

A photograph of a man sitting at a desk, looking uncomfortable. He is wearing a light blue t-shirt and has his hand on his neck. In front of him is a white desk fan. A computer keyboard is visible on the desk. The background is slightly blurred.

6. Februar 2015

Energieeffizienz in der Klimakälte

# Auslegeordnung und Vorgehensvorschlag

**Im Auftrag von**

Martin Stettler, Bundesamt für Energie, 3003 Bern

**Auftragnehmer**

Thomas Lang, zweiweg, 8006 Zürich

Christian Werner, zweiweg, 8006 Zürich

**Projektteam**

Martin Stettler, Bundesamt für Energie, 3003 Bern

Vladimir Prochaska, vPro, Via Cumünela 58, 7522 La Punt-Chamues-ch

Robert Dumortier, Sachverständiger Kälte, Holenweg 28, 4434 Hölstein

Thomas Lang, zweiweg gmbh, Weinbergstrasse 68, 8006 Zürich

Folgende Experten haben an einem Interview oder einem Experten-Roundtable teilgenommen:

Martin Appert, Walter Meier AG

Andreas Bayer, CTA AG

Arnold Brunner, Brunner Haustechnik AG

Robert Diana, suissetec

Pascal Emhardt, Waldhauser + Hermann AG

Adrian Grossenbacher, Bundesamt für Energie

Ueli Grossenbacher, Walter Meier AG

Pascal Hartung, Meier Kopp AG

Kurt Hildebrand, Hochschule Luzern - Technik & Architektur

Andrea A. Kopp, Klima Kälte Kopp AG

Michael Kriegers, Meierhans + Partner AG

Rolf Löhrer, Vorsitzender Technische Kommission SVK

Martin Ménard, Lemon Consult

Alois Müller, Klima Kälte Kopp AG

Hanspeter Portmann, Wolf (Schweiz) AG

Manuel Rigozzi, Rigozzil Engineering SA

Magnus Willers, Jobst Willers Engineering AG, Leiter Geschäftsstelle KGTV

Für den Inhalt der Studie sind ausschliesslich die Auftragnehmer verantwortlich.  
Die erwähnten Fachexperten können davon abweichende Meinungen vertreten.

Zürich, 6. Februar 2015

---

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Ziel</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Projektablauf</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>Akteure Klimakälte</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>Zielgruppen</b>	<b>8</b>
<b>6.</b>	<b>Normen, Verordnungen, Vorgaben</b>	<b>9</b>
<b>7.</b>	<b>Lebenszyklus von (Klima-)Kälteanlagen</b>	<b>11</b>
<b>8.</b>	<b>Marktdaten</b>	<b>12</b>
<b>9.</b>	<b>Motivationsorientierte Sicht auf Zielgruppen</b>	<b>13</b>
<b>10.</b>	<b>Aus- und Weiterbildung Klimakälte</b>	<b>14</b>
<b>11.</b>	<b>Warum haben die Klimakälteanlagen Defizite bei der Effizienz?</b>	<b>15</b>
<b>12.</b>	<b>Aktionsplan Klimakälte</b>	<b>18</b>
12.1.	Übersicht Massnahmen	18
12.2.	Grundlagen Fachpersonen	19
12.2.1.	Vorprojekt Fachbuch Klimakälte	19
12.2.2.	Informative Kurzfassung der SIA 382/1	20
12.2.3.	Kältemittel-Info für Klimakältefachleute	21
12.2.4.	Information zum Vorgehen beim Anlageersatz	22
12.2.5.	Studie: Systeme für die Beurteilung der Energieeffizienz	23
12.2.6.	Energieeffizienz bei Angebotsrunden	24
12.3.	Grundlagen Betreiber	25
12.3.1.	Argumentarium Wartung	25
12.4.	Marktbearbeitung Betreiber	26
12.4.1.	Aktion «Angenehmes Raumklima» zur Sensibilisierung der Nutzer	26
12.4.2.	Sensibilisierung der «professionellen» Eigentümer / Betreiber	27
12.4.3.	Implementierung in Facility-Management-Ausbildung	28
12.5.	Marktbearbeitung Fachleute	29
12.5.1.	Implementierung in Planer-Ausbildung	29
12.5.2.	Impulsveranstaltung für Kälteplaner	30
12.5.3.	Kurs Klimakälte für Planer	31
12.5.4.	Sensibilisierungs-Aktion Klimakältefachleute	32
12.5.5.	Erfahrungsaustausch-Treffen	33
<b>13.</b>	<b>Termine</b>	<b>34</b>
<b>14.</b>	<b>Kostenschätzung</b>	<b>35</b>
<b>15.</b>	<b>Anhang</b>	<b>37</b>

---

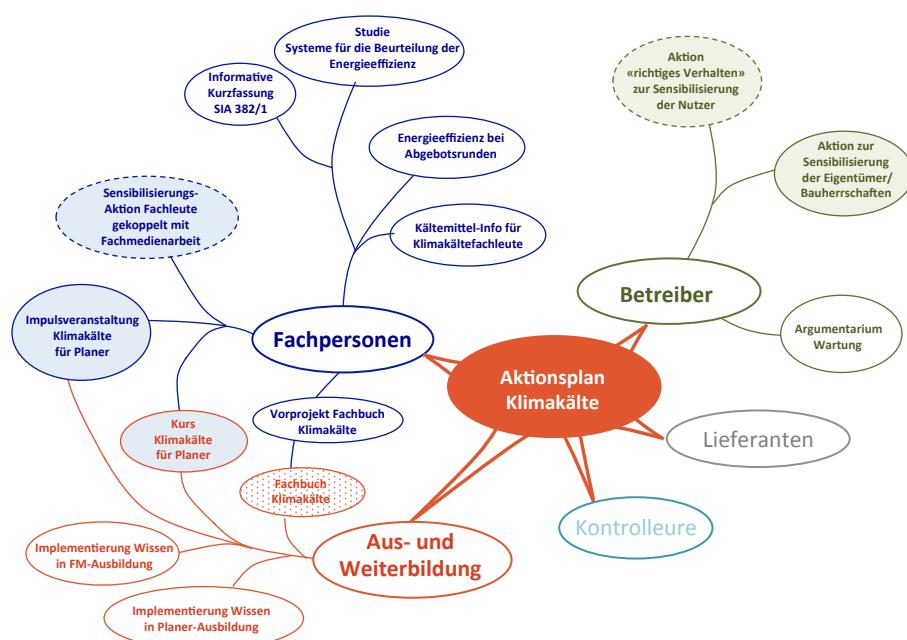
## 1. Zusammenfassung

Energieeffizienz-Projekte in der Klimakälte zeichnen sich dadurch aus, dass eine Vielzahl von Akteuren daran beteiligt ist. Solche interdisziplinären Projekte haben ein hohes Wirkungspotenzial. Gleichzeitig weisen sie eine Vielzahl von Schnittstellen auf, bei denen ein Fehlerrisiko besteht.

Weitgehend unbestritten ist, dass mit einer gut konzipierten, richtig ausgelegten und korrekt einregulierten Klimakälteanlage – die regelmäßig gewartet wird –, der Energieverbrauch und die Kosten fürs Kühlen stark gesenkt werden kann. Dass in der Praxis nicht alle Klimakälteanlagen energetisch so vorbildlich sind, hat verschiedenen Ursachen. Nebst fehlendem Wissen bei den Fachleuten, den Betreibern und den Eigentümern ist die Kostenfrage ein entscheidender Punkt – wer bezahlt die Investitionskosten und wer profitiert von tieferen Betriebskosten? Als Hemmnisse werden auch der enorme Zeit- und Kostendruck in der Planung sowie ein ausbleibender Vollzug der Gesetzgebung angeführt.

Ein wichtiger Angelpunkt sind die Nutzer – also die Menschen, die in einem klimatisierten und gekühlten Gebäude arbeiten. Sie haben durch ihr Verhalten im Gebäude einen massgeblichen Einfluss auf den Energieverbrauch und die Kosten der Klimakälteanlage.

Aus diesen Gründen wird vorgeschlagen, dass in einer ersten Phase 2015–2017 der Fokus der Aktivitäten bei den Fachpersonen, im Bereich Aus- und Weiterbildung und bei den Betreibern liegt.



Vorgeschlagener Aktionsplan Klimakälte. In einer ersten Phase 2015-2017 sollen in den drei Bereichen Fachpersonen, Betreiber sowie Aus- und Weiterbildung Projekte initiiert und umgesetzt werden.

Griffige Ansatzpunkte werden auch bei der Kontrolle (Vollzug) und bei den Lieferanten gesehen. Doch diese Bereiche sollen aus Budget- und Kapazitätsgründen zu einem späteren Zeitpunkt angegangen werden.

## 2. Ziel

Der Bericht zur Energieeffizienz in der Klimakälte nimmt eine Auslegeordnung der Situation in der Schweiz vor. Darauf aufbauend erarbeitet der Bericht einen praxisorientierten Vorgehensvorschlag mit konkreten Massnahmen für die Marktbearbeitung des Bereichs Klimakälte. Er dient dem BFE als Grundlage für die Entscheidung, mit welchen Massnahmen und Aktivitäten das Thema Energieeffizienz bei der Klimakälte in der Deutsch-, West- und Südschweiz angepackt werden kann.

### 2.1. Ausgangslage

Unter Klimakälte (Klimaanlagen) werden diejenigen Kälteanwendungen verstanden, die für die Raumkonditionierung eingesetzt werden. Rund 14% beträgt der Anteil der Klimakälte am Gesamtenergieverbrauch fürs Kühlen in der Schweiz.

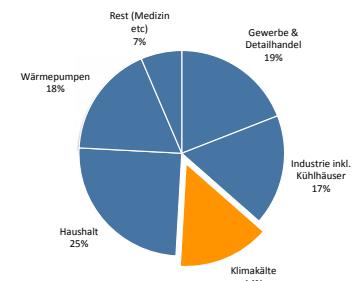
Schätzungen gehen davon aus, dass in der Schweiz rund 60 Mio. m<sup>2</sup> Raumflächen gekühlt werden. Der gesamte Energieaufwand dafür dürfte rund 1'100 GWh/a betragen. Die Klimaanwendungen mit dem grössten Energiebedarf finden sich im Handel (Anteil von 31% am ganzen Klimakälteenergieverbrauch), bei Banken und Versicherungen (12%) und den übrigen Dienstleistungsgebäuden (36%).<sup>1</sup>

Die Kampagne effiziente Kälte 2010–2013 (die zweite Phase läuft von 2014 bis 2017) ist auf die Kälteanwendungen im Industrie- und Gewerbebereich fokussiert. Die Klimakälte konnte dabei aus Kapazitätsgründen nur am Rande miteinbezogen werden. Zudem hat sich gezeigt, dass der Klimakältemarkt anders strukturiert ist als die Industrie- und Gewerbekälte. Vor allem auch sind bei Klimakälteprojekten Fachleute aus mehreren, unterschiedlichen Fachrichtungen involviert. Die Schnittstellen zwischen den Gewerken sind damit anspruchsvoll und müssen als potenzielle Quelle für ineffiziente Lösungen im Auge behalten werden.

### 2.2. Aufgabe

Die Aufgabe dieser Studie ist es, eine Auslegeordnung im Bereich Klimakälte (Planung, Bau und Betriebsphase) zusammenzustellen. Dazu gehört eine einfache Übersicht über den Schweizer Klimakältemarkt und dessen Akteure. Der Bericht soll Hemmnisse aufzeigen, die einer Verbesserung der Energieeffizienz im Wege stehen. Und er soll Ansatzpunkte entwickeln, wie die Energiesparpotentiale in der Klimakälte erschlossen werden könnten.

Das Ergebnis ist ein Bericht, der nebst den Basisinformationen –Kältemarkt und Akteuren, Darstellung der Hemmnisse etc. – Empfehlungen für freiwillige Massnahmen und dafür nötige Grundlagen liefert.



Rund 14% Anteil hat die Klimakälte am Gesamtenergieverbrauch aller Kühlanwendungen in der Schweiz.

<sup>1</sup> Studie Elektrizitätsbedarf fürs Kühlen in der Schweiz, EnergieSchweiz, Kampagne effiziente Kälte, 2012

### 3. Projektablauf

Eine breite Abstützung und Akzeptanz der Auslegeordnung und des Vorgehensvorschlags in der Klimakälte soll mit folgendem Prozess erreicht werden:

#### 1. Auslegeordnung

Es braucht in einem ersten Schritt mehr Klarheit über die Situation und Herausforderungen bei der Klimakälte. Es wird abgeklärt, welche Hemmnisse die Verbreitung effizienter Lösungen bremsen und wo die Angelpunkte für mögliche Massnahmen liegen könnten. Zudem sollen die Angebote im Bereich Aus- und Weiterbildung, die Erfahrungen der bestehenden Programme in der Schweiz und die Aktivitäten aus Deutschland und Österreich zusammengestellt werden. Weiter werden im ersten Schritt die führenden Fachverbände (SIA, SWKI und suissetec) zum Projekt informiert und deren Anliegen und Impulse abgeholt. Auf diesen Informationen bauen die nächsten Schritte auf.

#### 2. Experteninterviews

In einem zweiten Schritt sollen im Rahmen von 5 Experteninterviews die Hemmnisse, Chancen und Angelpunkte für Veränderungen diskutiert werden.

#### 3. Experten-Roundtable

In einem dritten Schritt werden die Erkenntnisse aus den Interviews mit einer Delphi-Studie durch die 7 Fachpersonen (Dumortier, Prochaska und 5 Experten) beurteilt und bewertet. Die Delphi-Studie dient als Basis für den Roundtable Klimakälte.

