

<b>BESCHREIBUNG FÜR PROJEKTE ZUR EMISSIONSVERMINDERUNG IN DER SCHWEIZ<sup>1</sup></b>
---

Klimaschutzprogramm Verminderung von Kältemittelemissionen Programmmodul 2: Ersatz von stationären HFCKW-Kälteanlagen anstelle einer Umrüstung auf HFKW	
Dokumentversion	3.5
Datum	12.05.2016

## INHALT

1. Angaben zur Projektorganisation
2. Technische Angaben zum Projekt
3. Abgrenzung zu weiteren klima- und energiepolitischen Instrumenten
4. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderung
5. Nachweis der Zusätzlichkeit
6. Aufbau und Umsetzung des Monitorings

## ANHANG

- A1. Anmeldeformular für Einzelprojekte im Rahmens des Programmes
- A2. Unterlagen zum Mustervorhaben
- A3. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen
- A4. Wirtschaftlichkeitsanalyse
- A5. Unterlagen zu Monitoring/Berechnung
- A6. Praxisanalyse zur Umstellung von HFCKW-Anlagen auf HFKW-Kältemittel

---

<sup>1</sup> Bitte prüfen Sie vor dem Ausfüllen dieser Vorlage, ob die vorliegende Version noch aktuell ist. Die aktuelle Version ist zu finden unter [www.bafu.admin.ch/kompensationsprojekte-ch](http://www.bafu.admin.ch/kompensationsprojekte-ch).

1. Angaben zur Projektorganisation

Projekttitel	Klimaschutzprogramm Verminderung von Kältemittlemissionen Programmmodul 2: Ersatz von stationären HFCKW-Kälteanlagen anstelle einer Umrüstung auf HFKW
Kurztitel	Programm Ersatz von stationären HFCKW-Kälteanlagen
Version des Dokuments	3.5
Datum	12.05.2016

Gesuchsteller	Stiftung Klimaschutz und CO <sub>2</sub> -Kompensation KliK Freiestrasse 167 8032 Zürich
Kontakt	Beauftragter Projektentwickler:  ARGE Emissionsverminderung mit Kältemitteln: Simultec AG, Zürich und Neosys AG, Gerlafingen.  Christoph Leumann SIMULTEC AG, Hardturmstr. 261, CH-8005 Zürich 044 563 86 23 cl@simultec.ch  Felix Martin Neosys AG, Privatstrasse 10, 4563 Gerlafingen 032 674 45 16 felix.martin@neosys.ch
Einverständnis zur Veröffentlichung	<input type="checkbox"/> Ich bin damit einverstanden, dass nach der Registrierung des Projekts durch das BAFU die Daten im Feld „Gesuchsteller“ auf der Internetseite des BAFU aufgeschaltet werden. <input checked="" type="checkbox"/> Ich bin damit einverstanden, dass nach der Registrierung des Projekts durch das BAFU die Daten im Feld „Gesuchsteller“ und die Daten im Feld „Kontakt“ auf der Internetseite des BAFU aufgeschaltet werden.

Zeitplan	Datum	Spezifische Bemerkungen
Umsetzungsbeginn	23.01.2015	Auftragserteilung an ARGE für Programmumsetzung
Wirkungsbeginn		bei Realisierung des ersten Vorhabens

2. Technische Angaben zum Projekt

2.1. Allgemeine Informationen	
Projektstandort	<i>Ganze Schweiz</i>
Projekttyp	<input type="checkbox"/> Abwärmenutzung <input type="checkbox"/> Abwärmevermeidung <input type="checkbox"/> Effizientere Nutzung von Prozesswärme <input type="checkbox"/> Energieeffizienz Gebäude <input type="checkbox"/> Produktion von Biogas (landwirtschaftlich, industriell) <input type="checkbox"/> Wärmeerzeugung durch Verbrennen von Biomasse <input type="checkbox"/> Nutzung von Umweltwärme <input type="checkbox"/> Nutzung von Solarenergie <input type="checkbox"/> Brennstoffwechsel für Prozesswärme <input type="checkbox"/> Effizienzverbesserung Personentransport / Güterverkehr <input type="checkbox"/> Einsatz von Treibstoffen aus erneuerbaren Rohstoffen <input type="checkbox"/> Abfackelung / Energetische Nutzung von Methan <input checked="" type="checkbox"/> Vermeidung und Substitution synthetischer Gase <input type="checkbox"/> Vermeidung und Substitution von Lachgas (N <sub>2</sub> O) <input type="checkbox"/> Biologische Sequestrierung: Holzprodukte <input type="checkbox"/> andere:
Technologie	Stilllegung von Kälteanlagen mit HFCKW-Kältemitteln anstelle einer Umrüstung auf HFKW, Bau von Ersatzanlagen mit klimafreundlichen Kältemitteln mit sehr geringem Treibhauspotential (GWP < 10, z.B. CO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> ).

2.2 Art des Projekts	
<input type="checkbox"/> Einzelnes Projekt	<input type="checkbox"/> Projektbündel <input checked="" type="checkbox"/> Programm
Treibhausgas(e)	<input type="checkbox"/> CO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/> CH <sub>4</sub> <input type="checkbox"/> N <sub>2</sub> O <input checked="" type="checkbox"/> HFC <input checked="" type="checkbox"/> PFC <input type="checkbox"/> SF <sub>6</sub> <input type="checkbox"/> NF <sub>3</sub>

### 2.3 Beschreibung des Projekts

#### *Ausgangslage:*

Gegenstand des Programmes sind stationäre Kälteanlagen, in denen HFCKW-Kältemittel (teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe) verwendet werden. Derartige Kälteanlagen umfassen zum Beispiel:

- Kühlhäuser des Lebensmittelhandels (z.B. Schlachthöfe, Grossmetzgereien, Grossmolkereien) und der Gastronomie (Hotels, Restaurants).
- Supermarktkälteanlagen in allen mittleren oder grösseren Verkaufsstellen
- Industrielle Kälteanlagen für Prozesse diverser Branchen
- Klimaanlage grösserer Geschäftsliegenschaften

Das wichtigste HFCKW-Kältemittel ist R22; daneben kommen auch Gemische vor, die überwiegend R22-haltig sind, z.B. R401A, R402B oder R402A. Die Verwendung von HFCKW für neue Kälte- und Klimaanlage ist in der Schweiz auf Grund der Bestimmungen des Montreal-Protokolls bereits seit dem 1. Januar 2002 verboten. Seit dem 31.12.2009 gilt ein Inverkehrbringungs- und Nachfüllverbot für neue HFCKW-Kältemittel, und ab dem 01.01.2015 wird auch das Nachfüllen bestehender Geräte und Anlagen mit rezyklierten HFCKW verboten.

Bestehende HFCKW-Anlagen können aber noch weiter betrieben werden, wenn sie auf ein chlorfreies Kältemittel (HFKW) umgerüstet werden. Wie in der Praxisanalyse (Anhang 6) aufgezeigt, sind solche in der Fachsprache als „Drop-in“ oder „Retrofit“ bezeichnete Umrüstungen eine weit verbreitete Praxis für noch funktionstüchtige HFCKW-Anlagen. Verbreitete Ersatzkältemittel sind die HFKW-Kältemittel R407C, R404A oder spezielle "Drop-in-Kältemittel" wie R422A oder R422D.

Aus Sicht des Klimaschutzes ist diese Praxis problematisch, denn die zum Einsatz kommenden Ersatzkältemittel sind synthetische Gase mit hohem Treibhauspotential (GWP ca. 1000 bis 4000). Durch diffuse Verluste oder Leckagen entweichen diese in die Atmosphäre und verursachen während der gesamten Restlaufzeit der Anlage Treibhausgas-Emissionen. Trotz fachgerechter Wartung und Betrieb (z.B. regelmässige Dichtigkeitsprüfungen) beträgt dieser Kältemittelverlust auf dem heutigen Stand der Technik je nach Anlage ca. 6% bis 20% der Kältemittel pro Jahr. Dazu kommen erhebliche Verluste im Zusammenhang mit der Stilllegung. Je nach Kältemittel, Art und Grösse der Anlage können diese durch Kältemittelverluste entstandenen direkten THG-Emissionen einige Dutzend bis einige hundert Tonnen CO<sub>2</sub>eq pro Jahr umfassen.

#### *Programmziel:*

Mit dem Programm soll die Umrüstung von HFCKW-Kälteanlagen auf klimaschädliche HFKW-Kältemittel vermieden werden, indem der Bau von Ersatzanlagen mit klimafreundlichen Kältemitteln (meist natürliche Kältemittel wie CO<sub>2</sub> oder NH<sub>3</sub>) durch Klimaschutzbeiträge gefördert wird. Die erzielten Emissionsreduktionen (ER) werden nach Art. 5 der CO<sub>2</sub>-Verordnung bescheinigt.

<p><i>Referenzszenario und Alternativen:</i></p> <p>Im Referenzszenario werden die entsprechenden HFCKW-Kälteanlagen auf HFKW umgerüstet, damit sie weiter betrieben werden können.</p> <p>Zum Projektszenario, in dem die HFCKW-Kälteanlagen stillgelegt und durch neue Anlagen mit klimafreundlichen Kältemitteln ersetzt werden, sind grundsätzlich drei Alternativszenarien denkbar, die im Folgenden ausgeführt und kommentiert werden:</p>		
	Szenario	Kommentar
R	<p><i>Die HFCKW-Kälteanlage wird auf ein HFKW-Kältemittel umgerüstet und mit diesem noch eine bestimmte Zeit lang (Restlaufzeit) weiter betrieben, bis sie aus technischen Gründen ersetzt werden muss.</i></p> <p><i>2 Varianten (siehe Beschreibung unten):</i></p> <p><i>R1 Drop-in (Standardlösung, konservativer Ansatz bezüglich Referenz-Kältemittel und Analyse der Wirtschaftlichkeit)</i></p> <p><i>R2 Retrofit (projektspezifische Lösung in speziellen Fällen, Einzelfallbetrachtung bezüglich Referenz-Kältemittel und Analyse der Wirtschaftlichkeit)</i></p>	<p><i>Diese Alternative entspricht dem Referenzszenario. In das Programm aufgenommen werden nur Vorhaben, für die eine solche Umrüstung technisch möglich und aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll ist (vgl. Aufnahmekriterien 3 und 6).</i></p>
A1	<p><i>Die HFCKW-Kälteanlage wird auch ohne Beiträge aus dem Programm durch eine neue Anlage mit klimafreundlichem Kältemittel ersetzt.</i></p>	<p><i>Durch die Aufnahmekriterien (Kriterien 3, 5 und 6) wird erreicht, dass nur Vorhaben in das Programm aufgenommen werden, für die diese Alternative unmöglich oder zumindest sehr unwahrscheinlich ist. Insbesondere werden durch die Wirtschaftlichkeitsanalyse (Kriterium 6) diejenigen Fälle als "nicht additionell" ausgeschlossen, in denen ein Ersatz der Anlage auch ohne Programmbeiträge wirtschaftlich ist. Ebenso ausgeschlossen sind Anlagen, bei denen eine Umrüstung technisch gar nicht möglich oder betrieblich nicht sinnvoll wäre (Kriterien 3 und 5).</i></p>
A2	<p><i>Die HFCKW-Kälteanlage wird ohne irgendwelche Anpassungen weiter betrieben und erst in einigen Jahren ersetzt.</i></p>	<p><i>Grundsätzlich wäre dies für den Betreiber die wirtschaftlichste Alternative. Sie entspricht aber nicht dem Stand der Technik und der Regulierung und kann deshalb nicht als Referenzszenario gelten. Ab dem 01.01.2015 darf das HFCKW-Kältemittel ja nicht mehr nachgefüllt werden. Dies bedeutet, dass die Anlage bei einem Ausfall nicht mehr repariert werden könnte. Aufgrund dieses hohen Risikos raten Kältefachleute dringend zu einer Umrüstung oder einem Ersatz der HFCKW-Anlagen.</i></p>
A3	<p><i>Die HFCKW-Kälteanlage wird aus anderen Gründen ersatzlos stillgelegt.</i></p>	<p><i>Dieser Fall ist sehr unwahrscheinlich, denn mit dem Bau einer Ersatzanlage liefert der Projektbetreiber den Tatbeweis, dass er die Kälteerzeugung weiterhin benötigt.</i></p>

Wie die Kommentare in der obigen Tabelle zeigen, wird durch die Aufnahmekriterien sichergestellt wird, dass nur Vorhaben in das Programm aufgenommen werden, bei denen ohne das vorliegende Programm mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Umrüstung der Altanlage auf HFCKW durchgeführt würde. Für alle diese Anlagen bildet somit das Szenario R das Referenzszenario.

Weder Bund noch Kantone haben bis heute Aktivitäten unternommen, welche gezielt auf die Förderung von klimafreundlichen Ersatzanlagen für HFCKW-Kälteanlagen abzielen. Die Vorschriften gemäss der revidierten ChemRRV schränken die erwähnte Umrüstung auf HFCKW nicht ein, solange der kälteerzeugende Teil der Anlage nicht ersetzt wird. Die Informationskampagne „effiziente Kälte“ von Energie Schweiz fokussiert vor allem auf den auch aus wirtschaftlicher Sicht interessanten Stromverbrauch der Anlagen und behandelt die Klimaemissionen durch Kältemittelverluste nur nebenbei (ohne konkrete Anreize) und ebenfalls nur im Zusammenhang mit dem Neubau von Anlagen. Deshalb ist nicht anzunehmen, dass das Programmziel auf anderem Wege als mit dem vorliegenden Programm erreicht würde.

*Bestimmung des Referenzszenarios:*

Das Referenzszenario wird anhand des auf Seite 8 wiedergegebenen Entscheidungsbaumes bestimmt. Zu unterscheiden sind dabei die folgenden zwei Varianten:

Variante R1 (Standardfall): Drop-in

Bei dieser Variante wird das HFCKW-Kältemittel durch ein sogenanntes Austauschältemittel ersetzt, das den kältetechnischen Eigenschaften des früheren Mittels möglichst nahe kommt. Ergänzend müssen je nach Kältemittel z.T. auch weitere Kleinteile (z.B. Dichtungen) ersetzt oder ein Ölwechsel durchgeführt werden. Im Gegensatz zu einem Retrofit werden aber keine zentralen (und teuren) Anlagekomponenten (z.B. Kompressoren, Verdampfer) ausgetauscht. Deshalb kann eine Drop-In-Umrüstung sehr kostengünstig und mit minimalem Betriebsunterbruch vorgenommen werden. Die Anlage befindet sich dann aber in der Regel energietechnisch in einem technisch suboptimalen Zustand, da die Anlagenteile nicht mehr optimal auf das Kältemittel abgestimmt sind.

Die Variante Drop-in bedingt, dass die Anlage auch ohne wesentliche Revision noch weiter funktionsfähig ist und nach einer Umrüstung noch bis zum Ende der Wirkungsdauer weiter betrieben werden kann. In den Aufnahmekriterien wird eine entsprechende Bestätigung einer Kältefachperson gefordert. Ausserdem wird durch ein Aufnahmekriterium für dieses Szenario gefordert, dass die Anlage ein bestimmtes Alter nicht übersteigen darf. Die Vorgaben dazu orientieren sich an einer Standard-Nutzungsdauer für Klima- und Kälteanlagen, die unter Bezugnahme auf die Schweizer Norm SIA 480:2004 [13] auf 25 Jahre festgesetzt wird. Zusätzlich wird berücksichtigt, dass die Lebensdauer um 10 Jahre verlängert wird, wenn in letzter Zeit bereits eine massgebliche Anlagenerneuerung stattgefunden hat. Allgemein führt dies dazu, dass eine Restlaufzeit von mindestens 5 Jahren garantiert wird.

Als Fazit aus diesen Überlegungen werden für das Standard-Referenzszenario R1 folgende Aufnahmekriterien formuliert, die zusätzlich zu den allgemeinen Aufnahmekriterien erfüllt sein müssen:

- Die Anlagen sind noch voll funktionstüchtig und können gemäss Einschätzung einer Fachperson für Kälteanlagen nach einer Umrüstung noch mindestens 5 Jahre weiter betrieben werden.
- Die zuständige Kältefachperson bestätigt auch, dass im vorliegenden Fall ein Drop-in technisch möglich ist.
- Die Anlagen sind bei Realisierung des Projekts höchstens 20 Jahre alt, oder - falls innerhalb der letzten zehn Jahre massgebende Anlagenteile (z.B. Kompressor) ausgewechselt wurden - höchstens 30 Jahre alt.
- Es wird anhand einer summarischen oder projektspezifischen Prüfung gemäss Abschnitt „Zusätzlichkeit“ festgestellt, dass der Bau einer klimafreundlichen Ersatzanlage ohne den Erlös aus Bescheinigungen nicht wirtschaftlich wäre.

Je nach Anlagentyp kommen für ein Drop-in andere Kältemittel zur Anwendung. Für das vorliegende Programm wird dabei dem Grundsatz der Konservativität in dem Sinne Rechnung getragen, dass von verschiedenen möglichen Kältemitteln jeweils dasjenige mit dem geringsten GWP als Standard angenommen wird. Zur Anwendung kommen folgende Standard-Kältemittel:

Anlagentyp	Referenz-Kältemittel	GWP
Normalkühlung	R422D	2730
Tiefkühlung	R422A	3140
Klima / Kaltwasser	R407C	1770

#### Variante R2 (besondere Fälle): Retrofit.

In einzelnen Fällen ist ein Drop-in aus technischen Gründen nicht möglich oder aus betrieblichen Gründen nicht sinnvoll. In diesen Fällen wird geprüft, ob ein sogenannter "Retrofit" das wahrscheinlichste Referenzszenario bildet. Bei diesem Verfahren wird die alte Anlage revidiert oder umgebaut, z.B. durch Ersatz ganzer Anlagenkomponenten, damit sie auf ein HFCKW-Kältemittel umgerüstet und weiter betrieben werden kann. Der Vorgang ist wesentlich teurer, doch dafür weist die revidierte Kälteanlage keine Leistungseinbusse (und oft sogar eine Effizienzverbesserung) auf, und sie kann meist zwischen 10 und 15 Jahre lang weiter betrieben werden. Wie in der Praxisanalyse gezeigt, wurden in den letzten zehn Jahren vor allem Industrie- und Gewerbekälteanlagen oft im Rahmen eines derartigen Retrofits auf das Kältemittel R404A umgerüstet.

