit</i> <i>- Offertstellung an Auftraggeber</i> <i>- Bau und Inbetriebsetzung der klimafreundlichen Kälteanlagen</i> <i>- Erstellen oder Bereitstellen der Nachweisdokumente</i> <i>- Falls vom Anlagenbesitzer damit beauftragt:</i> <i>Abwicklung des Förderantrages und Einreichen der Projektdokumentation</i> <i>Wird vom Anlagenbesitzer für seine Leistungen entschädigt.</i>
<i>Anlagenbesitzer</i>	<i>- Auftragserteilung an Kältefirma</i> <i>- Anmeldung / Antragstellung / Einreichen der Projektdokumentation</i> <i>Erhält den Förderbeitrag</i>
<i>Validierer / Verifizierer</i>	<i>Validierung / Verifizierung gemäss Vorgaben der CO<sub>2</sub>-Verordnung</i>

<sup>14</sup> Schweizerischer Verband für Kältetechnik

## 1.5 Referenzszenario

Zum Projektszenario, in dem dank Förderung aus dem Programm Kälteanlagen gebaut werden, die bezüglich Klimaschutz über die gesetzlichen Anforderungen und die übliche Praxis hinausgehen, sind grundsätzlich 2 Alternativszenarien denkbar, die im Folgenden ausgeführt und kommentiert werden:

	Szenario	Wahrscheinlichkeit	Kommentar
A0 (=R)	<i>Es werden HFKW-Kälteanlagen gemäss dem Stand der Technik gebaut (z.B. mit R449A und/oder mit R134a)</i>	<i>sehr hoch</i>	<i>Entspricht der üblichen Praxis.</i>
A1	<i>Es werden auch ohne Beiträge Kältemittel mit sehr geringem Treibhauspotential (&lt;10) eingesetzt</i>	<i>klein</i>	<i>Diese Anlagen sind im Anwendungsbereich des Programmes nicht vorgeschrieben, nicht wirtschaftlich (vgl. Kapitel 5) und bis heute nicht üblich.</i>
A2	<i>Es wird eine andere technische Lösung realisiert, die weniger Treibhausgasemissionen bewirkt als die Referenzanlage.</i>	<i>klein</i>	<p><i>Theoretisch kämen insbesondere die folgenden Alternativen in Frage:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>- steckerfertige Kühlgeräte anstelle einer Verbundkälteanlage (Nachteil. Abwärme bleibt im Raum)</i></li> <li><i>- Verbundkälteanlage mit HFKW-Kältemitteln mit tieferem GWP (z.B. R513, R455A)</i></li> <li><i>- Kombination CO<sub>2</sub>/R134a (Kaskade)</i></li> </ul> <p><i>Diese Alternativen erfüllen entweder die üblicherweise an die Kälteanlage gestellten Grundanforderungen nicht, oder sie sind weniger wirtschaftlich als A0. Keine dieser Alternativen ist deshalb bis heute verbreitet (weitere Angaben dazu: Kapitel 4 und Anhang A4).</i></p>

Wie die Kommentare in der obigen Tabelle zeigen, wird durch die Aufnahmekriterien sichergestellt, dass nur Vorhaben in das Programm aufgenommen werden, bei denen ohne Förderung mit grosser Wahrscheinlichkeit eine HFKW-Kälteanlage gebaut würde. Die Förderung bildet einen wichtigen Anreiz, um trotz Mehraufwand auf eine klimafreundliche Technologie zu setzen.

## 1.6 Termine

Termine	Datum	Spezifische Bemerkungen
Umsetzungsbeginn	22.06.2015	Geprüft bei der Erstverifizierung
Wirkungsbeginn	13.08.2015	Wirkungsbeginn des ersten realisierten Vorhabens. Geprüft bei der Erstverifizierung

	Anzahl Jahre	Spezifische Bemerkungen
Dauer des Projektes/ Programms in Jahren:	unbestimmt	erste Kreditierungsperiode 7 Jahre, nachher Verlängerungen bei Bedarf
Dauer der Vorhaben in Jahren	maximal 12 Jahre	vgl. Ausführungen zur Restlaufzeit in Kapitel 3.2.

	Datum	Spezifische Bemerkungen
Beginn 1. Kreditierungsperiode:	22.06.2015	
Ende 1. Kreditierungsperiode:	31.12.2021	Vorzeitiges Ende wegen wesentlicher Änderung
Weitere Kreditierungsperioden		
Beginn 2. Kreditierungsperiode:	01.01.2022	Umsetzung wesentliche Änderung
Ende 2. Kreditierungsperiode	31.12.2028	voraussichtliches Ende nach 7 Jahren, falls keine gesetzliche Änderung oder weitere erneute Validierung

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

### 2.1 Finanzhilfen

Gibt es für das Projekt/Programm bzw. Vorhaben zugesprochene oder erwartete Finanzhilfen<sup>15</sup>?

- Ja  
 Nein

Es gibt keine Finanzhilfen oder Förderprogramme für den Bau von Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln. Das einzige andere Förderprogramm im Kältebereich ist das Programm ProFrio für energieeffiziente Kälteanlagen von [REDACTED]. Dieses ist aber ausschliesslich auf die Energieeffizienz (Stromeinsparung) ausgerichtet, nicht auf die Klimawirkung durch Vermeidung von HFKW. Grundsätzlich wäre die Förderung eines Vorhabens durch beide Programme also möglich, sofern die Aufnahmekriterien für beide Programme erfüllt sind und die Mittel aus einem der Programme nicht ausreichen, um das Vorhaben wirtschaftlich zu machen.

Die Wirkungsaufteilung erfolgt in diesen Fällen nach Methode 1 gemäss BAFU-Vollzugsmitteilung: Die Wirkung im Zusammenhang mit energetischen Massnahmen wird ProFrio zugerechnet, diejenige für Vermeidung von direkten Kältemittlemissionen dem vorliegenden Programm. Auch bei Vorhaben, welche Förderung von beiden Seiten erhalten, muss bei der Berechnung also nichts abgezogen werden.

Konkret hat bis jetzt (Anfang 2022) aber kein Vorhaben eine solche Förderung durch beide Programme beansprucht, da sie von Seite von [REDACTED] nicht ermöglicht wurde.

### 2.2 Schnittstellen zu Unternehmen, die von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind

Weisen das Projekt oder die Vorhaben des Programms Schnittstellen zu Unternehmen auf, die von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind?

- Ja  
 Nein

Es gibt keine Schnittstellen zu den Zielvereinbarungen von Betrieben, die von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind. Gemäss gängiger Praxis sind die Kältemittlemissionen nicht Gegenstand von Zielvereinbarungen im Sinne von Art. 66 bis Art. 79 CO<sub>2</sub>V, sondern diese beschränken sich auf die energetische Wirkung im Zusammenhang mit der Kälteerzeugung und -nutzung. Zum Erreichen dieser energetischen Ziele ist es den Unternehmen innerhalb der gesetzlichen Vorgaben freigestellt, welche Kältemittel eingesetzt werden. Auch Unternehmen, die von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind, können deshalb Programmvorhaben durchführen.

---

<sup>15</sup> 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 (Art. 3 Absatz 1 [Subventionsgesetz SR 616.1](#)).

### **2.3 Doppelzählung aufgrund anderweitiger Abgeltung des ökologischen Mehrwerts**

Ist es möglich, dass die erzielten Emissionsverminderungen auch anderweitig quantitativ erfasst und/oder ausgewiesen werden (=Doppelzählung; s. auch Art. 10 Abs. 5 CO<sub>2</sub>-Verordnung)?

- Ja  
 Nein

(vgl. Aufnahmekriterium AK4).

### 3 Berechnung ex-ante erwartete Emissionsverminderungen

#### 3.1 Systemgrenze und Emissionsquellen

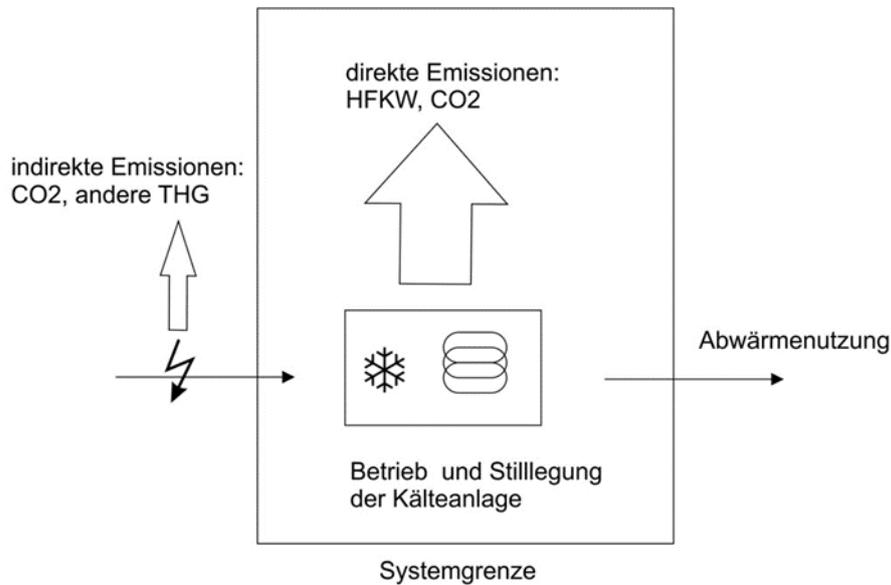


Abbildung 1: Systemgrenzen

#### **Systemgrenze**

Im System eingeschlossen sind nur die direkten Emissionen (Kältemittelverluste) bei 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 im Referenzfall aus. Ausserdem sind sie im Projektszenario tendenziell eher niedriger als im Referenzszenario, da davon ausgegangen werden kann, dass die CO<sub>2</sub>-Anlagen bezüglich Energieeffizienz mindestens gleichwertig oder besser sind als die Referenzanlagen.

Ebenfalls nicht einbezogen wird die Nutzung der Abwärme der Kälteanlage, die grundsätzlich zur Substitution von fossilen Brennstoffen führen kann. Auch hier kann davon ausgegangen werden, dass im Projektfall eher mehr nutzbare Wärme zur Verfügung steht als im Referenzfall, da die Abwärme bei CO<sub>2</sub>-Anlagen mit einer höheren Nutzttemperatur anfällt. Nicht dem Programm angerechnet wird dieser Effekt, weil die Wärmenutzung je nach Vorhaben sehr unterschiedlich ausfällt, so dass ein entsprechendes Monitoring zu aufwändig wäre. Ausserdem werden so Doppelzahlungen verhindert, falls bei einem Betrieb energetische Massnahmen durch Zielvereinbarungen oder andere Förderprogramme abgedeckt werden.

Nicht einbezogen werden ferner die indirekten Emissionen im Zusammenhang mit der Herstellung der Anlagen und der Kältemittel. Auch diese sind klein gegenüber den direkten Emissionen und ausserdem im Referenz- und Projektszenario vergleichbar.