#### 4. Ergebnisse verdichten und Massnahmen formulieren

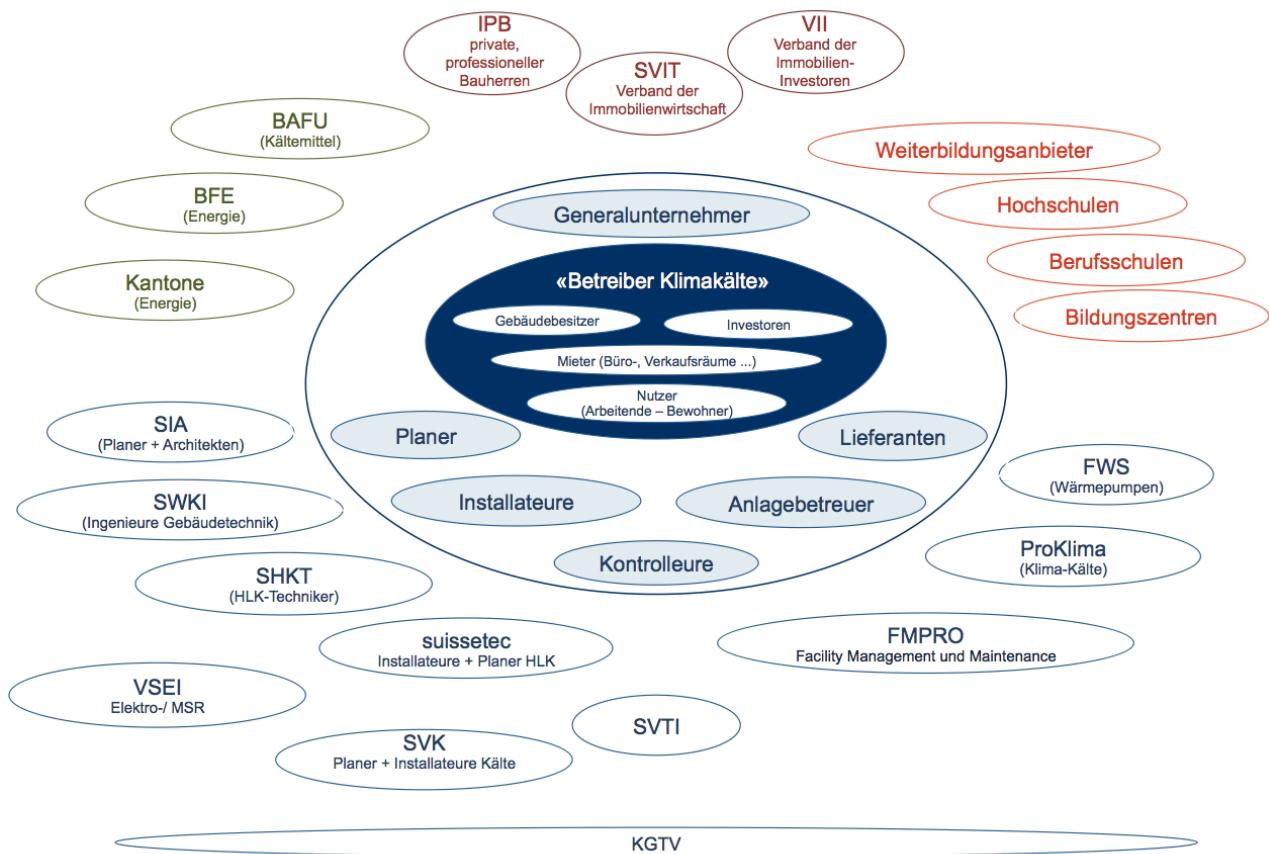
Anschliessend werden die Ergebnisse des Roundtables ausgewertet und gemeinsam mit dem Kernteam (siehe 5.1) in einem Workshop mögliche Massnahmen andiskutiert. Diese Vorschläge werden in einem Bericht zusammengestellt und den Experten zur Vernehmlassung zugestellt.

#### 5. Ergebnisse verdichten und Entscheidungsgrundlage formulieren

Als letzter Schritt wird ein Schlussbericht mit den Massnahmen und Kosten zusammengestellt. Dieser soll dem BFE als Entscheidungsgrundlage dienen und aufzeigen, wie die künftige Marktbearbeitung im Bereich Klimakälte aussehen könnte.

## 4. Akteure Klimakälte

Im Bereich Klimakälte ist eine Vielzahl von Akteuren aktiv. Die untenstehende Grafik listet die wichtigsten auf:



Die zentralen Akteure sind

- > die Bauherrschaften/Investoren, welche über die Architektur und die finanziellen Mittel entscheiden und mit ihrer Investitionsstrategie die Energieeffizienz der Anlage massgeblich beeinflussen können
- > die Planer, welche mit dem vorgeschlagenen Konzept massgeblich zur künftigen Effizienz der Klimakälteanlage beitragen
- > die Installateure, welche bei Angebotsrunden nebst dem Preis auch noch die Energieeffizienz im Blick haben müssen
- > die Lieferanten, welche effiziente Produkte anbieten müssen
- > die «Service-Firmen», welche dank einem guten Unterhalt der Anlage massgeblich zur Erhaltung der Energieeffizienz beitragen können
- > die Architekten, indem Sie Gebäudekonzepte realisieren, welche einen geringen Kühlbedarf aufweisen
- > die Nutzer, indem Sie sich richtig verhalten und dadurch weniger Wärme «weggekühlt» werden muss

## 5. Zielgruppen

Ein Akteur kann gleichzeitig mehreren Zielgruppen angehören.

Bezeichnung	Definition der Zielgruppe	Personenkreis
<b>Betreiber</b>	Alle Personen, die die Verantwortung für den normalen Betrieb der Klimakälteanlage tragen, diese nutzen oder sich regelmässig damit befassen.	<b>Benutzer</b> Nutzer des Gebäudes <b>Hauswart/FM-Fachperson</b> Direkter Betreuer der Klimakälteanlage ohne vertiefte Kältekenntnisse <b>Eigentümer / Bauherr</b> Entscheidungsträger <b>Verwalter</b> Treuhänderischer Vertreter des Eigentümers
<b>Fachpersonen</b>	Alle Fachspezialisten, welche die Betreiber bei Planung, Bau, Wartung und Erneuerung der Klimakälteanlage unterstützen.	<b>Planer</b> Verantwortlicher Klimakälteplaner <b>Installateur</b> Baut die Klimakälteanlage <b>Regel-Spezialist</b> <b>Service</b> Verantwortlich für den optimalen Unterhalt der Klimakälteanlage
<b>Lieferanten</b>	Hersteller, Lieferanten und Grosshandel, die einzelne Komponenten oder ganze Kältesysteme anbieten und in erster Linie gegenüber Planern und Installateuren eine beratende Funktion ausüben	<b>Hersteller</b> Produzieren Anlagekomponenten <b>Lieferanten / Grosshandel</b> Handeln und vertreiben Anlagekomponenten
<b>Kontrolleure</b>	Fachperson, die von Amtes wegen periodisch eine Kontrollfunktion auf der Klimakälteanlage ausübt	<b>Sachkundiger Dichtigkeit</b> Verantwortlich für die Dichtheitsprüfung an statioären Klimakälteanlagen (ab 3 kg Füllgewicht») <b>SVTI-Inspektor</b> Überwacht den Druckgerätemarkt durch regelmässige Stichproben sowie durch Einzelprüfungen aufgrund von begründeten Hinweisen. <b>«Baukontrolleur»</b> Kontrolliert die Einhaltung der Bauvorschriften >
<b>Lehrpersonen</b>	Fachperson, die Fachleute ausbildet.	<b>Fachlehrpersonen Berufsschulen</b> <b>Dozenten Fachhochschulen</b>

## 6. Normen, Verordnungen, Vorgaben

SIA Norm: Lüftungs- und Klimaanlagen – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen

- SIA 382/1, Juli 2014

Die Norm SIA 382/1 enthält die notwendigen Festlegungen, um mit Lüftungs- und Klimaanlagen bei massvollem Energieverbrauch ganzjährig Raumkonditionen zu schaffen, die behaglich sind und negative Auswirkungen auf Gesundheit und Bauwerk möglichst verhindern. Diese Norm beschreibt die grundsätzlichen Kriterien für die Wahl der Lüftungsstrategie und nennt die technischen Rahmenbedingungen zur Erreichung eines möglichst geringen Energieverbrauchs für die Luftaufbereitung und Luftförderung in Lüftungs- und Klimaanlagen. Zusätzlich werden die Bedingungen festgelegt, unter denen eine Kühlung, Be- oder Entfeuchtung der Raumluft zweckmäßig ist. (Quelle SIA)

SN/SIA Leitlinien zum Thema Lebenszyklen Betrieb und Unterhalt

- SN 15240-2007 SIA 382-702  
Leitlinien für die Inspektion von Klimaanlagen (Lüftung von Gebäuden - Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Leitlinien für die Inspektion von Klimaanlagen)
- SN 15239-2007 SIA 382-703  
Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen (Lüftung von Gebäuden - Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen)

Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV (BAFU)

Die ChemRRV verbietet oder schränkt den Umgang mit in der Luft stabilen Stoffen (Kältemitteln) ein. Zudem regelt die Verordnung die persönlichen und fachlichen Voraussetzungen für den Umgang mit Kältemitteln.

Dichtigkeitskontrolle-Wartung-Meldepflicht ( BAFU 15/06)

SN Kälteanlagen und Wärmepumpen: Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen

- SN EN 378 Teil: 1-4
  - Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien
  - Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation
  - Teil 3: Aufstellungsort und Schutz von Personen
  - Teil 4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung

#### SWKI-Richtlinien

- RE101-01 (2003-1), Instandhaltung kältetechnischer Anlagen
- 2003-3, Rückkühlung

#### Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKen)

#### Energienachweis und Vollzugshilfe Kühlung / Befeuchtung (Kantone)

- EN-5 «Kühlung / Befeuchtung»

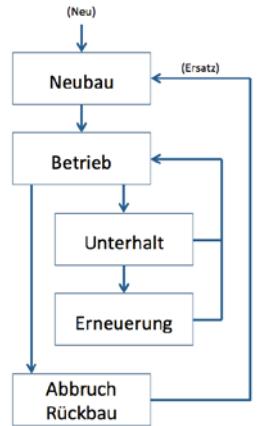
#### Weitere:

- Druckgeräte-Verordnung, DGVO 819.121
- Arbeitssicherheit: EKAS 6507.d
- Störfallverordnung: 814.012 (StFV)
- Explosionsschutz (SUVA Kälte): SUVA2153.d
- Lärmschutz-Verordnung 814.41
- Anforderung an Personal SN EN 13313
- Eurovent Zertifizierungen von Produkten für Luft- und Kältetechnik
- Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG
  - Lot 10: Raumklima-Anlagen
  - Lot E6: Klima- und Belüftungsgeräte

## 7. Lebenszyklus von (Klima-)Kälteanlagen

Der Lebenszyklus einer Kälteanlage kann in 5 Phasen gegliedert werden:

Neubau	In der Phase Neubau wird die Kälteanlage (Erzeugung, Wärmeabfuhrung und Kälteverteilung) konzipiert, geplant, erstellt und in Betrieb genommen.
Betrieb	Die Phase Betrieb umfasst jene Tätigkeiten an der Kälteanlage, welche der Betreiber (Benutzer, Haus-/Anlagewart, Eigentümer, Bauherr, Verwalter) ohne Bezug eines Dritten selbst ausführen kann.
Unterhalt	Der Unterhalt umfasst all jene Tätigkeiten, die von Drittpersonen im Auftrag des Eigentümers (und/oder Betreibers) an der Anlage ausgeführt werden. Dazu gehören einerseits gesetzlich vorgeschriebene Arbeiten wie die Dichtigkeitsprüfung der Kälteanlage. Anderseits umfasst der Unterhalt alle Arbeiten, die für die Sicherstellung eines sicheren und unterbruchsfreien Betriebs der Anlage nötig sind.
Erneuerung	Bei einer Erneuerung werden wesentliche Teile oder die ganze Kälteanlage ersetzt. Es werden zwei Arten von Erneuerung unterschieden: <ul style="list-style-type: none"> <li>Der 1:1-Ersatz, bei dem ein Teil (z.B. Kältemaschine) durch ein «identisches» Teil ersetzt wird.</li> <li>Erneuerung, bei der auch eine Konzeptüberprüfung mit einer Neudefinition der wichtigsten Anlageparameter stattfindet.</li> </ul>
Rückbau	Der Rückbau umfasst den vollständigen Abbruch der Kälteanlage. Diese Phase liegt nicht im Fokus dieses Projektes. Themen wären hier die Rückgewinnung des Kältemittels und das Recycling der Materialien.



## 8. Marktdaten

Verlässliche Marktdaten (Anzahl Anlagen und Leistungsbereich) sind momentan keine vorhanden. Die bei der Schweizerischen Meldestelle für Kälteanlagen seit dem 1. Januar 2010 registrierten Anlagen geben einen Überblick über die Anlagen mit mehr als 3 kg Kältemittel.

Erfahrungen zeigen, dass nicht alle Anlagen gemeldet werden und Anlagen mit natürlichen Kältemitteln nicht gemeldet werden müssen. Aus diesem Grund liefert die oben erwähnte Zusammenstellung nur bedingt einen guten Überblick. Trotzdem haben wir versucht, anhand der Kältemittelmengen grob die Leistungsbereiche der gemeldeten Anlagen abzuschätzen. Die so ermittelten Daten wurden mit einer angenommenen «Melderate» hochgerechnet.

Mit dieser Methode schätzen wir, dass

- > rund 30'000 Klimakälteanlagen (mit mehr als 3 kg Kältemittel) installiert sind
- > die eine elektrische Anschlussleistung von rund 1'150 MW aufweisen.