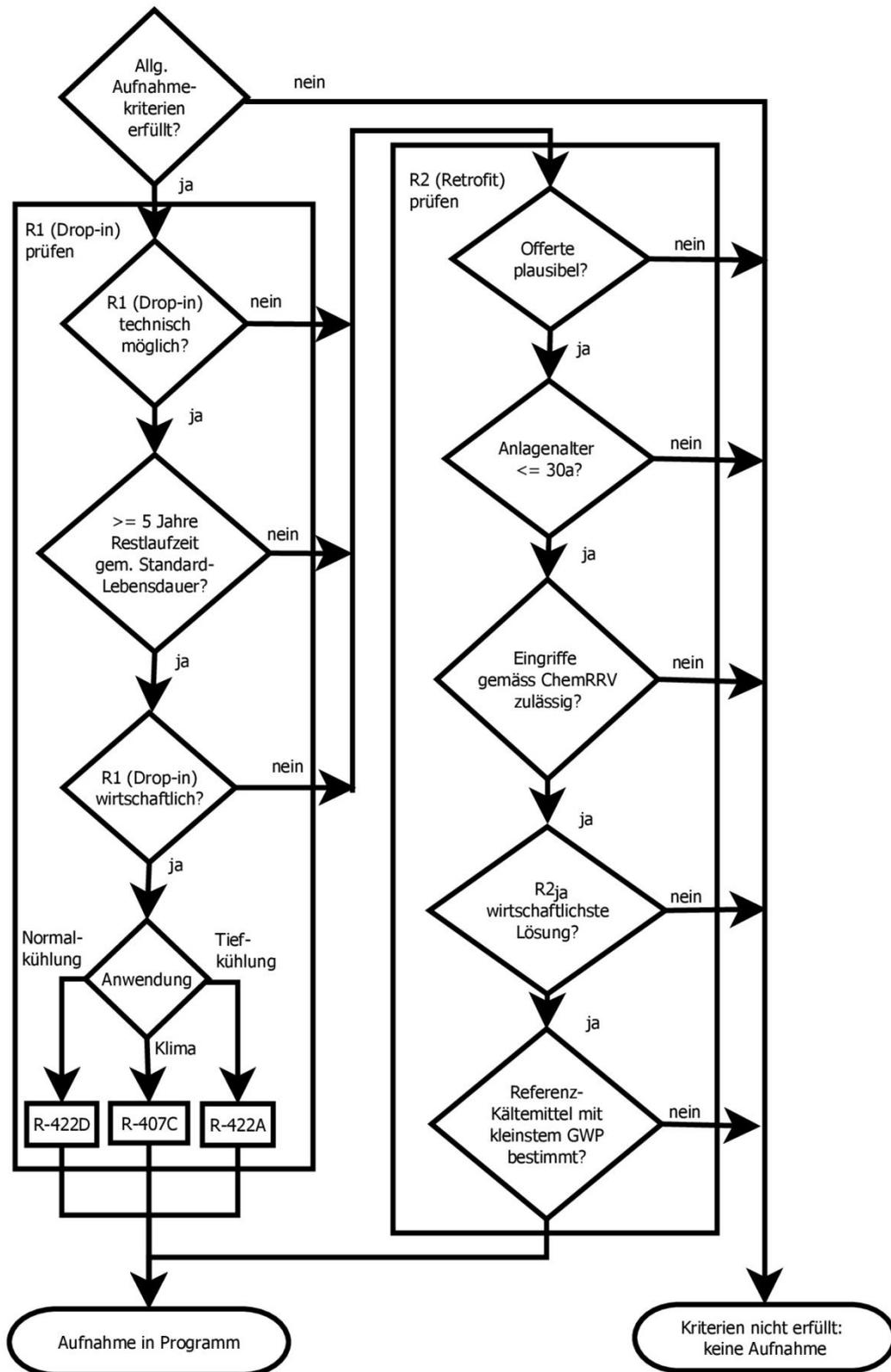
Im vorliegenden Programm wird ein Retrofit als Spezialfall betrachtet, der in jedem Fall projektspezifisch zu prüfen ist. Entscheidend ist dabei, dass der Retrofit technisch möglich, gesetzlich zugelassen und – verglichen mit dem Referenzszenario und anderen möglichen Alternativen - wirtschaftlich ist. Die Anlage kann vor dem Retrofit auch gewisse Abnutzungserscheinungen oder Einschränkungen ihrer Funktionalität aufweisen, entscheidend ist aber, dass diese durch den Retrofit beseitigt werden können. Zu beachten ist dabei die

Konformität mit den Bestimmungen der ChemRRV, denn durch den Ersatz des kälteerzeugenden Teils einer Altanlage kann die Pflicht ausgelöst werden, ohnehin auf klimafreundliche Kältemittel umzusteigen. Für das Anlagenalter gibt es im Prinzip keine Obergrenze, denn insbesondere bei Spezialanlagen in der Industrie können auch sehr alte Kälteanlagen durch einen Retrofit weiter in Betrieb gehalten werden. Indirekt spielen aber natürlich Alter und Zustand der Anlage eine bedeutende Rolle: Je älter eine Anlage und je schlechter deren Zustand, desto unwirtschaftlicher ist der Retrofit. Um sicherzustellen, dass das Szenario Retrofit wirklich glaubwürdig ist, werden nur Anlagen aufgenommen, die maximal 30 Jahre alt sind.

Aufgrund dieser Überlegungen werden für das Szenario "R2 Retrofit" folgende Aufnahme-kriterien definiert:

- Das Vorgehen beim Retrofit wird anhand einer Offerte einer Kältefirma oder eines Kälteplaners konkret aufgezeigt. Die Offerte muss eine Analyse des Anlagenzustandes, ein Vorgehenskonzept für den Retrofit (Umfang der Umbauarbeiten an der Anlage), Angaben zum vorgesehenen Kältemittel und eine Kostenschätzung enthalten. Zudem muss sie plausibel machen, dass die Massnahme geeignet ist, um die Anlage während mindestens 5 Jahren (meist 10 bis 15 Jahre) weiter betreiben zu können. Die Offerte wird bei der Verifizierung auf ihre Plausibilität hin geprüft.
- Die Anlagen sind bei Realisierung des Projekts höchstens 30 Jahre alt.
- Die geplanten Eingriffe in die Altanlage sind unter Berücksichtigung der ChemRRV zulässig, ohne dass dadurch eine Pflicht zur Anwendung natürlicher Kältemittel ausgelöst wird.
- Die Additionalität wird gemäss dem in Kapitel 5 beschriebenen Verfahren projektspezifisch unter Berücksichtigung der effektiven Kosten für den Retrofit nachgewiesen. Dabei muss auch gezeigt werden, dass die Variante "R2 Retrofit" entweder die einzige mögliche Referenzlösung darstellt, oder dass sie wirtschaftlicher ist als die Variante "R1 Drop-in".

Das Referenzkältemittel wird bei einem Retrofit auf der Grundlage der oben beschriebenen Offerte bestimmt. Die Wahl des aus technischer Sicht am besten geeigneten Ersatzkältemittels muss darin dokumentiert und begründet sein. Eine Umrüstung auf ein Kältemittel mit hohem GWP (z.B. R404A) wird nur als Referenz akzeptiert, wenn stichhaltig begründet wird, dass es kein alternatives Kältemittel mit geringerem GWP gibt, das bezüglich technischer/thermodynamischer Eigenschaften mindestens gleichwertig ist.



*Laufzeit des Programmes (in Jahren): 6 Jahre (2015 bis 2020).*

*Aufnahmekriterien für die Aufnahme von einzelnen Vorhaben*

1. Das Vorhaben beinhaltet den Bau einer Ersatzanlage für eine oder mehrere ältere Kälteanlagen.
2. Die alten Kälteanlagen werden mit einem HFCKW-Kältemittel betrieben (chlorhaltig, teilweise halogeniert, z.B. R22, R401A, R402A, R402B, R408A, R409A).<sup>2</sup>
- 3a. Spezifische Bedingungen bei Referenzszenario "R1 Drop-in":
  - Die Anlagen sind noch voll funktionstüchtig und können gemäss Einschätzung einer Fachperson für Kälteanlagen nach einer Umrüstung noch mindestens 5 Jahre weiter betrieben werden.
  - Ein Drop-in ist technisch möglich.
  - Die Anlagen sind bei Projektrealisierung höchstens 20 Jahre alt, oder - falls innerhalb der letzten zehn Jahre massgebende Anlagenteile (z.B. Kompressor) ausgewechselt wurden - höchstens 30 Jahre alt.
  - Es wurde anhand einer summarischen oder projektspezifischen Prüfung gemäss Abschnitt „Zusätzlichkeit“ festgestellt, dass das Vorhaben ohne den Erlös aus Bescheinigungen nicht wirtschaftlich wäre.
- 3b. Spezifische Bedingungen bei Referenzszenario "R2 Retrofit":
  - Das Vorgehen beim Retrofit wird anhand einer Offerte einer Kältefirma oder eines Kälteplaners konkret aufgezeigt. Die Offerte enthält eine Analyse des Anlagenzustandes, ein Vorgehenskonzept für den Retrofit (Umfang der Umbauarbeiten an der Anlage), Angaben zum vorgesehenen Kältemittel und eine Kostenschätzung. Zudem macht sie plausibel, dass die Massnahme geeignet ist, um die Anlage während mindestens 5 (meist 10 bis 15 Jahren) weiter betreiben zu können. Offerte wird bei der Verifizierung auf ihre Plausibilität hin geprüft.
  - Die Anlagen sind bei Projektrealisierung höchstens 30 Jahre alt.
  - Die geplanten Eingriffe in die Altanlage sind unter Berücksichtigung der ChemRRV zulässig, ohne dass dadurch eine Pflicht zur Anwendung natürlicher Kältemittel ausgelöst wird.
  - Die Additionalität wird gemäss dem in Kapitel 5 beschriebenen Verfahren projektspezifisch unter Berücksichtigung der effektiven Kosten für den Retrofit nachgewiesen. Dabei wird auch gezeigt, dass die Variante "R2 Retrofit" entweder die einzige mögliche Referenzlösung darstellt, oder dass sie wirtschaftlicher ist als die Variante "R1 Drop-in".
  - Das Referenzkältemittel ist bestimmt und plausibel begründet.

<sup>2</sup> Werden gleichzeitig mit HFCKW-Anlagen auch solche mit HFKW ausser Betrieb genommen und durch eine Ersatzanlage ersetzt, soll separat geprüft werden, ob zusätzlich eine Aufnahme in das „Programmmodul vorzeitiger Ersatz von stationären HFKW-Kälteanlagen“ möglich ist.

4. Die Ersatzanlage wird mit einem natürlichen Kältemittel (z.B. CO<sub>2</sub> R744, NH<sub>3</sub> R717, Propan R290, Isobutan R600a) oder mit einem synthetischen Kältemittel mit sehr geringem Treibhauspotential (GWP < 10), z.B. einem HFO-Kältemittel, betrieben.
5. Der Bau der Ersatzanlagen geschieht freiwillig, d.h. er ist nicht aufgrund von Vorschriften gefordert, aus betrieblichen Gründen zwingend oder durch firmeninterne Vorgaben bzw. Ziele notwendig.
6. Es wurde anhand der im Abschnitt „Zusätzlichkeit“ beschriebenen Kriterien festgestellt, dass das Vorhaben ohne den Erlös aus Bescheinigungen nicht wirtschaftlich wäre.
7. Die durch die Massnahme (Bau einer Ersatzanlage) erzielten Treibhausgasreduktionen werden nicht dem Emissionshandelssystem ETS zugeschrieben, einer Reduktionsverpflichtung nach CO<sub>2</sub>-Gesetz angerechnet oder anderweitig zertifiziert und verkauft.
8. Die Stilllegung der Altanlagen und die Inbetriebnahme der Ersatzanlagen werden durch eine Fachperson für Kälteanlagen unter Einhaltung der massgebenden Vorschriften (ChemRRV, BAFU-Richtlinien) vorgenommen und dokumentiert. Es wird von der Fachperson bestätigt, dass das Kältemittel gemäss dem Stand der Technik abgesaugt wurde, und dass die Altanlage fachgerecht verschrottet wird und nicht mehr anderswo verwendet werden kann.
9. Der Antrag zur Aufnahme eines Vorhabens (Anmeldeformular) muss vor Beginn der Realisierung (Werkvertrag zum Bau der neuen Kälteanlage) bei der Programmleitung eingetroffen sein. Zudem darf der Umsetzungsbeginn des Vorhabens nicht vor dem 23.01.2015 (Umsetzungsbeginn des Programmes) liegen.
10. Die Projektierung der Ersatzanlage erfolgt auf Basis einer Offerte mit Leistungsgarantie Kälteanlagen<sup>3</sup>, oder sie entspricht den der Leistungsgarantie zugrundeliegenden Kriterien.

Die Erfüllung der Aufnahmekriterien wird durch die Programmleitung dokumentiert und bei der Verifizierung geprüft. Die Überprüfung umfasst auch die Vollständigkeit und Plausibilität der Nachweisdokumente. Für Vorhaben mit dem Referenzszenario „R2 Retrofit“ ist dabei insbesondere bezüglich der spezifischen Kriterien 3b jedes Einzelvorhaben durch den Verifizierer zu prüfen. Für Vorhaben mit dem Referenzszenario „R1 Drop-in“ kann sich die Verifizierung nach einem durch den Verifizierer festzulegenden Verfahren auf eine Überprüfung des Gesamtverfahrens und eine stichprobenweise Prüfung der Einzelvorhaben beschränken.

---

<sup>3</sup> Leistungsgarantie Kälteanlagen und Grundlegendokument auf <http://www.energieschweiz.ch/de-ch/unternehmen/stromeffizienz/effiziente-kaelte.aspx>

Angaben und Nachweisdokumente zu den einzelnen Vorhaben			
Die Dokumentationen zu den einzelnen Vorhaben erfolgt gemäss dem Anmeldeformular (P2_HFCKW_A1_Formular, wiedergegeben im Anhang 1) oder einer entsprechenden Weblösung. Notwendig für die Aufnahme sind mindestens die folgenden Angaben:			
Geforderte Angabe	Art der Angabe	relevant für	Nachweisdokument
<i>Allgemeine Angaben</i>			
<i>Betreiber der Altanlage(n)</i>	<i>Name der Firma Adresse, Verantwortliche Person mit Telefon und E-mail</i>	<i>Allgemeine Projekt-Identifikation</i>	<i>Projektantrag und Projektdokumentation</i>
<i>Standortadresse</i>	<i>Name der Firma Adresse</i>	<i>Allgemeine Projekt-Identifikation</i>	
<i>Für den Bau der Ersatzanlage zuständige Kältefirma / Kälteplaner</i>	<i>Name der Firma Adresse Verantwortliche Fachperson mit Telefon und E-mail</i>	<i>Allgemeine Projekt-Identifikation</i>	
<i>Anlagentyp</i>	<i>Gewerbekälte, Supermarkt-Kälte, Industriekälte oder Klimakälte</i>	<i>Berechnung der ER im Referenzszenario</i>	
<i>Deklaration, dass die Massnahme freiwillig erfolgt</i>	<i>Bestätigung, dass die Massnahme nicht aufgrund von Vorschriften gefordert wird oder aus betrieblichen Gründen zwingend notwendig ist.</i>	<i>Kriterium 5</i>	
<i>Deklaration, dass ER nicht anderweitig angerechnet werden</i>	<i>Deklaration des Anlagenbetreibers</i>	<i>Kriterium 7</i>	
<i>Angaben zur Wirtschaftlichkeit</i>	<i>Siehe Kapitel 5 der Programmbeschreibung</i>		<i>Excel-File und allfällige Belege gemäss Monitoringplan</i>
<i>Unterschriften</i>	<i>Unterschriften von Anlagenbetreiber und Fachperson der Kältefirma / Kälteplaner</i>	<i>Alle Kriterien</i>	<i>Unterschriften auf Projektantrag/ -dokumentation</i>
<i>Angaben zu den alten Anlagen</i>			
<i>Lage der Anlage(n)</i>	<i>Adresse Parzellen-Nr., Gebäude-Vers.-Nr. Stockwerk</i>	<i>Allgemeine Projekt-Identifikation</i>	<i>Anlagenspezifische Nachweisdokumente, Anlagefoto und Lageplan</i>
<i>Kältemittel</i>	<i>Bezeichnung Rxxx</i>	<i>Kriterium 2</i>	
<i>Baujahr</i>	<i>Datum der Inbetriebnahme</i>	<i>Kriterium 3</i>	
<i>Technische Kennzahlen gemäss Monitoringplan</i>	<i>Füllmenge und Kälteleistung gemäss Monitoringplan und Excel-Tabelle „Monitoring“</i>	<i>Berechnung der Referenzemissionen</i>	

<i>Im Falle von R1 "Drop-in"</i>	<i>Bestätigung Funktionsfähigkeit mit &gt;= 5 Jahren Restlaufzeit, sowie dass Drop-in technisch möglich ist</i>	<i>Kriterium 3a</i>	<i>Bestätigung durch Kälte-Fachperson</i>
<i>Im Falle von R2 "Retrofit"</i>	<i>Offerte zum Retrofit mit Analyse des Anlagenzustandes, Vorgehenskonzept, Angaben zum vorgesehenen Kältemittel und Kostenschätzung</i>	<i>Kriterium 3b</i>	<i>Offerte Kältefirma / Kälteplaner</i>
<i>Fachgerechte Ausserbetriebsetzung</i>	<i>Protokoll der Ausserbetriebsetzung durch Fachfirma</i>	<i>Kriterium 8</i>	<i>Protokoll der Ausserbetriebsetzung</i>
<i>Angaben zur neuen Anlage und zu deren Bau</i>			
<i>Lage der Anlage</i>	<i>Lokalisierung</i>	<i>Allgemeine Projekt-Identifikation</i>	<i>Beilage zu Projektdokumentation : Foto und Lageplan</i>
<i>Kältemittel</i>	<i>Bezeichnung Rxxx</i>	<i>Kriterium 4</i>	<i>Anlagenspezifischer Nachweis (z.B. Wartungsheft)</i>
<i>Kälteleistung</i>	<i>kW Kälteleistung</i>	<i>Kriterium 6</i>	<i>Anlagenspezifischer Nachweis (z.B. Wartungsheft)</i>
<i>Investitionskosten</i>	<i>Vor Realisierung: Kostenvoranschlag Nach Realisierung: effektive Baukosten</i>	<i>Kriterium 6</i>	<i>Projektspezifischer Nachweis (Offerte, Kostenschätzung, später z.B. Bauabrechnung)</i>
<i>Inbetriebnahme</i>	<i>Protokoll der Inbetriebnahme mit Datum</i>	<i>Kriterium 1, 9</i>	<i>Beilage zu Projektdokumentation : Protokoll</i>
<i>Auftragsvergabe</i>	<i>Nur falls Ausführungsentscheid zum Zeitpunkt der Anmeldung bereits gefallen ist</i>	<i>Kriterium 9</i>	<i>Unterzeichneter Werkvertrag</i>
<i>Für die Begutachtung des Anlagenzustandes durch eine Kältefachperson mit Bestätigung, dass diese umgerüstet und noch mindestens 5 Jahre weiter betrieben werden kann, wird in Zusammenarbeit mit dem Schweizer Verein für Kältetechnik SVK ein Formular erstellt. Dieses enthält objektive Kriterien, auf die sich das Urteil abstützen kann. Das Formular wird bei der Erstverifizierung dem Verifizierer zur Beurteilung vorgelegt.</i>			

### 3. Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten

Ist das Projekt zur Inanspruchnahme von *staatlichen* Finanzhilfen berechtigt?