## Direkte und indirekte Emissionsquellen

	Quelle	Gas	enthalten	Begründung / Beschreibung
Projekt-emissionen	Indirekte Emissionen durch Stromverbrauch	CO <sub>2</sub> und andere THG	nein	Weggelassen aus Gründen der Konservativität und Praktikabilität
	Direkte Emissionen der Kältemittel	CO <sub>2</sub> oder anderer Stoff mit GWP < 10	ja	Emissionsquelle im Projektfall.
Referenz-entwicklung	Indirekte Emissionen durch Stromverbrauch	CO <sub>2</sub> und andere THG	nein	Weggelassen aus Gründen der Konservativität und Praktikabilität
	Direkte Emissionen der Kältemittel	HFKW	ja	Hauptemissionsquelle im Referenzszenario

## Schlüsselfaktoren für die Berechnung der Emissionsverminderungen:

### Kältemittlemissionen

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

Vom Grundsatz her werden diese Emissionen basierend auf der Methodik von IPCC 2006, Volume 3, Chapter 7 (siehe Anhang A1\_6\_[8]) berechnet, die auch in der Schweiz bei der Erstellung des nationalen Treibhausgasinventars NIR (siehe Anhang A1\_6\_[1]) 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 7.10<sup>16</sup> 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 wird<sup>17</sup>. 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 als Folge eines unerwarteten Lecks mit Totalverlust des Kältemittels stillgelegt wird, so dass dieses nicht regelkonform abgesaugt und entsorgt werden kann.  $E_F$  ist

<sup>16</sup> Anhang 1\_6\_[8], S. 7.49

<sup>17</sup> 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.

demgegenüber sehr gering, weshalb diese Gruppe von Emissionen aus praktischen Gründen und im Sinne eines konservativen Ansatzes im Referenz- und Projektfall weggelassen wird.

### Kältemittel und Füllmenge<sup>18</sup>

Vorhaben Typ a:

Für Standard-Verbundanlagen mit Kühlmöbeln (Typ a), wie sie z.B. in Tankstellenshops, Discounter-Geschäften oder anderen kleineren Lebensmittelgeschäften zum Einsatz kommen, wurde eine Methode zur Herleitung der zu erwartenden Referenzmenge an Kältemittel in Abhängigkeit von der Anlagendimensionierung entwickelt. Sie basiert auf empirischen Zahlen zu typischen Discounter-Kälteanlagen, die zwischen 2014 und 2015 gebaut wurden. Fünf Jahre danach ist der Stand der Technik bei Gewerbekälteanlagen grundsätzlich gleich geblieben mit einer Ausnahme, nämlich dem Ausstieg aus den bis dahin noch in der Minuskühlung üblichen Kältemitteln R404A oder R507, zu denen in der Zwischenzeit Alternativen mit wesentlich geringerem Treibhauspotential angeboten werden. Seit dem 01.01.2020 gilt ein Verbot von Kältemitteln in Neuanlagen mit einem Treibhauspotential  $\geq 1500$  gemäss der Chemikalien Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) Anhang 2.10. Deswegen dürfen in den entsprechenden Anlagen R404A (GWP 3922) oder R507 (GWP 3'985) nicht mehr eingesetzt werden. Als Alternative hat sich das HFKW/HFO-Gemisch R449A mit einem Treibhauspotential von 1'397 durchgesetzt.

Die als Referenz angenommenen Kälteanlagen mit jeweils 30 kW Kälteleistung in der Normalkühlung und 2.4 kW in der Tiefkühlung enthalten zwischen 65 bis 70 kg R449A<sup>19</sup>. An die Verbundanlage angeschlossen sind jeweils 16.25 bis 18.75 Laufmeter Kühlmöbel im Normalkühlbereich und 3.9 Laufmeter Tiefkühlmöbel. Dies ergibt eine durchschnittliche spezifische Füllmenge von 3.16 kg R449A pro Laufmeter Kühlmöbel. Für CO<sub>2</sub>-Anlagen ist die Füllmenge meist etwas höher, in Extremfällen bis zu einem Faktor zwei. Im Sinne eines konservativen Maximalansatzes wird hier von einer spezifischen Füllmenge von 6.2 kg CO<sub>2</sub> pro Laufmeter Kühlmöbel ausgegangen.<sup>20</sup>

Vorhaben Typ b:

Für Vorhaben Typ b werden basierend auf den bereits in den letzten Jahren etablierten und der Verifizierung unterstellten Herleitungen<sup>21</sup> die folgenden Fixwerte für Referenzkältemittel und -füllmengen angenommen:

Referenz PK (inkl. Klimakassetten): 98 kg R134a

Referenz TK: 7.8 kg R449A

Projekt: 200 kg CO<sub>2</sub> (konservatives Maximum).

Vorhaben Typ c:

Für Vorhaben Typ c werden basierend auf der technischen Dokumentation einer Referenzanlage<sup>22</sup> die folgenden Fixwerte für Referenzkältemittel und -füllmengen angenommen:

Referenz Heissgasverbund (PK und TK): 37 kg R449A

Projekt: 70 kg CO<sub>2</sub> (konservatives Maximum).

Für die anderen Typen muss das Referenzkältemittel und die Referenzfüllmenge bei der Aufnahme ins Programm situativ bestimmt werden.

<sup>18</sup> Vgl. auch Kapitel 5.3.1 sowie Herleitungen in den Tabellen «Auswertung\_Kennzahlen» in Anhang A4.1\_Additionalität\_Tool\_KP2

<sup>19</sup> Gilt seit 2020. Vorher 55 – 60 kg R134a (PK) und 10 kg R404A (TK).

<sup>20</sup> Details in Anhang A4.1\_Additionalität\_Tool\_KP2, Tabelle «Auswertung\_Kennzahlen\_Typ\_a» sowie Anhang A4.3 [g] und [ ].

<sup>21</sup> Details in Anhang A4.1\_Additionalität\_Tool\_KP2, Tabelle «Auswertung\_Kennzahlen\_Typ\_b»

<sup>22</sup> Anhang A4.3 [r], [s] und [u].

### Nutzungsdauer von Kälteanlagen

Ein weiterer für die Emissionsberechnung und für die Wirtschaftlichkeit bedeutsamer Aspekt ist ausserdem die Nutzungsdauer der Kälteanlagen. Die Standard-Nutzungsdauer einer gewerblichen Kälteanlage wird im vorliegenden Projekt auf 12 Jahre begrenzt. Diese Limite entspricht der Annahme der Lebensdauer von Supermarkt-Kälteanlagen gemäss dem TEWI-Tool aus der Kampagne effiziente Kälte, erarbeitet unter Mitarbeit des Schweizerischen Vereins für Kältetechnik (SVK), des BFE und des BAFU (Anhang A1\_6\_[7]). Unter Bezugnahme auf die Schweizer Norm SIA 480 könnte für kältetechnische Anlagen auch eine längere Nutzungsdauer angenommen werden. Die Kühlmöbel haben aber eine wesentlich kürzere Lebensdauer als der kälteerzeugende Teil der Anlage, und spätestens nach 12 Jahren muss zumindest mit einem massiven Umbau der Verbundkälteanlage gerechnet werden. Aufgrund der raschen technischen Entwicklung wären nach einem solchen Umbau die Annahmen des Referenzszenarios zu den eingesetzten Kältemitteln und Füllmengen nicht mehr gültig. Eine Projektdauer über 12 Jahre hinaus wäre damit mit dem Grundsatz einer konservativen Abschätzung der Emissionsreduktionen nicht zu vereinbaren. Für die ex-post Emissionsberechnung ist der Wert von 12 Jahren als Maximalwert zu verstehen. Zusätzlich werden nur Emissionsreduktionen geltend gemacht, wenn die entsprechenden Anlagen nachweislich noch in Betrieb sind.

## **3.2 Einflussfaktoren**

### Rechtliche Einflussfaktoren

Der wichtigste rechtliche Einflussfaktor betrifft die baulichen Vorschriften für den Bau der Kälteanlagen in Anhang 2.10 der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81, massgebende Fassung in Kraft ab 01.01.2020, siehe Anhang A1\_6\_[2]). Gemäss Anhang 2.10, Ziffer 2.1, Absatz 3, Buchstabe b ChemRRV ist der Bau neuer Kälteanlagen in Gewerbe und Industrie für die Kühlung von Lebensmitteln oder verderblichen Waren, die mit in der Luft stabilen Kältemitteln betrieben werden, ab nachfolgenden Leistungsgrenzen verboten:

1. Minus- oder Tiefkühlung mit einer Kälteleistung von mehr als 30 kW,
2. Pluskühlung mit einer Kälteleistung von mehr als 40 kW,
3. Minus- oder Tiefkühlung mit einer Kälteleistung von mehr als 8 kW, wenn die Minus- oder Tiefkühlung mit einer Pluskühlung kombinierbar ist.

Seit dem 01.01.2020 wird darüber hinaus vorgeschrieben, dass nur Kältemittel mit einem Treibhauspotential  $\leq 1500$  eingesetzt werden dürfen. Verboten sind ausserdem Anlagen für die Plus-, Minus- oder kombinierbare Plus-Minuskühlung (Heissgasverbund) mit einer Kälteleistung von mehr als 10 kW, wenn sie pro kW Kälteleistung mehr als 2 kg eines in der Luft stabilen Kältemittels enthalten und nicht mit einer Technologie zur Reduktion des Kältemittelinhaltes um mindestens 15 % ausgestattet sind.

Für die Prozesskühlung und alle anderen Kühlanwendungen in der Industriekälte gilt das Verbot für in der Luft stabile Kältemittel:

1. für Anlagen mit einer Kälteleistung von mehr als 400 kW, oder
2. wenn bei einer Kälteleistung von höchstens 100 kW das verwendete in der Luft stabile Kältemittel ein Treibhauspotenzial von mehr als 2100 aufweist, oder
3. wenn bei einer Kälteleistung von mehr als 100 kW das verwendete in der Luft stabile Kältemittel ein Treibhauspotenzial von mehr als 1500 aufweist;

Im vorliegenden Fall werden nur Kälteanlagen gefördert, die unterhalb dieser Leistungsgrenzen liegen. Ausserdem sind die genannten Vorschriften bei der Festsetzung des Referenzkältemittels zu berücksichtigen.

### Wirtschaftliche Einflussfaktoren

Für die Wirtschaftlichkeit entscheidende Faktoren sind neben den Investitionskosten und den Wartungskosten die Strompreise, welche die Energiekosten bestimmen. Alle Einflussfaktoren werden in Kapitel 4 aufgeführt und diskutiert.

### 3.3 Leakage

Leakage-Effekte im Sinne einer Verlagerung von Emissionen über die Systemgrenze hinaus sind nicht zu erwarten. Da es beim Projekt und bei der Referenz grundsätzlich um die Bereitstellung derselben Funktion geht, ergeben sich durch den Betrieb keine Leakage-Effekte. Potenziell steht dem Projekt-szenario mehr nutzbare Abwärme für Raumheizung zur Verfügung, womit allenfalls fossile Brennstoffe eingespart und somit zusätzliche Emissionen vermindert werden (positiver Leakage-Effekt).