Dazu kommen noch grob geschätzte 200'000 Split-Klimageräte<sup>2</sup> (mit weniger als 3 kg Kältemittel).

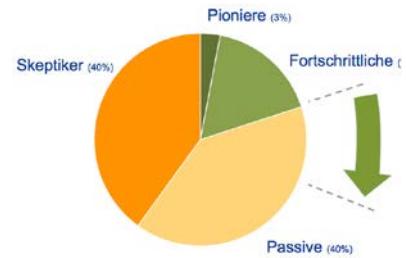
---

<sup>2</sup> Es wird geschätzt, dass jährlich rund 20'000 Split-Klimageräte verkauft werden.

## 9. Motivationsorientierte Sicht auf Zielgruppen

Die Zielgruppen im Bereich Klimakälte können bezüglich ihrer Motivation und Bereitschaft für ein aktives Handeln im Bereich energieeffiziente Klimakälteanlagen in vier Gruppen unterteilt werden:

- Pioniere** Pioniere zeichnen sich aus durch eine hohe Motivation für energieeffiziente, innovative Lösungen. Sie bauen die Klimakälteanlagen der Zukunft. Um etwas Neues auszuprobieren sind sie bereit, einen Mehraufwand zu leisten oder ein erhöhtes Risiko einzugehen.
- Fortschrittliche** Fortschrittliche besitzen eine hohe Bereitschaft zu handeln. Sie kennen die neusten Normen und Technologien und setzen diese in der Praxis bereits erfolgreich um.
- Passive** Passive sind grundsätzlich bereit zu handeln und effiziente Lösungen zu bauen resp. zu planen. Sie wollen aber keinen Zusatzaufwand leisten. Sie können zum Handeln bewegt werden, wenn sie erprobte Lösungen finden, die ihnen das Handeln einfach machen und das Risiko dabei minimieren.
- Skeptiker** Skeptiker verlassen sich auf das «Altbewährte» und sind nur sehr schwer für das Thema Energieeffizienz bei der Klimakälte zu gewinnen. Sie können – wenn überhaupt – mit den vorhandenen finanziellen Mitteln für freiwillige Massnahmen nicht bewegt werden.



Der wichtigste Hebel der freiwilligen Massnahmen im Klimakältebereich liegt bei der Gruppe der Passiven. Die Massnahmen für eine energieeffiziente Klimakälte sollen den Passiven das Handeln so einfach wie möglich machen und sie langsam aber stetig in die Gruppe der Fortschrittlichen transferieren, so dass der Anteil der Fortschrittlichen zunimmt.

## 10. Aus- und Weiterbildung Klimakälte

### 10.1. Grundausbildungen

Eine eigentliche Grundausbildung «Klimakälte-Fachmann» gibt es nicht. Die Klimakälte ist in verschiedenen Ausbildungsgängen ein Thema resp. ein Block, der (auch) noch unterrichtet wird. Der Schwerpunkt bei den Ausbildungen liegt jedoch in anderen Bereichen (Lüftung, Gebäudetechnik, Kältesysteme...).

Ausbildung	Organisation/Trägerschaft
• Lüftungsanlagenbauer/in EFZ	suissetec
• Chefmonteur/in Lüftung	suissetec
• Gebäudetechnikplaner/in Lüftung EFZ	suissetec
• Haustechnikpraktiker/in Lüftung EBA	suissetec
• Kältesystem-Monteur EFZ	SVK
• Kältesystem-Planer EFZ	SVK
• Kältemontage-Praktiker EBA	SVK

### 10.2. Weiterbildungen

Auch bei der Weiterbildung wird das Thema «Klimakälte» in verschiedenen Angeboten gelehrt.

Weiterbildung	Organisation/Trägerschaft
• Service-Monteur Lüftung/Klima	STFW / suissetec
• Chefmonteur/in Lüftung	suissetec
• Chefmonteur Heizung	suissetec
• Energieberater/in Gebäude	suissetec
• Projektleiter/in Gebäudetechnik	suissetec
• Technikerschule Fachrichtung Kälte	BBZ
• Bachelor of Science in Gebäudetechnik	FH Luzern
• Master of Science in Engineering MSE	FH Luzern
• Bachelor Studium «Energie und Umwelttechnik»	FH Luzern

### Regelmässige Infoveranstaltungen

• SWKI Kurzseminare	SWKI
• Energie-Apéros	diverse

Die Aufzählungen sind nicht abschliessend. Im Anhang befindet sich eine Liste mit weiteren Aus- und Weiterbildungsangeboten, die das Thema Klimakälte zumindest am Rande ansprechen.

## 11. Warum haben die Klimakälteanlagen in der Regel Defizite bei der Effizienz?

Es ist für die in dieses Projekt einbezogenen Fachpersonen unbestritten, dass mit einer gut konzipierten, richtig ausgelegten und korrekt einregulierten Klimakälteanlage – die auch regelmässig gewartet wird –, der Energieverbrauch und die Kosten fürs Kühlen stark gesenkt werden können. Zudem ist man sich einig, dass die Nutzer des Gebäudes durch ihr Verhalten einen massgeblichen Einfluss auf den Energieverbrauch und die Kosten haben.

**Doch warum gibt es bei der Energieeffizienz (resp. beim Energieverbrauch der Klimakälteanlagen) eine Differenz zwischen der Best-Practice-Lösung und den Lösungen, die man in der Praxis antrifft?**

Die Antworten auf diese Frage sind sehr vielschichtig.

- > Die Mehrkosten (auf der Stromrechnung), die eine inneffiziente Kälteanlage verursachen, sind für die meisten Betreiber resp. die Mieter nicht relevant. Die Klimakälte ist selten ein eigener Budgetposten. In der Regel weiss das Unternehmen gar nicht, wie viel es jährlich für den Strom der Klimakälte bezahlt. Die Kosten gehen in den allgemeinen Energie- und Nebenkosten des Unternehmens «unter».
- > Der Akteur, welcher am Schluss die Energiekosten der Klimakälteanlage bezahlen muss – in der Regel das Unternehmen, das die (Büro-) Flächen mietet – hat im Normalfall keinen Einfluss auf das Gebäude, die gewählte «Kühllösung» und deren Energieeffizienz.
- > Bei Neubauten interessieren den Investor oder den GU meist nur die Investitionskosten. Lösungen mit tiefen Investitionskosten werden bevorzugt – auch wenn diese anschliessend «hohe» Energiekosten verursachen.
- > Der Zeit- und Kostendruck bei der Planung verleitet den Planer dazu, auf seine Standard-Lösungskonzepte zurückzugreifen oder die Planung ganz zum Komponentenlieferanten auszulagern. Beide Wege bergen das Risiko, dass bei der Planung gewisse Kompromisse (zu Ungunsten der Energieeffizienz) eingegangen werden.
- > Neuanlagen werden in der Regel nach bestem Wissen und Gewissen geplant und anschliessend in Betrieb genommen. Was bei der Planung nicht bekannt ist, ist die tatsächliche Nutzung des Gebäudes und der Klimakälteanlage. Die gesamte Anlage müsste nach einem Betriebsjahr nochmals kontrolliert und auf die tatsächlichen Bedürfnisse einreguliert werden. Diese Nachregulierung findet in der Praxis jedoch nur selten statt. Dies führt dazu, dass eine Vielzahl der Klimakälteanlagen während Jahren mit der Einstellung bei Inbetriebnahme laufen, ohne Berücksichtigung der realen Nutzungsbedingungen (die sich im Lauf der Zeit allenfalls auch verändern oder unabsichtlich verändert wurden).

- 
- > Die Lieferanten bieten den Planern einen «Rundum-Service» an, indem die Lieferanten auch noch die Planung der Klimakälteanlage (Zentrale und Rückkühlung/Wärmeabfuhrung) übernehmen.
  - > Bei einer Optimierung kann der Fachmann dem Betreiber nicht garantieren, dass sich die Betriebsoptimierung einer bestehenden Klimakälteanlage auch wirklich auszahlt. Erfahrungen zeigen, dass es Anlagen gibt, bei denen mit wenigen, neuen Einstellungen der Stromverbrauch der Klimakälteanlage erheblich gesenkt werden kann. Bei anderen Anlagen bringt auch eine umfassende Analyse keine nennenswerten Einsparpotentiale.
  - > Der Anlagebetreiber ist in der Regel mit den technischen Fragen überfordert. Er ist froh, wenn seine Klimakälteanlage störungsfrei läuft und sie ihm das gewünschte Raumklima bereitstellt.
  - > Das Konzept der Klimakälteanlage ist entscheidend für den künftigen Energieverbrauch. Die Konzepte, die in der Praxis umgesetzt werden, zeigen jedoch, dass nicht alle Planer die energieeffizienten Konzepte kennen.
  - > Eine Optimierung der Klimakälteanlage bedeutet auch immer ein Risiko, dass nach der Optimierung etwas nicht mehr so funktioniert, wie es sollte. Insofern gibt es viele Betreiber – aber auch Fachleute –, die lieber keine Veränderungen an der Anlage vornehmen und so nichts riskieren.
  - > Oft fehlen die Daten über den Stromverbrauch der Klimakälteanlage, der erzeugten Kühlleistung und anderer Betriebszustände, welche einen Rückchluss auf die Energieeffizienz der Anlage ermöglichen würden. Einerseits müssen solche Daten während einer gewissen Zeit erhoben werden (Aufwand), und andererseits fehlen die Messeinrichtungen (Stromzähler, Kältezähler...), welche die Daten erfassen.
  - > In der Praxis wird festgestellt, dass es einerseits Vorgaben zur Energieeffizienz der Klimakälteanlagen gibt (EN-5 Nachweis), jedoch selten geprüft wird, ob die eingebaute Klimakälteanlage die geplanten und eingereichten Grenzwerte erfüllt (fehlender Vollzug).
  - > Die Gebäudenutzer (Mitarbeitenden) verhalten sich bewusst oder unbewusst nicht so, wie es aus «Sicht der Klimakälte» erwartet wird (frühzeitiges Beschattung, innere Abwärmen minimieren...). Gleichzeitig ist die Toleranz der Nutzer gegenüber Abweichungen vom als «richtig» empfundenen Raumklima (Temperatur) gering.
  - > Die Betriebskosten (inkl. Energiekosten) sind für den Mieter (bis heute) kein Auswahlkriterium, wenn es darum geht, neue Geschäftsräume auszuwählen.
  - > Bei Abgebotsrunden bedingt sich der Lieferant oft Produktfreigabe aus. Es ist für den Planer schwierig und aufwändig sicherzustellen, dass die eingesetzten «günstigeren» Komponenten auch alle Anforderungen bezüglich Energieeffizienz erfüllen respektive die Planungswerte gemäss SIA 382/1 einhalten.
  - > Der Ausbau erfolgt durch den Mieter. Jeder Mieter baut eine eigene Lösung und ein eigenes Konzept (fehlende Gesamtsicht).
-

---

**Gäbe es einfache Möglichkeiten, die Energieeffizienz einer Klimakälteanlage zu messen und zu beurteilen?**

In den Gesprächen wurde immer wieder erwähnt, dass es eigentlich relativ einfach sei, die Effizienz einer (Kälteträger-) Klimakälteanlage zu ermitteln. Die Effizienz könnte aus dem Stromverbrauch (mit einem Elektrozähler, der alle Verbraucher wie Verdichter, Pumpen, Ventilator, Rückkühler erfasst) und einem Kältezähler (der die produzierte Kälte misst) ermittelt werden. Doch warum wird das heute in der Praxis nicht gemacht?

- > Solche Messeinrichtung machen Investitionen notwendig (Elektrozähler, Kältezähler, Auswertungsgerät, Umverdrahtungen...). Der Investor/Eigentümer muss die zusätzlichen Messeinrichtungen bezahlen (höhere Investitionen). Er hat jedoch keinen direkten Nutzen davon (die Energiekosten sind Nebenkosten und werden vom Mieter bezahlt).
- > Planer, Installateur und Lieferant werden durch eine solche Messeinrichtung «kontrollierbar» (bei Anlagen, welche die Werte nicht erfüllen, besteht die Angst, dass dies zu unerquicklichen Ursachendiskussionen führt).
- > Einzig der Nutzer, welcher am Schluss die Kosten der Klimakälteanlage bezahlen muss – in der Regel das Unternehmen, das die (Büro-) Flächen mietet – hat somit ein Interesse an einer solchen Lösung.