Ja

Nein

Es wird davon ausgegangen, dass die Vorhaben keinerlei Finanzhilfen erhalten, da bis jetzt keinerlei Förderprogramme existieren, welche entsprechende Finanzhilfen vergeben. Sollten in Zukunft derartige Förderprogramme ins Leben gerufen werden, wird situativ eine Wirkungsaufteilung gemäss den Vorgaben des BAFU vorgenommen

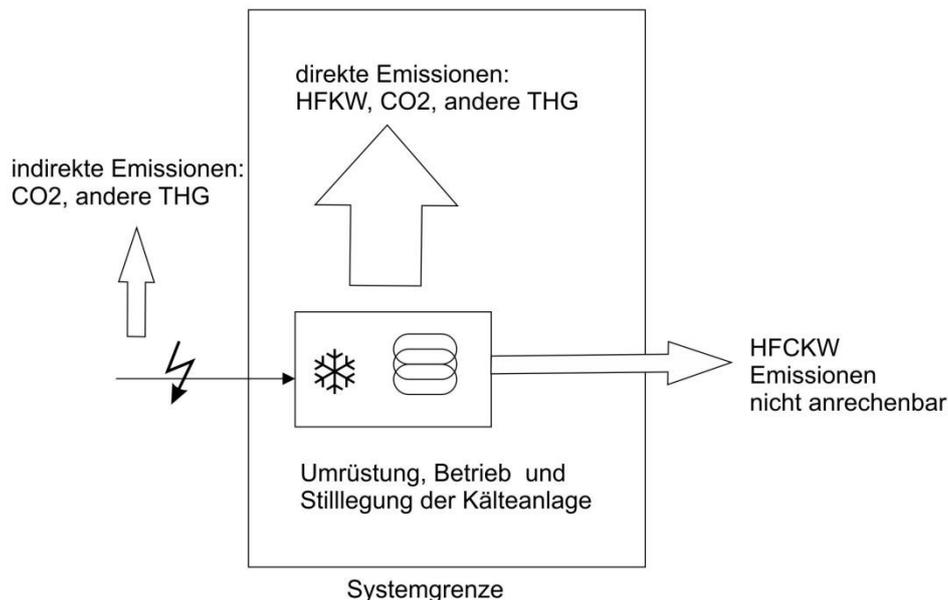
Weist das Projekt Schnittstellen zu Unternehmen auf, die von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind?

Ja

Nein

Gemäss gängiger Praxis sind die Kältemittlemissionen nicht Gegenstand von Zielvereinbarungen im Sinne von Art. 66 bis Art. 79 CO<sub>2</sub>V. Auch Unternehmen, die von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind, können deshalb Programmvorhaben durchführen. Um sicher zu gehen, haben die Träger der Vorhaben zu deklarieren, dass die Programmmassnahmen nicht Gegenstand von Zielvereinbarungen sind.

#### 4.1. Systemgrenze



*Beschreibung:* Im System eingeschlossen sind nur die direkten Emissionen (Kältemittelverluste) während Umrüstung, Betrieb und Stilllegung der Kälteanlagen. Im Referenzszenario handelt es sich dabei um HFKW-Emissionen, im Projektszenario um Emissionen des neuen klimafreundlichen Kältemittels (CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> oder andere low-GWP-Kältemittel). Nicht in das System eingeschlossen sind die HFCKW-Kältemittlemissionen. Da diese auf der Grundlage des Montreal-Protokolls vermieden werden müssen, sind sie nicht Gegenstand des Kyoto-Protokolls und damit auch nicht der CO<sub>2</sub>-Verordnung. Ausserdem fallen sie vor allem bei der Entleerung der HFCKW-Anlage an, was sowohl im Referenz- wie auch im Projektszenario geschieht.

Auch nicht in das System eingeschlossen sind die indirekten Emissionen durch den Stromverbrauch. Unter Schweizer Bedingungen (niedriger Emissionsfaktor von Strom) machen diese Emissionen nur wenige Prozent der direkten Emissionen aus, und sie sind im Projektszenario niedriger als im Referenzszenario, da bei Neuanlagen der Stromverbrauch geringer ist als bei Altanlagen. Der Ausschluss der indirekten Emissionen ist damit grundsätzlich ein konservativer Ansatz.

4.2 Direkte und indirekte Emissionsquellen				
	Quelle	Gas	enthalten	Begründung / Beschreibung
Projektmissionen	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>	ja	Quelle im Projektfall, wenn CO <sub>2</sub> als Kältemittel verwendet wird
		VOC	ja	Quelle im Projektfall, wenn VOC (z.B. Propan, Butan) als Kältemittel verwendet werden
		HFO	ja	Quelle im Projektfall, wenn HFO als Kältemittel verwendet wird
Referenzentwicklung	Indirekte Emissionen durch Stromverbrauch	CO <sub>2</sub> und andere THG	nein	Weggelassen aus Gründen der Konservativität und Praktikabilität
	Direkte Emissionen der Kältemittel	HFCKW	ja	Hauptsächliche THG-Quelle im Referenzszenario
		PFC	ja	THG-Quelle im Referenzszenario, wenn ein Kältemittel verwendet wird, das auch PFC enthält (z.B. R413A).
		VOC	ja	THG-Quelle im Referenzszenario, wenn ein Kältemittel verwendet wird, das auch VOC enthält (z.B. R413A, R422A, R422B).
		HFCKW	nein	Nicht Gegenstand des Kyoto-Protokolls und der CO <sub>2</sub> -Verordnung. Ausserdem im Projekt- und im Referenzszenario enthalten.

Leakage
Es sind keine Leakage-Effekte im Sinne einer Verlagerung von Emissionen ausserhalb der Systemgrenze durch die Programmaktivitäten abzusehen.

## Einflussfaktoren

### TEWI-Formel als Grundlage für die Berechnung der THG-Emissionen von Kälteanlagen

Direkte Emissionen von Kältemitteln entstehen durch Lecks oder Undichtigkeiten während des Betriebs, durch Verluste beim Füllen resp. Nachfüllen der Anlagen sowie durch Verluste bei der Stilllegung. Indirekte Emissionen entstehen durch den Stromverbrauch.

Die wichtigste international anerkannte Methodik zur Ermittlung der THG-Emissionen von Kälteanlagen ist die Berechnung des „Total Equivalent Warming Impact TEWI“ (in tCO<sub>2</sub>eq):

$$TEWI = \frac{GWP_k}{1000} \times m_{k,i} \times \lambda_i \times t_{b,i} + \frac{GWP_k}{1000} \times m_{k,i} \times (1 - \alpha_{rec,i}) + e_{l,y} \times EF_{el} \times t_{b,i} \quad (1)$$

direkte Emissionen
/ indirekte Emissionen

mit

$GWP_k$	<i>Treibhauspotential des Kältemittels k [tCO<sub>2</sub>eq/t Kältemittel]</i>
$m_{k,i}$	<i>Kältemittel-Füllmenge der Kälteanlage i [kg] mit dem Kältemittel k</i>
$\lambda_i$	<i>mittlere Leckrate der Kälteanlage i während dem Betrieb [Anteil pro Jahr]</i>
$t_{b,i}$	<i>Betriebszeit der Anlage [Jahre]</i>
$\alpha_{rec,i}$	<i>Recyclingfaktor bei Stilllegung der Anlage i [-]</i>
$e_{l,y}$	<i>Stromverbrauch der Kälteanlage i pro Jahr [kWh]</i>
$EF_{el}$	<i>Emissionsfaktor Strom [tCO<sub>2</sub>/kWh]</i>

Mit der Methode werden die aus Kältemitteln stammenden direkten THG-Emissionen und die aus der Energienutzung stammenden indirekten Emissionen errechnet und über die ganze Lebenszeit der Anlage summiert. Den grössten Beitrag zu den Klimaauswirkungen leisten die direkten Emissionen. Deshalb sind  $GWP_k$  (Treibhauspotential des Kältemittels),  $\lambda_i$  (Leckrate),  $\alpha_{rec}$  (Recyclingfaktor bei der Stilllegung) und  $m_k$  (Füllmenge), die Einflussfaktoren mit der grössten Bedeutung.

### Emissionen aus dem Strom im vorliegenden Fall nicht relevant

Die indirekten Emissionen machen unter Schweizer Verhältnissen wegen dem hohen Anteil an erneuerbarer Energie bei der Stromproduktion nur wenige Prozent der gesamten Klimaauswirkungen einer Kälteanlage aus. Ausserdem sind sie im Allgemeinen im Projektzenario niedriger als im Referenzzenario, da bei Neuanlagen der Stromverbrauch geringer ist als bei Altanlagen. Deshalb werden sie bei der Emissionsberechnung aus Gründen der Praktikabilität und Konservativität weggelassen.

### Leckrate $\lambda_i$

Im vorliegenden Programm wird der mittlere spezifische Kältemittelverlust angewendet, wie er vom National Inventory Report der Schweiz im Jahr 2014 [9] angegeben wird und zwar für die folgenden Kategorien:

Kategorie „Commercial and Industrial Refrigeration“:

Unter dieser Kategorie werden sämtliche Anlagentypen für industrielle und gewerbliche Anwendungen zusammengefasst (Industriekälte, Gewerbekälte, Supermarktkälte). Das Ergebnis ist ein Mischwert für die Modellrechnung, der von 12% bis 1995 linear absinkt auf 5% für Anlagen, die 2020 gebaut wurden.

**Kategorie "Stationary Air Conditioning":**

Diese Kategorie gilt für alle Anlagen des Typs "Klimakälte" gemäss ChemRRV.

Aus Gründen der Praktikabilität wird die Leckrate hier unabhängig von Baujahr und Kühlsystem einheitlich auf 6% festgesetzt. Dies ist konservativ, denn es entspricht der NIR-Leckrate für alte indirekte Kühlsysteme, währenddem für direkte Kühlsysteme mit einer höheren Leckrate von 10% gerechnet wird. Emissionen aus der Stilllegung

Die zentrale Grösse für die Berechnung der Stilllegungs-Emissionen ist der Recyclingfaktor, welcher festhält, welcher Prozentsatz des Kältemittels zurückgewonnen und entsorgt resp. kontrolliert wiederverwendet wird. Der National Inventory Report der Schweiz im Jahr 2014 verwendet einen Wert von 5% Verluste bei einem fachgerechten Entsorgungsvorgang. Die Emissionen aus der Stilllegung werden im letzten Jahr der Projektlaufzeit angerechnet.

Anrechnungsperiode für die Emissionsverminderungen

Ein für die Emissionsberechnung bedeutsamer Aspekt ist ausserdem die Frage, wie lange die alte Anlage im Referenzszenario noch laufen würde. In dieser Hinsicht verfolgt die Programmmethodik einen sehr konservativen Ansatz: Emissionsverminderungen werden grundsätzlich nur für 5 Jahre angerechnet, selbst bei Anlagen, die mit grosser Wahrscheinlichkeit eine wesentlich längere Restlaufzeit aufweisen würden.

**4.3 Berechnung der Projektemissionen**

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

$$PE_y = \frac{GWP_{k_{neu}}}{1000} \times m_{j,k_{neu}} \times \lambda_i \quad (2)$$

mit

*PE<sub>y</sub>*            *Projektemissionen im Jahr y [tCO<sub>2</sub>eq]*  
*GWP<sub>k<sub>neu</sub></sub>*    *Treibhauspotential des Kältemittels der neuen Anlage [CO<sub>2</sub>eq, Fixparameter]*  
*m<sub>j,k<sub>neu</sub></sub>*      *Kältemittel-Füllmenge der neuen Kälteanlage j [kg, berechnet]*  
*λ<sub>i</sub>*              *mittlere Leckrate der alten Kälteanlage i [Anteil pro Jahr, Fixparameter]*

Neuere Anlagen mit low-GWP-Kältemitteln haben üblicherweise wesentlich geringere Leckraten und Füllmengen als ältere Kälteanlagen. Da die neuen Kältemittel ein sehr geringes GWP haben (maximal 10), sind die Projektemissionen aber auch ohne diese Verminderung der massgebenden Parameter viel geringer als die Referenzemissionen. Statt einer separaten Erhebung der Parameter der Neuanlagen wird deshalb von den folgenden konservativen Annahmen ausgegangen:

- Die Leckrate der neuen Anlage ist identisch mit derjenigen der Altanlage

- Die Füllmenge mit dem neuen low-GWP-Kältemittel ist identisch mit derjenigen der Altanlage. Für die Berechnung gilt somit:  $m_{j,k_{neu}} = m_{i_{alt},k_{HFCKW}}$  (2a)

mit

$m_{i_{alt},k_{HFCKW}}$  (theoretische) Füllmenge der alten Anlage  $i$  mit dem Umrüstungs-Kältemittel  $k$  [kg, berechnet]

Streng genommen müssten mit Bezug auf die TEWI-Formel (1) auch die Emissionen aus der Stilllegung der Neuanlage auf die Nutzungsperiode vorgerechnet und einbezogen werden. Diese sind aber wegen des geringen GWP der eingesetzten Kältemittel sehr gering, und deren Auswirkungen sind durch die obigen konservativen Annahmen, welche zu einer Überschätzung der Projektemissionen um mindestens 50% führen, bereits abgedeckt.

#### 4.4 Referenzentwicklung

Gemäss dem Referenzszenario werden die Kälteanlagen nach ihrer Umrüstung auf ein HFCKW-Kältemittel während einer Restlaufzeit von 5 Jahren weiterbetrieben. Die Berechnungsformel für die Referenzemissionen einer Anlage in einem bestimmten Jahr  $y$  dieser Restlaufzeit lautet:

$$RE_{B,y} = \frac{GWP_{k_{alt}}}{1000} \times m_{i_{alt},k_{HFCKW}} \times \lambda_i \quad (3)$$

mit

$RE_{B,y}$  Referenzemissionen aus Betrieb im Jahr  $y$  [tCO<sub>2</sub>eq]

$GWP_{k_{alt}}$  Treibhauspotential des Umrüstungs-Kältemittels [CO<sub>2</sub>eq, Fixparameter]

$m_{i_{alt},k_{HFCKW}}$  (theoretische) Füllmenge der alten Anlage  $i$  mit dem Umrüstungs-Kältemittel  $k$  [kg, berechnet]

$\lambda_i$  mittlere Leckrate der alten Kälteanlage  $i$  [Anteil pro Jahr, Fixparameter]

Im ersten Jahr des Anlagenersatzes werden 0.5% hinzugerechnet wegen Leckagen bei Befüllung der Anlage.

Im letzten Jahr der 5-jährigen Restlaufzeit kommen zu den Emissionen aus dem jährlichen Betrieb noch diejenigen aus der Stilllegung der Anlage dazu, die wie folgt berechnet werden:

$$RE_S = \frac{GWP_{k_{alt}}}{1000} \times m_{i_{alt},k_{HFCKW}} \times 0.87 \times (1 - \alpha_{rec,i}) \quad (4)$$

mit

$RE_S$  Referenzemissionen aus Stilllegung im Jahr 2020 [tCO<sub>2</sub>eq]

$GWP_{k_{alt}}$  Treibhauspotential des Umrüstungs-Kältemittels [CO<sub>2</sub>eq, Fixparameter]

$m_{i_{alt},k_{HFCKW}}$  (theoretische) Füllmenge der alten Anlage  $i$  mit dem Umrüstungs-Kältemittel  $k$  [kg, berechnet]

$\alpha_{rec,i}$  Recyclingfaktor aus Stilllegung der alten Anlage  $i$  [Fixparameter (Standardwert)]

Der Faktor 0.87 berücksichtigt, dass am Ende der Laufzeit nur noch ein Teil der Füllung in der Anlage vorhanden sein dürfte.

Die theoretische Füllmenge mit dem HFCKW-Kältemittel (Parameter  $m_{i_{alt},k_{HFCKW}}$ ) wird auf

konservative Weise aus der Füllmenge der alten Anlage mit dem HFCKW-Kältemittel abgeschätzt:

$$m_{i_{alt},k_{HFCKW}} = 0.9 \times m_{i_{alt},k'_{HFCKW}} \quad (5)$$

mit

$$m_{i_{alt},k'_{HFCKW}} \quad \text{Füllmenge der alten Anlage } i \text{ mit dem HFCKW-Kältemittel } k' \\ [\text{kg}]$$

Der Faktor von 0.9 basiert auf der folgenden konservative Annahme:- Die Füllmenge (in kg) mit dem Umrüstungs-Kältemittel ist wegen Dichteunterschieden oft geringer als diejenige mit dem ursprünglichen HFCKW-Mittel, beträgt aber in allen Fällen mindestens 90% derselben.

Die Ermittlung der Parameter ist in Abschnitt 6.2 beschrieben.

#### 4.5 Erwartete Emissionsverminderungen

Die Herleitung der erwarteten Emissionsverminderungen basiert auf der Annahme, dass während der aktiven Phase 2015 bis 2018 total 100 Anlagen in das Programm aufgenommen werden können. Dies entspricht ca. 6% der R22-Anlagen, welche von Alter und Grösse her für das Programm grundsätzlich in Frage kommen (Füllmenge > 50kg und Alter <= 30 Jahre). Weiter wird von der konservativen Annahme ausgegangen, dass nur gut 20% der HFCKW-Anlagen, die durch neue Anlagen ersetzt werden sollen, die Aufnahmekriterien erfüllen. Die gesamte Herleitung der Prognose ist in Anhang 3 wiedergegeben. Die Annahmen sind kompatibel mit den Prognosen für künftige Umrüstungen und Stilllegungen von R22-Anlagen gemäss Praxisanalyse im Anhang 6.

Jahr	Erwartete Referenzentwicklung (in t CO2eq)	Erwartete Projekt-emissionen (in t CO2eq)	Schätzung der Leakage (in t CO2eq)	Erwartete Emissionsverminderungen (in t CO2eq)
2015	1'118	3.6		1'114
2016	3'361	10.8		3'350
2017	4'836	15.7		4'820
2018	5'395	17.7		5'377
2019	5'604	18.4		5'586
2020	5'441	14.9		5'426
2021	3'208	7.7		3'200
2022	1'072	2.7		1'069
2023	395	0.7		394
ab 2024	0	0.0		0
Über die Projektlaufzeit(2015 - 2020)	25'755	81		25'674
Über die Wirkungsdauer (2015 - 2023)	30'430	85		30'338

#### Wirkungsaufteilung

Es wird davon ausgegangen, dass die Vorhaben keinerlei Finanzhilfen erhalten, da bis jetzt keinerlei Förderprogramme existieren, welche entsprechende Finanzhilfen vergeben. Sollte trotzdem ein Vorhaben Finanzhilfen erhalten, wird situativ eine Wirkungsaufteilung gemäss den Vorgaben des BAFU vorgenommen.

#### 5. Nachweis der Zusätzlichkeit

##### Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse erfolgt mittels einer Benchmarkanalyse, bezogen auf die Internal Rate of Return IRR (Option 3 gemäss BAFU-Mitteilung). Der Benchmark für die IRR wurde auf der Grundlage der Kapitalkostenstudie 2013 der Rechnungsprüfungsfirma KPMG [14] auf ■■ gesetzt. Dies ist konservativ, denn die "Weighted Average Cost of Capital (WACC)" aus den Branchen, welche die hauptsächlichen Anwender von Kälte- und Klimaanlageanlagen sind, liegen höher (Chemicals und Pharmaceuticals: ■■■■ Consumer Markets: ■■■■ Diversified Industrials: ■■■■, Gesamt: ■■■■). Berücksichtigt wurde dabei auch, dass bei den Investitionen eher ein tieferes unternehmerisches Risiko besteht im Vergleich zum Durchschnitt aller Investitionen eines Unternehmens (ansonsten wäre ein Benchmark von ■■ angemessen).

Der vollständige Ersatz von noch funktionsfähigen Anlagen ist in der Regel unwirtschaftlicher als Umrüstungen, denn es entstehen erhebliche Mehrinvestitionen gegenüber dem Referenzszenario. In gewissen Fällen lassen sich aber mit der Neuanlage die Betriebskosten so stark reduzieren, dass die Mehrinvestitionen aufgewogen werden.