### 3.4 Projektemissionen/Emissionen der Vorhaben

Im Projektszenario werden die jährlichen Emissionen der neuen Kälteanlage wie folgt berechnet:

$$PE_{B,y} = \sum \frac{GWP_k}{1000} \times m_k \times \lambda \quad (2)$$

mit

$PE_{B,y}$	Projektemissionen aus dem Betrieb im Jahr $y$ [tCO <sub>2</sub> eq]
$GWP_k$	Treibhauspotential des Kältemittels $k$ [kgCO <sub>2</sub> eq/kg Kältemittel, Fixparameter]
$m_k$	Füllmenge der Kälteanlage mit dem Kältemittel $k$ [kg, berechnet]
$\lambda$	mittlere Leckrate [Anteil pro Jahr, Fixparameter] (Falls mehrere Kältemittel zum Einsatz kommen: Summe über alle Kältemittel. Für Projekte Typ a, b oder c ist das einzige eingesetzte Kältemittel CO <sub>2</sub> )

Im letzten Jahr der Wirkungsperiode kommen zu den Emissionen aus dem jährlichen Betrieb noch die Emissionen am Lebensende der Anlage dazu, die wie folgt berechnet werden:

$$PE_E = \sum \frac{GWP_k}{1000} \times m_k \times p \times s \quad (3)$$

mit

$PE_E$	Emissionen am Lebensende der Anlage im Projektfall [tCO <sub>2</sub> eq]
$GWP_k$	Treibhauspotential des Kältemittels $k$ [kgCO <sub>2</sub> eq/kg Kältemittel, Fixparameter]
$m_k$	Füllmenge der Kälteanlage mit dem Kältemittel $k$ [kg, berechnet]
$p$	Füllgrad des Kältekreislaufs bei Lebensende ("Charge at end of life") [%, Fixparameter]
$s$	End-of-Life-Emissionsfaktor des Kältekreislaufs ("Disposal Loss") [%, Fixparameter] (Falls mehrere Kältemittel zum Einsatz kommen: Summe über alle Kältemittel. Für Vorhaben Typ a, b oder c ist das einzige eingesetzte Kältemittel CO <sub>2</sub> )

Bei Verkaufskälteanlagen Typ a ist die Füllmenge der Anlage direkt korreliert mit der Grösse der Verbundanlage. Die Füllmenge der Anlage kann deshalb aus der spezifischen Füllmenge und den Laufmetern Kühlmöbel wie folgt abgeschätzt werden:

$$m_{CO_2} = m_{spez,CO_2} \times LM \quad (4)$$

mit

$m_{spez,CO_2}$	spezifische Füllmenge einer Standard Verkaufskälteanlage mit dem Kältemittel CO <sub>2</sub> pro Laufmeter Kühlmöbel [kg/m, Fixparameter]
$m_{CO_2}$	Standard-Füllmenge der Kälteanlage $i$ mit dem Kältemittel CO <sub>2</sub> [kg, berechnet]
$LM$	Laufmeter Kühlmöbel, die an die Verbundanlage angeschlossen sind (Möbel zur Normkühlung und zur Tiefkühlung zusammengezählt)

Im Falle anderer Kälteanlagen kommt diese Formel nicht zur Anwendung, sondern  $m_k$  wird projekt- oder typenspezifisch ermittelt. Die Ermittlung der Parameter ist in Abschnitt 5.3 beschrieben.

### 3.5 Referenzentwicklung

Im Referenzszenario werden die Kälteanlagen über die ganze Nutzungsdauer mit HFKW-Kältemitteln betrieben. Die Berechnungsformel für die Referenzemissionen einer Anlage in einem bestimmten Jahr  $y$  der Projektlaufzeit lautet:

$$RE_{B,y} = \sum \frac{GWP_{k'}}{1000} \times m_{k'} \times \lambda \quad (5)$$

mit

$RE_{B,y}$	Referenzemissionen aus dem Betrieb im Jahr $y$ [tCO <sub>2</sub> eq]
$GWP_{k'}$	Treibhauspotential des Referenz-Kältemittels $k'$ [kgCO <sub>2</sub> eq/kg Kältemittel, Fixparameter]
$m_{k'}$	Standard-Füllmenge der Kälteanlage mit dem Referenz-Kältemittel $k'$ [kg, Monitoring-Parameter]
$\lambda$	mittlere Leckrate [Anteil pro Jahr, Fixparameter] (Summe über alle Kältemittel, die in der Referenzanlage vorkommen)

Im letzten Jahr der Wirkungsperiode kommen zu den Emissionen aus dem jährlichen Betrieb noch Emissionen am Lebensende der Anlage dazu, die wie folgt berechnet werden:

$$RE_E = \sum \frac{GWP_{k'}}{1000} \times m_{k'} \times p \times s \quad (6)$$

mit

$RE_E$	Emissionen am Lebensende der Anlage im Referenzfall [tCO <sub>2</sub> eq]
$GWP_{k'}$	Treibhauspotential des Referenz-Kältemittels $k'$ [kgCO <sub>2</sub> eq/kg Kältemittel, Fixparameter]
$m_{k'}$	Standard-Füllmenge der Kälteanlage mit dem Referenz-Kältemittel $k'$ [kg, erhoben oder berechnet]
$p$	Füllgrad des Kältekreislaufs bei Lebensende ("Charge at end of life") [%, Fixparameter]
$s$	End-of-Life-Emissionsfaktor des Kältekreislaufs ("Disposal Loss") [%, Fixparameter] (Summe über alle Kältemittel, die in der Referenzanlage vorkommen)

Der Faktor  $p$  berücksichtigt, dass am Ende der Laufzeit nur noch ein Teil der Füllung in der Anlage vorhanden sein dürfte.

Im Fall von Anlagen des Typs a wird wie bei den Projektemissionen die Füllmenge der Referenzanlage aus Standardwerten zur spezifischen Füllmenge pro Laufmeter Kühlmöbel errechnet:

$$m_{R449A} = m_{spez,R449A} \times LM \quad (7)$$

mit

$m_{spez,R449A}$	spezifische Füllmenge einer Verkaufskälteanlage Typ a mit dem Referenz-Kältemittel $k'$ pro Laufmeter Kühlmöbel [kg/m, Fixparameter]
$m_{R449A}$	Füllmenge der Kälteanlage mit dem Referenz-Kältemittel R449A [kg, berechnet]
$LM$	Laufmeter Kühlmöbel, die an die Verbundanlage angeschlossen sind.

Im Falle anderer Kälteanlagen (Typ b bis e) kommt diese Formel nicht zur Anwendung, sondern  $m_{k'}$  wird projekt- oder typenspezifisch ermittelt.

Die Ermittlung der Parameter ist in Abschnitt 5.3 beschrieben.

### 3.6 Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante)

Auf der Basis der aufgeführten Formeln wurden die Emissionsverminderungen basierend auf 6 Vorhabentypen berechnet. Die ersten drei Typen betreffen die in der ersten Kreditierungsperiode realisierten Vorhaben, die anderen drei die Projekttypen a, b und c in der zweiten Kreditierungsperiode. Unter der Annahme, dass in den Jahren 2022 bis 2025<sup>23</sup> jährlich für die Projekttypen a, b und c jeweils 30 Vorhaben realisiert werden können, ergeben sich daraus die folgenden Emissionsverminderungen:

Jahr	Erwartete Referenzentwicklung (in t CO <sub>2</sub> eq)	Erwartete Projekt-emissionen (in t CO <sub>2</sub> eq)	Schätzung der Leakage (in t CO <sub>2</sub> eq)	Erwartete Emissionsverminderungen (in t CO <sub>2</sub> eq)
2022	649	0.9		648
2023	872	1.3		870
2024	1'094	1.6		1'093
2025	1'317	1.9		1'315
2026	1'428	2.1		1'426
2027	1'434	2.1		1'432
2028	1'421	2.1		1'419
Über Kreditierungsperiode (2022 bis 2028)	8'214	12		8'203
Über die Wirkungsdauer (2015 - 2030)	14'318	29.7		14'289

Die Berechnung mit den erwähnten Annahmen ist in Anhang A3\_1 vollständig wiedergegeben. Zu beachten ist, dass in dieser Rechnung auch die anhaltende Wirkung der in der ersten Kreditierungsperiode realisierten Vorhaben eingerechnet ist.

<sup>23</sup> Gemäss Planungsstand 2022 wird die Aufnahme neuer Vorhaben nur bis Ende 2025 weitergeführt. Ob allenfalls bis 2028 (Ende der Kreditierungsperiode) weiterhin Vorhaben aufgenommen werden, wird die Programmbetreiberin zu einem späteren Zeitpunkt entscheiden.

## 4 Nachweis der Zusätzlichkeit

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse erfolgt mittels eines Vergleichs der Investitionsalternativen (Option 2 gemäss BAFU-Mitteilung). Massgebende Kennzahl ist der Nettobarwert der Mehrkosten für das Vorhaben im Vergleich zur Referenzanlage. Ist dieser positiv, wird das Vorhaben als wirtschaftlich beurteilt. Da mit dem Betrieb einer Kälteanlage mit Ausnahme der Abgeltung der Emissionsreduktionen keine Erlöse erwirtschaftet werden, sind dabei nur die Investitions- und Betriebskosten zu berücksichtigen.

Bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse wird folgendes Vorgehen gewählt:

1. *Summarische Wirtschaftlichkeitsanalyse für Vorhaben des Typs a, b oder c:*  
Für diese Typen wird mit einer summarischen Wirtschaftlichkeitsanalyse gezeigt, dass derartige Vorhaben ohne Beiträge aus dem Programm immer unwirtschaftlich sind. Weiter wird gezeigt, dass für diese Vorhaben die Programmbeiträge einen entscheidenden finanziellen Anreiz für deren Umsetzung schaffen können. Für diese Vorhaben ist deshalb keine Wirtschaftlichkeitsanalyse auf der Stufe des Einzelvorhabens mehr vorgesehen.
2. *Vorhabenspezifische Wirtschaftlichkeitsanalyse für Vorhaben Typ d:*  
Für diese Vorhaben muss im Einzelfall geklärt werden, ob sie additionell sind. Dazu wird ein Tool zur Wirtschaftlichkeitsanalyse zur Verfügung gestellt.
3. *Typenspezifische Wirtschaftlichkeitsanalyse für Vorhaben Typ e:*  
Zur Durchführung einer typenspezifischen Wirtschaftlichkeitsanalyse werden die Dokumentationen von mindestens drei Vorhaben benötigt, die bezüglich Technologie, Anwendung und Dimensionierung so ähnlich sind, dass sie unter einem Standard-Bautyp zusammengefasst werden können<sup>24</sup>. Auf der Basis der Wirtschaftlichkeitsanalysen werden genaue Kriterien festgelegt, welche die unter diesem Standard-Bautyp aufzunehmenden Vorhaben erfüllen müssen, und es wird für alle relevanten technischen und wirtschaftlichen Kennzahlen die Variationsbreite bestimmt, der die einzelnen Vorhaben unterworfen sein werden. Die gesamte Dokumentation wird mit allen Berechnungen und Belegen dem Verifizierer zur Begutachtung vorgelegt. Kommt dieser zum Schluss, dass Vorhaben, welche die Kriterien erfüllen, die Anforderungen an die Zusätzlichkeit immer erfüllen werden, muss auf der Stufe der einzelnen Vorhaben dann keine Wirtschaftlichkeitsanalyse mehr gemacht werden.