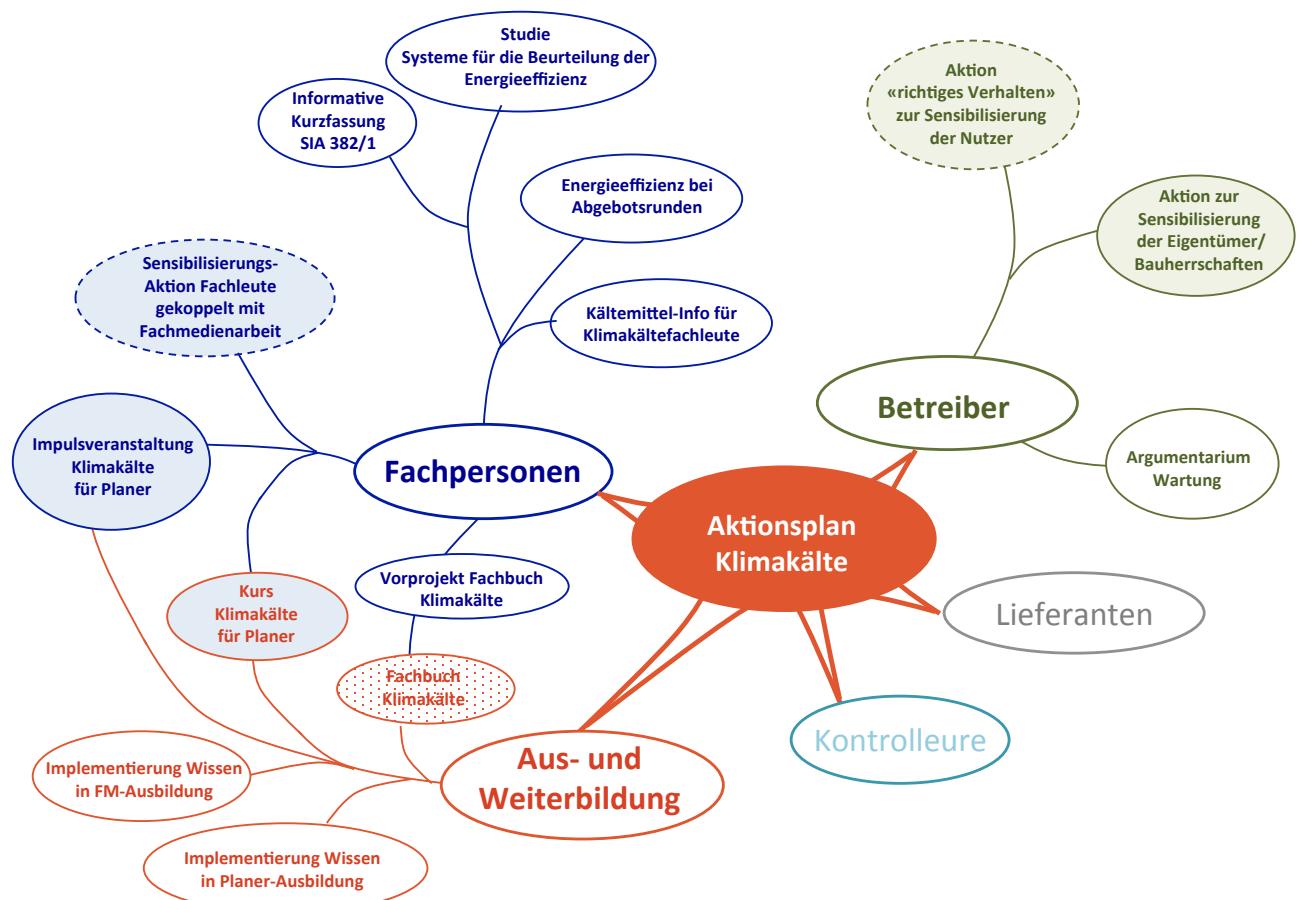
Die Experten weisen darauf hin, dass der alleinige Einbau eines Elektro- und Kältezählers noch keinen Nutzen stiftet. Die Werte müssen auch regelmäßig ausgelesen und ausgewertet werden.

## 12. Aktionsplan Klimakälte

Aufgrund der Ergebnisse der Auslegeordnung schlagen wir folgende Ansatzpunkte zur Diskussion vor, mit denen das BEF gemeinsam mit den verschiedenen Fachverbänden der Fachleute und der Betreiber das Thema Energieeffizienz bei den Klimakälteanlagen aufgreifen kann.

### 12.1. Übersicht Massnahmen

In den Expertengesprächen und beim Roundtable wurden verschiedene Massnahmen vorgeschlagen. Basierend auf der Liste mit den wichtigsten Problemen (siehe Anhang) und den Verhaltenszielen (siehe Anhang) schlagen wir vor, folgende Schwerpunkte zu setzen:



## 12.2. Grundlagen Fachpersonen

### 12.2.1. Vorprojekt Fachbuch Klimakälte

Es fehlt ein Fachbuch/Lehrmittel, das alle Aspekte aus dem Blickwinkel Klimakälte abhandelt – von der Kühldecke über die Hydraulik, die Kältemaschine bis hin zum Rückkühler. Wichtig wäre, dass das Fachbuch nebst den theoretischen Grundlagen auch Beispiele aufnimmt zu Themen wie:

- > Klimakältekonzepte, die in der Praxis funktionieren
- > Bedürfnisgerechtes Planen: Die richtigen Fragen an die Bauherrschaft
- > Die häufigsten Bauherrenfallen
- > Bauen ohne Klimatisierung: was ist zu beachten?
- > MSR: Funktionsbeschreibungen
- > So binden Sie eine Kältemaschine in das MSR-System ein
- > Kältemittelwahl

Das Fachbuch/Lehrmittel bildet die Grundlage für die Weiterbildungen innerhalb des Aktionsplans Klimakälte. Zudem kann das Fachbuch/Lehrmittel auch wertvolle Impulse liefern für die bestehenden Aus- und Weiterbildungen, die sich mit der Klimakälte (am Rande) befassen.

In diesem Vorprojekt sollen die Grundlagen für ein Lehrmittel Klimakälteanlagen erarbeitet werden.

Ziel	Grundlagen für die Projektdefinition eines Lehrmittels zum Thema Klimakälteanlagen liegen vor.
Zielgruppe	Fachpersonen
Projekt	Grundlagen
Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Klärung Trägerschaft des Lehrmittels</li><li>&gt; Klärung Zielpublikum</li><li>&gt; Klärung Inhalte, Inhaltsgerüst</li><li>&gt; Klärung Organisation, Team</li><li>&gt; Formulierung Projekt</li></ul>
Kostenrahmen	18'000 Franken

### 12.2.2. Informative Kurzfassung der SIA 382/1

Die 2014 aktualisierte «SIA 382/1 Lüftungs- und Klimaanlagen – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen» beschreibt den aktuellen Stand der Technik. Um die Inhalte der Norm schneller in der Praxis zu verankern, sollen die zentralen Punkte der SIA 382/1 bezüglich Klimakälteanlagen in einer informativen Kurzfassung dargestellt werden. Diese Kurzfassung soll die häufigsten Praxis situationen beschreiben und «exotische» Varianten, die eher selten umgesetzt werden, bewusst ausklammern. Dadurch soll den «passiven» (gemäß Kapitel 8) Planern der Einstieg in die Norm vereinfacht und deren Verbreitung beschleunigt werden.

Ziel	Informative Kurzfassung zur Klimakälte der SIA 382/1 in einem attraktiven Flyer zusammenstellen
Zielgruppe	Fachpersonen
Projekt	Grundlagen
Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Definition der häufigsten Anwendungen</li><li>&gt; Verdichten der wichtigsten Aussagen der SIA 382/1</li><li>&gt; Grobinhalte erarbeiten (4-6 Seiten)</li><li>&gt; Inhalte bereinigen / Vernehmlassung</li><li>&gt; Inhalte redigieren</li><li>&gt; Bildrecherche und Bildsuche</li><li>&gt; Gestaltung Flyer</li><li>&gt; Vernehmlassung</li><li>&gt; Bereinigung</li><li>&gt; Fertigstellen Flyer deutsch</li><li>&gt; Texte übersetzen (französisch)</li><li>&gt; Texte gegenlesen</li><li>&gt; Grafische Adaption</li><li>&gt; Fertigstellen Flyer französisch</li></ul>
Kostenrahmen	28'000 Franken

### 12.2.3. Kältemittel-Info für Klimakältefachleute

Zum Thema Kältemittel fehlt sowohl den «passiven» Planern wie auch vielen «fortschrittlichen» Planern das Wissen. Generell werden die Kältemittel eingebaut, die der Lieferant empfiehlt. Doch die Wahl des Kältemittels hat einen massgebenden Einfluss auf den gesamten CO<sub>2</sub>-Ausstoss (TEWI) einer Klimakälteanlage. Daher soll für die Fachleute eine einfach verständliche Information zu den in der Klimakälte üblichen Kältemitteln zusammengestellt werden. Beschrieben werden sollen die Eignung, die wichtigsten Kenndaten und die Eigenheiten der Kältemittel. So kann sich die Fachperson schnell und einfach ein Bild vom Kältemittel machen, seinen Kunden beraten und dem Lieferanten (im Zweifelsfalle) kritische Fragen stellen.

Ziel	Information zu den Kältemitteln liegt vor (z.B. als SWKI Info-Blatt oder suissetec Merkblatt)
Zielgruppe	Fachpersonen, insbesondere auch Planer
Projekt	Grundlagen
Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Definition der Kältemittel im Klimabereich</li><li>&gt; Zusammenstellen der wichtigsten Aussage</li><li>&gt; Grobinhalte erarbeiten (4-6 Seiten)</li><li>&gt; Inhalte bereinigen / Vernehmlassung</li><li>&gt; Inhalte redigieren</li><li>&gt; Bildrecherche und Bildsuche</li><li>&gt; Gestaltung Information</li><li>&gt; Vernehmlassung</li><li>&gt; Bereinigung</li><li>&gt; Fertigstellen Information deutsch</li><li>&gt; Texte übersetzen (französisch)</li><li>&gt; Texte gegenlesen</li><li>&gt; Grafische Adaption</li><li>&gt; Fertigstellen Information französisch</li></ul>
Kostenrahmen	25'000 Franken

#### 12.2.4. Information zum Vorgehen beim Anlageersatz

Theoretisch müsste jeder Anlageersatz durch eine fachgerechte Planung begleitet werden. So könnte die Anlage auf die aktuellen Bedürfnisse ausgelegt und optimal dimensioniert werden. In der Praxis zeigt es sich, dass ein Anlageersatz mit einer umfassenden Analyse in der Regel zu einem grösseren Projekt führt. Dieses kann schnell einmal die Dimension einer Gesamtplanung annehmen. Daher fürchten viele Bauherrschaften den Aufwand und die Kosten, die ein solches Projekt mit sich bringen. Oft lassen sie Einzelkomponenten ohne Planung ersetzen.

Das Ziel wäre es, dass bei einem solchen Anlageersatz (1:1-Ersatz) zumindest die wichtigsten Punkte vorgehend auch durch den «passiven» Fachmann abgeklärt werden. So soll sichergestellt werden, dass der Energieverbrauch der ersetzen Anlage in einem akzeptablen Bereich liegt.

Aus diesen Gründen soll ein Instrument entwickelt werden, das aufzeigt, welche Punkte beim 1:1-Ersatz beachtet werden sollten (z.B. Faustformel für die richtige Dimensionierung, sinnvolle Temperaturniveaus bei Erneuerungen, Kältemittelwahl ...). Das Instrument richtet sich speziell auch an Kältefachleuten, die sich nur unregelmässig mit Klimakälteanlagen beschäftigen und denen die Erfahrung und Routine bei der Planung fehlt (die aber die Planung aus wirtschaftlichen oder anderen Gründen, selber durchführen wollen).

Ziel	Kommunikationsmittel / Instrument Anlageersatz liegt vor
Zielgruppe	Fachpersonen
Anlagegrössen	Klimakälteanlagen < 250 kW <small>Kälteleistung</small>
Projekt	Grundlagen
Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Recherche und Entwicklung Kommunikationsmittel</li> <li>&gt; Bestimmung der wichtigsten Angelpunkte</li> <li>&gt; Beschreibung Kosten und Auswirkung</li> <li>&gt; Entwicklung Vereinfachungen (Faustregeln ...)</li> <li>&gt; Inhalte bereinigen / Vernehmlassung</li> <li>&gt; Inhalte redigieren</li> <li>&gt; Bildrecherche und Bildsuche</li> <li>&gt; Gestaltung</li> <li>&gt; Vernehmlassung</li> <li>&gt; Bereinigung</li> <li>&gt; Fertigstellen Kommunikationsmittel deutsch</li> <li>&gt; Texte übersetzen (französisch)</li> <li>&gt; Texte gegenlesen</li> <li>&gt; Grafische Adaption</li> <li>&gt; Fertigstellen Kommunikationsmittel französisch</li> </ul>
Kostenrahmen	46'000 Franken

#### 12.2.5. Studie: Systeme für die Beurteilung der Energieeffizienz

Es fehlt eine Übersicht zu den heute angebotenen Erfassungsgeräten (Messgeräte), die eine Beurteilung der Energieeffizienz von Klimakälteanlagen mit Wasser als Kälteträgermedium ermöglichen. Solche Messgeräte ermöglichen eine einfache Beurteilung der Energieeffizienz resp. des Anlagezustandes (auch durch Nicht-Fachpersonen), eine frühzeitig Mängelerkennung und die Einleitung entsprechender Massnahmen (Fachperson aufbieten für genauere Abklärung).

In einem ersten Schritt soll definiert werden,

- > wie eine «optimale» Darstellung der Effizienz der Klimakälteanlage aussehen müsste, damit auch die Betreiber feststellen können, ob Handlungsbedarf besteht;
- > welche Daten/Werte erfasst werden müssten;
- > welche Kennwerte für die Beurteilung herbeigezogen werden müssten (EER, ESEER etc.).

Im Anschluss soll mit einer Marktstudie eine Übersicht der vorhandenen Messgeräte für die Energie- und Kältebedarfserfassungen bei Klimakälteanlagen zusammengestellt werden (Funktionen, Ausgabe, Kosten...). Die im Markt vorhandenen Messgeräte sollen mit dem «optimalen Messgerät» verglichen werden (wieweit erfüllen die Messgeräte die Anforderungen?).

In einem letzten Schritt soll für unterschiedliche Anlagegrössen resp. Anlagetypen eine Abschätzung gemacht werden, was die Nachrüstung mit einem Messgerät kosten würde (Kabelnachzug, Umverdrahtung, Messgerätbeschaffung, Inbetriebsetzung etc.).

Parallel dazu soll abgeklärt werden, welche Energiemanagementsysteme im Markt angeboten werden. Und wie ein Energiemanagement für eine Klimakälteanlage ausgestattet werden muss, damit es möglichst einfach ist und gleichzeitig dem Betreiber einen möglichst grossen Nutzen stiftet.