Bei der Investitionsanalyse ist nicht die Wirtschaftlichkeit der Neuanlage an sich zu überprüfen, sondern die Differenz zwischen dem Projektfall und dem Referenzszenario. Dabei wird von folgenden Voraussetzungen ausgegangen:

- Die entscheidende Grösse für die Wirtschaftlichkeit der Ersatzinvestition ist die Differenz zwischen dem Projekt- und dem Referenzszenario bezüglich Investitionskosten und Betriebskosten.
- Im Referenzszenario fällt zu Beginn die Investition für die Umrüstung an.  
Die Amortisationszeit dieser Investition wird für das Referenzszenario R1 „Drop-in“ (eher kurzfristige Massnahme) auf 5 Jahre gesetzt, was der vorausgesetzten minimalen Restlaufzeit entspricht. Die Kosten des Drop-ins (Arbeits- und Materialaufwand) werden anhand einer Abschätzungsformel (1.5-facher allg. Wartungsaufwand + Kosten des Kältemittels) mit konservativen Annahmen ermittelt.  
Für das Referenzszenario R2 "Retrofit" werden die Umrüstungskosten auf der Grundlage einer konkreten Offerte ermittelt, die bei der Programmaufnahme auf ihre Plausibilität geprüft wird. Als Amortisationszeit werden 10 Jahre angenommen.
- Die Kosten für die Entsorgung des Ersatzkältemittels werden bei der Stilllegung in der Investitionsrechnung eingerechnet (Entsorgungspreis Kältemittel siehe [17] und [18]).
- Im Projektszenario fällt die Investition für die neue Kälteanlage bei Projektbeginn an, im Referenzszenario erst nach Ablauf der obigen Amortisationszeit der Investitionen in die

Umrüstung. Nach Ablauf der Amortisationszeit der Ersatzanlage (25 Jahre) weist die Anlage im Referenzszenario deshalb noch einen Restwert auf.

- Die Kosten für Wartung und Unterhalt nehmen mit dem Bau der Ersatzanlage ab, weil einerseits die Dichtigkeitsprüfung wegfällt, andererseits die Kosten beim Nachfüllen der Kältemittel abnehmen.
- Ausserdem wird davon ausgegangen, dass die neue Anlage weniger Strom verbraucht und dementsprechend Energiekosten eingespart werden (Annahme zum Strompreis: 0.18 CHF/kWh für Bezüge bis 100 MWh, 0.15 CHF/kWh für Bezüge darüber).

Ob ein Vorhaben auch ohne THG-Erlös wirtschaftlich sein kann, ist vor allem von folgenden Faktoren abhängig:

- Investitionskosten der neuen Anlage
- Investitionen in die Umrüstung (kostengünstiges Drop-in oder aufwändiges Retrofit?)
- Einsparungen beim Stromverbrauch gegenüber der Altanlage (Erfahrungswerte: 5% - 15%, Extremwert: 20% Stromeinsparung).
- Füllmenge mit dem entsprechenden Kältemittel (je höher, desto grössere Kosteneinsparung durch Wegfall der Nachfüllkosten).

Im Anhang 4 sind folgende Berechnungen wiedergegeben:

- File "P2\_HFCKW\_A4\_Berechnungstool\_R1\_unter100kW":  
Beispielrechnungen für Kälteanlagen mit weniger als 100 kW Kälteleistung.
- File "P2\_HFCKW\_A4\_Berechnungstool\_R1\_über100kW":  
Beispielrechnungen für Kälteanlagen mit mehr als 100 kW Kälteleistung, mit Variation der Parameter "spezifische Investitionskosten pro kW Kälteleistung" und "spezifische Füllmenge pro kW Kälteleistung".

Der Vergleich zeigt, dass für das Referenzszenario R1 "Drop-in" die IRR stets unter dem Benchmark von ■■■■ liegt, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

Kälteleistung ( $Q_{0i}$ )	Füllmenge HFCKW	Investitionskosten neue Anlage
20 - 29 kW	< 75 kg	<span style="background-color: black; color: black;">■■■■■■■■■■</span>
30 - 39 kW	< 75 kg	<span style="background-color: black; color: black;">■■■■■■■■■■</span>
40 - 49 kW	< 100 kg	<span style="background-color: black; color: black;">■■■■■■■■■■</span>
50 - 74 kW	< 120 kg	<span style="background-color: black; color: black;">■■■■■■■■■■</span>
75 - 99 kW	< 150 kg	<span style="background-color: black; color: black;">■■■■■■■■■■</span>
$\geq 100$ kW	< 1.5 kg / kW Kälte	<span style="background-color: black; color: black;">■■■■■■■■■■</span> pro kW Kälte

Durch den Erlös aus den Emissionsverminderungen wird die IRR wesentlich verbessert.

### Sensitivitätsanalyse

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurde überprüft, ob die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsanalyse robust sind bei Variation zentraler Parameter. Dabei wurden folgende 6 Parameter je nach Variabilität um 10%, 25% oder 100% nach oben und nach unten variiert:

- Stromverbrauch der Altanlage pro kW Kälteleistung (Grundannahme: 1440 kWh/a, Variation ■■■)
- Strompreis (Grundannahme 0.18 CHF, Variation ■■■)
- allgemeine Wartungskosten der neuen Anlage (Grundannahme: 1.25 % der Anlagekosten, Variation ■■■)
- Preis der HFCKW-Kältemittel (Grundannahme: CHF 60.- pro kg, Variation ■■■)
- spezifische Kosten für Ersatzinvestitionen (Grundannahme: CHF 400.-/kW Kälteleistung, Variation ■■■).
- Kosten für die Umrüstung auf HFCKW-Kältemittel (Arbeitsaufwand): (Grundannahme: 1.5 x allg. Wartungskosten, Variation ■■■)

Die Resultate (vgl. Anhang 4) zeigen, dass der Benchmark in keiner der Parametervariationen überschritten wird.

### Überprüfung der Additionalität auf Stufe der einzelnen Vorhaben

Bei der Aufnahme neuer Vorhaben kommen zwei verschiedene Verfahren zur Anwendung:

Verfahren 1: Summarischer Additionalitätsnachweis:

In folgenden Fällen kann die Additionalität summarisch nachgewiesen werden, ohne dass weitere Berechnungen gemacht werden müssen:

- Es handelt sich um das Referenzsszenario "Drop-in"
- Die Investitionskosten liegen über dem auf S. 21 angegebenen Schwellenwert
- Die Füllmenge mit dem HFCKW-Kältemittel liegt unter dem auf S. 21 angegebenen Schwellenwert.
- Es handelt sich nicht um eine Spezialanlage in einem Betrieb zur Herstellung von Speiseeis, Dauerbackwaren oder Schokolade, welche einen besonders hohen spezifischen Stromverbrauch haben.

Die einzigen Kennzahlen, die in diesem Fall vom Gesuchsteller zu übermitteln (und zu belegen) sind, sind also die Investitionssumme in die Neuanlage, die Füllmenge mit dem Kältemittel und die Kälteleistung.

Verfahren 2: Projektspezifische Additionalitätsprüfung:

Sind die obigen Bedingungen nicht erfüllt, wird die Additionalität projektspezifisch überprüft. Dabei sind je nach Projekt zusätzliche Angaben zur Abschätzung des Stromverbrauchs in

das Berechnungstool einzugeben. Wie diese ermittelt werden, wird im Kapitel 6.2., Abschnitt "Kennzahlen für die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit" erläutert.

Für das Referenzszenario R2 "Retrofit" ist immer eine projektspezifische Additionalitätsprüfung durchzuführen, und insbesondere die Investitionssumme für den Retrofit ist mit einer plausiblen Offerte vor das entsprechende Vorhaben zu belegen. Ausserdem kann es Spezialfälle geben, in denen die Additionalitätsprüfung projektspezifisch durchgeführt werden muss, weil zuerst situativ zu klären ist, wie die massgebenden Kosten überhaupt zu ermitteln sind. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn mehrere Kälteanlagen, von denen nicht alle die Aufnahmekriterien erfüllen, durch eine neue Anlage ersetzt werden, oder wenn eine bereits bestehende CO<sub>2</sub>- oder Ammoniakkälteanlage erweitert wird, um eine HCFKW-Anlage zu ersetzen.

In jedem Fall werden projektspezifische Additionalitätsprüfungen im Monitoringbericht ausführlich dokumentiert und dem Verifizierer zur Prüfung vorgelegt.

Erläuterungen zu anderen Hemmnissen

Die Zusätzlichkeit der Vorhaben wird anhand der Wirtschaftlichkeitsanalyse gezeigt, so dass sich eine Analyse allfälliger anderer Hemmnisse erübrigt.

Es kann zwar Fälle geben, in denen der Bau einer Ersatzanlage durch andere Hemmnisse verhindert wird, obwohl er wirtschaftlich wäre, z.B. wenn der Bau einer Neuanlage nicht möglich ist, weil die Kälteanlage permanent in Betrieb sein muss. Solche Hemmnisse können aber üblicherweise auch durch das Programm nicht beseitigt werden, denn dieses kann nur in finanzieller Hinsicht Anreize schaffen.

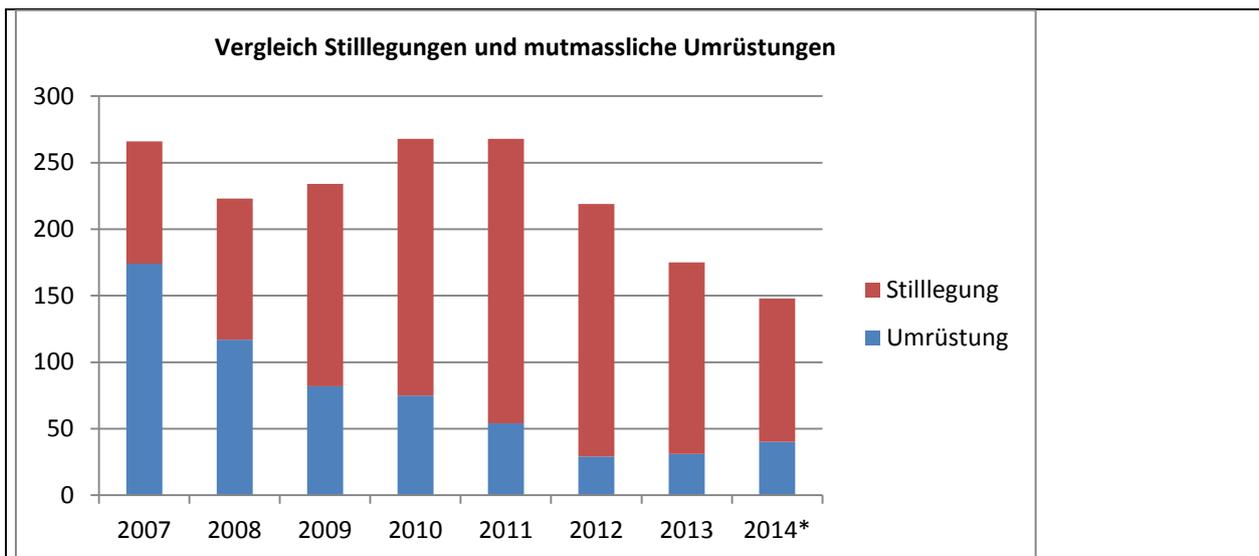
### Übliche Praxis

Um zu klären, inwiefern die Umrüstung von HFCKW-Anlagen übliche Praxis ist, wurde eine Praxisanalyse basierend auf den Kennzahlen der Schweizerischen Meldestelle für Kälteanlagen und Wärmepumpen SMKW vorgenommen. Ausgewertet wurden dabei die Daten über die gemeldeten Anlagen, welche mindestens 20 kg an R22 oder an einem der typischen Umrüstungskältemittel R404A, R407A, R407C, R422A oder R422D enthalten.

Eine Schwierigkeit ist allerdings, dass in der Datenbank der SMKW die Umrüstungen nicht explizit erfasst sind. Wurde zum Beispiel eine 1995 mit R22 erstellte Anlage 2010 auf R404A umgerüstet, wird sie seither einfach unter diesem Kältemittel weiter geführt. Die Daten der SMKW enthielten aber die Möglichkeit, aufgrund des Baujahres der Anlagen und des Zeitpunktes der Meldungen indirekt Rückschlüsse zu ziehen, welche Anlagen umgerüstet wurden. So wird davon ausgegangen, dass es sich bei vor 2003 erstellten Anlagen, die erst später mit den typischen Drop-in-Kältemitteln R407C, R422A oder R422D angemeldet wurden, um Umrüstungen handelte. Im Falle des Kältemittels R404A ist die Situation etwas schwieriger, da dieses bereits ab 1995 für Neuanlagen eingesetzt wurde. Immerhin können aber diejenigen Anlagen, die vorher erstellt wurden, eindeutig als Umrüstungen identifiziert werden. Im Falle von R404A ist diese Abschätzung sehr konservativ, denn mit Sicherheit befinden sich unter den Anlagen mit Baujahr 1994 bis 2005 auch noch solche, die umgerüstet wurden. Ausserdem wurde R134a nicht in die Betrachtung einbezogen, dessen Problematik ähnlich ist wie bei R404A, das aber wegen seinen technischen Eigenschaften für Umrüstungen von R22-Anlagen weitaus weniger eingesetzt wird als für Neuanlagen. Weiter ist zu beachten, dass nicht alle Anlagen tatsächlich bei der SMKW gemeldet sind.

Auf diese Weise kann gezeigt werden, dass in der Schweiz in der Zeit zwischen 2007 und 2015 mindestens 756 Umrüstungen von Kälteanlagen durchgeführt worden sind, wobei es sich dabei mehrheitlich um Umrüstungen auf R407C (502 identifizierte Fälle) und R404A (154 identifizierte Fälle) handelt.

Die vollständigen Resultate der Praxisanalyse sind im Anhang 6 wiedergegeben. Die untenstehende Grafik zeigt die Resultate als Vergleich zwischen den jährlich gemeldeten Stilllegungen von R22-Anlagen und den mutmasslichen Umrüstungen gemäss oben genannten Kriterien.



Die Resultate können wie folgt zusammengefasst werden:

- Umrüstungen von R22-Anlagen sind eine verbreitete Praxis in der Schweiz.
- Die am meisten verbreiteten Umrüstungs-Kältemittel sind R407C und R404A.
- Nachdem Umrüstungen von 2007 bis 2012 zurückgegangen sind, nahmen sie 2013 und 2014 wieder leicht zu.
- Werden die Zahlen zu Umrüstungen mit denen zu Stilllegungen ins Verhältnis gesetzt, ergibt sich ein Verhältnis von 1:1 bis 1:7 mit folgender Dynamik: 2008 lag das Verhältnis noch bei 1:1, bis 2012 ist es auf 1:7 gesunken, danach aber wieder angestiegen auf 1:5 bis 1:3.

Die Praxisanalyse zeigt, dass das Grundmodell bezüglich des Referenzszenarios korrekt ist. Gemäss diesem wird situativ abgewogen, ob sich für eine bestimmte Anlage eine Stilllegung mit Bau einer vollständig neuen Ersatzanlage anbietet oder eine Umrüstung. Ausschlaggebend für den Entscheid zu diesem Vorgehen sind normalerweise wirtschaftliche und technische Überlegungen: Ersatzanlagen werden überwiegend dann gebaut, wenn die HFCKW-Anlagen ohnehin so alt sind, dass sich eine Umrüstung nicht mehr lohnt. Ausserdem gibt es natürlich Firmen, welche aus umwelt- und firmenpolitischen Grundsatzüberlegungen generell auf Ersatzanlagen anstelle von Umrüstungen setzen. Alle diese Faktoren sind in den Auswahlkriterien einschliesslich Additionalitätsprüfung bereits einbezogen, sodass nur diejenigen Vorhaben in das Programm aufgenommen werden, bei denen ohne Programmaktivität mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Umrüstung ausgeführt würde.

## 6. Aufbau und Umsetzung des Monitorings

### 6.1 Beschreibung der gewählten Monitoringmethode

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: Projektantrag vor Realisierung des Vorhabens
2. Stufe: Projektdokumentation nach Realisierung des Vorhabens

Die Angaben werden von der Programmleitung auf ihre Plausibilität geprüft. Da mit der Projektdokumentation sämtliche Parameter zur Berechnung der Emissionsreduktionen während der ganzen Wirkungsperiode des Vorhabens vorhanden sind, ist keine jährliche Datenerhebung mehr nötig.

In den nachfolgenden Jahren besteht das Monitoring in erster Linie aus der korrekten Berechnung der Emissionsreduktionen, welche von der Programmleitung ausgeführt wird.

Zusätzlich wird jährlich überprüft, ob sich der rechtliche Rahmen bezüglich Kälteanlagen und Kältemittel verändert hat. Entsprechende Änderungen (z.B. Revisionen der ChemRRV) werden im Monitoringbericht detailliert beschrieben und im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf das Referenzszenario beurteilt. Relevant wäre insbesondere, falls eine gesetzliche Sanierungspflicht für die im Programm aufgenommenen Kälte-/ Klimaanlageanlagen oder ein Umrüstungsverbot eingeführt würde, denn ab dem In-Kraft-Treten einer solchen Regelung wäre die Zusätzlichkeit für die betroffenen Anlagen nicht mehr gegeben.

6.2 Datenerhebung und Parameter													
Parameter	$k_{HFCKW}$												
Beschreibung des Parameters	HFCKW-Kältemittel, auf das die alte Kälteanlage im Referenzszenario umgerüstet würde												
Einheit	-												
Datenquelle	Praxisanalyse (Anhang 6) und Leitfaden für die Kältemittelauswahl [19][												
Erhebungsinstrument	-												
Beschreibung Ablauf	<p><u>Im Falle des Referenzszenarios R1 "Drop-in":</u> Wahl des Referenzkältemittels je nach Anlagentyp:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anlagentyp</th> <th>Referenz-Kältemittel</th> <th>GWP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Klima / Kaltwasser</td> <td>R407C</td> <td>1770</td> </tr> <tr> <td>Normalkühlung</td> <td>R422D</td> <td>2730</td> </tr> <tr> <td>Tiefkühlung</td> <td>R422A</td> <td>3140</td> </tr> </tbody> </table> <p>Das Referenzkältemittel ist konservativ gewählt, d.h. es wird bei mehreren Möglichkeiten dasjenige Kältemittel mit dem geringsten GWP gewählt.</p> <p><u>Im Falle des Referenzszenarios R2 "Retrofit":</u> Mit einer Offerte einer unabhängigen Fachfirma (andere Firma als diejenige, welche die Ersatzanlage plant) ist zu begründen, wie ein Retrofit von statten gehen würde, und welches Kältemittel dabei zum Einsatz käme. Wird ein Kältemittel mit GWP über 2000 vorgeschlagen (z.B. R404A), ist stichhaltig zu begründen, weshalb kein Ersatzkältemittel mit geringerem GWP zur Verfügung steht.</p>	Anlagentyp	Referenz-Kältemittel	GWP	Klima / Kaltwasser	R407C	1770	Normalkühlung	R422D	2730	Tiefkühlung	R422A	3140
Anlagentyp	Referenz-Kältemittel	GWP											
Klima / Kaltwasser	R407C	1770											
Normalkühlung	R422D	2730											
Tiefkühlung	R422A	3140											
Kalibrierungsablauf (keine Messung)	-												
Genauigkeit der Methode	<p><u>Im Falle des Referenzszenarios R1 "Drop-in":</u> Konservative Wahl anstelle einer aufwändigen und mit Unsicherheiten belasteten Analyse des Einzelfalles.</p> <p><u>Im Falle des Referenzszenarios R2 "Retrofit":</u> Situative Betrachtung des Einzelfalles. Die Wahl muss hinreichend begründet und dokumentiert sein. Im Zweifelsfall ist die konservativere von mehreren Möglichkeiten zu wählen.</p>												
Messintervall	einmalige Erhebung vor Ausführung des Projekts												
Verantwortliche Person	Kälte-Fachperson												
Kommentar													

Parameter	$m_{i_{alt},k'_{HFCKW}}$
Beschreibung des Parameters	Füllmenge der Altanlage mit dem HFCKW-Kältemittel
Einheit	kg
Datenquelle	Anlagenspezifische Dokumentation der Altanlage mit früherem Kältemittel z.B.: - Typenschild an der Anlage (Fotonachweis) - Anlagendokumentation - Wartungsheft gemäss BAFU-Wegleitung betreffend stationäre Anlagen und Geräte mit Kältemitteln, Anhang A
Erhebungsinstrument	-
Beschreibung Ablauf	Dokumentation gemäss Datenquelle.
Kalibrierungsablauf (keine Messung)	-
Genauigkeit der Methode	Im Allgemeinen +/- 1 kg.
Messintervall	einmalige Erhebung vor Ausführung des Projekts
Verantwortliche Person	Gesuchsteller / Fachperson für Kältetechnik
Kommentar	Die Füllmenge mit dem Ersatzkältemittel (HFKW) $m_{i_{alt},k_{HFKW}}$ wird als konservativer Schätzwert aus diesem Parameter abgeleitet $(m_{i_{alt},k_{HFKW}} = 0.9 \times m_{i_{alt},k'_{HFCKW}})$ .