### Wirtschaftlichkeitsanalyse für Vorhaben des Typs a, b und c:

Im Falle von CO<sub>2</sub>-Kälteanlagen für kleine Verkaufslokale (Vorhaben Typ a, b oder c) sind die Investitionskosten im Allgemeinen zwischen ca. CHF 30'000 und CHF 50'000.- (20% bis 35%) höher als für HFKW-Anlagen (vgl. Anhang A4). Dies gilt unabhängig davon, ob die Kälte überwiegend für Kühlmöbel eingesetzt wird (Typ a), ob sie mit einer Raumklimatisierung verbunden ist (Typ b) oder ob neben Kühlmöbeln auch noch PK- und TK-Zellen mit Kälte versorgt werden (Typ c). Ebenfalls höher ist der allgemeine Wartungsaufwand wegen der aufwändigeren Technologie der CO<sub>2</sub>-Anlagen. Im Gegenzug entstehen bei HFKW-Anlagen leicht höhere Nachfüllkosten im Falle von Leckagen. Der entscheidende Posten bei den Betriebskosten betrifft allerdings die Stromkosten. Die Energieeffizienz von CO<sub>2</sub>-Anlagen kann je nach Situation gegenüber HFKW-Anlagen etwas besser sein, Stromeinsparungen von 10% bis 20% sind allerdings nur unter optimalen Bedingungen erzielbar, denn auf dem heutigen Stand der Technik sind auch HFKW-Anlagen sehr energieeffizient (Details dazu in Anhang A4).

Die weiteren Prämissen und die Resultate zu den grundlegenden wirtschaftlichen Einflussfaktoren sind in der folgenden Tabelle angeben.

---

<sup>24</sup> Bevor ein entsprechendes Verfahren zur Anerkennung als Typ e durchgeführt worden ist, können diese auf der Basis einer vorhabenspezifischen Prüfung als Typ d aufgenommen werden.

Wirtschaftliche Einflussfaktoren:	
Amortisationszeit	12 Jahre (= anrechenbare Nutzungsdauer)
Kalkulatorischer Zinssatz	3 %
Investitionskosten	HFKW-Anlagen: CHF 120'000.- bis 220'000.- CO <sub>2</sub> -Anlagen: CHF 160'000 bis 270'000.- Mehrkosten für CO <sub>2</sub> -Anlagen CHF 30'000 bis CHF 50'000. Jeweils abhängig von Anlagentyp, Anlagengrösse und Ortsverhältnissen.
Allgemeine Wartungskosten pro Jahr	HFKW-Anlagen: CHF ■■■ - CO <sub>2</sub> -Anlagen: CHF ■■■ -
mögliche Stromeinsparung	5% bis 25% (Variationsbereich der Sensitivitätsanalyse)
spezifischer Stromverbrauch (KVZ)	CO <sub>2</sub> -Anlagen, Kältenutzung überwiegend durch Kühlmöbel (Typ a): 2'500 kWh pro Laufmeter und Jahr
Strompreis	CHF 0.■■■ pro kWh (konservativer Erfahrungswert)
Kältemittelpreise	Gemäss Lieferantenangaben

Die Prämissen basieren auf Erfahrungswerten mehrerer grosser Detailhändler zu Bau und Betrieb entsprechender Kälteanlagen oder aus allgemein zugänglichen Quellen (vgl. Anhang A4\_3).

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse für Vorhaben des Typs a, b und c ist in Anhang A4 vollständig wiedergegeben. Das in Abbildung 2 dargestellte Resultat zeigt, dass selbst mit optimistischen Annahmen bezüglich der Reduktion der Energiekosten während der Standardnutzungsdauer von 12 Jahren kein Payback der Mehrinvestitionen erfolgt. Im Falle des Musterprojekts Anhang A4\_2 verbleibt der Nettobarwert der Investition weit im negativen Bereich (- 23'453 CHF), d.h. die Mehrinvestitionen von rund 39'000.- CHF werden nur zu rund 40% durch Kosteneinsparungen kompensiert. Die Situation ist in dieser Hinsicht ähnlich für alle Vorhaben Typ a, b oder c. Die Berechnungen weisen stets einen stark negativen Nettobarwert auf.

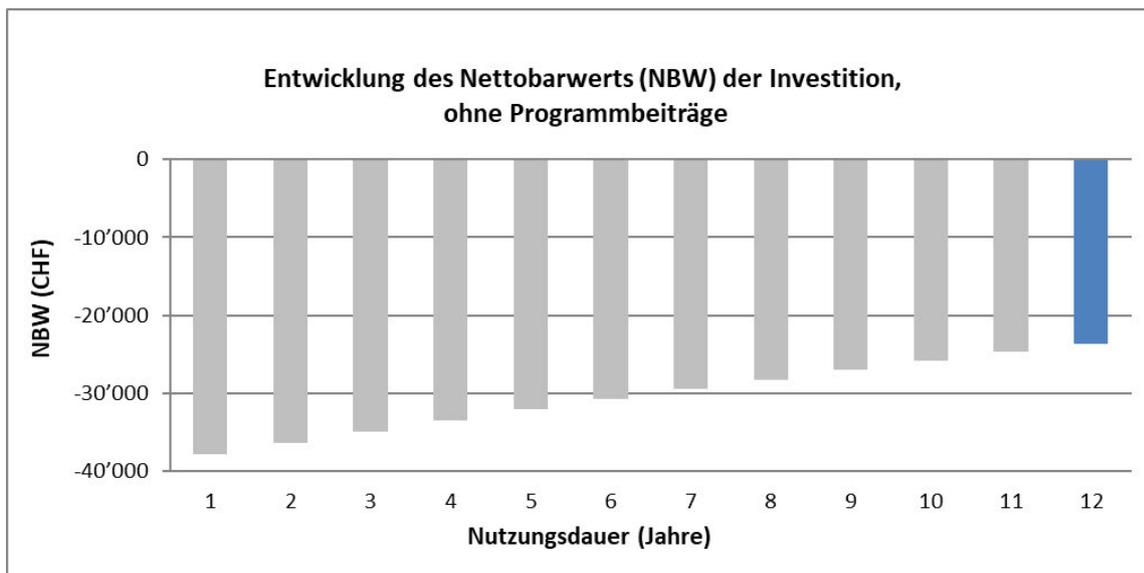


Abbildung 2: Resultat der Wirtschaftlichkeitsanalyse für Projekt Typ a, ohne Programmbeiträge (Musterprojekt Anhang A4\_1)

Der Gegenwert der Bescheinigungen ermöglicht die Ausrichtung von Investitionshilfen, die im Normalfall zwischen 20% und 40% der Mehrinvestitionen abdecken können (im Musterprojekt: 40%). Dank diesem Beitrag aus dem Erlös der Bescheinigungen wird der Nettobarwert der Mehrinvestition zwar nicht positiv, aber er kommt diesem Ziel immerhin recht nahe. Im Musterbeispiel (Abbildung 3) werden durch Programmbeiträge und Einsparungen zusammen die Mehrinvestitionen bis am Ende der 12-jährigen Projektlaufzeit immerhin zu rund 80% kompensiert.

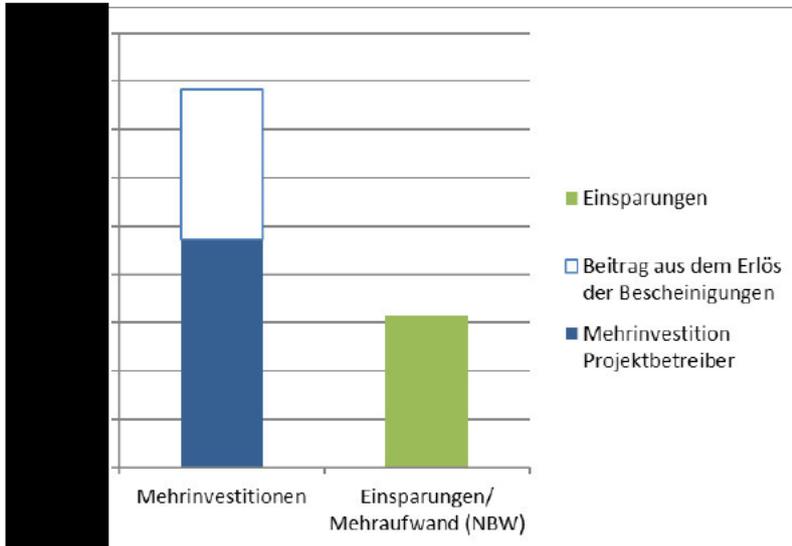
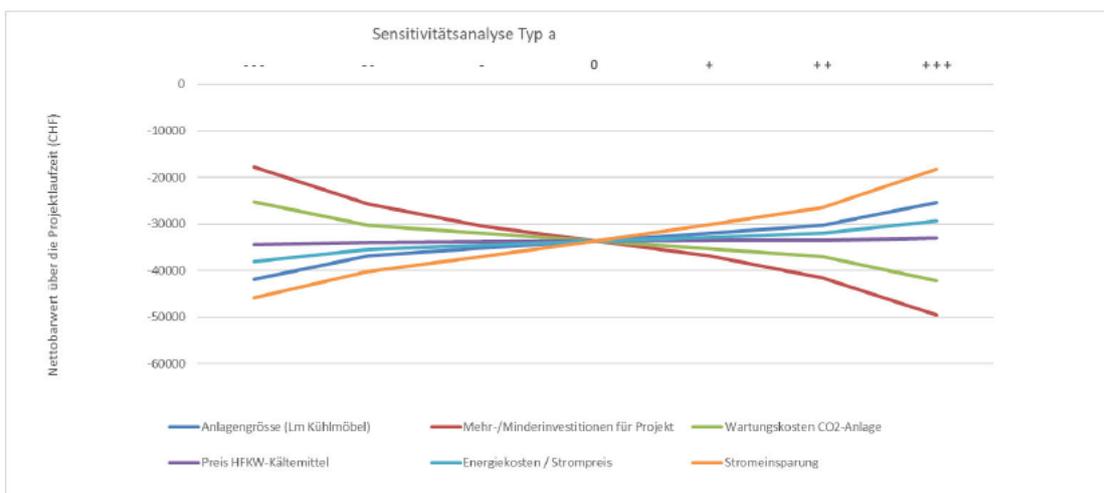


Abbildung 3: Resultat der Wirtschaftlichkeitsanalyse für Vorhaben Typ a, mit Programmbeiträgen (Musterprojekt Anh. A4\_1)

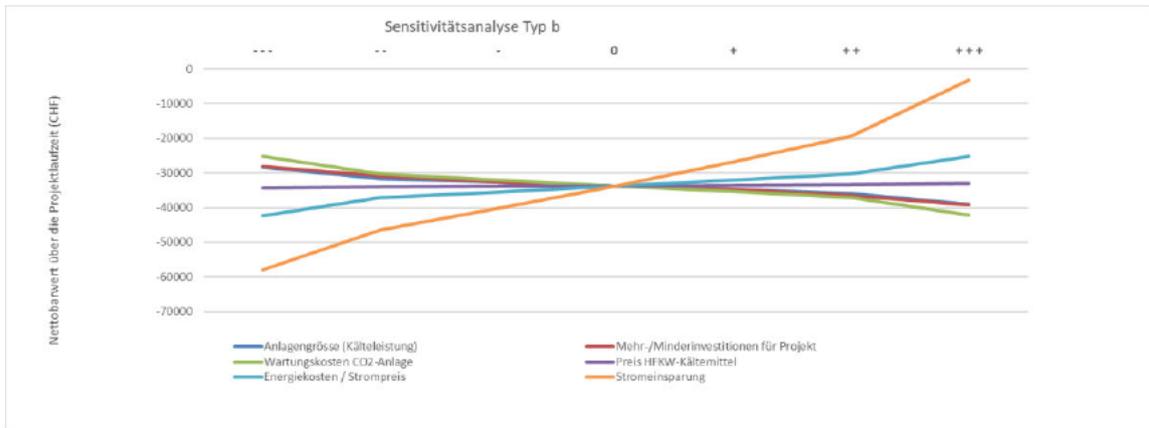
### Sensitivitätsanalyse für Wirtschaftlichkeit Vorhaben Typ a, b und c