Ziel	Marktstudie zu den Messgeräten liegt vor
Zielgruppe	Fachpersonen
Projekt	Grundlagen
Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Zusammenstellen eines Expertengremiums</li><li>&gt; Definition Idealzustand</li><li>&gt; Erfassungsdaten ermitteln</li><li>&gt; Kennwerte definieren</li><li>&gt; Abschätzung Wirtschaftlichkeit</li><li>&gt; Marktabklärung Messgeräte und Energiemanagementsysteme</li><li>&gt; Zusammenstellen der Ergebnisse</li></ul>
Kostenrahmen	26'000 Franken

### 12.2.6. Energieeffizienz bei Abgebotsrunden

Bei Abgebotsrunden<sup>3</sup> bedingen sich die Installateure in der Regel eine Produktfreigabe aus. So können sie ein Produkt wählen, das preislich vorteilhaft ist.

Das Problem dabei: Eigentlich sollte der Planer die neu offerierten Produkte nicht nur bezüglich der leistungsrelevanten Kriterien (z.B. notwendige Kühlleistung) sondern auch hinsichtlich der «verdeckten Qualitäten» (z.B. Energieeffizienz) überprüfen. Dieser Vergleich verursacht einen zusätzlichen Aufwand, der einem «passiven» Planer rasch zu viel wird und ihn dazu verleitet, nur die leistungsrelevanten Kriterien zu prüfen.

In diesem Projekt soll geklärt werden, was ein Produktvergleich im Zuge von Abgebotsrunden bei den wichtigsten 3 bis 5 Komponenten einer Klimakälteanlage umfassen muss, damit die Energieeffizienz nicht «auf der Strecke bleibt». Zudem soll ein Instrument/Werkzeug erarbeitet werden, das einen solchen Vergleich vereinfacht und unterstützt (z.B. Tool mit den 10 Punkten, die für einen Produktevergleich zentral sind und dadurch dem Planer die Arbeit vereinfachen).

Ziel	Werkzeug/Instrument «Energieeffizienz bei Abgebotsrunden» liegt vor
Zielgruppe	Fachpersonen
Projekt	Grundlagen
Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Recherche</li> <li>&gt; Expertengruppe zusammenstellen</li> <li>&gt; Definition der 3 bis 5 wichtigsten Komponenten</li> <li>&gt; Ausarbeiten Vorschlag Kerndaten für Vergleich</li> <li>&gt; Vernehmlassung</li> <li>&gt; Bereinigung</li> <li>&gt; Entwickeln Instrument/Werkzeug</li> <li>&gt; Vernehmlassung</li> <li>&gt; Bereinigung</li> </ul>
Kostenrahmen	27'000 Franken

<sup>3</sup> Abgebotsrunden erfolgen, nachdem der Unternehmer (Installateur) seine erste Offerte eingereicht hat. Der Investor/Bauherr/GU möchte nun einen tieferen Preis aushandeln. In der Abgebotsrunde erhält der Unternehmer die Chance, sein Angebot (preislich) zu optimieren. Dazu bedingen sich die Unternehmer eine sogenannte Produktfreigabe aus, mit der sie nicht mehr an die ausgeschriebenen Produkte gebunden sind. Es kommt auch vor, dass sie sich die Möglichkeit einer Konzeptänderung ausbedingen.

## 12.3. Grundlagen Betreiber

### 12.3.1. Argumentarium Wartung

Eine regelmässige Wartung der Klimakälteanlage ist ein Muss für einen sicheren, störungsfreien und energieeffizienten Betrieb der Klimakälteanlage. Doch eine regelmässige Wartung bietet auch die Chance, die Energieeffizienz zu überprüfen, einfache Massnahmen durchzuführen (z.B. Reinigung Wärmetauscher) und frühzeitig einen Handlungsbedarf festzustellen. Zudem sind sich viele Betreiber nicht bewusst, dass sie bezüglich der Wartung der Kälteanlage Pflichten haben, die sie wahrnehmen müssen.

In einem Argumentarium sollen die wichtigsten Punkte zusammengestellt werden, warum sich eine regelmässige Wartung für den Betreiber auszahlt. Dank diesem Argumentarium steht ein Tool zur Verfügung, das den Betreibern abgegeben werden kann und das in der Medien- und PR-Arbeit genutzt werden kann.

Ziel	Argumentarium Wartung und Energieeffizienz liegt vor.
Zielgruppe	Betreiber
Projekt	Grundlagen
Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Recherche</li><li>&gt; Experten-Team zusammenstellen</li><li>&gt; Definition Wartungsarbeiten: Nutzen, Kosten, Risiken</li><li>&gt; Klärung Praxisbeispiele</li><li>&gt; Formulierung der «Betreiber-Irrtümer» bei den Wartungspflichten</li><li>&gt; Vernehmlassung</li><li>&gt; Bereinigung</li><li>&gt; Entwicklung Argumentarium</li><li>&gt; Vernehmlassung</li><li>&gt; Bereinigung</li><li>&gt; Französische Adaption</li></ul>
Kostenrahmen	45'000 Franken

## 12.4. Marktbearbeitung Betreiber

### 12.4.1. Aktion «Angenehmes Raumklima» zur Sensibilisierung der Nutzer

Die Nutzer haben massgeblichen Einfluss auf den Energieverbrauch der Klimakälteanlage. Werden im Sommer die Fenster frühzeitig beschattet, die inneren Abwärmequellen ausgeschaltet oder dank Nachtauskühlung die Raumtemperatur tief gehalten, fällt weniger Wärme im Raum an, die technisch weggekühlt werden muss.

Die Zusammenhänge rund ums Kühlen sind komplex:

- So ist es für viele Nutzer schwer verständlich, warum ein gut gedämmtes Büro-Gebäude (Minergie-Gebäude) nur noch 3 Monate im Jahr ohne Kühlung auskommt.
- Heute kann es sein, dass ein Gebäude bei einer Außentemperatur von minus 10°C auf eine Raumtemperatur von 26°C gekühlt werden muss.

Das Thema «Angenehmes Raumklima» im Sommer ist über die technische Klimatisierung hinaus für die ganze Bevölkerung von Interesse. Dies erleichtert die Marktbearbeitung. Den Fachleuten signalisiert die Aktion, dass Energieeffizienz bei der Klimakälte ein breit anerkanntes Thema ist und bestätigt diese in ihrer Arbeit.

In diesem Projekt sollen die Mitarbeitenden mit der Aktion «Angenehmes Raumklima» im Sommer auf die Problematik und die eigenen Möglichkeiten aufmerksam gemacht werden. Im Rahmen einer Sommerkampagne des Programms EnergieSchweiz soll im Jahr 2017 das Thema aufgegriffen werden und mit einer breit angelegten Kampagne (z.B. Radio-Spot, Film...) thematisiert werden. Parallel dazu soll auf Facebook eine begleitende Kampagne gefahren werden.

Ziel	Aktion «Angenehmes Raumklima»
Zielgruppe	Nutzer
Projekt	Marktbearbeitung
Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Konzeption Kampagne</li> <li>&gt; Gestaltung Kommunikationsmittel (Film, Radio-Spot....) auf Deutsch, Französisch und Italienisch</li> <li>&gt; Aufbau Facebook- oder andere Online-Aktion</li> <li>&gt; Schaltungsplan (Media)</li> <li>&gt; Begleitende PR-Arbeiten (Medienarbeit etc.)</li> </ul>
Kostenrahmen	350'000 Franken
Bemerkung	<p>Von den Experten als 2. Priorität eingestuft. Das Projekt wurde darum zurückgestellt.</p> <p>Allenfalls könnte die Dachkommunikation des Programms EnergieSchweiz das Thema aufgreifen und mit den Verantwortlichen des Klimakälte-Projektes umsetzen</p>

#### 12.4.2. Sensibilisierung der «professionellen» Eigentümer / Betreiber

Die Eigentümer und Betreiber haben durch ihr Verhalten bei künftigen Investitionsentscheiden für Betrieb und Unterhalt der Kälteanlage einen massgebenden Einfluss auf die Energieeffizienz der Klimakälte. Oft sind sie sich gar nicht bewusst, welche Einflussmöglichkeiten sie haben.

In diesem Projekt sollen die «professionellen» Eigentümer und Betreiber über die Fachmedien auf das Thema Klimakälte aufmerksam gemacht werden. Nebst einer grundlegenden Sensibilisierung zum Thema «Energieeffizienz bei Klimakälteanlagen» beim Neubau, bei Betrieb und Wartung, bei der Energie-Optimierung und Erneuerung sollen sie:

- anhand konkreter Beispiele den Nutzen des Klimakälte-Checks kennen
- über ihre Aufgaben bei der Wartung informiert werden
- die Chancen und Möglichkeiten der Mitarbeitenden auf den Energieverbrauch bei der Klimakälte erkennen
- eventuell GU angehen (z.B. Tool mit den 10 wichtigsten Punkten für GU)

Ziel	Aktion «Sensibilisierung Eigentümer / Betreiber»
Zielgruppe	Eigentümer / Betreiber Fokus Anlagegrössen bis 250 kW <sub>Kälteleistung</sub>
Projekt	Marktbearbeitung
Aktivitäten	> Konzeption Kampagne > Gestaltung Kommunikationsmittel auf Deutsch, Französisch und Italienisch > Schaltungsplan (Media) / Social-Media-Plan > Begleitende Fach-PR-Arbeiten (PR-Artikel...) > Schaltungen überwachen
Kostenrahmen	230'000 Franken

#### 12.4.3. Implementierung in Facility-Management-Ausbildung

Viele Klimakälteanlagen werden von einem Facility-Management-Team betreut. Der Stand des Wissens dieser Teams wird als sehr unterschiedlich beurteilt. Fachleute aus dem Technischen Gebäudemanagement (Technisches FM) haben ein sehr breites Arbeitsfeld (von der Beleuchtung über Aufzugsanlagen und Tore bis hin zur Klimakälteanlage). Somit kann es sein, dass die verantwortliche Fachperson sehr viel Wissen zur Optimierung einer Klimakälteanlage mitbringt. Genauso gut kann es aber auch sein, dass die Anlage von einem Infrastruktur-Gebäudemanagement-Team betreut wird, dessen Kenntnisse in diesem Bereich eher rudimentär sind (der «Gärtner» betreut auch noch die Heizung und die Klimaanlage).

In diesem Projekt sollen – gemeinsam mit Fachlehrpersonen der Aus- und Weiterbildung der Technischen FM-Fachleute – die Inhalte der Aus- und Weiterbildung im Klimakältebereich analysiert und allfällige Anpassungen diskutiert werden. Anschliessend sollen die besprochenen Inhalte durch die Fachlehrpersonen in die Aus- und Weiterbildung implementiert werden. Dabei sollen Sie unterstützt werden.

Ergänzend sollen auch die von suissetec angebotenen Instandhaltungskurse in Lostorf analysiert und geschaut werden, ob und wie die Inhalte in die Kurse einfließen könnten.

Ziel	Inhalte zur Energieeffizienz von Klimakälteanlagen sind in die FM-Ausbildung implementiert
Zielgruppe	Betreiber
Projekt	Marktbearbeitung
Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Abklärungen Bedarf, Rahmenbedingungen, Möglichkeiten</li><li>&gt; Klärung Ansatzpunkte</li><li>&gt; Roundtable mit Fachlehrpersonen/Dozenten</li><li>&gt; Klärung Möglichkeiten, Wünsche</li><li>&gt; Definition Inhalte, die Implementiert werden sollen (Basis Lehrmittel Klimakälte)</li><li>&gt; Unterstützung bei Implementierung</li><li>&gt; Sprachadaptionen Französische und Italienisch</li></ul>
Kostenrahmen	34'000 Franken

## 12.5. Marktbearbeitung Fachleute

### 12.5.1. Implementierung in Planer-Ausbildung

In diesem Projekt sollen gemeinsam mit der Fachlehrperson der Aus- und Weiterbildung im Bereich Planung Klimakälteanlagen die Inhalte der Aus- und Weiterbildung im Klimakältebereich analysiert und allfällige Anpassungen diskutiert werden. Anschliessend sollen die besprochenen Inhalte durch die Fachlehrpersonen in die Aus- und Weiterbildung implementiert werden. Dabei sollen Sie unterstützt werden.

#### Bemerkung

- FH Gebäudetechnikplaner: Gemäss Experten wird momentan das Thema Klima-Kälte in der Grundausbildung nicht angesprochen.
- HF (Technikerschule): Kälte wird gemäss den Experten in der Fachrichtung Heizungstechnik gelehrt. In der Fachrichtung Lüftung wird das Thema Klimakälte sehr oberflächlich (Ebene Monoblock) vermittelt.
- Berufsschulen: Hier sind die Experten der Meinung, dass die Fachrichtung Heizung schon heute zu viele Inhalte hat. Allenfalls könnte das Thema in der Fachrichtung Lüftung aufgenommen werden.

Ziel	Inhalte zur Energieeffizienz Klimakälteanlagen sind in der Ausbildung der «Klimakälte-Planer» implementiert
Zielgruppe	Fachleute
Projekt	Marktbearbeitung
Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Abklärungen Bedarf, Rahmenbedingungen, Möglichkeiten</li><li>&gt; Klärung Ansatzpunkte</li><li>&gt; Klärung Möglichkeiten und Chancen bei den verschiedenen Ausbildungsgängen</li><li>&gt; Abklärung Berufsverbände (suisstec)</li><li>&gt; Roundtable mit Fachlehrpersonen und Dozenten</li><li>&gt; Klärung Möglichkeiten, Wünsche</li><li>&gt; Definition Inhalte die implementiert werden sollen (Basis Lehrmittel Klimakälte)</li><li>&gt; Unterstützung bei Implementierung</li><li>&gt; Sprachadaptionen Französisch, Italienisch</li></ul>
Kostenrahmen	43'000 Franken

### 12.5.2. Impulsveranstaltung für Kälteplaner

Die Kältefachleute (Kälteplaner und interessierte Installateure) sollen zum aktuellen Stand des Wissens im Bereich Klimakälte aufdatiert werden. Gleichzeitig sollen die erarbeiteten Grundlagen den Fachleuten vorgestellt werden.