Fix- und Systemparameter für die Berechnung (Projekt- und Referenzemissionen)

Parameter	$GWP_k$
Beschreibung des Parameters	Treibhauspotential des Kältemittels k
Einheit	CO <sub>2</sub> eq
Datenquelle	Das GWP der verschiedenen HFKW ist in Anhang 1 der CO <sub>2</sub> -Verordnung [1] festgeschrieben, basierend auf dem Wert für 100 Jahre im IPCC Bericht 4 2007. Gemische (Blends) weisen eine festgesetzte Zusammensetzung auf, aus der sich der GWP-Wert des Stoffgemischs errechnen lässt. Die nachfolgenden Werte sind – gerundet auf die zweite Stelle vor dem Komma – auf der BAFU-Liste „Übersicht über die wichtigsten Kältemittel“, Stand 06.12.2013 [4] wiedergegeben.

Einzusetzende Werte	R23	14800	R407D	1630
	R134a	1430	R410A	2090
	R125	3500	R413A	2050
	R143a	4470	R417A	2350
	R404A	3920 <sup>1</sup>	R422A	3140
	R407A	2110	R422D	2730
	R407B	2800	R427A	2140
	R407C	1770	R507A	3920
	R290 (Propan)	3	R600 (Butan)	3
	R717 (NH <sub>3</sub> )	0	R744 (CO <sub>2</sub> )	1
	HFO-1234yf	4	HFO-1234ze	6
	Weitere allfällige Kältemittel gemäss aktuellem Stand der BAFU-Liste [4].			
Verfahren zum Festlegen der Werte	Durch die zuständige Kältefachperson wird bestimmt, welches Kältemittel im Referenzszenario zur Anwendung käme, unter Beachtung der Varianten R1 (Defaultwerte) resp. R2 (anlagenspezifische Festlegung). Dieses wird dann für die Berechnung der Emissionsreduktionen verwendet.			
Kommentar	<sup>1</sup> R404A: Eigene Berechnung aus IPCC 4 und Normzusammensetzung, da die BAFU-Liste [4] vermutlich einen Fehler enthält.			

Parameter	$\lambda_i$																		
Beschreibung des Parameters	Leckrate der alten Kälteanlage i beim Betrieb																		
Einheit	Anteil pro Jahr																		
Datenquelle	Swiss Greenhouse Gas Inventory 1990-2012, Submission of 15 April 2014, Table 4-29 on page 218 ([9], Auszug siehe Anhang A5)																		
Einzusetzende Werte	<p><u>Industriekälte, Gewerbekälte und Supermarkt-Kälte:</u> Abhängig vom Baujahr der Anlage:</p> <table border="1"> <tr><td>bis 1995</td><td>12.0%</td></tr> <tr><td>1996</td><td>11.7%</td></tr> <tr><td>1997</td><td>11.4%</td></tr> <tr><td>1998</td><td>11.2%</td></tr> <tr><td>1999</td><td>10.9%</td></tr> <tr><td>2000</td><td>10.6%</td></tr> <tr><td>2001</td><td>10.3%</td></tr> <tr><td>2002</td><td>10.0%</td></tr> <tr><td>2003</td><td>9.8%</td></tr> </table> <p>(ab 2003 HFCKW-Verbot für neue Anlagen)</p> <p><u>Klimakälte:</u> NIR-Wert für "Stationary Air Conditioning: Indirect Cooling-Systems" von <b>6%</b>.</p>	bis 1995	12.0%	1996	11.7%	1997	11.4%	1998	11.2%	1999	10.9%	2000	10.6%	2001	10.3%	2002	10.0%	2003	9.8%
bis 1995	12.0%																		
1996	11.7%																		
1997	11.4%																		
1998	11.2%																		
1999	10.9%																		
2000	10.6%																		
2001	10.3%																		
2002	10.0%																		
2003	9.8%																		

Verfahren zum Festlegen der Werte	<p>Klassierung der Anlage auf der Grundlage von Anhang 3 der BAFU-Wegleitung 15/09 "Bewilligung von Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln" und Auswahl der entsprechenden Leckrate.</p> <p>Im ersten Jahr des Anlagenersatzes werden 0.5% hinzugerechnet wegen Leckagen bei Befüllung der Anlage.</p>
Kommentar	<p>Die Leckrate während des Betriebs bezieht sich auf die Füllmenge der Kälteanlage. Im Modell wird angenommen, dass die Anlage periodisch wiederbefüllt wird. Auch die Kältemittelverluste beim Nachfüllen einschliesslich Transportverluste werden in der Leckrate mitberücksichtigt.</p> <p>Für die Emissionsberechnung wird aus Gründen der Konservativität angenommen, dass die Neuanlagen eine gleich hohe Leckrate haben wie die Altanlagen.</p>

Parameter	$\alpha_{rec,i}$
Beschreibung des Parameters	Standard-Recyclingfaktor bei Stilllegung der Anlage i
Einheit	Anteil
Datenquelle	Swiss Greenhouse Gas Inventory 1990-2012, Submission of 15 April 2014, Table 4-29 on page 218 ([9], Auszug siehe Anhang A5) und ergänzende Informationen der Autorin des Berichts für die Emissionskategorie
Einzusetzende Werte	95%
Auswahl- oder Messverfahren zum Festlegen der Werte	Klassierung der Anlage auf der Grundlage von Anhang 3 der BAFU-Wegleitung 15/09 "Bewilligung von Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln" und Auswahl des entsprechenden Standard-Recyclingfaktors.
Kommentar	-

Kennzahlen für die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit

Parameter	$Q_{0,i}$
Beschreibung des Parameters	Kälteleistung der alten HFCKW-Anlage i
Einheit	kW
Datenquelle	<p>Gemäss anlagenspezifischer Dokumentation des Erstellers der Anlage z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Typenschild an der Anlage (Fotonachweis)</li> <li>- Anlagendokumentation</li> <li>- Wartungsheft gemäss BAFU-Wegleitung betreffend stationäre Anlagen und Geräte mit Kältemitteln, Anhang A</li> </ul>

Einzusetzende Werte	Anlagenspezifische Kälteleistung gemäss Datenquelle
Auswahl- oder Messverfahren zum Festlegen der Werte	Dokumentation in Projektdokumentation
Kommentar	Dieser Wert ist nur bei der summarischen Additionalitätsprüfung erforderlich.

Parameter	$el_i$
Beschreibung des Parameters	Jahres-Stromverbrauch der Kälteanlage i
Einheit	kWh / Jahr
Datenquelle	<p>Im Falle von Option I: Abschätzung Elektrizitätsverbrauch Kälteanlagen. Excel-Tool der Kampagne effiziente Kälte, Energie Schweiz [24]</p> <p>Im Falle von Option II: Messung an alter Anlage i</p> <p>Im Falle von Option III: Nachvollziehbare anlagenspezifische Dokumentation und Beschreibung der Methode.</p>
Einzusetzende Werte	Anlagenspezifischer Jahres-Stromverbrauch gemäss Datenquelle
Auswahl- oder Messverfahren zum Festlegen der Werte	<p>Option I: Abschätzung mit dem Excel-Tool " Abschätzung Elektrizitätsverbrauch Kälteanlagen" der Kampagne effiziente Kälte, Energie Schweiz [24].</p> <p>Option II: Direkte Messung Bedingung ist, dass ein Stromzähler vorhanden ist, der den Strom der Kälteanlage ohne weitere Geräte oder Installationen misst. Erforderlich sind die Verbrauchszahlen mindestens aus den letzten drei Betriebsjahren. Massgebend ist der Durchschnittswert aus dieser Zeitperiode.</p> <p>Option III: Andere Methode Falls der Stromverbrauch mit einer anderen Methode ermittelt wird (z.B. aus Angaben des Herstellers), ist dies nachvollziehbar zu belegen. Die Korrektheit der Ermittlung wird bei der Verifizierung geprüft.</p>

Kommentar	<p>Der Stromverbrauch muss nur abgeschätzt werden, wenn eine projektspezifische Additionalitätsprüfung vorgenommen wird. Für die summarische Additionalitätsprüfung wurde von einem konservativen Standardwert für den spezifischen Stromverbrauch von 1'440 kWh pro kW Kälteleistung der Anlage ausgegangen, und der Stromverbrauch muss nicht mehr erhoben werden.</p> <p>Zur Verfügung stehen folgende Vorgehensvarianten:</p> <p><i>Variante A:</i>  <i>Abschätzung des Stromverbrauchs der Neuanlage nach Option I oder III, konservative Annahme einer Verbesserung der Energieeffizienz um 20%.</i>          Mit Hilfe des Tools "Abschätzung Elektrizitätsverbrauch Kälteanlagen" ist durch eine Kältefachperson der Elektrizitätsverbrauch der neuen Anlage abzuschätzen. Die Eingabedaten (z.B. zu Kälteleistung, elektrische Leistung der Verdichter, Nutztemperatur, Verdampfungstemperatur, Kondensationstemperatur) sind durch die verantwortliche Kältefachperson einzusetzen und anhand der Anlagendokumentation zu plausibilisieren.</p> <p>Die Abschätzung muss dabei nur für die geplante Neuanlage vorgenommen werden. Für die Altanlage wird davon ausgegangen, dass der Stromverbrauch um den Faktor 1.25 höher liegt als für die Neuanlage (entspricht einer Verbesserung der Energieeffizienz um 20%).</p> <p><i>Variante B:</i>  <i>Abschätzung des Stromverbrauchs der Neuanlage nach Option I oder III und direkte Messung des Stromverbrauchs der Altanlage nach Option II.</i>          Diese Variante kann gewählt werden, wenn nachgewiesen werden soll, dass eine Verbesserung der Energieeffizienz um 20% nicht realistisch ist. Dabei ist der Stromverbrauch der alten Anlage nach Option II mit Messdaten zu belegen, und gleichzeitig der Stromverbrauch der Neuanlage nach Option I abzuschätzen. Falls alle entsprechenden Daten vorhanden sind, sind diese auch dann anzuwenden, wenn daraus eine Verbesserung der Stromeffizienz um über 20% resultieren sollte.</p>
-----------	--

Parameter	Kosten einer Umrüstung auf HFCKW
Beschreibung des Parameters	-
Einheit	CHF
Datenquelle	Referenzszenario "R1 Drop-in": Erfahrungswert der Kältebranche Diverse (siehe File <i>P2_HFCKW_A4_Berechnungstool</i> )
Einzusetzende Werte	Siehe unten.

<p>Auswahl- oder Messverfahren zum Festlegen der Werte</p>	<p>1. Referenzszenario "R1 Drop-in": Bei einem Drop-in werden die Umstellungskosten anhand einer Abschätzungsformel wie folgt errechnet: Umstellungskosten = 1.5 x allg. Wartungsaufwand + Kosten des Kältemittels. Die Formel ist im Tool „P2_HFCKW_A4_Berechnungstool“ eingebaut, und es sind keine anlagenspezifischen Angaben dazu erforderlich.</p> <p>2. Referenzszenario R2 "Retrofit" Bei einem Retrofit ist zur Bestimmung der Kosten eine anlagenspezifische Offerte erforderlich, welche den Umfang der erforderlichen Eingriffe aufzeigt, und sowohl Material- als auch Arbeitsaufwand nachvollziehbar aufführt. Im Tool „P2_HFCKW_A4_Berechnungstool“ erscheint im Feld „Investition Umrüstung“ die Aufforderung „bitte eingeben“, und die Additionalität kann nur mit diesem anlagenspezifischen Wert berechnet werden.</p>
<p>Kommentar</p>	<p>Dieser Parameter muss somit nur in bestimmten Fällen einer projektspezifischen Additionalitätsprüfung anlagenspezifisch bestimmt werden.</p>

### 6.3 Prozess- und Managementstruktur

Die Stiftung KliK überträgt die Programmleitung der *ARGE Emissionsverminderung mit Kältemitteln*. Die in der ARGE zusammengeschlossenen Firmen Simultec AG, Zürich, und Neosys AG, Gerlafingen, verfügen als Beratungs- und Ingenieurunternehmen über langjährige Erfahrung im Umweltmanagement, im betrieblichem Umweltschutz, im Klimaschutz (Entwicklung, Verifizierung und Validierung von nationalen und internationalen Kompensationsprojekten) und in der Umweltinformatik. Sie verfügen über ein Qualitätsmanagement-System, das nach ISO 9001:2008 zertifiziert ist (Neosys AG), oder sich an dieser Norm orientiert (Simultec AG).

Die ARGE setzt ein Team von mindestens drei Klimafachleuten ein (Programmleiter, stv. Programmleiter, Qualitätsverantwortlicher).

Aufgaben der Programmleitung sind insbesondere:

- Ansprechstelle für alle am Programm Interessierten (telefonisch und per mail erreichbar)
- Instruktion/Schulung der beteiligten Kältefachleute
- Bereitstellung der Arbeitsinstrumente (v.a. Erfassungs- und Berechnungstools)
- Aufnahmeentscheid für Projektanträge: Überprüfung der Erfüllung der Aufnahmekriterien sowie der Vollständigkeit und Korrektheit der Monitoringdaten
- Berechnung der erzielten Emissionsreduktionen (laufendes Reporting an Stiftung KliK)
- Monitoringberichte, Betreuung der Verifizierung inkl. Bereinigung gemäss CL, CARs und FARs
- Qualitätsmanagement

Die für Datenerhebung / Reporting zuständigen Kältefachleute müssen über eine Zulassung des UVEK zum Umgang mit Kältemitteln gemäss der entsprechenden Verordnung (SR 814.812.38) verfügen. Bei der Erstellung ihres ersten Projektantrages oder im Rahmen eines allgemeinen Schulungsanlasses werden sie bezüglich der Projektanforderungen geschult. Die Qualität der von Ihnen übermittelten Projektdokumentationen wird periodisch überprüft und bewertet. Die Beurteilung des Zustands der Kälteanlage und die Bestimmung des geeignetsten Ersatzkältemittels erfolgt nach objektiven Kriterien, die in entsprechenden Richtlinien festgehalten werden.

Fachpersonen der Programmleitung überprüfen jedes aufzunehmende Vorhaben ein erstes Mal vor Realisierung anhand eines Projektantrags, 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.

Für die Verifizierung werden alle Projektdossiers einschliesslich aller Nachweisdokumente elektronisch bereitgestellt. Der Verifizierer hat zu prüfen, ob die in der Monitoringperiode aufgenommenen Projekte seiner Ansicht nach die Aufnahmekriterien erfüllen oder nicht.

Für besonders grosse Anlagen (ER von > 200 t CO<sub>2</sub>eq pro Jahr) und für Spezialfälle, bei denen die Einhaltung der Aufnahmekriterien aufgrund der Dokumentation nicht vollständig klar ist, überprüft die Programmleitung die Korrektheit der Angaben anhand von Anlagenbesichtigungen vor Ort.

Alle eingesetzten Tools (z.B. Excel-Sheets für ER-Berechnung und Additionalitätsnachweis) werden von der Programmleitung intern validiert, bevor sie zur Anwendung kommen.

Der Monitoringbericht wird durch eine Fachperson der Programmleitung erstellt und vor Übermittlung an den Verifizierer einer internen Qualitätssicherung unterzogen.

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

#### 7 Anmerkungen zum Eignungsentscheid

Aufgrund der Beurteilung durch die Validierungsstelle und die Geschäftsstelle Kompensation sind die folgenden FAR zu berücksichtigen:

FAR1: Für die Begutachtung des Anlagenzustandes durch eine Kältefachperson mit Bestätigung, dass diese umgerüstet und noch mindestens 5 Jahre weiter betrieben werden kann, erstellt der Gesuchsteller in Zusammenarbeit mit dem Schweizer Verein für Kältetechnik SVK ein Formular. Dieses enthält objektive Kriterien, auf die sich das Urteil abstützen kann. Diese Kriterien sollten auf denen des Programms 0107 basieren bzw. mit diesen abgestimmt sein, wo anwendbar. Das Formular wird bei der Verifizierung des ersten Monitoringberichts dem Verifizierer zur Beurteilung vorgelegt.

Das Projekt erfüllt nur dann die Voraussetzungen zur Anerkennung von Emissionsverminderungen, wenn alle FARs umgesetzt werden.