Für alle Wirtschaftlichkeitsanalysen (Typ a, b und c) wurde in einer Sensitivitätsanalyse gezeigt, dass die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsanalyse robust sind, wenn die Annahmen unabhängig variiert werden. Für jeden Hauptparameter wurde dazu ein Maximal- und ein Minimalszenario entwickelt. Die Werte wurden dabei in drei Stufen nach unten und nach oben vom angenommenen mittleren Schätzwert variiert, wobei die Abweichungen sowohl die Unsicherheit der Schätzung des Parameterwertes als auch Bandbreite der Variabilität unter den Vorhaben des entsprechenden Typs repräsentieren:

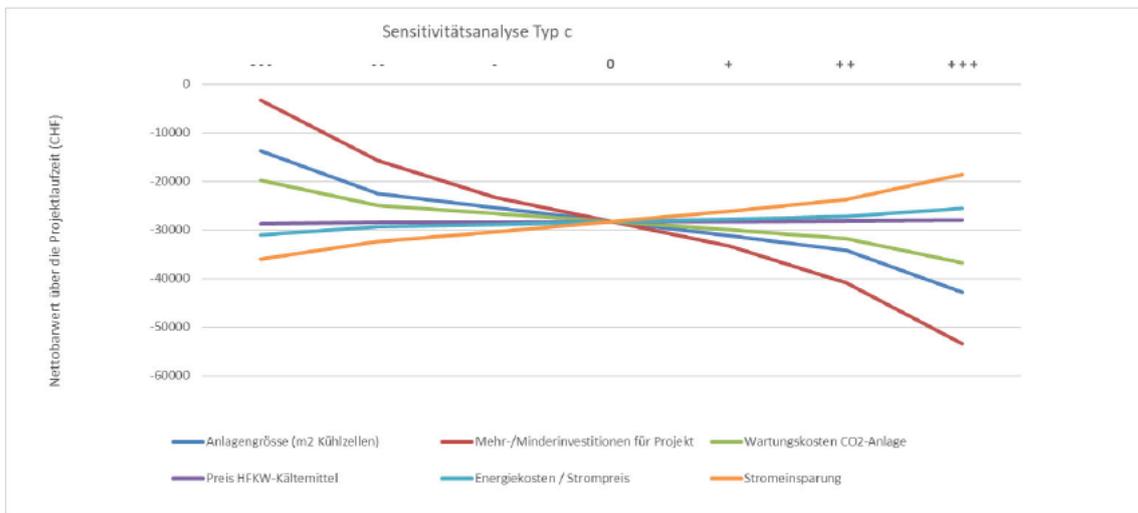


Variationsbereiche Anlagen Typ a			Einheit	Basiswert	---	--	-	0	+	++	+++
Anlagengröße (Lm Kühlmöbel)	kW	21.4			-50%	-20%	-10%	0%	10%	20%	50%
Investitionskosten Projekt	CHF				-10%	-5%	-2%	0%	2%	5%	10%
allg. Wartungskosten CO2-Anlage	CHF				-25%	-10%	-5%	0%	5%	10%	25%
allg. Wartungskosten Referenzanlage	CHF				-25%	-10%	-5%	0%	5%	10%	25%
Preis R448A	%				-25%	-10%	-5%	0%	5%	10%	25%
Stromeinsparung durch CO2-Anlage	%	15%			-68.7%	-33.3%	-18.7%	0.0%	18.7%	33.3%	68.7%
Strompreis	CHF				-25%	-10%	-5%	0%	5%	10%	25%

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



Variationsbereiche Vorhaben Typ b	Einheit	Basiswert	--	-	0	+	++	+++	
Kälteleistung der Anlage (gesamt)	kW	31.4	-25%	-10%	-5%	0%	5%	10%	25%
Investitionskosten Projekt	CHF		-10%	-5%	-2%	0%	2%	5%	10%
allg. Wartungskosten CO2-Anlage	CHF		-25%	-10%	-5%	0%	5%	10%	25%
allg. Wartungskosten Referenzanlage	CHF		-25%	-10%	-5%	0%	5%	10%	25%
Preis R134a	%		-25%	-10%	-5%	0%	5%	10%	25%
Stromeinsparung durch CO2-Anlage	%	15%	-66.7%	-33.3%	-16.7%	0.0%	16.7%	33.3%	66.7%
Strompreis	CHF		-25%	-10%	-5%	0%	5%	10%	25%



Variationsbereiche Anlagen Typ c	Einheit	Basiswert	--	-	0	+	++	+++
Anlagengrösse (m2 Kühlzellen)	m2	71.6	-50%	-20%	-10%	0%	10%	50%
Investitionskosten Projekt	CHF		-10%	-5%	-2%	0%	2%	10%
allg. Wartungskosten CO2-Anlage	CHF		-25%	-10%	-5%	0%	5%	25%
allg. Wartungskosten Referenzanlage	CHF		-25%	-10%	-5%	0%	5%	25%
Preis R448A	%		-25%	-10%	-5%	0%	5%	25%
Stromeinsparung durch CO2-Anlage	%	15%	-66.7%	-33.3%	-16.7%	0.0%	16.7%	66.7%
Strompreis	CHF		-25%	-10%	-5%	0%	5%	25%

Abbildung 4: Sensitivitätsanalyse

Die Resultate zeigen, dass der Nettobarwert der Mehrinvestitionen ohne Erlös aus den Bescheinigungen selbst bei den teilweise recht extremen Szenarien durchwegs negativ bleibt.

Wirtschaftlichkeitsanalyse für Vorhaben des Typs d oder e:

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse für Vorhaben des Typs d oder e erfolgt grundsätzlich mit dem gleichen Berechnungstool Anhang A4\_1, aber mit projektspezifischen Eingabedaten zu:

- Investitionskosten für die Projekt- und für die Referenzanlage
- Wartungskosten für die Projekt- und für die Referenzanlage
- Stromverbrauch/Energiekosten für Projekt- und Referenzanlage

Soweit anwendbar gelten die Prämissen im Berechnungstool fix über die Kreditierungsperiode. Für das typenspezifische Vorgehen bei Vorhaben Typ e wird eine Sensitivitätsanalyse analog zum beschriebenen Vorgehen durchgeführt, für die vorhabenspezifische Analyse (Typ d) eine konservative best-case-Berechnung.

**Übliche Praxis**

Drei wichtige Schweizer Betreiber von Ladenketten im Anwendungsbereich des Programmes wurden 2014 angefragt, welche Kältesysteme vor dem Programmstart vor allem gebaut wurden. Es handelte sich dabei um eine Discounter-Kette, einen Betreiber von Tankstellen- und anderen Convenience-Shops und einen reinen Tankstellenshop-Betreiber.

Die entsprechenden Unternehmen haben angegeben, in den drei Jahren vor dem Start des Programmes (2011 - 2014) folgende Verkaufskälteanlagen gebaut zu haben:

- 104 Verbundkälteanlagen mit HFKW (Anteil 98.2%)
- 2 CO<sub>2</sub>-Kälteanlagen (Anteil 1.8%)

In der Zwischenzeit (bis 2021) wurden nun im Rahmen des Programmes über 60 CO<sub>2</sub>-Kälteanlagen gebaut. Dazu kommen noch einige Fälle, in denen am Bau von CO<sub>2</sub>-Kälteanlagen festgehalten wurde, obwohl ein von den Bauherren gestellter Antrag auf Förderung aus dem Programm aus formellen Gründen abgelehnt werden musste. Ausserhalb der am Programm teilnehmenden Firmen ist aber der Bau von HFKW-Anlagen nach wie vor die übliche Praxis.

## 5 Aufbau und Umsetzung des Monitorings

### 5.1 Beschreibung der gewählten Nachweismethode

Das Monitoring basiert auf einer Projektdokumentation (Anmeldeformular mit Nachweisdokumenten), welche von der zuständigen Fachperson für Kälteanlagen erstellt und der Programmleitung eingereicht wird. Dies geschieht in zwei Stufen:

1. Stufe: Anmeldung vor Realisierung des Vorhabens
2. Stufe: Projektdokumentation nach Realisierung des Vorhabens

Die Angaben werden von der Programmleitung auf ihre Plausibilität geprüft.

Mit der Projektdokumentation sind sämtliche Parameter zur Berechnung der Emissionsreduktionen während der ganzen Wirkungsperiode des Vorhabens vorhanden. In der nachfolgenden Periode muss lediglich noch geprüft werden, ob die Anlage in den jeweiligen Monitoringperioden tatsächlich noch in Betrieb steht, oder ob sie aus irgendwelchen Gründen ausser Betrieb genommen wurde. Mit dem Nachweis der Inbetriebnahme wird jeweils davon ausgegangen, dass die Anlage zumindest für die ersten fünf Jahre in Betrieb bleibt, denn die Erstellung einer neuen Kälteanlage, die kurz darauf bereits wieder stillgelegt würde, wäre extrem unwirtschaftlich. Ab dem sechsten Jahr nach Inbetriebnahme werden dagegen nur noch Emissionsverminderungen angerechnet, wenn eine Bestätigung vorliegt, dass die Anlage noch in Betrieb ist.

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

Zusätzlich wird im Monitoringbericht aufgeführt, ob die Gefahr von Doppelzählungen im Zusammenhang mit anderen existierenden Förderprogrammen besteht, und ob dementsprechend eine Wirkungsaufteilung durchgeführt werden musste für Vorhaben, die von beiden Fördermitteln profitieren.