Als Plattform dazu könnten beispielsweise die SWKI-Kurzseminare genutzt werden.

Ziel	Inhalte und Botschaften wurden an 3 bis 6 Kurzseminaren des SWKI in der D-CH präsentiert
Zielgruppe	Fachleute
Projekt	Marktbearbeitung
Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Koordination/Absprache mit SWKI</li><li>&gt; Inhalte definieren</li><li>&gt; Referenten gewinnen</li><li>&gt; Referate schreiben</li><li>&gt; 3 bis 6 Referate halten</li><li>&gt; Nachbearbeitung/ Anpassungen</li><li>&gt; Berichterstattung</li></ul> <p>Adaptionen französisch und italienisch</p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Referate italienische Schweiz (Plattform noch zu klären)</li><li>&gt; Referate französische Schweiz (Plattform noch zu klären)</li></ul>
offen	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Welche Plattform nutzen wir in der französischen Schweiz</li><li>&gt; Wie sieht es in der italienischen Schweiz aus?</li></ul>
Kostenrahmen	27'000 Franken

### 12.5.3. Kurs Klimakälte für Planer

Die Kompetenz der Klimafachleute – speziell der Planer von Klimakälteanlagen – ist gemäss den Fachleuten entscheidend für die künftige Energieeffizienz der Klimakälte. Die Praxis zeigt, dass die «passiven Planer» speziell bei der Erarbeitung des Konzeptes ein Verbesserungspotential haben.

Vladimir Prochaska hat bis 2012 in Zusammenarbeit mit der STF Winterthur einen Kurs zum Thema Optimierung von Klimakälteanlagen für Kältefachleute durchgeführt (Klima-Kälteanlagen effizient und kompetent planen) und gute Erfahrungen gemacht.

Die Inhalte des bestehenden Kurses sollen aktualisiert und ergänzt werden. Basis für die Überarbeitung bildet das (noch zu erarbeitende) Lehrmittel «Klimakälteanlagen». Im Anschluss soll gemeinsam mit Partnern (Verbänden, Weiterbildungsanbietern ...) der Kurs angeboten werden.

Ziel	Zwei Pilot-Kurse mit je 10 bis 16 Fachleuten durchgeführt.
Zielgruppe	Fachleute
Projekt	Marktbearbeitung
Aktivitäten	<p>Deutsch</p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Abklärungen Bedarf, Rahmenbedingungen, Möglichkeiten</li><li>&gt; Gewinnung Partner</li><li>&gt; Konzeption Kurs</li><li>&gt; Gewinnung Referenten</li><li>&gt; Skript/Ablauf erstellen</li><li>&gt; Gewinnung Teilnehmer/Unternehmen</li><li>&gt; Organisation</li><li>&gt; Material/Unterlagen</li><li>&gt; Durchführung/Referenten</li><li>&gt; Nachbearbeitung/Berichterstattung/Anpassungen</li></ul> <p>Französisch</p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Adaption Französisch</li><li>&gt; Rest wie Deutsch</li></ul>
Kostenrahmen	77'000 Franken

#### 12.5.4. Sensibilisierungs-Aktion Klimakältefachleute gekoppelt mit Fachmedienarbeit

Das Thema energieeffiziente Klimakälteanlagen sollte stärker ins Bewusstsein der Fachleute gerückt werden. Damit erhält das Thema den notwendigen Stellenwert, die Unterlagen werden nachgefragt und die Kurse besucht. Die regelmässige Berichterstattung in den Fachmedien bietet Gewähr, dass die Fachleute der Branche regelmässig informiert werden und ihr Interesse geweckt wird.

In diesem Projekt sollen die Grundlagendokumente (Check, Anlageersatz richtig gemacht, Lehrmittel...) beworben und mit Fachartikeln begleitet werden.

Für die Sensibilisierungs-Aktion soll ein eigenständiger Auftritt geschaffen werden, der sich auch visuell klar abhebt.

---

Ziel Kältefachleute in den Jahren 2016-2017 informieren, sensibilisieren und mobilisieren

---

Zielgruppe Fachleute

---

Projekt Marktbearbeitung

---

Aktivitäten

- > Konzeption Aktion/Kampagne
- > Eigenständiger Auftritt (Visual/Sujets) erarbeiten
- > Werbemittel konzipieren und gestalten (Bild, Text, Online...)
- > Medienarbeit
- > Schaltungskosten
- > Adaption französisch
- > Adaption italienisch

---

Kostenrahmen 230'000 Franken

---

Bemerkung Von den Experten als 2. Priorität eingestuft. Das Projekt wurde darum zurückgestellt.

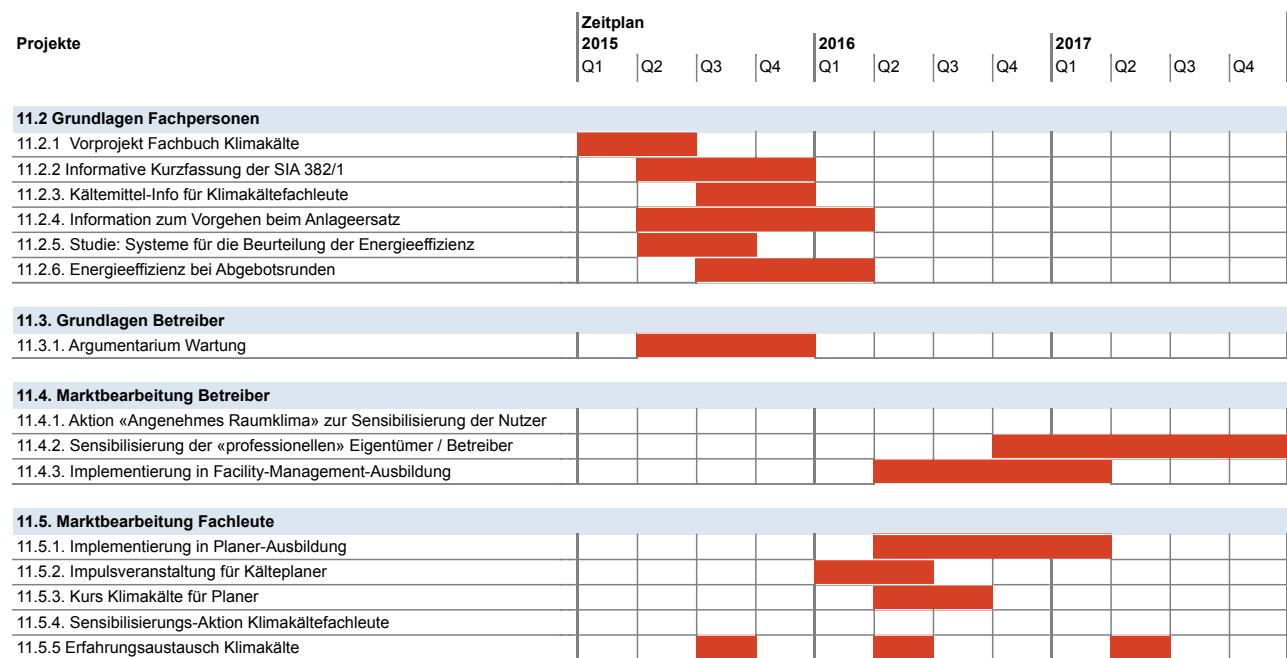
#### 12.5.5. Erfahrungsaustausch-Treffen

Ein besonderes Merkmal des Bereichs Klimakälte sind die vielen involvierten Akteure mit ihren verschiedenen Interessen. Um diese Interessen kontinuierlich in die Arbeiten aufnehmen zu können und gleichzeitig die verschiedenen Verbände zu informieren, soll regelmässig ein Erfahrungsaustausch zum Thema Klimakälte stattfinden.

Ziel	Der regelmässige Erfahrungsaustausch zwischen dem BFE, den wichtigsten Verbänden und den involvierten Projektnehmern schafft die notwendige breite Abstützung der Aktion.
Zielgruppe	Fachleute, Verbände
Projekt	Marktbearbeitung
Aktivitäten	3 ERFA-Tagungen durchführen > Konzeption und Einladung > Erarbeiten aktiver Teil (zum Bsp. Workshop etc.) > ERFA-Tagung leiten > Nachbearbeitung
Kostenrahmen	42'000 Franken

## 13. Termine

Für die Umsetzung des Aktionsplans wird folgender Ablauf vorgeschlagen:



## 14. Kostenschätzung

Die Kosten der einzelnen Teilprojekte wurden wie folgt abgeschätzt:

Projekte	Kostenschätzung	Bemerkung
<b>11.2 Grundlagen Fachpersonen</b>		
11.2.1 Vorprojekt Fachbuch Klimakälte	CHF 18'000.-	
11.2.2 Informativ Kurzfassung der SIA 382/1	CHF 28'000.-	
11.2.3. Kältemittel-Info für Klimakältefachleute	CHF 25'000.-	
11.2.4. Information zum Vorgehen beim Anlageersatz	CHF 46'000.-	
11.2.5. Studie: Systeme für die Beurteilung der Energieeffizienz	CHF 26'000.-	
11.2.6. Energieeffizienz bei Abgebotsrunden	CHF 27'000.-	
<b>Zwischentotal Grundlagen Fachpersonen</b>	<b>CHF 170'000.-</b>	
<b>11.3. Grundlagen Betreiber</b>		
11.3.1. Argumentarium Wartung	CHF 45'000.-	
<b>Zwischentotal Grundlagen Betreiber</b>	<b>CHF 45'000.-</b>	
<b>11.4. Marktbearbeitung Betreiber</b>		
11.4.1. Aktion «Angenehmes Raumklima» zur Sensibilisierung der Nutzer	CHF	2. Priorität
11.4.2. Sensibilisierung der «professionellen» Eigentümer / Betreiber	CHF	230'000.-
11.4.3. Implementierung in Facility-Management-Ausbildung	CHF	34'000.-
<b>Zwischentotal Marktbearbeitung Betreiber</b>	<b>CHF 264'000.-</b>	
<b>11.5. Marktbearbeitung Fachleute</b>		
11.5.1. Implementierung in Planer-Ausbildung	CHF 43'000.-	
11.5.2. Impulsveranstaltung für Kälteplaner	CHF 27'000.-	
11.5.3. Kurs Klimakälte für Planer	CHF 77'000.-	
11.5.4. Sensibilisierungs-Aktion Klimakältefachleute	CHF	2. Priorität
11.5.5 Erfahrungsaustausch Klimakälte	CHF 42'000.-	
<b>Zwischentotal Marktbearbeitung Fachleute</b>	<b>CHF 189'000.-</b>	
<b>Total</b>		
<b>Total</b>	<b>CHF</b>	<b>668'000.-</b>

#### 14.1. Mittelbedarf über die Laufzeit der Aktion

Projekte	Mittelbedarf 2015	2016	2017	Total
<b>11.2 Grundlagen Fachpersonen</b>				
11.2.1 Vorprojekt Fachbuch Klimakälte	18'000.-			18'000.-
11.2.2 informative Kurzfassung der SIA 382/1	28'000.-			28'000.-
11.2.3. Kältemittel-Info für Klimakältefachleute	25'000.-			25'000.-
11.2.4. Information zum Vorgehen beim Anlageersatz	34'500.-	11'500.-		46'000.-
11.2.5. Studie: Systeme für die Beurteilung der Energieeffizienz	26'000.-			26'000.-
11.2.6. Energieeffizienz bei Abgebotsrunden	18'000.-	9'000.-		27'000.-
<b>Zwischentotal Grundlagen Fachpersonen</b>	<b>149'500.-</b>	<b>20'500.-</b>		<b>170'000.-</b>
<b>11.3. Grundlagen Betreiber</b>				
11.3.1. Argumentarium Wartung	45'000.-			45'000.-
<b>Zwischentotal Grundlagen Betreiber</b>	<b>45'000.-</b>			<b>45'000.-</b>
<b>11.4. Marktbearbeitung Betreiber</b>				
11.4.1. Aktion «Angenehmes Raumklima» zur Sensibilisierung der Nutzer				
11.4.2. Sensibilisierung der «professionellen» Eigentümer / Betreiber	46'000.-	184'000.-	230'000.-	
11.4.3. Implementierung in Facility-Management-Ausbildung	25'500.-	8'500.-	34'000.-	
<b>Zwischentotal Marktbearbeitung Betreiber</b>	<b>71'500.-</b>	<b>192'500.-</b>	<b>264'000.-</b>	
<b>11.5. Marktbearbeitung Fachleute</b>				
11.5.1. Implementierung in Planer-Ausbildung	32'250.-	10'750.-	43'000.-	
11.5.2. Impulsveranstaltung für Kälteplaner	27'000.-			27'000.-
11.5.3. Kurs Klimakälte für Planer	77'000.-			77'000.-
11.5.4. Sensibilisierungs-Aktion Klimakältefachleute				
11.5.5 Erfahrungsaustausch Klimakälte	14'000.-	14'000.-	14'000.-	42'000.-
<b>Zwischentotal Marktbearbeitung Fachleute</b>	<b>14'000.-</b>	<b>150'250.-</b>	<b>24'750.-</b>	<b>189'000.-</b>
<b>Total</b>				
<b>Total</b>	<b>208'500.-</b>	<b>242'250.-</b>	<b>217'250.-</b>	<b>668'000.-</b>