Ort, Datum und Unterschrift

--

## Dokumentenliste (mit Quellenangaben)

Nr.	Bezeichnung	Link
1	641.711 Verordnung über die Reduktion der CO <sub>2</sub> -Emissionen (CO <sub>2</sub> -Verordnung), vom 30. November 2012 (Stand am 1. Januar 2014)	<a href="http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20120090/index.html">http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20120090/index.html</a>
2	Projekte zur Emissionsverminderung im Inland - Ein Modul der Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde zur CO <sub>2</sub> -Verordnung. 2013 Nummer: UV-1315-D Hrsg. Bundesamt für Umwelt BAFU Reihe Umwelt-Vollzug (Kurz: BAFU-Mittlung 2013)	<a href="http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01724/index.html?lang=de">http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01724/index.html?lang=de</a>
3	BAFU – Fachstelle Kompensation: Projektbeschreibung - Version 02.2 / Dezember 2013 (Vorlage)	<a href="http://www.bafu.admin.ch/klima/12325/12349/12352/index.html?lang=de">http://www.bafu.admin.ch/klima/12325/12349/12352/index.html?lang=de</a>
4	BAFU, 06.12.2013: Übersicht über die wichtigsten Kältemittel (Liste nicht abschliessend) Stand Juli 2014.	<a href="http://www.bafu.admin.ch/chemikalien/01415/01426/index.html?lang=de">http://www.bafu.admin.ch/chemikalien/01415/01426/index.html?lang=de</a>
5	Effiziente Kälte für kühle Rechner. EnergieSchweiz, Kampagne effiziente Kälte. 24.08.2012	<a href="http://www.energieschweiz.ch/_ws/publicationDetails.aspx?id=p6661&amp;lang=de-ch">http://www.energieschweiz.ch/_ws/publicationDetails.aspx?id=p6661&amp;lang=de-ch</a>
6	BFE, 30.08.2012 Bärenstark! So einfach senken Sie Ihre Kosten fürs Kühlen Gesamtes Optimierungsdossier mit allen Merkblättern und Checklisten	<a href="http://www.energieschweiz.ch/_ws/publicationDetails.aspx?id=p6471&amp;lang=de-ch">http://www.energieschweiz.ch/_ws/publicationDetails.aspx?id=p6471&amp;lang=de-ch</a>
7	BFE, 09.05.2012 Berechnung Total Equivalent Warming Impact (TEWI) einer Kälteanlage. Excel-Tool aus der Kampagne effiziente Kälte, erarbeitet unter Mitarbeit des Schweizerischen Vereins für Kältetechnik (SVK), des BFE und des BAFU.	<a href="http://www.energieschweiz.ch/_ws/publicationDetails.aspx?id=p6499&amp;lang=de-ch">http://www.energieschweiz.ch/_ws/publicationDetails.aspx?id=p6499&amp;lang=de-ch</a>
8	R. Frischknecht, 1999: Umweltrelevanz natürlicher Kältemittel; Ökobilanzen von Wärmepumpen und Kälteanlagen, Bundesamt für Energie, Bern.	<a href="http://www.esu-services.ch/fileadmin/download/frischknecht-1999-LCA_SB.pdf">http://www.esu-services.ch/fileadmin/download/frischknecht-1999-LCA_SB.pdf</a>
9	Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2012: National Inventory Report of Switzerland 2014 (NIR 2014).	<a href="http://www.bafu.admin.ch/klima/13879/13880/14577/15535/index.html?lang=en">http://www.bafu.admin.ch/klima/13879/13880/14577/15535/index.html?lang=en</a>
10	IPCC (2006). "2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 3: Industrial Processes and Product Use, Chapter 7: Emissions of Fluorinated Substitutes for Ozone Depleting Substances."	<a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3_Volume3/V3_7_Ch7_ODS_Substitutes.pdf">www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3_Volume3/V3_7_Ch7_ODS_Substitutes.pdf</a>
11	ICF International 2011: Development of the GHG Refrigeration and Air Conditioning Model. Final Report. Prepared for the Department of Energy and Climate Change (UK)	<a href="https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-inventory-improvement-project-development-of-the-ghg-refrigeration-and-air-conditioning-model">https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-inventory-improvement-project-development-of-the-ghg-refrigeration-and-air-conditioning-model</a>

12	<p>Öko-Recherche et. al. (2011):  <i>“Preparatory study for a review of Regulation (EC) No 842/2006 on certain fluorinated greenhouse gases.”</i>  <i>Prepared for the European Commission. September 2011.</i>  <i>F-Gas Review 2011.</i></p>	<p><a href="http://ec.europa.eu/clima/policies/f-gas/docs/2011_study_en.pdf">http://ec.europa.eu/clima/policies/f-gas/docs/2011_study_en.pdf</a></p>
13	<p>Norm SIA 480:2004 (<i>Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau</i>).</p>	<p>(zu bestellen bei:  <a href="http://www.webnorm.ch/null/null/sia%20480/d/D/Product">http://www.webnorm.ch/null/null/sia%20480/d/D/Product</a>)</p>
14	<p>KPMG: <i>cost-of-capital-study-2013</i></p>	<p><a href="http://www.kpmg.com/ch/de/library/articles-publications/seiten/cost-of-capital-study-2013.aspx">http://www.kpmg.com/ch/de/library/articles-publications/seiten/cost-of-capital-study-2013.aspx</a></p>
15	<p>Energie Schweiz, <i>Kampagne effiziente Kälte: Elektrizitätsbedarf fürs Kühlen in der Schweiz, 2012.</i></p>	<p><a href="http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&amp;name=de_25056984.pdf">http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&amp;name=de_25056984.pdf</a></p>
16	<p>Vortrag DuPont "R22 Ausstieg in der Schweiz - Vorstellung von Retrofit-Lösungen). Auszug Beispiele.</p>	-
17	<p>Entsorgungspreis Kältemittel Frigo Handel AG (Schweiz)</p>	<p><a href="http://www.frigo-handel.ch/">http://www.frigo-handel.ch/</a></p>
18	<p>Entsorgungspreis Kältemittel Kälte Ralfs (Deutschland)</p>	<p><a href="http://www.kaelte-ralfs.de/haupt/service/service02.html">http://www.kaelte-ralfs.de/haupt/service/service02.html</a></p>
19	<p>Leitfaden für die Kältemittelauswahl (Westfalen AG), publiziert in:  <i>KKA Klima Kälte Aktuell, Ausgabe 05/2011</i></p>	<p><a href="http://www.kka-online.info/artikel/kka_Leitfaden_fuer_die_Kaeltemittelauswahl_1270154.html">http://www.kka-online.info/artikel/kka_Leitfaden_fuer_die_Kaeltemittelauswahl_1270154.html</a></p>
20	<p>REFRIGERANT CHANGEOVER FROM HCFC TO HFC  <i>Emerson Climate Technologies</i></p>	<p><a href="http://www.emersonclimate.com/europe/productdocuments/copelandliterature/c072601_0303_1209_e_refrigerantchangeoverhfc_hfc_1.pdf">http://www.emersonclimate.com/europe/productdocuments/copelandliterature/c072601_0303_1209_e_refrigerantchangeoverhfc_hfc_1.pdf</a></p>
21	<p>Umstellungsrichtlinien für das Kältemittel DuPont™ ISCEON® MO29</p>	<p><a href="http://www.tega.de/uploads/downloads/umstellung_isceon_mo29.pdf">www.tega.de/uploads/downloads/umstellung_isceon_mo29.pdf</a></p>
22	<p>Eidg. Strompreise 2014: <i>Im Durchschnitt leicht steigende Tarife für Haushalte, keine Veränderung für mittlere Betriebe</i></p>	<p><a href="http://www.uvek.admin.ch/dokumentation/00474/00492/index.html?lang=de&amp;msg-id=50162">http://www.uvek.admin.ch/dokumentation/00474/00492/index.html?lang=de&amp;msg-id=50162</a></p>
23	<p>BAFU-Wegleitung 15/09: &gt; <i>Bewilligung von Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln. Stand 2009</i></p>	<p>Zur Zeit noch online bei:  <a href="http://www.baselland.ch/Bewilligungspflicht.316061.0.html">http://www.baselland.ch/Bewilligungspflicht.316061.0.html</a></p>
24	<p>Abschätzung Elektrizitätsverbrauch Kälteanlagen. <i>Excel-Tool der Kampagne effiziente Kälte, Energie Schweiz.</i></p>	<p><a href="http://www.energieschweiz.ch/de-ch/unternehmen/stromeffizienz/effiziente-kaelte/planungshilfen.aspx">http://www.energieschweiz.ch/de-ch/unternehmen/stromeffizienz/effiziente-kaelte/planungshilfen.aspx</a></p>

Klimaschutzprogramm Verminderung von Kältemittlemissionen Programmmodul 2: Ersatz von stationären HFCKW-Kälteanlagen anstelle einer Umrüstung auf HFKW	
Dokumentversion	3.5
Datum	12.05.2016

## ANHANG

A1. Anmeldeformular für Einzelprojekte im Rahmens des Programmes:

P2\_HFCKW\_A1\_Formular\_160413

A2. Unterlagen zum Mustervorhaben:

P2\_HFCKW\_A2\_Musterprojekt\_150330

A3. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen:

P2\_HFCKW\_A3\_ER\_Berechnung\_160412

A4. Wirtschaftlichkeitsanalyse:

P2\_HFCKW\_A4\_Berechnungstool\_160509

P2\_HFCKW\_A4\_Berechnungstool\_R1\_über100kW\_160412

P2\_HFCKW\_A4\_Berechnungstool\_R1\_unter100kW\_160412

P2\_HFCKW\_A4\_Additionalität\_und\_ER\_Musterprojekt\_160509

A5. Unterlagen zu Monitoring/Berechnung

P2\_HFCKW\_A5\_Auszug\_NIR 2014\_S\_215-218

A6. Unterlagen zur Praxisanalyse

P2\_HFCKW\_A6\_Daten\_Praxisanalyse\_150109

FORMULAR FÜR PROJEKTANTRAG UND PROJEKTDOKUMENTATION  (VORHABEN IM RAHMEN EINES PROGRAMMS ZUR EMISSIONSVERMINDERUNG IN DER SCHWEIZ)
---

<b>Klimaschutzprogramm Verminderung von Kältemittlemissionen</b> <b>Programmmodul 2:</b> <b>Ersatz von stationären HFCKW-Kälteanlagen anstelle einer Umrüstung auf HFKW</b>	
Dokumentversion	3.3
Datum	13.04.2016

Hinweise zum Dokument	
gelbe Felder	Bestandteil des Projektantrages, der vor Realisierung des Projektes auszufüllen ist.
orange Felder	Bestandteil der Projektdokumentation, die nach Realisierung des Projektes auszufüllen ist. Falls Änderungen zum Projektantrag bestehen, sind auch die gelben Felder anzupassen.
graue Felder	Bestandteil der Projektprüfung: Wird durch Programmleitung ausgefüllt.

**Bemerkung zur Bearbeitung:**

Das Dokument ist geschützt und erlaubt nur die Bearbeitung der Formularfelder, enthält aber kein Passwort.

Falls Tabellen kopiert oder Änderungen am Layout gemacht werden sollen, kann der Blattschutz aufgehoben werden (Menü Entwicklertool \ Bearbeitung einschr. \ Blattschutz aufheben)

**Bemerkung zur Gültigkeit des Formulars:**

Dieses Formular gilt nur, wenn eine Kälteanlage mit R22 oder einem R22-haltigen Kältemittel (z.B. R401A, R402A, R402B) stillgelegt und durch eine neue Anlage mit natürlichen Kältemitteln ersetzt werden soll.

<b>1. Angaben zur Projektorganisation</b>	
<b>1.1 Allgemeine Angaben</b>	
1.1.1. Betreiber der Anlage(n)	<i>Name der Firma</i> <i>Adresse</i> <i>PLZ, Ort</i>
1.1.2- Kontaktperson Betreiber	<i>Name verantwortliche Person</i> <i>Telefon</i> <i>E-mail</i>
1.1.3 Zuständige/r Kältefirma/-planer	<i>Name der Firma</i> <i>Adresse</i> <i>PLZ, Ort</i>
1.1.4 Kontaktperson Kältefirma/-planer	<i>Name verantwortliche Person</i> <i>Telefon</i> <i>E-mail</i>

<b>1.2 Weitere Angaben nach Realisierung des Projektes</b>	
1.2.1 Änderungen seit Projektantrag	<input type="checkbox"/> Seit Einreichen des Projektantrages gab es keine Änderungen im Abschnitt 1. <input type="checkbox"/> Seit Einreichen des Projektantrages gab es Änderungen im Abschnitt 1. Geändert wurden folgende gelben Felder: <input type="checkbox"/> 1.1.1 <input type="checkbox"/> 1.1.2. <input type="checkbox"/> 1.1.3 <input type="checkbox"/> 1.1.4.

<b>2. Angaben zum Projekt</b>	
<b>2.1 Generelle Angaben zum Projekt</b>	
2.1.1 Projekteigenschaften	
<input type="checkbox"/> Es soll eine einzelne HFCKW-Anlage, die durch Umrüstung auf HFKW noch weiter betrieben werden könnte, durch eine neue Anlage mit natürlichen Kältemitteln ersetzt werden. <input type="checkbox"/> Es sollen mehrere Kälteanlagen, von denen mindestens eine mit HFCKW betrieben wird, stillgelegt und durch eine neue Anlage mit natürlichen Kältemitteln ersetzt werden.	
2.1.2 Kostenschätzung (bei Erstanmeldung)	<i>Investitionsvolumen für den Bau der Neuanlage:</i> x'xxx'xxx.- CHF <i>Grundlage:</i> <input type="checkbox"/> Kostenschätzung <input type="checkbox"/> Kostenvoranschlag <input type="checkbox"/> andere: bitte ausführen  <i>Bemerkungen:</i>
2.1.3 Beschreibung des Vorhabens (Was wird genau gemacht, und wozu)	
2.1.4 Freiwilligkeit	<input type="checkbox"/> Der Betreiber der Anlage bestätigt, dass der Bau der Ersatzanlagen freiwillig geschieht. Er ist nicht aufgrund von Vorschriften gefordert, aus betrieblichen Gründen zwingend oder durch firmeninterne Vorgaben bzw. Ziele notwendig.
2.1.5 Aufnahmefähigkeit / mutmasslicher Beitrag	<input type="checkbox"/> Gemäss Beitragsrechner wird angezeigt, dass das Projekt grundsätzlich aufgenommen werden kann, und der mutmassliche Beitrag wird ausgewiesen. <input type="checkbox"/> Gemäss Beitragsrechner wird angezeigt, dass die Teilnahmeberechtigung und/oder der Beitragssatz durch die Stiftung bestätigt werden muss. <input type="checkbox"/> Teilnahmeberechtigung und/oder Beitrag konnten nicht mit dem Beitragsrechner bestimmt werden (z.B. Spezialfall).
2.1.6 Projektstand (bei Erstanmeldung)	<input type="checkbox"/> Das Projekt ist noch nicht realisiert, und der Entscheid zur Realisierung ist noch nicht definitiv gefällt worden. <input type="checkbox"/> Das Projekt ist bereits in Realisierung, oder der Entscheid zur Realisierung ist bereits gefällt worden. In diesem Fall sind folgende weiteren Angaben erforderlich: Datum der Erstanmeldung bei KliK: <a href="#">Klicken Sie hier, um Text einzugeben.</a> Datum der Unterzeichnung des Werkvertrags (bitte beilegen): <a href="#">Klicken Sie hier, um Text einzugeben.</a>

<b>2.2 Allfällige Änderungen aufgrund des effektiv realisierten Projekts</b>	
2.2.1 Änderungen seit Projektantrag	<p><input type="checkbox"/> Die tatsächlichen Investitionen weichen weniger als 20% von den Angaben im Projektantrag ab.</p> <p><input type="checkbox"/> Die tatsächlichen Investitionen weichen mehr als 20% von den Angaben im Projektantrag ab.</p> <p>Falls zutreffend: Tatsächliche Investitionssumme: x'xxx'xxx.- CHF</p> <p><input type="checkbox"/> Seit Einreichen des Projektantrages gab es noch weitere Änderungen im Abschnitt 2.1.</p> <p>Geändert wurden folgende gelben Felder:</p> <p><input type="checkbox"/> 2.1.1    <input type="checkbox"/> 2.1.3    <input type="checkbox"/> 2.1.4    <input type="checkbox"/> 2.1.5    <input type="checkbox"/> 2.1.6</p>

Formular für Projektantrag und Projektdokumentation  
 Klimaschutzprogramm Verminderung von Kältemittlemissionen:  
 Programmmodul 2: Ersatz von stationären HFCKW-Kälteanlagen (z.B. R22)

<b>2.3 Angaben zu den HFCKW-Anlagen, die stillgelegt werden</b>	
<i>Falls im Rahmen des Projekts mehrere HFCKW-Anlagen ersetzt werden, bitte Tabelle kopieren. Werden gleichzeitig auch Kälteanlagen mit HFKW ausser Betrieb gesetzt, können die entsprechenden Emissionsreduktionen nur angerechnet werden, wenn gleichzeitig das Formular zum Programmmodul 1 „Vorzeitiger Ersatz von stationären HFKW-Kälteanlagen“ ausgefüllt wird.</i>	
2.3.1 Bezeichnung	Bezeichnung
2.3.2 Lage der Anlage	Adresse, Parzellen-Nr., Gebäude- Nr., Stockwerk
2.3.3 Anlagentyp	<input type="checkbox"/> Gewerbekälte <input type="checkbox"/> Industriekälte <input type="checkbox"/> Klimakälte <input type="checkbox"/> Supermarkt-Kälte  Anwendung: <input type="checkbox"/> Klima/Kaltwasser <input type="checkbox"/> Normalkühlung (PK) <input type="checkbox"/> Tiefkühlung / Kombination TK/PK
2.3.4 Baujahr / Erneuerung	Wenn möglich Datum der Inbetriebnahme, ansonsten Baujahr Wurde innerhalb der letzten 10 Jahre der Kompressor ausgewechselt? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
2.3.5 Kältemittel	<input type="checkbox"/> R22 <input type="checkbox"/> anderes HFCKW-Kältemittel: Rxxx
2.3.6 Füllmenge	xxx kg
2.3.7 Kälteleistung	Angabe in kW    kW
2.3.8 Zustand der Anlage / Möglichkeit der Umrüstung	<input type="checkbox"/> Die Anlage ist noch voll funktionstüchtig und kann gemäss Einschätzung der zuständigen Kältefachperson auf HFKW-Kältemittel umgerüstet und anschliessend noch mindestens 5 Jahre weiter betrieben werden.  <input type="checkbox"/> Die Anlage weist Mängel auf, so dass es nicht gesichert ist, ob sie umgerüstet und noch 5 Jahre weiter betrieben werden könnte. Angaben zu den Mängeln:

Formular für Projektantrag und Projektdokumentation  
 Klimaschutzprogramm Verminderung von Kältemittlemissionen:  
 Programmmodul 2: Ersatz von stationären HFCKW-Kälteanlagen (z.B. R22)

<p>2.3.9 Szenario / Alternativkältemittel</p>	<p>Gemäss aktueller Einschätzung wäre eine Umrüstung der Anlage auf folgende Weise möglich:</p> <p><input type="checkbox"/> <b>Drop-in:</b> nur Austausch des Kältemittels (und ev. Ölwechsel und Wechsel einiger Dichtungen)</p> <p>Bei diesem Szenario wird von einem Standard-Prozess ausgegangen. Deshalb sind keine spezifischen Angaben zu Vorgehen, Kosten etc. notwendig.</p> <p>Durch die zuständige Kältefachperson ist aber zu bestätigen, dass die folgenden Bedingungen erfüllt sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Drop-in ist technisch möglich</li> <li>- Drop-in ist wirtschaftlich umsetzbar</li> <li>- Drop-in ist aus betrieblichen Gesichtspunkten eine sinnvolle Option</li> </ul> <p><input type="checkbox"/> Durch Kältefirma ausgefülltes und unterzeichnetes Formular "Bestätigung durch Kältefirma" liegt bei.</p> <p><input type="checkbox"/> Bestätigung durch Kältefirma wird noch eingeholt.</p> <p>Die weiteren Fragen in diesem Abschnitt sind in diesem Fall nicht auszufüllen.</p> <p><input type="checkbox"/> <b>Retrofit:</b> Austausch des Kältemittels und Erneuerung/Wechsel von zentralen Anlagenteilen (z.B. Wechsel Kompressor, Verdampfer, umfangreicher Ventil-Austausch etc.)</p> <p>In diesem Fall sind die weiteren Fragen zu beantworten und eine <b>Offerte einer Kältefirma</b> beizulegen, aus der folgendes hervorgeht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- geplantes Vorgehen</li> <li>- geplantes Kältemittel</li> <li>- Umfang der notwendigen Arbeiten</li> <li>- Kosten für die Umrüstung</li> <li>- Begründung, weshalb das gewählte Kältemittel für den vorgesehenen Zweck am besten geeignet ist, und weshalb kein Mittel mit geringerem Treibhauspotential (GWP) gewählt werden kann.</li> </ul> <p><u>Begründung für das Szenario Retrofit:</u></p> <p><input type="checkbox"/> Eine klimaschonendere Variante durch Drop-in ist nicht möglich.</p> <p><input type="checkbox"/> Eine klimaschonendere Variante durch Drop-in ist zwar möglich, aber der Retrofit mit dem aufgeführten Kältemittel ist betrieblich wesentlich günstiger und wirtschaftlicher als diese Variante.</p> <p><input type="checkbox"/> anderer Grund. <i>bitte ausführen!</i></p> <p><u>Kosten für das Retrofit:</u> x'xxx'xxx.- CHF</p>
<p>2.3.10 geplante Stilllegung</p>	<p><i>Datum</i></p>