### 5.2 Ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen

#### 5.2.1 Formeln zur ex-post Berechnung erzielter Emissionsverminderungen

Die Berechnung der Referenzemissionen erfolgt für jedes Vorhaben anhand der bereits in Kapitel 3.4 und 3.5 beschriebenen Formeln:

Im Projektszenario werden die jährlichen Emissionen der neuen Kälteanlage wie folgt berechnet:

$$PE_{B,y} = \sum \frac{GWP_k}{1000} \times m_k \times \lambda \quad (2)$$

mit

$PE_{B,y}$	Projektemissionen aus dem Betrieb im Jahr $y$ [tCO <sub>2</sub> eq]
$GWP_k$	Treibhauspotential des Kältemittels $k$ [kgCO <sub>2</sub> eq/kg Kältemittel, Fixparameter]
$m_k$	Füllmenge der Kälteanlage mit dem Kältemittel $k$ [kg, berechnet]
$\lambda$	mittlere Leckrate [Anteil pro Jahr, Fixparameter] (Falls mehrere Kältemittel zum Einsatz kommen: Summe über alle Kältemittel. Für Projekte Typ $a$ , $b$ oder $c$ ist das einzige eingesetzte Kältemittel CO <sub>2</sub> )

Im letzten Jahr der Wirkungsperiode kommen zu den Emissionen aus dem jährlichen Betrieb noch die Emissionen am Lebensende der Anlage dazu, die wie folgt berechnet werden:

$$PE_E = \sum \frac{GWP_k}{1000} \times m_k \times p \times s \quad (3)$$

mit

$PE_E$	Emissionen am Lebensende der Anlage im Projektfall [tCO <sub>2</sub> eq]
$GWP_k$	Treibhauspotential des Kältemittels k [kgCO <sub>2</sub> eq/kg Kältemittel, Fixparameter]
$m_k$	Füllmenge der Kälteanlage mit dem Kältemittel k [kg, berechnet]
$p$	Füllgrad des Kältekreislaufs bei Lebensende ("Charge at end of life") [%, Fixparameter]
$s$	End-of-Life-Emissionsfaktor des Kältekreislaufs ("Disposal Loss") [%, Fixparameter] (Falls mehrere Kältemittel zum Einsatz kommen: Summe über alle Kältemittel. Für Vorhaben Typ a, b oder c ist das einzige eingesetzte Kältemittel CO <sub>2</sub> )

Bei Verkaufskälteanlagen Typ a ist die Füllmenge der Anlage direkt korreliert mit der Grösse der Verbundanlage. Die Füllmenge der Anlage kann deshalb aus der spezifischen Füllmenge und den Laufmetern Kühlmöbel wie folgt abgeschätzt werden:

$$m_{CO_2} = m_{spez,CO_2} \times LM \quad (4)$$

mit

$m_{spez,CO_2}$	spezifische Füllmenge einer Standard Verkaufskälteanlage mit dem Kältemittel CO <sub>2</sub> pro Laufmeter Kühlmöbel [kg/m, Fixparameter]
$m_{CO_2}$	Standard-Füllmenge der Kälteanlage i mit dem Kältemittel CO <sub>2</sub> [kg, berechnet]
$LM$	Laufmeter Kühlmöbel, die an die Verbundanlage i angeschlossen sind (Möbel zur Normalkühlung und zur Tiefkühlung zusammengezählt)

Im Falle anderer Kälteanlagen kommt diese Formel nicht zur Anwendung, sondern  $m_k$  wird projekt- oder typenspezifisch ermittelt. Die Ermittlung der Parameter ist in Abschnitt 5.3 beschrieben.

Im Referenzszenario werden die Kälteanlagen über die ganze Nutzungsdauer mit HFKW-Kältemitteln betrieben. Die Berechnungsformel für die Referenzemissionen einer Anlage in einem bestimmten Jahr y der Projektlaufzeit lautet:

$$RE_{B,y} = \sum \frac{GWP_{k'}}{1000} \times m_{k'} \times \lambda \quad (5)$$

mit

$RE_{B,y}$	Referenzemissionen aus dem Betrieb im Jahr y [tCO <sub>2</sub> eq]
$GWP_{k'}$	Treibhauspotential des Referenz-Kältemittels k' [kgCO <sub>2</sub> eq/kg Kältemittel, Fixparameter]
$m_{k'}$	Standard-Füllmenge der Kälteanlage mit dem Referenz-Kältemittel k' [kg, Monitoring-Parameter]
$\lambda$	mittlere Leckrate [Anteil pro Jahr, Fixparameter] (Summe über alle Kältemittel, die in der Referenzanlage vorkommen)

Im letzten Jahr der Wirkungsperiode kommen zu den Emissionen aus dem jährlichen Betrieb noch Emissionen am Lebensende der Anlage dazu, die wie folgt berechnet werden:

$$RE_E = \sum \frac{GWP_{k'}}{1000} \times m_{k'} \times p \times s \quad (6)$$

mit

$RE_E$	<i>Emissionen am Lebensende der Anlage im Referenzfall [tCO<sub>2</sub>eq]</i>
$GWP_{k'}$	<i>Treibhauspotential des Referenz-Kältemittels k' [kgCO<sub>2</sub>eq/kg Kältemittel, Fixparameter]</i>
$m_{k'}$	<i>Standard-Füllmenge der Kälteanlage mit dem Referenz-Kältemittel k' [kg, erhoben oder berechnet]</i>
$p$	<i>Füllgrad des Kältekreislaufs bei Lebensende ("Charge at end of life") [%, Fixparameter]</i>
$s$	<i>End-of-Life-Emissionsfaktor des Kältekreislaufs ("Disposal Loss") [%, Fixparameter] (Summe über alle Kältemittel, die in der Referenzanlage vorkommen)</i>

Der Faktor  $p$  berücksichtigt, dass am Ende der Laufzeit nur noch ein Teil der Füllung in der Anlage vorhanden sein dürfte.

Im Fall von Anlagen des Typs a wird wie bei den Projektemissionen die Füllmenge der Referenzanlage aus Standardwerten zur spezifischen Füllmenge pro Laufmeter Kühlmöbel errechnet:

$$m_{R449A} = m_{spez,R449A} \times LM \quad (7)$$

mit

$m_{spez,R449A}$	<i>spezifische Füllmenge einer Verkaufskälteanlage Typ a mit dem Referenz-Kältemittel k' pro Laufmeter Kühlmöbel [kg/m, Fixparameter]</i>
$m_{449A}$	<i>Füllmenge der Kälteanlage mit dem Referenz-Kältemittel R449A [kg, berechnet]</i>
$LM$	<i>Laufmeter Kühlmöbel, die an die Verbundanlage angeschlossen sind.</i>

Im Falle anderer Kälteanlagen (Typ b bis e) kommt diese Formel nicht zur Anwendung, sondern  $m_{k'}$  wird projekt- oder typenspezifisch ermittelt.

Im Jahr der Umsetzung des Vorhabens werden die Emissionsverminderungen aus dem Betrieb ( $RE_{B,y}$  -  $PE_{B,y}$ ) pro rata temporis berechnet. Dies gilt auch im letzten Jahr, in dem Emissionsreduktionen angerechnet werden, wobei dann noch die Emissionsverminderungen im Zusammenhang mit dem Lebensende der Anlagen ( $RE_E$  -  $PE_E$ ) dazukommen. Die Zurechnung dieser Lebensend-Emissionen erfolgt immer im letzten Jahr, in dem Emissionsreduktionen angerechnet werden, unabhängig vom Grund, der zum Ende der Wirkungsperiode führt (z.B. Ablauf der 12-jährigen Standardnutzungsdauer, nachweisliche Stilllegung der Anlage ( $B$  = «ausser Betrieb»), fehlender Betriebsnachweis ( $B$  = «unbekannt») oder Beendigung des Monitorings für das ganze Programm).

Die Umsetzung der Berechnungen erfolgt in einem Monitoringfile, das auf der Grundlage des entsprechenden Files aus der ersten Kreditierungsperiode (Anhang A5\_1) erstellt wird, und dessen Korrektheit bei der ersten Verifizierung in der neuen Kreditierungsperiode vom Verifizierer überprüft wird.

### 5.2.2 Wirkungsaufteilung

Es gibt keine Finanzhilfen oder Förderprogramme für den Bau von Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln oder HFO. Das einzige andere Förderprogramm im Kältebereich ist das Programm ProFrio 2 für energieeffiziente Kälteanlagen von [REDACTED]. Selbst im Falle einer beiderseitigen Förderung muss bei der Berechnung nichts geändert werden, da die Wirkungsaufteilung nach Methode 1 gemäss BAFU-Vollzugsmitteilung erfolgt (vgl. Kapitel 2.1).

### 5.3 Datenerhebung und Parameter

Alle nachfolgenden Parameter betreffen jeweils die Einzelvorhaben, nicht die Programmstruktur.

#### 5.3.1 Fixe Parameter

Parameter	$GWP_k, GWP_{k'}$					
Beschreibung des Parameters	Treibhauspotential des Kältemittels des Kältemittels k (Projekt-Kältemittel) oder k' (Referenz-Kältemittel)					
Einheit	CO <sub>2</sub> eq					
Datenquelle	1) BAFU-Liste der Kältemittel, Stand Sept. 2020 (Anhang A1_4). 2) Umweltbundesamt Berlin: Treibhauspotentiale ausgewählter Verbindungen und deren Gemische gemäß Viertem Sachstandsbericht des IPCC bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren (Anhang A1_6_[6]).					
Werte	FKW / HFKW (vollständig oder teilweise halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe)	Einstoffkältemittel	R-23	0	14800	A1
			R-32	0	675	A2L
R-125			0	3500	A1	
R-134a			0	1430	A1	
R-143a			0	4470	A2L	
Gemische (Blends)		R-404A	0	3922	A1	
		R-407C	0	1774	A1	
		R-407F	0	1825	A1	
		R-410A	0	2088	A1	
		R-413A	0	2053	A2	
		R-417A	0	2346	A1	
		R-422A	0	3143	A1	
		R-422D	0	2729	A1	
		R-437A	0	1805	A1	
		R-507A	0	3985	A1	
		R-508A	0	13214	A1	
R-508B		0	13396	A1		
Gemische mit HFO (Blends)		R-448A	0	1386	A1	
		R-449A	0	1396	A1	
	R-450A	0	601	A1		
	R-452A	0	2140	A1		
	R-454C	0	146	A2L		
	R-455A	0	146	A2L		
R-513A	0	630	A1			
Natürliche Kältemittel	Einstoff-Kältemittel	R-170 (Ethan)	-	6	A3	
		R-290 (Propan)	0	3	A3	
		R-717 (NH <sub>3</sub> )	-	0	B2L	
		R-718 (H <sub>2</sub> O)	-	0	A1	
		R-744 (CO <sub>2</sub> )	0	1	A1	
		R-600 (Butan)	0	4	A3	
		R-600a (Isobutan)	0	3	A3	
		R-1270 (Propen)	0	2	A3	
	Gemische (Blends)	R-290/R-600a	0	3	A3	
		R-290/R-170	0	3	A3	
R-723 (DME/NH <sub>3</sub> )	0	8	- 4			
HFO (teilweise halogenierte Fluorolefine)		R-1234yf	0	<1	A2L	
		R-1234ze	0	<1	A2L	
		R-1336mzz(Z)	0	2	A1	

	<p>Die Parameter bleiben fix über die ganze Kreditierungsperiode. 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> <p>1) Werden sie in einer aktualisierten Fassung der BAFU-Liste aufgeführt, gilt der entsprechende Wert.</p> <p>2) Werden sie auch auf der aktuellsten Liste des BAFU nicht aufgeführt, wird die entsprechende Liste des deutschen Umweltbundesamtes in der aktuellsten Fassung herangezogen.</p> <p>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.</p> <p>4) Die Emissionsreduktionen von bereits realisierten Vorhaben werden bis zum Ende ihrer Wirkungsdauer mit dem GWP der Kältemittel zum Zeitpunkt ihrer Realisierung berechnet.</p>
--	---

Parameter	$\lambda$										
Beschreibung des Parameters	Mittlere Leckrate der Kälteanlage beim Betrieb										
Einheit	%										
Datenquelle	Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2019: National Inventory Report of Switzerland 2021 (NIR 2021), S. 252, (Anhang A1_6_[1]).										
Einzusetzende Werte	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Commercial refrigeration</th> <th>Industrial refrigeration</th> <th>air conditioning: direct cooling</th> <th>air conditioning: indirect cooling</th> <th>heat pumps</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7.8</td> <td>5.0</td> <td>4.0</td> <td>4.0</td> <td>2.0</td> </tr> </tbody> </table>	Commercial refrigeration	Industrial refrigeration	air conditioning: direct cooling	air conditioning: indirect cooling	heat pumps	7.8	5.0	4.0	4.0	2.0
Commercial refrigeration	Industrial refrigeration	air conditioning: direct cooling	air conditioning: indirect cooling	heat pumps							
7.8	5.0	4.0	4.0	2.0							
Verfahren zum Festlegen der Werte	<p>Klassierung der Anlage auf der Grundlage von Kapitel 2.3.7 der BAFU-Vollzugsweisung «Anlagen mit Kältemitteln: vom Konzept bis zum Inverkehrbringen», Stand 2017, und Auswahl der entsprechenden Leckrate.</p> <p>Das Verfahren zur Klassierung der Anlage ist in der Vorgabe «Zuordnung des Anlagentyps im Gesuch» (Anhang A1_5) beschrieben. Mit der Vorgabe ist sichergestellt, dass die allermeisten Anlagen eindeutig einem Typ zugeordnet werden können. In den wenigen Zweifelsfällen wird nach dem Grundsatz der Konservativität der Anlagentyp mit der geringeren Leckrate gewählt.</p>										

Parameter	$p$
Beschreibung des Parameters	Füllgrad der Kälteanlage 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 1990–2019: National Inventory Report of Switzerland 2021 (NIR 2021), S. 252, (Anhang A1_6_[1])  Anmerkung: Um dem Grundsatz der Konservativität Rechnung zu tragen, handelt sich jeweils um den niedrigsten Wert einer Bandbreite, die im NIR angegeben wird.	