## 15. Inhalt Anhang

<b>14.</b>	<b>Experten .....</b>	<b>38</b>
<b>15.</b>	<b>Akteure Klimakälte .....</b>	<b>39</b>
15.1.	Betreiber .....	39
15.2.	Fachpersonen .....	39
15.3.	Hersteller/Lieferanten .....	39
15.4.	Kontrolleure .....	40
15.5.	Gesetzgeber .....	40
15.6.	Verbände/Organisationen der Betreiber .....	41
15.7.	Verbände/Organisationen der Fachleute und Lieferanten .....	42
15.8.	Aus- und Weiterbildung .....	43
<b>16.</b>	<b>Die wichtigsten Probleme .....</b>	<b>45</b>
	Planer und Installateure .....	45
	Normen-Kenntnisse .....	45
	Regelung und den Regelungskonzepten .....	45
	Bauherren .....	45
	Preisdruck .....	46
<b>17.</b>	<b>Marktdaten .....</b>	<b>47</b>
<b>18.</b>	<b>Weitere Projektideen .....</b>	<b>48</b>
18.1.	Werkzeug: Klimakälte-Check .....	48
18.2.	Die häufigsten Planungsfehler bei Klimakälteanlagen .....	48
18.3.	Werkzeug Funktionsbeschreibungen Klimakälteanlagen .....	48
18.4.	Wege und Hilfsmittel für einen einfachen Vollzug .....	49
18.5.	Studie zum Nutzen von Vollwartungsverträgen .....	49
18.6.	Studie: Honorierung von Energieeffizienz-Verbesserungen .....	50
18.7.	Kurs Klimakälte für Betreiber .....	50
18.8.	Pilotprojekte .....	50
<b>19.</b>	<b>Befähigung Personal .....</b>	<b>51</b>
<b>20.</b>	<b>Analyse Aus- und Weiterbildung .....</b>	<b>55</b>

## 16. Experten

### Teilnahme an Interview

- Martin Appert, Walter Meier AG
- Arnold Brunner, Brunner Haustechnik AG
- Robert Dumortier, Sachverständiger Kälte
- Ueli Grossenbacher, Walter Meier AG
- Andrea A. Kopp, Klima Kälte Kopp AG
- Alois Müller, Klima Kälte Kopp AG
- Hanspeter Portmann, Wolf (Schweiz) AG
- Magnus Willers, Leiter Geschäftsstelle KGT
- Vladimir Prochaska, vPro

### Teilnahme an Interview und Experten-Roundtable

- Martin Appert, Walter Meier AG
- Robert Dumortier, Sachverständiger Kälte
- Pascal Emhardt, Waldhauser + Hermann AG
- Pascal Hartung, Meier Kopp AG
- Alois Müller, Klima Kälte Kopp AG
- Manuel Rigozzi, Rigozzil Engineering SA
- Vladimir Prochaska, vPro

### Teilnahme am Verbands-Roundtable

- Andreas Bayer, SWKI, CTA AG
- Robert Diana, suissetec
- Robert Dumortier, Sachverständiger Kälte
- Kurt Hildebrand, SIA, Hochschule Luzern - Technik & Architektur
- Michael Kriegers, SWKI, Meierhans + Partner AG
- Martin Ménard, SIA, Lemon Consult
- Vladimir Prochaska, vPro

### Stellungnahme Berichtsentwurf (zusätzlich zu den oben aufgeführten Experten)

- Adrian Grossenbacher, Bundesamt für Energie
  - Rolf Löhrer, Technische Kommission SVK
-

## 17. Akteure Klimakälte

### 17.1. Betreiber

Gebäudebesitzer Eigentümer des Gebäudes.

Investoren	Investiert Geld in die Erstellung des Gebäudes mit dem Ziel, einen Gewinn/Rendite zu erzielen. Der effiziente Betrieb des Gebäudes resp. der Klimakälteanlag ist für den «passiven» Investor kein vordringliches Thema – im Gegensatz zur Betriebssicherheit.
GU	Der Generalunternehmer (GU) erbringt sämtliche Bauleistungen für die Errichtung des Gebäudes.
Mieter	Mietet das Gebäude oder die Räumlichkeiten. Der Mieter muss in der Regel die Betriebs- und Energiekosten der Klimakälteanlage über die Nebenkostenabrechnung bezahlen.
Arbeitende	Im Zentrum der Klimakälte stehen die Nutzer – also die Leute, welche in einem Gebäude arbeiten oder Wohnen.

### 17.2. Fachpersonen

Planer	Plant die Klimakälteanlage
Installateur	Erstellt die Klimakälteanlage gemäss den Vorgaben des Planers.
Anlagebetreuer	Die Klimakälteanlagen werden von einem Hauswart oder einem technischen FM betreut. Der durchschnittliche Hauswart verfügt über wenig Wissen im Bereich Klimakälte. Das Wissen bei den technischen FM-Feuchleuten ist sehr unterschiedlich.
Lieferanten	Liefert Einzelkomponenten oder gesamte Systeme.

### 17.3. Hersteller/Lieferanten

Komponenten	Lieferanten von Einzelkomponenten sind spezialisiert auf eine Technologie oder eine einzelne Komponente der Kälteanlage (z.B. Monoblock).
Gesamtsystem	Gesamtsystemlieferanten bieten komplett Kältelösungen an. Sie unterstützen den Planer/Installateur auf Wunsch auch bei der Planung der Kälteanlage

#### 17.4. Kontrolleure

SVTI	Verantwortlich für die Marktüberwachung der Druckgeräte. Kontrolliert im Auftrag des SECO periodisch die Sicherheit der Kälteanlage. <a href="http://www.svti.ch">www.svti.ch</a>
Kältefachmann	Kontrolliert Anlagen mit mehr als 3 Liter synthetischem Kältemittel periodisch.
Bauamt	Das kommunale Bauamt ist für den Vollzug der EN 5 verantwortlich (der Vollzug kann auch an ein privates Büro ausgelagert werden). Nach der Fertigstellung der Klimakälteanlage (EN 5) wird geprüft, ob die Anlage so umgesetzt wurde, wie diese bewilligt wurde.

#### 17.5. Gesetzgeber

BFE	Das Bundesamt für Energie (BFE) hat unter anderem den Auftrag, sich für eine effiziente Energienutzung sowie für die Senkung der CO <sub>2</sub> -Emissionen einzusetzen. In diesem Sinne unterstützt das BFE die Entwicklung, Verbreitung und Anwendung von Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz bei Klimakälteanlagen sowie Massnahmen, die dem Informationsdefizit bezüglich Energieeffizienz entgegenwirken.
BAFU	Das Bundesamt für Umwelt BAFU hat unter anderem die Aufgaben, die schweizerische Klimaschutzpolitik zum Schutz der Ozonschicht und Verhinderung von Klimaänderungen umzusetzen. Dazu regelt das BAFU die Anwendung der in der Luft stabilen Kältemittel in der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) und schränkt in dieser gewisse in der Luft stabile Kältemittel ein resp. verbietet deren Inverkehrbritung.
Kantone	Die Energiefachstellen der Kantone haben über die kantonalen Vorschriften einen grossen Einfluss auf den Energieverbrauch der Klimakälteanlagen. In der Energiedirektorenkonferenz werden wichtige Richtungen vorgegeben.
SMKW	Die schweizerische Meldestelle für Kälteanlagen und Wärmepumpen SMKW ist vom BAFU beauftragt, ein Kataster über die in der Schweiz installierten Kälteanlagen und die Art und Menge der Kältemittel zu führen. Gemeldet werden müssen alle stationären Anlagen und Geräte mit mehr als 3 kg Kältemittel-Inhalt.

## 17.6. Verbände/Organisationen der Betreiber

- SVIT** Der Schweizerische Verband der Immobilienwirtschaft repräsentiert die professionellen Anbieter von Immobiliendienstleistungen, insbesondere auch in den Bereichen Bewirtschaftung und Verkauf. SVIT erbringt Dienstleistungen im Bereich Aus- und Weiterbildung. In diesem Bereich ist zudem die Tochtergesellschaft SVIT Swiss Real Estate School AG tätig.  
[www.svit.ch](http://www.svit.ch)
- IPB** Zu den Aufgaben der Interessengemeinschaft privater, professioneller Bauherren IPB gehört unter anderem die Stärkung der Auftraggeberkompetenz der Mitglieder (private, professionelle Bauherren). Insbesondere soll auch das Know-how des «Bauherrn als Verantwortlicher von Immobilienprojekten, des gesamten Bauprozesses und des baulich-technischen Gebäudeunterhalts» gestärkt werden. Dazu werden u.a. auch Arbeitshilfen verfasst ([www.ipb-news.ch/arbeitshilfen](http://www.ipb-news.ch/arbeitshilfen))  
[www.ipb-news.ch](http://www.ipb-news.ch)
- VII** Der Verband der Immobilien-Investoren VII vertritt die institutionellen Investoren und die privaten professionellen grossen Immobilienunternehmen, die Immobilien als Investitions- oder Kapitalanlage halten. Durch Erfahrungsaustausch fördert er die fachliche Kompetenz der Mitglieder.  
[www.vii-aii.ch](http://www.vii-aii.ch)
- KBOB** Die Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren stellt den Beteiligten im Baubereich Hilfsmittel für alle Phasen eines Bauwerks zur Verfügung. Die KBOB unterhält die «Fachgruppe Nachhaltiges Bauen» und hat das Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz gegründet.  
[www.kbob.ch](http://www.kbob.ch)
- VSGU** Der Verband Schweizerischer Generalunternehmer ist der Zusammenschluss der bedeutendsten Gesamtdienstleister (Entwicklung, Planung und Realisierung von Immobilien). Für seine Mitglieder stellt er Standardverträge, Merkblätter und Anleitungen zur Verfügung und organisiert Erfahrungsaustausche. Er ist verantwortlich für das Bildungsangebot «Projektleiter/in Bauindustrie» sowie den Zertifikatskurs «Projektmanagement Bau CAS».  
[www.vsgu.ch](http://www.vsgu.ch).

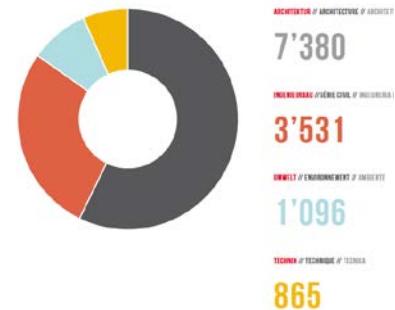
fmpro

fmpro ist der der grösste Branchen- und Berufsverband der Schweiz im Bereich Facility Management und Maintenance. fmpro versteht sich als Vermittlungszentrum von Fachwissen, Brancheninformationen und Kontakten. Über eigene Medien und Veranstaltungen will der Verband einen wichtigen Beitrag zur Vernetzung, Positionierung und dem Wissenstransfer der Branche leisten.

### 17.7. Verbände/Organisationen der Fachleute und Lieferanten

SIA

Der Schweizerische Ingenieur und Architektenverband SIA: Innerhalb des SIA mit seinen 12'800 Mitgliedern sind die Gebäudetechniker mit einem Anteil von 7% (rund 860 Mitglieder) eine Minderheit. Der SIA ist zusammen mit dem SWKI für die (Energie-)Normen im Klimabereich verantwortlich (SIA 382/1) und hat in dieser Funktion eine massgebende Rolle, wenn es um die Festlegung des Standes der Technik geht.



SWKI

Der Schweizerische Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren SWKI ist der Kompetenzträger im Bereich Planung von Klimakälteanlagen. Der SWKI erarbeitet zusammen mit dem SIA die (Energie-)Normen im Klimabereich (SIA 382/1) und hat in dieser Funktion eine massgebende Rolle, wenn es um die Festlegung des Standes der Technik geht. Gleichzeitig arbeitet er eng mit der Vereinigung schweizerischer Heizungs- und Klimatechniker shkt zusammen.

SHKT

Die Vereinigung schweizerischer Heizungs- und Klimatechniker shkt ist ein Berufsnetzwerk, welches sich zum Ziel gesetzt hat, Spezialisten aus den Bereichen Heizung und Klima zu vereinen, um den wertvollen Erfahrungsaustausch unter Berufskollegen zu fördern. Der shkt setzt sich ausserdem aktiv für die Themen Ausbildung und Weiterbildung ein.

suisstec

suisstec ist der Unternehmerverband der Installateure (und Planer) im Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär- und Klimabereich. suisstec ist verantwortlich für die Ausbildung der Lüftungs- und Heizungsinstallateure und Planer.

SVK

Schweizerische Fachvereinigung für Gewerbe-Kälte, Industrie-Kälte, Klima-Kälte und für Wärmepumpen-Technik. Der SVK bildet Kälteinstallateure und Kälteplaner aus. Zudem ist er in der Weiterbildung der Kältefachleute aktiv.

---

KGTV	Die Konferenz der Gebäudetechnik Fachverbände KGTV ist eine Art Dachverband, der die gemeinsamen Interessen bündelt. Der KGTV betreut Themen, die alle Verbände der Gebäudetechnik betreffen (z.B. Erhöhung der Sanierungsrate).
ProKlima	ProKlima ist eine Plattform für den Informationsaustausch der Hersteller und Lieferanten von Produkten oder Systemen für die Klima- und Lüftungsbranche. In der Marktsegmentgruppe Klima/Kälte arbeiten rund 20 Unternehmen mit.
FWS	Die Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz – der Herstellerverband Wärmepumpen vereinigt alle wichtigen Organisationen und Gruppierungen, die sich für die Förderung und Verbreitung der Wärmepumpe einsetzen. Dazu gehören Wärmepumpen-Hersteller/-Lieferanten, Erdwärmesonden-Bohrfirmen, Heizungsinstallateure, Planer, Elektrizitätsversorgungs-Unternehmen, Verbände und Behörden.
VSEI	Der Verband Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen VSEI bietet in Zusammenarbeit mit zahlreichen Branchenorganisationen die Weiterbildung zum/zur Gebäudeautomatiker/in an. Die Ausbildung richtet sich an Fachleute der Elektro- oder Gebäudetechnik. Im Zentrum stehen die Mess-, Steuer-, Regel- und Leittechnikanlagen. Der/Die Gebäudeautomatiker/in versteht die Funktionen von gebäudetechnischen Anlagen und ist in der Lage, diese zu verknüpfen.