Formular für Projektantrag und Projektdokumentation  
 Klimaschutzprogramm Verminderung von Kältemittlemissionen:  
 Programmmodul 2: Ersatz von stationären HFCKW-Kälteanlagen (z.B. R22)

<p>2.3.11 Zuständige Kältefachperson / - firma</p>	<p>Der Zustand der Anlage und die Möglichkeit zur Umrüstung auf HFKW (Abschnitte 2.3.8 und 2.3.9) wurde durch folgende Fachperson für Kältetechnik unter Berücksichtigung der "Richtlinien zur Beurteilung von Anlagenzustand und Möglichkeit der Umrüstung von HFCKW-Kälteanlagen" vor Ort begutachtet:</p> <p>Name der Fachperson: <i>Name</i></p> <p>Firma: <i>Firmenname, Adresse, Ort</i></p> <p>Datum der Begutachtung: <i>Datum</i></p>
<p>2.3.12 ergänzende Dokumente</p>	<p><input type="checkbox"/> Durch Kältefirma ausgefülltes und unterzeichnetes Formular "Bestätigung durch Kältefirma"</p> <p><input type="checkbox"/> Foto der Anlage</p> <p><input type="checkbox"/> Planskizze zur Lage (mit Angabe von Gebäude-Versicherungsnummer und Stockwerk)</p> <p>Nachweise zu Baujahr, Kältemittel, Füllmenge und Kälteleistung der Anlage, z.B.</p> <p><input type="checkbox"/> Foto der Plakette mit den entsprechenden Angaben</p> <p><input type="checkbox"/> Kopien aus dem Wartungsheft</p> <p><input type="checkbox"/> Kopie der Meldung an Meldestelle SMKW</p> <p><input type="checkbox"/> andere Kopien aus der Anlagendokumentation</p> <p><input type="checkbox"/> Weitere: Dokumente beschreiben</p> <p>Im Falle des Szenarios "Retrofit":</p> <p><input type="checkbox"/> Offerte einer Kältefirma für das Szenario "Retrofit mit Umrüstung auf ein HFKW-Kältemittel" gemäss den Anforderungen von Abschnitt 2.3.9</p>
<p>2.3.13 Bemerkungen</p>	

<b>2.4 Angaben zu den HFCKW-Anlagen nach Stilllegung</b>	
<i>Falls im Rahmen des Projekts mehrere HCFKW-Anlagen stillgelegt wurden, bitte Tabelle kopieren.</i>	
2.4.1 Stilllegung	<p>Die Anlage wurde am xx.xx.20xx durch die zuständige Kälte-Fachperson fachgerecht stillgelegt.</p> <p><input type="checkbox"/> Das Kältemittel wurde fachgerecht entsorgt.</p> <p><input type="checkbox"/> Die Anlage wurde fachgerecht verschrottet, so dass ausgeschlossen ist, dass sie anderweitig weiter verwendet werden kann.</p>
2.4.2 Nachweisdokumente	<p>Folgende Nachweisdokumente sind beigefügt:</p> <p><input type="checkbox"/> Protokoll der Stilllegung</p> <p><input type="checkbox"/> Kopie der Meldung an Meldestelle SMKW</p> <p><input type="checkbox"/> allfällige weitere ergänzende Dokumente <i>Dokumente beschreiben</i></p>
2.4.3. Änderungen gegenüber Projektantrag	<p><input type="checkbox"/> Gegenüber dem Projektantrag ist die Beschreibung dieser Anlage unverändert.</p> <p><input type="checkbox"/> Gegenüber dem Projektantrag wurde die Beschreibung dieser stillgelegten Anlage angepasst.</p> <p>Geändert wurden folgende gelben Felder:</p> <p><input type="checkbox"/> 2.3.1      <input type="checkbox"/> 2.3.2      <input type="checkbox"/> 2.3.3      <input type="checkbox"/> 2.3.4      <input type="checkbox"/> 2.3.5      <input type="checkbox"/> 2.3.6      <input type="checkbox"/> 2.3.7</p> <p><input type="checkbox"/> 2.3.8      <input type="checkbox"/> 2.3.9      <input type="checkbox"/> 2.3.10      <input type="checkbox"/> 2.3.11      <input type="checkbox"/> 2.3.12      <input type="checkbox"/> 2.3.13</p>
2.4.4 Bemerkungen	



<b>2.6 Angaben zur neuen Kälteanlage nach Inbetriebnahme</b>	
2.6.1 Inbetriebnahme	Die Anlage wurde am xx.xx.20xx durch die zuständige Kälte-Fachperson in Betrieb genommen.
2.6.2 Nachweisdokumente	Folgende Nachweisdokumente sind beigefügt: <input type="checkbox"/> Plan / Skizze zur Lage der Anlage <input type="checkbox"/> Foto der Anlage <input type="checkbox"/> Protokoll der Inbetriebnahme <input type="checkbox"/> Kopie Wartungsheft <sup>1</sup> <input type="checkbox"/> Beleg für Investitionsvolumen (z.B. Auszug aus Bauabrechnung oder Kontoauszug aus Buchhaltung) <input type="checkbox"/> allfällige weitere ergänzende Dokumente <i>Dokumente beschreiben</i>
2.6.3. Änderungen seit Projektantrag	<input type="checkbox"/> Gegenüber dem Projektantrag ist die Beschreibung dieser Anlage unverändert. <input type="checkbox"/> Gegenüber dem Projektantrag wurde die Beschreibung dieser Anlage angepasst. Geändert wurden folgende gelben Felder: <input type="checkbox"/> 2.5.1. <input type="checkbox"/> 2.5.2 <input type="checkbox"/> 2.5.3 <input type="checkbox"/> 2.5.4 <input type="checkbox"/> 2.5.5 <input type="checkbox"/> 2.5.6 <input type="checkbox"/> 2.5.7 <input type="checkbox"/> 2.5.8 <input type="checkbox"/> 2.5.9 <input type="checkbox"/> 2.5.10
2.6.4 Bemerkungen	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.

<sup>1</sup> vgl. Wegleitung BAFU Wegleitung betreffend stationäre Anlagen und Geräte mit Kältemitteln, Anhang A und B

<b>3 Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten</b>	
3.1 Finanzhilfen	<input type="checkbox"/> Das Projekt erhält keinerlei Finanzhilfen aus staatlicher Quelle. <input type="checkbox"/> Das Projekt erhält folgende Finanzhilfen aus staatlicher Quelle <input type="checkbox"/> Beiträge an Investition (a fonds perdu) <input type="checkbox"/> Darlehen zu ermässigtem Zinssatz <input type="checkbox"/> andere:
	Falls Finanzhilfen erhalten werden, bitte näher erläutern: Klicken Sie hier, um Text einzugeben.
3.2 Emissionshandel	<input type="checkbox"/> Der Betreiber der Anlage nimmt nicht am Emissionshandelssystem EHS teil. <input type="checkbox"/> Der Betreiber der Anlage nimmt am Emissionshandelssystem EHS teil, aber die durch das Projekt erzielten Emissionsvermindierungen werden nicht dem EHS gutgeschrieben.
3.3 Zielvereinbarung	<input type="checkbox"/> Der Betreiber der Anlage hat keine Zielvereinbarung gemäss CO2-Gesetz unterzeichnet (EnAW oder Cleantech Agentur Schweiz act). <input type="checkbox"/> Der Betreiber der Anlage hat eine Zielvereinbarung gemäss CO2-Gesetz unterzeichnet (EnAW oder Cleantech Agentur Schweiz act). <input type="checkbox"/> Reduktion der Kältemittel-Emissionen sind nicht enthalten <input type="checkbox"/> Reduktion der Kältemittel-Emissionen sind enthalten. (In diesem Fall Zielvereinbarung zur Prüfung beilegen).
3.4 allfällige andere Klimaschutzprogramme	<input type="checkbox"/> Der Betreiber der Anlage anerkennt, dass er mit Entgegennahme der KliK-Finanzierung die Rechte an der Emissionsverminderung vollständig abtritt und damit nicht mehr anderweitig verwerten darf (z.B. im Rahmen eines Klimaschutzprogrammes einer anderen Trägerschaft).
3.5 Änderungen seit Projektantrag	<input type="checkbox"/> Seit Einreichen des Projektantrages gab es keine Änderungen im Abschnitt 3. <input type="checkbox"/> Seit Einreichen des Projektantrages gab es Änderungen im Abschnitt 1. Geändert wurden folgende gelben Felder: <input type="checkbox"/> 3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 3.3 <input type="checkbox"/> 3.4

**Unterschriften zum Projektantrag (vor Realisierung des Projekts)**

Der **Anlagenbetreiber** bestätigt, dass die Angaben auf diesem Formular korrekt sind

Stempel:

Ort, Datum:

Unterschrift:

Die zuständige **Kältefirma/Planerfirma** bestätigt, dass sie die Vorgaben des Programmantrags an die fachliche Qualifikation und die Unabhängigkeit einhält und dass die Angaben auf diesem Formular korrekt sind:

Stempel:

Ort, Datum:

Unterschrift:

**Unterschriften zur Projektdokumentation (nach Realisierung des Projekts)**

Der Anlagenbetreiber bestätigt, dass die Angaben auf diesem Formular korrekt sind

Stempel:

Ort, Datum:

Unterschrift:

Die zuständige **Kältefirma/Planerfirma** bestätigt, dass sie die Vorgaben des Programmantrags an die fachliche Qualifikation und die Unabhängigkeit einhält und dass die Angaben auf diesem Formular korrekt sind:

Stempel:

Ort, Datum:

Unterschrift:

Bitte diese Seite ausdrucken und mit Stempel / Unterschriften einscannen

#### **4 Erwartete Emissionsverminderungen**

*Erwartete Emissionsverminderungen*

*Wird durch Programmleitung eingetragen*

*(Kopie aus Excel-File oder aus Vertragsgrundlage)*

### 5 Referenzszenario und Zusätzlichkeit

Analyse von Referenzszenario und Zusätzlichkeit aufgrund des Projektantrages durch die Programmleitung.

Vorgenommen durch: *Name Sachbearbeiter* am *Datum*

#### 5.1. Referenzszenario Drop-in

- Durch Kältefirma ausgefülltes und unterzeichnetes Formular "Bestätigung durch Kältefirma" liegt bei.
- Drop-in ist technisch möglich
  - Drop-in ist wirtschaftlich umsetzbar
  - Drop-in ist aus betrieblichen Gesichtspunkten eine sinnvolle Option

Anlagentyp und Referenzkältemittel sind eindeutig bestimmt:

<input type="checkbox"/>	Klima / Kaltwasser	R407C	1770
<input type="checkbox"/>	Normalkühlung	R422D	2730
<input type="checkbox"/>	Tiefkühlung	R422A	3140

Allfällige Bemerkungen:

*Bei Bedarf ausführen*

#### 5.2. Referenzszenario Retrofit

- Folgende **Offerte einer Kältefirma** zum Retrofit liegt bei: *Firma und Datum der Offerte eingeben.*

Inhalt::

- geplantes Vorgehen: xxx
- geplantes Kältemittel: *Kältemittel* GWP:
- Umfang der notwendigen Arbeiten: xxx
- Kosten für die Umrüstung: xxx
- Begründung beste Eignung des gewählten Kältemittels für den vorgesehenen Zweck
- Begründung, weshalb kein Mittel mit geringerem GWP gewählt werden kann.

Bedingungen:

- Die notwendigen Eingriffe sind gemäss ChemRRV zulässig  ja  nein  noch zu klären
- Eine klimaschonendere Variante durch Drop-in ist nicht möglich  ja  nein  noch zu klären
- Alternativvariante Drop-in möglich, aber weniger wirtschaftlich  ja  nein  noch zu klären
- Fazit: Bedingungen erfüllt  ja  nein  noch zu klären

Allfällige Bemerkungen: *Bei Bedarf ausfüllen*

*Bei Bedarf ausführen*

Beurteilung in Worten:

*Bitte ausführen!*

Formular für Projektantrag und Projektdokumentation  
 Klimaschutzprogramm Verminderung von Kältemittlemissionen:  
 Programmmodul 2: Ersatz von stationären HFCKW-Kälteanlagen (z.B. R22)

<p>5.3 <input type="checkbox"/></p> <p>Summarische Prüfung der Zusätzlichkeit</p>	<p>Kennzahlen:</p> <p>Typ: xxx</p> <p>Kälteleistung: xxx kW Kälte</p> <p>Investitionskosten xxx'xxx CHF</p> <p>Füllmenge xxx kg</p> <p>spez. Kälteleistung: xxx kW Kälte <input type="checkbox"/> n.r.</p> <p>spez. Füllmenge xxx kg pro kW Kälte <input type="checkbox"/> n.r.</p> <p>Die folgenden Kriterien sind erfüllt:</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Anlagengrösse</th> <th>Füllmenge HFCKW</th> <th>Investitionskosten neue</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> 20 - 29 kW</td> <td>&lt; 75 kg</td> <td>&gt; CHF 50'000.-</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 30 - 39 kW</td> <td>&lt; 75 kg</td> <td>&gt; CHF 60'000.-</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 40 - 49 kW</td> <td>&lt; 100 kg</td> <td>&gt; CHF 70'000.-</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 50 - 74 kW</td> <td>&lt; 120 kg</td> <td>&gt; CHF 90'000.-</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 75 - 99 kW</td> <td>&lt; 150 kg</td> <td>&gt; CHF 100'000.-</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> &gt;= 100 kW,</td> <td>&lt; 1.5 kg / kW Kälte</td> <td>&gt; CHF 1'000.- pro kW Kälte</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> Es handelt sich nicht um eine Spezialanlage mit besonders hohem Stromverbrauch in einem Betrieb zur Herstellung von Speiseeis, Dauerbackwaren oder Schokolade.</p>	Anlagengrösse	Füllmenge HFCKW	Investitionskosten neue	<input type="checkbox"/> 20 - 29 kW	< 75 kg	> CHF 50'000.-	<input type="checkbox"/> 30 - 39 kW	< 75 kg	> CHF 60'000.-	<input type="checkbox"/> 40 - 49 kW	< 100 kg	> CHF 70'000.-	<input type="checkbox"/> 50 - 74 kW	< 120 kg	> CHF 90'000.-	<input type="checkbox"/> 75 - 99 kW	< 150 kg	> CHF 100'000.-	<input type="checkbox"/> >= 100 kW,	< 1.5 kg / kW Kälte	> CHF 1'000.- pro kW Kälte
Anlagengrösse	Füllmenge HFCKW	Investitionskosten neue																				
<input type="checkbox"/> 20 - 29 kW	< 75 kg	> CHF 50'000.-																				
<input type="checkbox"/> 30 - 39 kW	< 75 kg	> CHF 60'000.-																				
<input type="checkbox"/> 40 - 49 kW	< 100 kg	> CHF 70'000.-																				
<input type="checkbox"/> 50 - 74 kW	< 120 kg	> CHF 90'000.-																				
<input type="checkbox"/> 75 - 99 kW	< 150 kg	> CHF 100'000.-																				
<input type="checkbox"/> >= 100 kW,	< 1.5 kg / kW Kälte	> CHF 1'000.- pro kW Kälte																				
<p>5.4 <input type="checkbox"/></p> <p>Projektspezifische Prüfung Zusätzlichkeit</p>	<p>Allfällige weitere Begründung:  <i>Bei Bedarf ausführen</i></p> <hr/> <p>Grund, weshalb eine projektspezifische Prüfung erforderlich war:</p> <p><input type="checkbox"/> Retrofit</p> <p><input type="checkbox"/> Drop-in: Füllmenge über obigen Kriterien</p> <p><input type="checkbox"/> Drop-in: Investitionen unter obigen Kriterien</p> <p><input type="checkbox"/> Anderer Grund (z.B. situative Ermittlung der massgebenden Investitionen)</p> <p><i>Grund näher erläutern</i></p> <p>Referenzszenario:  <i>Beschreibung des Referenzszenarios</i></p> <p>Mögliche Alternativszenarien:  <i>Beschreibung sämtlicher geprüfter Alternativszenarien</i></p>																					

	<p><b>Wirtschaftlichkeitsanalyse</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Die IRR, berechnet mit dem Berechnungstool "ProgrammHFCKW_A4_Berechnungstool" liegt unter 6%.</li><li><input type="checkbox"/> Die Angaben zu Stromverbrauch / Einsparung von Stromkosten sind plausibel dargelegt und projektspezifisch belegt.</li><li><input type="checkbox"/> Die Kosten für die Umrüstung sind korrekt wiedergegeben:<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> basierend auf der Formel des Tools für Drop-in (Verfahren 1)</li><li><input type="checkbox"/> basierend auf einer plausiblen Offerte für einen Retrofit (Verfahren 2)</li></ul></li><li><input type="checkbox"/> Die weiteren Annahmen entsprechen den validierten Standardwerten des Tools.</li><li><input type="checkbox"/> Allfällige weitere projektspezifische Anpassungen sind plausibel erläutert und belegt.</li></ul> <p>Begründung für die Additionalität und Erläuterungen</p> <p><a href="#">Klicken Sie hier, um Text einzugeben.</a></p>
<p>5.5 Überprüfung der Zusätzlichkeit nach Realisierung des Projektes:</p> <p>Vorgenommen durch: <i>Name Sachbearbeiter</i> am <i>Datum</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Das realisierte Projekt entspricht dem Projektantrag, und die Zusätzlichkeit muss nicht erneut überprüft werden.</li><li><input type="checkbox"/> Das realisierte Projekt weist wesentliche Änderungen gegenüber dem Projektantrag auf.<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Das realisierte Projekt wurde erneut überprüft, und die Zusätzlichkeit wurde nachgewiesen.</li><li><input type="checkbox"/> Das realisierte Projekt ist nicht additionell.</li></ul></li></ul> <p>Erläuterungen bei Bedarf:</p> <p><a href="#">Klicken Sie hier, um Text einzugeben.</a></p>	