<b>Parameter</b>	<b>s</b>	
Beschreibung des Parameters	Stilllegungs-Emissionsfaktor der Kälteanlage 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 1990–2019: National Inventory Report of Switzerland 2021 (NIR 2021), S. 252, (Anhang A1_6_[1])	

Parameter	<b><math>m_{CO2\_spez}</math></b>
Beschreibung des Parameters	spezifische Füllmenge mit dem Kältemittel R744 (CO <sub>2</sub> ) pro Laufmeter Kühlmöbel
Einheit	kg/m
Datenquelle	Erfahrungswerte ab 2015, wiedergegeben in Anhang A4.1_Additionalität_Tool_KP2, Tabelle «Auswertung_Kennzahlen_Typ_a»)»
Einzusetzende Werte	6.2 kg/m
Kommentar	Nur anwendbar für Anlagen Typ a.

Parameter	<b><math>m_{R449A\_spez}</math></b>
Beschreibung des Parameters	spezifische Füllmenge mit dem Kältemittel R449A pro Laufmeter Kühlmöbel

Einheit	kg/m
Datenquelle	Kapitel 3.1 und Anhang A4.1_Additionalität_Tool_KP2, Tabelle «Auswertung_Kennzahlen_Typ_a»)
Einzusetzende Werte	3.16 kg/m
Kommentar	Nur anwendbar für Anlagen Typ a.

### 5.3.2 Dynamische Parameter und Messwerte

Parameter	$Q_{o\ NK}, Q_{o\ TK}$
Beschreibung des Parameters	Kälteleistung der Anlage für Normalkühlung (NK) und Tiefkühlung (TK)
Einheit	kW
Datenquelle	Formular zu Antrag / Projektdokumentation Plausibilisierbar aufgrund der Anlagendokumentation
Erhebungsinstrument	
Beschreibung Messablauf	<p>Bestimmung durch Kältefachperson.</p> <p>Da <math>Q_{o\ TK}</math> über das Aufnahmekriterium AK 2 entscheidet, ist zusätzlich zum erwähnten Formular ein spezifisches technisches Anlagendokument (Leistungsnachweis) beizubringen, sofern eine Überschreitung des Schwellenwertes von 8 kW nicht ausgeschlossen werden kann.</p> <p>Dies betrifft die folgenden Anlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anlagen Typ a, die über mehr als 4.7 Laufmeter Tiefkühlmöbel verfügen,</li> <li>- alle Anlagen Typ d,</li> <li>- Anlagen Typ e gemäss typenspezifischen Vorgaben (durch Verifizierer zu prüfen).</li> </ul> <p>Für Anlagen Typ b und c ist die Überschreitung des Schwellenwertes durch die Begrenzungen in den Aufnahmekriterien ausgeschlossen, sodass keine zusätzlichen Nachweise nötig sind.</p>
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	+/- ca. 10%
Messintervall	einmalige Erhebung vor Ausführung des Projekts
Verantwortliche Person	Gesuchsteller
Kommentar	Die Angabe der Kälteleistung dient nur zur Prüfung, ob die Aufnahmekriterien erfüllt sind. Die Emissionsreduktionen werden aus anderen Kennzahlen errechnet.

Parameter	$LM, LM_{NK}, LM_{TK}$
Beschreibung des Parameters	Laufmeter Kühlmöbel Gesamt / Normalkühlung / Tiefkühlung
Einheit	m
Datenquelle	Vor Realisierung: Unterschiedenes Anmeldeformular.
Erhebungsinstrument	Nach Realisierung: Nachweisdokument
Beschreibung Messablauf	Zwei Möglichkeiten der Dokumentation: a) Dokumentation mit Plan (Nachweis: Plan der installierten Kühlmöbel, Massstab 1:100 oder grösser, mit Massangaben) b) Dokumentation mit anderen Unterlagen (Nachweis: Unterlagen des Herstellers, aus denen die Masse der Kühlmöbel zweifelsfrei hervorgehen)
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	Protokollierung auf den cm genau. Zu erwartender Gesamtfehler maximal 0.2 m (d.h. +/- ca. 1%)
Messintervall	einmalige Erhebung vor Ausführung des Projekts
Verantwortliche Person	Gesuchsteller
Kommentar	Zentrale Kennzahl für Vorhaben Typ a.  Die separate Erhebung von $LM_{NK,i}$ und $LM_{TK,i}$ ist meist nicht erforderlich, aber oft sinnvoll. In diesen Fällen gilt $LM = LM_{NK} + LM_{TK}$

Parameter	$m_k$
Beschreibung des Parameters	Füllmenge der Anlage mit den im Vorhaben eingesetzten Kältemitteln
Einheit	kg
Datenquelle	Abhängig vom Anlagentyp:
Erhebungsinstrument	- Typ a: $m_{CO_2}$ , berechnet nach Formel (4) aus LM und $m_{CO_2,spez}$
Beschreibung Messablauf	- Typ b: konservativer Standardwert $m_{CO_2} = 200 \text{ kg}$ - Typ c: konservativer Standardwert $m_{CO_2} = 70 \text{ kg}$ - Typ d: projektspezifisch zu bestimmen! - Typ e: typenspezifisch zu bestimmen.  Für die Typen a, b und c sind die Berechnungsgrundlagen in Anhang A4_1 und die Quellen in Anhang A4_3 wiedergegeben. Für die Typen d und e sind spezifische Nachweisdokumente mit typen- oder anlagenspezifischen Angaben zur Füllmenge beizubringen, aus denen $m_k$ hervorgeht, und die der Verifizierung unterzogen werden.
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	+/- ca. 10%
Messintervall	einmalige Erhebung vor Ausführung des Projekts
Verantwortliche Person	Gesuchsteller

Parameter	$m_k$
Beschreibung des Parameters	Füllmenge der Referenzanlage mit HFKW-Kältemitteln
Einheit	kg
Datenquelle	Abhängig vom Anlagentyp: - Typ a: $m_{R449A}$ , berechnet nach Formel (7) aus LM und $m_{R449A\_spez}$ - Typ b: Standardwert PK/Klimakassetten: $m_{134a} = 98 \text{ kg}^{25}$ TK: $m_{R449A} = 7.8 \text{ kg}^{26}$
Erhebungsinstrument	- Typ c: Standardwert $m_{R449A} = 37 \text{ kg}^{27}$ - Typ d: projektspezifisch zu bestimmen! - Typ e: typenspezifisch zu bestimmen.
Beschreibung Messablauf	Für die Typen a, b und c sind die Berechnungsgrundlagen in Anhang A4_1 und die Quellen in Anhang A4_3 wiedergegeben. Für die Typen d und e sind spezifische Nachweisdokumente mit typen- oder anlagenspezifischen Angaben zur Füllmenge beizubringen, aus denen $m_k$ <i>gewerbe</i> klar hervorgeht, und die der Verifizierung unterzogen werden.
Kalibrierungsablauf	-
Genauigkeit der Messmethode	+/- ca. 10%
Messintervall	einmalige Erhebung vor Ausführung des Projekts
Verantwortliche Person	Gesuchsteller

Parameter	$el$
Beschreibung des Parameters	Jahres-Stromverbrauch der Kälteanlage
Einheit	kWh / Jahr
Datenquelle	Option I: Abschätzung Elektrizitätsverbrauch Kälteanlagen. Excel-Tool der Kampagne effiziente Kälte, Energie Schweiz (Anhang A1_6_[7]) und anlagenspezifische Belege zu den Inputdaten. Option II: Daten zum Parameter $LM_i$ (Laufmeter Kühlmöbel, nur für gewerbliche Kälteanlagen in Verkaufslökalen anwendbar) Option III: Nachvollziehbare anlagenspezifische Dokumentation und Beschreibung der Methode.

<sup>25</sup> Quelle: Anhang A4.3 [g].

<sup>26</sup> Quelle: Anhang A4.3 [i]

<sup>27</sup> Quelle: Anhang A4.3 [u]

<p>Auswahl- oder Messverfahren zum Festlegen der Werte</p>	<p>Für Vorhaben des Typs d oder e muss sowohl für die Projektanlage als auch für die Referenzanlage der Stromverbrauch abgeschätzt werden. Er dient zur Ermittlung der Energiekosten bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse. Dabei ist wie folgt vorzugehen:</p> <p>Option I: Diese Option ist als Standardmethode für Vorhaben des Typs d oder e anzusehen. Mit dem Excel-Tool " Abschätzung Elektrizitätsverbrauch Kälteanlagen" der Kampagne effiziente Kälte, Energie Schweiz (Anhang A1_6_[7]) wird der Stromverbrauch sowohl für die Projekt- als auch für die Referenzanlage aufgrund von anlagenspezifischen Kennwerten ermittelt. Die Eingabedaten (z.B. Kälteleistung, Nutz-, Verdampfungs- und Kondensationstemperatur, el. Leistung/ Leistungsaufnahme des Verdichters, Laufzeit-Annahmen des Planers etc.) und die Resultate sind zu belegen oder plausibel zu begründen und werden bei der Verifizierung geprüft.</p> <p>Option II: Sofern nicht alle Eingabedaten für eine Berechnung nach Option I verfügbar sind, kann im Falle von Kälteanlagen in Verkaufslokalen eine vereinfachte Berechnung auf Grundlage der Laufmeter Kühlmöbel vorgenommen werden. Dabei ist von folgenden konservativen Standardwerten für den spezifischen Stromverbrauch (KVZ) auszugehen: - Projektanlage: 2'500 kWh/a*m - Referenzanlage: 3'200 kWh/a*m Die vorgegebenen Standardwerte sind dabei so konservativ festgelegt, sodass sowohl der Gesamtstromverbrauch als auch die durch die Projektanlage erzielbare Stromeinsparung in den meisten Fällen überschätzt werden.</p> <p>Option III: Sind nicht alle Eingabedaten zur Anwendung von Option I bekannt, und ist Option II nicht anwendbar (z.B. weil die Anlage nicht Kühlmöbel sondern Kühlräume mit Kälte versorgt), kann in Ausnahmefällen eine andere Form einer gutachterlichen Ermittlung des Stromverbrauchs im Projekt- und Referenzfall akzeptiert werden. Die Annahmen und die Methode ist dabei ausführlich zu dokumentieren, und es muss gezeigt werden, dass die Schätzung bezüglich Genauigkeit und Verlässlichkeit mindestens gleichwertig ist wie das Standard-Tool gemäss Option I.</p>
<p>Kommentar</p>	<p>Für Fälle des Typs a bis c wurden Stromverbrauch und erwartete Stromeinsparung bereits auf Stufe Validierung bestimmt und in die Wirtschaftlichkeitsanalyse einbezogen.</p>