## **6 Aufnahmeentscheid und Monitoring**

### *6.1 Überprüfung der Erfüllung der Aufnahmekriterien aufgrund des Programmantrages*

- 1. Das Vorhaben beinhaltet den Bau einer Ersatzanlage für eine oder mehrere ältere Kälteanlagen.
- 2. Die alten Kälteanlagen werden mit einem HFCKW-Kältemittel betrieben (z.B. R22, R401A, R402A, R402B, R408A, R409A).
- 3a. Spezifische Bedingungen bei Referenzszenario "R1 Drop-in":
  - Die Anlagen sind noch voll funktionstüchtig und können gemäss Einschätzung einer Fachperson für Kälteanlagen nach einer Umrüstung noch mindestens 5 Jahre weiter betrieben werden.
  - Ein Drop-in ist technisch möglich.
  - Die Anlagen sind bei Ihrer Stilllegung bei Projektrealisierung höchstens 20 Jahre alt, oder - falls innerhalb der letzten zehn Jahre massgebende Anlagenteile (z.B. Kompressor) ausgewechselt wurden - höchstens 30 Jahre alt.
  - Es wurde anhand einer summarischen oder projektspezifischen Prüfung gemäss Abschnitt „Zusätzlichkeit“ festgestellt, dass das Vorhaben ohne den Erlös aus Bescheinigungen nicht wirtschaftlich wäre.
- 3b. Spezifische Bedingungen bei Referenzszenario "R2 Retrofit":
  - Das Vorgehen beim Retrofit wird anhand einer Offerte einer Kältefirma oder eines Kälteplaners konkret aufgezeigt. Die Offerte enthält eine Analyse des Anlagen-zustandes, ein Vorgehenskonzept für den Retrofit (Umfang der Umbauarbeiten an der Anlage), Angaben zum vorgesehenen Kältemittel und eine Kostenschätzung. Zudem macht sie plausibel, dass die Massnahme geeignet ist, um die Anlage während mindestens 5 (meist 10 bis 15 Jahren) weiter betreiben zu können. Offerte wird bei der Verifizierung auf ihre Plausibilität hin geprüft.
  - Die Anlagen sind bei Projektrealisierung höchstens 30 Jahre alt.
  - Die geplanten Eingriffe in die Altanlage sind unter Berücksichtigung der ChemRRV zulässig, ohne dass dadurch eine Pflicht zur Anwendung natürlicher Kältemittel ausgelöst wird.
  - Die Additionalität wird gemäss dem in Kapitel 5 beschriebenen Verfahren projekt-spezifisch unter Berücksichtigung der effektiven Kosten für den Retrofit nach-gewiesen. Dabei wird auch gezeigt, dass die Variante "R2 Retrofit" entweder die einzige mögliche Referenzlösung darstellt, oder dass sie wirtschaftlicher ist als die Variante "R1 Drop-in".
  - Das Referenzkältemittel ist bestimmt und plausibel begründet.
- 4. Die Anlagen sind noch voll funktionstüchtig und können gemäss Einschätzung einer Fachperson für Kälteanlagen nach einer Umrüstung noch mindestens 5 Jahre weiter betrieben werden. Eine Umrüstung der Anlage auf ein HFCKW-Kältemittel (entweder Referenzszenario R1 "Drop-in" oder R2 "Retrofit") wäre technisch möglich und entspricht für Anlagen des vorliegenden Typs dem Stand der Technik. Auch dies wird durch die Fachperson bestätigt.
- 5. Die Ersatzanlage wird mit einem natürlichen Kältemittel (z.B. CO<sub>2</sub> R744, NH<sub>3</sub> R717, Propan R290, Isobutan R600a) oder mit einem synthetischen Kältemittel mit sehr geringem Treibhauspotential (GWP < 10), z.B. einem HFO-Kältemittel, betrieben.
- 6. Der Bau der Ersatzanlagen geschieht freiwillig, d.h. er ist nicht aufgrund von Vorschriften gefordert, aus betrieblichen Gründen zwingend oder durch firmeninterne Vorgaben bzw. Ziele notwendig.
- 7. Es wurde anhand der im Abschnitt „Zusätzlichkeit“ beschriebenen Kriterien festgestellt, dass das Vorhaben ohne den Erlös aus Bescheinigungen nicht wirtschaftlich wäre.
- 8. Die durch die Massnahme (Bau einer Ersatzanlage) erzielten Treibhausgasreduktionen werden nicht dem Emissionshandelssystem ETS zugeschrieben, einer Reduktionsverpflichtung nach CO<sub>2</sub>-Gesetz angerechnet oder anderweitig zertifiziert und verkauft.

Formular für Projektantrag und Projektdokumentation  
Klimaschutzprogramm Verminderung von Kältemittlemissionen:  
Programmmodul 2: Ersatz von stationären HFCKW-Kälteanlagen (z.B. R22)

- 9. Die Stilllegung der Altanlagen und die Inbetriebnahme der Ersatzanlagen wird durch eine Fachperson für Kälteanlagen unter Einhaltung der massgebenden Vorschriften (ChemRRV, BAFU-Richtlinien) vorgenommen und dokumentiert. Es wird von der Fachperson bestätigt, dass das Kältemittel gemäss dem Stand der Technik abgesaugt wurde, und dass die Altanlage fachgerecht verschrottet wird und nicht mehr anderswo verwendet werden kann.
- 10. Der Antrag zur Aufnahme des Vorhabens (Anmeldeformular) ist vor Beginn der Realisierung (Werkvertrag zum Bau der neuen Kälteanlage) bei der Programmleitung eingetroffen.
- 11. Die Projektierung der Ersatzanlage erfolgt auf der Basis einer Offerte mit Leistungsgarantie Kälteanlagen, oder sie entspricht den der Leistungsgarantie zugrundeliegenden Kriterien.

*6.2. Eignungsentscheid aufgrund des Programmantrages*

Entscheid von: *Name Sachbearbeiter* am *Datum*

- Das Projekt wird aufgenommen.
- Das Projekt wird nicht aufgenommen.
- Der Projektantrag wird zur Überarbeitung oder Vervollständigung zurückgewiesen.

Begründung:

Klicken Sie hier, um Text einzugeben.

*6.3 Überprüfung der Projektdokumentation nach der Realisierung des Projekts*

Zwingende Dokumente:

- Vollständig ausgefülltes und unterschriebenes Formular.
- Nachweisdokumente für Anlagentyp, Kälteleistung, Kältemittel und Füllmenge der stillgelegten Anlage
- Begutachtung des Anlagezustandes durch Fachperson
- Foto(s) der alten Anlage(n)
- Protokoll(e) der fachgerechten Stilllegung
- Offerte für die neue Anlage
- Leistungsgarantie gemäss der Kampagne effiziente Kälte, oder analoge Angaben zu den Bestandteilen der Leistungsgarantie.
- Lageplan und Foto der neuen Anlage
- Protokoll der fachgerechten Inbetriebsetzung
- Kopie Wartungsheft
- Beleg zur Investitionssumme

Für gewisse Vorhaben erforderliche Dokumente:

- Vollständig ausgefülltes Excel-File.
- Offerte für ein Retrofit mit Umrüstung auf HFKW
  
- Allfällige weitere Dokumente: Klicken Sie hier, um Text einzugeben.

Fazit:

Die Projektdokumentation ist vollständig.

*6.4 Erneute Überprüfung der Aufnahmekriterien nach der Realisierung des Projekts*

Das realisierte Projekt entspricht dem Projektantrag, und die Aufnahmekriterien müssen nicht erneut überprüft werden.

Das realisierte Projekt weist wesentliche Änderungen gegenüber dem Projektantrag auf.

Die Erfüllung der Aufnahmekriterien wurde erneut überprüft, und sie sind nach wie vor erfüllt.

Die Erfüllung der Aufnahmekriterien wurde erneut überprüft, und mindestens ein Aufnahmekriterium ist nicht erfüllt.

Kommentar:

Klicken Sie hier, um Text einzugeben.

Formular für Projektantrag und Projektdokumentation  
 Klimaschutzprogramm Verminderung von Kältemittlemissionen:  
 Programmmodul 2: Ersatz von stationären HFCKW-Kälteanlagen (z.B. R22)

6.5 Überprüfung der einzelnen Monitoringparameter	
Anlagentyp	<input type="checkbox"/> Die Angaben zum Anlagentyp sind plausibel und belegt.
Kältemittel $k_{HFCKW}$	<input type="checkbox"/> Die Angaben zu den Ersatzkältemitteln, die im Referenzszenario zum Einsatz kämen, sind plausibel und belegt.
Füllmenge $m_{i_{alt,k} / HFCKW}$	<input type="checkbox"/> Die Kältemittel-Füllmenge mit dem ursprünglichen HFCKW-Kältemittel der stillgelegten Kälteanlage(n) ist korrekt belegt.
Kommentar	(z.B. fallspezifische Besonderheiten)
Fazit	<input type="checkbox"/> Alle Monitoringparameter sind vollständig, so dass die Emissionsreduktionen berechnet werden können. <input type="checkbox"/> Es sind noch folgende Ergänzungen / Präzisierungen nötig:

<p>6.7. Aufnahmeentscheid aufgrund der Programmdokumentation</p> <p>Entscheid von: <i>Name Sachbearbeiter</i> am <i>Datum</i></p> <p><input type="checkbox"/> Das Projekt wird definitiv aufgenommen.</p> <p><input type="checkbox"/> Das Projekt wird definitiv nicht aufgenommen.</p> <p><input type="checkbox"/> Die Projektdokumentation wird zur Überarbeitung oder Vervollständigung zurückgewiesen.</p> <p>Begründung:</p>
---

Anzahl neue Projekte des entsprechenden Typs		2015	2016	2017	2018	TOTAL
1	Gewerbekälte, Normalkühlung, Drop-in	4	2	2	1	9
2	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Drop-in	4	6	3	2	15
3	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Retrofit	3	2	1	1	7
4	Industriekälte, Normalkühlung, Drop-in	4	3	2	1	10
5	Industriekälte, Tiefkühlung, Drop-in	3	4	2	1	10
6	Industriekälte, Tiefkühlung, Retrofit	2	2	1	1	6
7	Industriekälte, sehr grosse Spezialanlagen, Retrofit	1	1			2
8	Industriekälte, Kaltwasser, Drop-in	2	3	2		7
9	Klimakälte, klein bis mittel (60 kg)	6	7	3	3	19
10	Klimakälte gross (120 kg)	6	6	2	1	15
TOTAL		35	36	18	11	100

Anzahl wirksamer Projekte des entsprechenden Typs		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Gewerbekälte, Normalkühlung, Drop-in	2.0	5.0	7.0	8.5	9.0	7.0	4.0	2.0	0.5	0.0
2	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Drop-in	2.0	7.0	11.5	14.0	15.0	13.0	8.0	3.5	1.0	0.0
3	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Retrofit	1.5	4.0	5.5	6.5	7.0	5.5	3.0	1.5	0.5	0.0
4	Industriekälte, Normalkühlung, Drop-in	2.0	5.5	8.0	9.5	10.0	8.0	4.5	2.0	0.5	0.0
5	Industriekälte, Tiefkühlung, Drop-in	1.5	5.0	8.0	9.5	10.0	8.5	5.0	2.0	0.5	0.0
6	Industriekälte, Tiefkühlung, Retrofit	1.0	3.0	4.5	5.5	6.0	5.0	3.0	1.5	0.5	0.0
7	Industriekälte, sehr grosse Spezialanlagen, Retrofit	0.5	1.5	2.0	2.0	2.0	1.5	0.5	0.0	0.0	0.0
8	Industriekälte, Kaltwasser, Drop-in	1.0	3.5	6.0	7.0	7.0	6.0	3.5	1.0	0.0	0.0
9	Klimakälte, klein bis mittel (60 kg)	3.0	9.5	14.5	17.5	19.0	16.0	9.5	4.5	1.5	0.0
10	Klimakälte gross (120 kg)	3.0	9.0	13.0	14.5	15.0	12.0	6.0	2.0	0.5	0.0
TOTAL		17.5	53.0	80.0	94.5	100.0	82.5	47.0	20.0	5.5	0.0

Referenzemissionen tCO2		Betrieb											TOTAL	
pro Jahr		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	bis 2020	bis 2024	
1	Gewerbekälte, Normalkühlung, Drop-in	35.7	71	179	250	304	321	250	143	71	18	0		
2	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Drop-in	41.1	82	287	472	575	616	534	329	144	41	0		
3	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Retrofit	51.3	77	205	282	333	359	282	154	77	26	0		
4	Industriekälte, Normalkühlung, Drop-in	53.6	107	295	429	509	536	429	241	107	27	0		
5	Industriekälte, Tiefkühlung, Drop-in	61.6	92	308	493	585	616	524	308	123	31	0		
6	Industriekälte, Tiefkühlung, Retrofit	76.9	77	231	346	423	461	385	231	115	38	0		
7	Industriekälte, sehr grosse Spezialanlagen, Retrofit	961.4	481	1442	1923	1923	1923	1442	481	0	0	0		
8	Industriekälte, Kaltwasser, Drop-in	34.7	35	122	208	243	243	208	122	35	0	0		
9	Klimakälte, klein bis mittel (60 kg)	12.7	38	121	185	223	242	204	121	57	19	0		
10	Klimakälte gross (120 kg)	19.1	57	172	249	277	287	229	115	38	10	0		
TOTAL			1118	3361	4836	5395	5604	4486	2243	768	209	0	24801 28021	

Referenzemissionen tCO2		Stilllegung											TOTAL	
pro Anlage		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	bis 2020	bis 2024	
1	Gewerbekälte, Normalkühlung, Drop-in	14.3					57	29	29	14	0			
2	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Drop-in	16.4					66	98	49	33	0			
3	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Retrofit	20.5					61	41	20	20	0			
4	Industriekälte, Normalkühlung, Drop-in	21.4					86	64	43	21	0			
5	Industriekälte, Tiefkühlung, Drop-in	24.6					74	98	49	25	0			
6	Industriekälte, Tiefkühlung, Retrofit	30.7					61	61	31	31	0			
7	Industriekälte, sehr grosse Spezialanlagen, Retrofit	383.7					384	384	0	0	0			
8	Industriekälte, Kaltwasser, Drop-in	13.9					28	42	28	0	0			
9	Klimakälte, klein bis mittel (60 kg)	9.2					55	65	28	28	0			
10	Klimakälte gross (120 kg)	13.9					83	83	28	14	0			
TOTAL			0	0	0	0	955	965	304	186	0	955	2409	

Referenzemissionen tCO2		Total											TOTAL	
pro Anlage		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	bis 2020	bis 2024	
1	Gewerbekälte, Normalkühlung, Drop-in	71	179	250	304	321	307	171	100	32	0			
2	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Drop-in	82	287	472	575	616	599	427	193	74	0			
3	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Retrofit	77	205	282	333	359	343	195	97	46	0			
4	Industriekälte, Normalkühlung, Drop-in	107	295	429	509	536	514	305	150	48	0			
5	Industriekälte, Tiefkühlung, Drop-in	92	308	493	585	616	597	406	172	55	0			
6	Industriekälte, Tiefkühlung, Retrofit	77	231	346	423	461	446	292	146	69	0			
7	Industriekälte, sehr grosse Spezialanlagen, Retrofit	481	1442	1923	1923	1923	1826	864	0	0	0			
8	Industriekälte, Kaltwasser, Drop-in	35	122	208	243	243	236	163	62	0	0			
9	Klimakälte, klein bis mittel (60 kg)	38	121	185	223	242	259	186	85	47	0			
10	Klimakälte gross (120 kg)	57	172	249	277	287	313	198	66	23	0			
TOTAL		1118	3361	4836	5395	5604	5441	3208	1072	395	0	25755	30430	

Projektemissionen tCO2		pro Jahr											TOTAL	
pro Anlage		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	bis 2020	bis 2024	
1	Gewerbekälte, Normalkühlung, Drop-in	0.13	0.3	0.7	0.9	1.1	1.2	0.9	0.5	0.3	0.1	0.0		
2	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Drop-in	0.13	0.3	0.9	1.5	1.8	2.0	1.7	1.0	0.5	0.1	0.0		
3	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Retrofit	0.13	0.2	0.5	0.7	0.9	0.9	0.7	0.4	0.2	0.1	0.0		
4	Industriekälte, Normalkühlung, Drop-in	0.20	0.4	1.1	1.6	1.9	2.0	1.6	0.9	0.4	0.1	0.0		
5	Industriekälte, Tiefkühlung, Drop-in	0.20	0.3	1.0	1.6	1.9	2.0	1.7	1.0	0.4	0.1	0.0		
6	Industriekälte, Tiefkühlung, Retrofit	0.20	0.2	0.6	0.9	1.1	1.2	1.0	0.6	0.3	0.1	0.0		
7	Industriekälte, sehr grosse Spezialanlagen, Retrofit	2.45	1.2	3.7	4.9	4.9	4.9	3.7	1.2	0.0	0.0	0.0		
8	Industriekälte, Kaltwasser, Drop-in	0.20	0.2	0.7	1.2	1.4	1.4	1.2	0.7	0.2	0.0	0.0		
9	Klimakälte, klein bis mittel (60 kg)	0.07	0.2	0.7	1.0	1.3	1.4	1.2	0.7	0.3	0.1	0.0		
10	Klimakälte gross (120 kg)	0.11	0.3	1.0	1.4	1.6	1.6	1.3	0.6	0.2	0.1	0.0		
TOTAL		4	11	16	18	18	15	8	3	1	0	81	92	

Emissionsreduktionen tCO2		pro Anlage											TOTAL	
pro Anlage		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	bis 2020	bis 2024	
1	Gewerbekälte, Normalkühlung, Drop-in	71	178	249	302	320	306	171	100	32	0			
2	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Drop-in	82	287	471	573	614	598	426	192	74	0			
3	Gewerbekälte, Tiefkühlung, Retrofit	77	205	281	332	358	343	194	97	46	0			
4	Industriekälte, Normalkühlung, Drop-in	107	294	427	507	534	512	304	149	48	0			
5	Industriekälte, Tiefkühlung, Drop-in	92	307	491	583	614	596	405	172	55	0			
6	Industriekälte, Tiefkühlung, Retrofit	77	230	345	422	460	445	292	146	69	0			
7	Industriekälte, sehr grosse Spezialanlagen, Retrofit	479	1438	1918	1918	1918	1822	863	0	0	0			
8	Industriekälte, Kaltwasser, Drop-in	35	121	207	242	242	235	162	62	0	0			
9	Klimakälte, klein bis mittel (60 kg)	38	120	184	222	241	258	185	85	47	0			
10	Klimakälte gross (120 kg)	57	171	247	276	285	311	197	66	23	0			
TOTAL		1114	3350	4820	5377	5586	5426	3200	1069	394	0	25674	30338	

Nr.	Anwendungsbereich	Typ	Verfahren	Referenz-KM	GWP	Menge kg	Leckrate %	Rec-Faktor %	Füllmenge bei Stilllegung %	RE Betrieb tCO <sub>2</sub> /Jahr	RE Stilllegung tCO <sub>2</sub>	PE Betrieb tCO <sub>2</sub> /Jahr	ER Total (5a) tCO <sub>2</sub>
1	Gewerbekälte	Normalkühlung	Drop-in	R422D	2730	120	10.9%	95%	87%	35.7	14.3	0.13	192.14
2	Gewerbekälte	Tiefkühlung	Drop-in	R422A	3140	120	10.9%	95%	87%	41.1	16.4	0.13	221.09
3	Gewerbekälte	Tiefkühlung	Retrofit	R404A	3920	120	10.9%	95%	87%	51.3	20.5	0.13	276.18
4	Industriekälte	Normalkühlung	Drop-in	R422D	2730	180	10.9%	95%	87%	53.6	21.4	0.20	288.21
5	Industriekälte	Tiefkühlung	Drop-in	R422A	3140	180	10.9%	95%	87%	61.6	24.6	0.20	331.64
6	Industriekälte	Tiefkühlung	Retrofit	R404A	3920	180	10.9%	95%	87%	76.9	30.7	0.20	414.26
7	Industriekälte	Spezialanlagen	Retrofit	R404A	3920	2250	10.9%	95%	87%	961.4	383.7	2.45	5178.31
8	Industriekälte	Kaltwasser	Drop-in	R407C	1770	180	10.9%	95%	87%	34.7	13.9	0.20	186.52
9	Klimakälte klein / mittel	Klima	Drop-in	R407C	1770	120	6%	95%	87%	12.7	9.2	0.07	72.60
10	Klimakälte gross	Klima	Drop-in	R407C	1770	180	6%	95%	87%	19.1	13.9	0.11	108.90