<p>Parameter</p>	<p><b>IBN</b></p>
<p>Beschreibung des Parameters</p>	<p>Datum der Inbetriebnahme</p>
<p>Einheit</p>	<p>Datum, tt.mm.JJJJ</p>
<p>Datenquelle</p>	<p>Dokumentation mit Inbetriebnahme Protokoll.</p>
<p>Erhebungsinstrument</p>	
<p>Beschreibung Messablauf</p>	<p>Eine Kopie des Protokolls muss eingereicht werden, auf der das Datum und die verantwortliche Person des ausführenden Anlagenbauers ersichtlich ist.</p>
<p>Kalibrierungsablauf</p>	<p>-</p>

Genauigkeit der Messmethode	-
Messintervall	einmalige Erhebung vor Ausführung des Projekts
Verantwortliche Person	Gesuchsteller
Kommentar	-

In der Betriebsphase zu erhebender Parameter:

Parameter	$B_y$
Beschreibung des Parameters	Betriebszustand der Anlage im Jahr y
Einheit	in Betrieb / ausser Betrieb / unbekannt
Datenquelle	Bestätigung der Kältefirma oder Anlagenbetreiberin
Erhebungsinstrument	
Beschreibung Messablauf	<p>3 Optionen für Meldung:</p> <p>a) Die Kältefirma oder die Anlagebetreiberin schickt der Programmbetreiberin eine Bescheinigung der durchgeführten Wartung (z.B. Kopie Wartungsheft).</p> <p>b) Die Anlagenbetreiberin bestätigt (z.B. auf Rückfrage per Mail), dass die Anlage noch unverändert in Betrieb ist.</p> <p>c) Es liegt eine Meldung für eine Ausserbetriebnahme vor.</p> <p>d) Vor Ort Kontrolle durch Vertreter der Gesuchstellerin mit Foto-Nachweis.</p>
Messintervall	jährlich, ab dem 6. Jahr nach Inbetriebnahme
Verantwortliche Person	Anlagenbetreiber
Kommentar	<p>Die Bestätigung des Weiterbetriebs der Anlage kann mit einem Antrag auf Auszahlung weitergehender Beiträge für entstehende Emissionsreduktionen verbunden werden.</p> <p>Nach der Meldung der Inbetriebnahme der Anlage kann davon ausgegangen werden, dass die Anlage auf jeden Fall mindestens 5 Jahre in Betrieb sein wird. Um die Förderung attraktiver zu machen, werden zu diesem Zeitpunkt die Beiträge für die Emissionsreduktionen über 5 Jahre akkumuliert und als einmalige Investitionshilfe ausbezahlt.</p> <p>Ab dem 6. Jahr wird dann jährlich geklärt, ob die Anlage effektiv noch in Betrieb ist, und nur in diesem Fall können weitere jährliche Emissionsreduktionen geltend gemacht werden.</p> <p>Die Laufzeit eines Vorhabens beträgt somit jeweils mindestens 5 Jahre, maximal 12 Jahre.</p> <p>Für Anlagen mit <math>B_y</math> unbekannt werden vorläufig keine Emissionsreduktionen berechnet. Klärt sich der Betriebszustand später (z.B. durch Meldung im darauffolgenden Jahr), werden die Anlage rückwirkend wieder in das Monitoring aufgenommen.</p>

### 5.3.3 Plausibilisierung der Daten und Berechnungen

Die Plausibilisierung der dynamischen Parameter, die für die Berechnung der Referenz- und der Projektemissionen verwendet werden, erfolgt durch die programminterne Prüfstelle anhand von Checklisten auf Grundlage der internen Richtlinien (bisherige Fassung Anhang A1\_3). Sie ist für zwei Beispielvorhaben in Anhang A1\_2 dokumentiert. Die entsprechenden Dokumente werden nach Abschluss der Validierung an die neue Fassung der Programmdokumentation angepasst und bei der ersten Verifizierung in der neuen Kreditierungsperiode überprüft.

### 5.3.4 Überprüfung der Einflussfaktoren und der ex-ante definierten Referenzentwicklung

<b>Einflussfaktor</b>	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 wären insbesondere Änderungen der in Kapitel 3.2 besprochenen Bestimmungen in Anhang 2.10, Ziffer 2.1, Absatz 3, Buchstabe b ChemRRV, zum Beispiel Änderungen der Leistungsgrenzen oder zusätzliche Vorgaben für das maximal zulässige Treibhauspotential der Kältemittel, die in bestimmten Anlagen zum Einsatz kommen.
Vorgesehene Anpassung der Referenzentwicklung	Im Monitoringbericht wird jährlich rapportiert, ob Änderungen von Anhang 2.10 ChemRRV in der Vernehmlassung sind, auf welches Datum sie in Kraft treten sollen, und ob mit Auswirkungen auf das Referenzszenario gerechnet werden muss.  Ist letzteres der Fall, wird in Absprache mit dem Verifizierer geklärt, ob die Referenz angepasst werden kann, ohne dass dazu eine erneute Validierung nötig ist. Denkbar ist auch der Ausschluss der Neuaufnahme von Vorhaben, deren Emissionsverminderung nach der gesetzlichen Änderung nicht mehr korrekt hergeleitet würde, oder eine Programmänderung, die einer vorzeitigen erneuten Validierung unterworfen wird.
Datenquelle	Systematische Rechtssammlung (ChemRRV SR 814.81) und Vernehmlassungen auf <a href="http://www.admin.ch">www.admin.ch</a>

## 5.4 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](http://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

Fachpersonen der Programmleitung überprüfen die Erfüllung der Aufnahmekriterien für jedes aufzunehmende Vorhaben und fällen einen Entscheid über die provisorische Aufnahme. Der definitive Entscheid über die Aufnahme und die Auszahlung von Klimaschutzbeiträgen erfolgt dann anhand der Projektdokumentation nach Realisierung. Die Überprüfung umfasst insbesondere die Vollständigkeit der Dokumentation einschliesslich aller Nachweisdokumente, die Erfüllungen der Aufnahmekriterien und die Korrektheit der Monitoringdaten.

### Qualitätssicherung und Archivierung

Die Qualitätssicherung der Monitoringdaten erfolgt durch die programminterne Prüfstelle anhand von Checklisten (siehe Anhang A1\_2\_Beispiele\_Vorhaben) auf Grundlage der internen Richtlinien (bisherige Fassung Anhang A1\_3). Ausserdem wird der Monitoringbericht vor Übermittlung an den Verifizierer einer internen Qualitätssicherung unterzogen.

Die Daten werden durch die Stiftung KliK mit einem regelmässigen Backup gespeichert und bis zum Abschluss des Programmes, mindestens aber 10 Jahre nach ihrer Erhebung, archiviert.

### Verantwortlichkeiten und institutionelle Vorrichtungen

Datenerhebung	Stiftung KliK / Darja Aepli oder Simultec AG / Christoph Leumann
Verfasser des Monitoringberichts	Simultec AG / Christoph Leumann Programmentwickler / Fachexperte
Qualitätssicherung	Stiftung KliK / Darja Aepli Co-Leiterin Inland
Datenarchivierung	Stiftung KliK / Darja Aepli Co-Leiterin Inland

## **6 Sonstiges**

### **Verifizierungsprozess**

Für die Verifizierung werden alle Projektdossiers einschliesslich aller Nachweisdokumente elektronisch bereitgestellt. Die Verifizierung soll anhand der Projektdossiers durchgeführt werden. Für Vorhaben des Typs d wird zwingend jedes Projektdossier materiell geprüft. Für Vorhaben der übrigen Projekttypen kann die Verifizierung auch auf eine vom Verifizierer festzulegende Stichprobe an Dossiers eingeschränkt werden. Besichtigungen einzelner Anlagen sind nicht erforderlich, weil die physische Realisierung und Inbetriebnahme der Anlagen durch die Dokumentation zweifelsfrei nachgewiesen werden.

## 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 CO<sub>2</sub>-Verordnung).

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

Zustimmung zur Veröffentlichung (*Zutreffendes bitte ankreuzen*)

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

Dokument	Version	Datum	Prüfstelle & Auftraggeber
Validierungsbericht (inkl. Checkliste)	1.0	09.03.2022	Infras (im Auftrag der Stiftung KliK)

Zustimmung zur Veröffentlichung (*Zutreffendes bitte ankreuzen*)

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

## 7.2 Unterschriften

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

Ort, Datum	Name, Funktion und Unterschrift des Gesuchstellers

### *Gegebenenfalls 2. Unterschrift*

Ort, Datum	Name, Funktion und Unterschrift des Gesuchstellers

## Anhang

- A1. Unterlagen zu Angaben und Beschreibung des Projekts, Programms inkl. Vorhaben (z.B. Technische Datenblätter, Belege für den Umsetzungsbeginn)
- A1\_1\_OnlineFormular.pdf (Screenshots anonymisiertes Vorhaben aus 1. KP)
  - A1\_2\_Beispiele\_Vorhaben.zip (reale Vorhaben aus 1. KP, vertraulich)
  - A1\_3\_Interne\_Richtlinien\_M3\_V4\_2 (aus 1. KP, zur Info)
  - A1\_4\_BAFU\_Liste\_der\_Kältemittel (Stand 2020)
  - A1\_5\_RL\_Zuordnung\_Anlagentyp\_V2
  - A1\_6\_Technische\_Literatur\_und\_Quellen.zip
- A2. Unterlagen zur Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten (z.B. beantragte / erhaltene Finanzhilfen, Wirkungsaufteilung)
- Keine*
- A3. Unterlagen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen
- A3\_1\_ER\_Berechnung\_KP2\_220301.xlsx
  - A3\_2\_ER\_Berechnung\_KP1.xlsx (1. Registrierung)
- A4. Unterlagen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse
- A4\_1\_Additionalität\_Tool\_KP2\_.xlsx
  - A4\_2\_Additionalität\_Tool\_KP1.xlsx (zum Vergleich)
  - A4\_3\_Quellen\_Wirtschaftlichkeitsanalyse.zip
- A5. Unterlagen zum Monitoring
- A5\_1\_Monitoring\_M3\_210715.xlsx (Monitoringfile aus MP20, Beispiel)
- A6. Geschwärzte Fassung Projekt-/Programmbeschreibung
- A6\_0140\_Kleinanlagen\_PB22\_V2\_public*
- A7. Geschwärzte Fassung Validierungsbericht
- A7\_0140\_Kleinanlagen\_Revalidierung22\_Bericht\_public*