## 17.8. Aus- und Weiterbildung

FH	Die Hochschule Luzern ist eine von sieben öffentlich-rechtlichen Fachhochschulen der Schweiz. Sie bietet einen Studiengang in Gebäudetechnik an. Dieser soll die angehenden Ingenieurinnen und Ingenieure befähigen, effiziente und nachhaltige Gebäude zu konzipieren.
HF	Technikerschulen, wie beispielsweise die «Baugewerbliche Berufsschule Zürich BBZ», bilden berufsbegleitend die Ausbildung zur / zum «dipl. Technikerin HF» (Fachrichtung Klima) an. Studierende sind nach dem Abschluss in der Lage, anspruchsvolle, komplexe Anlagen und Systeme zu planen und deren Ausführung zu leiten.
BS	Als Ergänzung zur betrieblichen Ausbildung erwerben die Auszubildenden der verschiedenen Berufe im Bereich Heizung (Heizungsinstallateur, Gebäudetechnikplaner, Haustechnik-

praktiker) und Lüftung (Lüftungsanlagenbauer, Gebäudetechnikplaner, Haustechnikpraktiker) in der Berufsschule BS das für den Beruf notwendige theoretische Wissen.

- STFW Die Schweizerische Technische Fachschule Winterthur (STFW) vermittelt Aus-, Fort- und Weiterbildungskurse im Bereich Gebäudetechnik an. Nebst eidgenössischen Abschlüssen (Chefmonteur Heizung, Chefmonteur Lüftung, Projektleiter Gebäudetechnik), Zertifikatskurse (Gebäudeautomatiker, Service-Monteur Lüftung/Klima) bietet die STFW auch Kurzkurse (Elektrische Schaltungen und Steuerungen, Haustechnik für Einsteiger) an.

## 18. Die wichtigsten Probleme

Aus den Expertengesprächen und dem Roundtable wurden folgende Probleme als die häufigsten genannt.

### **P1 Planer und Installateure**

- P11 Nicht alle Planer und Installateure verfügen über das notwendige Wissen, um effiziente Klimakälte-Anlagen zu planen.
- P12 Bei Kälteanlagen bis 200 kW Kühlleistung orientiert sich das Anlagekonzept des Planers oft am Lieferantenprogramm des Grosshandels und nicht an der «besten» Lösung.
- P13 In der Praxis werden immer wieder Konzepte geplant und gebaut, die Mängel aufweisen. Mängel sind unter anderem bei der hydraulischen Einbindung, dem Steuerungskonzept, der Auslegung und Einbindung des Speichers oder der Einbindung des Rückkühlers zu finden.
- P14 Den Planern, die selten eine Klimakälteanlage planen, fehlen einfache Tools/Werkzeuge, die ihnen helfen, einen Ersatz energieeffizient zu planen.

### **P2 Normen-Kenntnisse**

- P21 Die SIA-Norm 382/1 ist bei vielen Planern und Installateuren nicht bekannt oder wird nicht konsequent umgesetzt.
- P22 Normen werden von den Fachleuten als «teuer» wahrgenommen. Besonders bei kleinen Unternehmen können die Kosten der Normen ins Gewicht fallen – ein Hinderungsgrund für eine bessere Bekanntheit der Normen.
- P23 Den Fachleuten fehlt die Zeit, die neuen Normen zu studieren und die Inhalte für sich in die Praxis zu übersetzen.
- P24 Neue Normen verursachen den Fachleuten in erster Linie Aufwand und schaffen keinen (finanziellen) Ertrag.

### **P3 Regelung und Regelungskonzepte**

- P31 Die Steuerung der Kältemaschine kann die Anlage nicht sinnvoll steuern.
- P32 Das übergeordnete Leitsystem greift in die Steuerung der Kältemaschine, Pumpen und Rückkühler ein. Besser wäre es, dass das Leitsystem bei einem Kältebedarf der Kältemaschine lediglich den Bedarf signalisiert – die Regelung der Kältemaschine aber dem Kältesystem überlässt.
- P33 Mangelhafte Funktionsbeschreibungen erschweren eine gute Einbindung.
- P34 Der durchschnittliche MSR-Planer stellt die Anlage gemäss der Funktionsbeschreibung des HLK-Planers ein, ohne die Funktion und Betriebsweise (Energieeffizienz) gross zu hinterfragen.
- P35 Dem durchschnittlichen MSR-Planer fehlt das Wissen, wie die Klimakälte-Anlage energetisch optimiert werden könnte.

### **P4 Bauherren**

- P41 Der Bauherr/Investor kann seine Bedürfnisse oft nicht formulieren. Der HLK-Planer muss somit eine Kälteanlage planen, ohne dass er über die notwendigen Grundlagen verfügt.
- P42 Wenn der Besteller nicht weiß, was er will, besteht die Gefahr, dass er eine beliebige Lösung erhält.

**P5 Preisdruck**

- P51 Bei der Abgebotsrunde wird eine Produktfreigabe verlangt. Oft wird danach nicht geprüft, ob das Ersatzprodukt die in der Ausschreibung verlangten Kennwerte und die Werte der SIA 382/1 einhält.

**P6 Inbetriebsetzung und erstes Betriebsjahr**

- P61 Bei der Inbetriebsetzung der Anlage wird diese so eingestellt, dass sie betriebssicher arbeitet. Dabei geht die Energieeffizienz in der Regel vergessen.
- P62 Bei der Inbetriebsetzung werden die Regelungsparameter oft anhand der (veralteten) Planungswerte eingestellt und nicht anhand der aktuellen Situation.
- P63 Es fehlt eine Nachregulierung nach dem 1. Betriebsjahr, bei der die Klimakälte-Anlage auf die tatsächlichen Bedürfnisse und Nutzung eingestellt wird.

**P7 Betrieb und Unterhalt**

- P71 Der Betreiber kann seine Bedürfnisse an die Klimakälteanlage gegenüber dem Bauherr/Investor nicht formulieren.
- P72 Die Betreiber kennen den Energieverbrauch resp. Effizienz der Klimakälte-Anlage nicht und können diesen darum auch nicht einschätzen und beurteilen.
- P73 Den Mitarbeitenden der FM-Unternehmen, welche das Gebäude und die Klimakälteanlage betreuen, fehlen oft das Wissen und die Zeit, um die Kälteanlage richtig zu betreuen.
- P74 Anlagen können jahrelang mit unbeabsichtigten Änderungen von Gerätekonfigurationen (falsch eingestellte Parameter) laufen und unnötig viel Energie verbrauchen, ohne dass das jemand bemerkt.
- P75 Die Nutzer halten sich nicht an die wenigen Verhaltensregeln, um den Energieverbrauch fürs Kühlen tief zu halten.
- P76 Es gibt keine Garantie, dass sich der Aufwand einer umfassenden, energetischen Optimierung der Klimakälte-Anlage für den Betreiber auszahlt.
- P77 Die Anlagen werden nicht regelmäßig gewartet und werden darum immer ineffizienter (Verschmutzungen, unbeabsichtigt veränderte Parameter....).

**P9 Erneuerung**

- P91 Beim 1:1-Ersatz von Klimakälte-Anlagen bis 200 kW Kälteleistung wird oft kein Planer beigezogen. Das Kühlkonzept wird nicht hinterfragt. Die Auswechselung erfolgt oft direkt durch den Installateur/Servicefirma in Zusammenarbeit mit dem Komponentenlieferanten.
- P92 Beim Ersatz einer Klimakälte-Anlagen bis 200 kW Kälteleistung ist das Planungshonorar (einer umfassenden «Neuplanung») in der Regel so hoch, dass dieses durch allfällige Einsparungen bei den Energiekosten nicht aufgewogen wird.
- P93 Service-Firme, die ihre Kunden frühzeitig auf einen anstehenden Anlageersatz aufmerksam machen und so eine fachgerechte Planung des Ersatzes ermöglichen, riskieren, dass sie eine umfassende Planung mit einer Ausschreibung auslösen und als Folge davon den (künftigen) Service-Auftrag verlieren.

**P10 Strukturelle Probleme**

- P101 Die gute Auftragslage der Planungsbüros hemmt die Weiterbildungsbereitschaft der Mitarbeitenden.

## 19. Marktdaten

Klimakälteanlagen Abschätzung Anlagenbestand und installierte Leistung (ohne Anlagen mit natürlichen Kältemitteln)								
Kältemittel	Füllmenge (1) kg	Abgeschätzte Kälteleistung (Bereich) kW	Mittlere Kälteleistung (Annahme) kW	Abgeschätzte El. Leistung kW	Anzahl (1) Stk.	Anteil der Erfassten Anlagen %	Anzahl Anlagen (Aufgerechnet) Stk.	Abgeschätzte El. Leistung (Aufgerechnet) kW
<b>R134A</b>	75'107				681		921	99'871
bis 20 kg	1'310	10 - 45	25.0	7.1	141	50%	282	2'014
20 bis 100 kg	15'479	60-400	230.0	65.7	288	80%	360	23'657
100 bis 600 kg	50'846	300-1500	900.0	257.1	241	90%	268	68'857
über 600 kg	7'472	800-2500	1'700.0	485.7	11	100%	11	5'343
<b>R22</b>	153				7		13	236
bis 20 kg	44	bis 70	35.0	10.0	5	50%	10	100
20 bis 100 kg	109	30-350	190.0	54.3	2	80%	3	136
<b>R290</b>	7				1		2	86
bis 20 kg	7	77-220	150.0	42.9	1	50%	2	86
<b>R404A</b>	1253				60		110	2'641
bis 20 kg	406	10-100	55.0	15.7	47	50%	94	1'477
20 bis 100 kg	507	50-300	175.0	50.0	11	80%	14	688
100 bis 600 kg	340	300-1200	750.0	214.3	2	90%	2	476
<b>R407 B ev ersatz R22</b>	446				16		27	761
bis 20 kg	83	5 - 70	35.0	10.0	9	50%	18	180
20 bis 100 kg	253	80-250	160.0	45.7	6	80%	8	343
100 bis 600 kg	110	300-1200	750.0	214.3	1	90%	1	238
<b>R407A</b>	94				3		5	162
bis 20 kg	14	20-120	70.0	20.0	2	50%	4	80
20 bis 100 kg	80	120-350	230.0	65.7	1	80%	1	82
<b>R407C</b>	24'367				1'160		2'019	63'909
bis 20 kg	7'151	20-120	70.0	20.0	762	50%	1'524	30'480
20 bis 100 kg	14'453	120-300	210.0	60.0	378	80%	473	28'350
100 bis 600 kg	2'763	300-1300	800.0	228.6	20	90%	22	5'079
<b>R410A</b>	40'712				3'396		6'410	199'657
bis 20 kg	20'882	50-140	90.0	25.7	2890	50%	5'780	148'629
20 bis 100 kg	16'906	50-500	260.0	74.3	488	80%	610	45'314
100 bis 600 kg	2'924	500-1500	1'000.0	285.7	18	90%	20	5'714
<b>R414A Ersatz R12</b>	12				1		2	11
bis 20 kg	12	5 - 40	20.0	5.7	1	50%	2	11
<b>R417A</b>	11				2		4	80
bis 20 kg	11	20 - 120	70.0	20.0	2	50%	4	80
<b>R422-D</b>	1294				43		65	2'140
bis 20 kg	126	15-65	40.0	11.4	15	50%	30	343
20 bis 100 kg	1'028	20-300	160.0	45.7	27	80%	34	1'543
100 bis 600 kg	140	300-1300	800.0	228.6	1	90%	1	254
<b>R422A</b>	110				3		5	137
bis 20 kg	10	15-65	40.0	11.4	1	50%	2	23
20 bis 100 kg	100	20-300	160.0	45.7	2	80%	3	114
<b>R507A</b>	31				2		3	38
bis 20 kg	31	15-65	40.0	11.4	2	60%	3	38
Total	143597				5375		9'585	369'730
		Zeitraum		Monate	Jahre	Faktor	Anzahl Anlagen (Aufgerechnet) Stk.	Abgeschätzte El. Leistung (Aufgerechnet) kW
		Von		Bis				
Erfassungsdauer Lebenserwartung Klimakälteanlage	01.01.10	31.10.14		58	4.8	32%	9'585	369'730
				180	15	100%	30'000	1'150'000

(1) Quelle: Schweizerische Meldestelle für Kälteanlagen

## 20. Weitere Projektideen

### 20.1. Werkzeug: Klimakälte-Check

Die Praxis zeigt immer wieder, dass Einstellungswerte bei Klimakälteanlagen versehentlich verstellt werden und die Anlage danach unbemerkt in einem weniger effizienten Zustand weiterläuft. Führt dies zu keiner Störung oder Ausfällen, bemerkt das niemand.

Gleichzeitig ist es ungewiss, ob sich eine umfassende Optimierung einer Klimakälteanlage mit allen Analysen in der Praxis finanziell auszahlt. Die Experten sind sich jedoch einig, dass sich die Prüfung und Nachregulierung von 5 bis 7 wichtigen Einstellwerten immer lohnt und der Aufwand dafür tief gehalten werden kann.

In diesem Projekt soll ein Werkzeug für einen Check der Klimakälteanlagen entwickelt werden. Der Check beschreibt die 5 bis 7 wichtigsten Massnahmen, mit denen die Einstellungswerte justiert und korrekt eingestellt werden können, um so Energie und Kosten der Kälteanlage einzusparen. Dabei soll auf dem in der Kampagne effizienten Kälte erarbeiteten Kälte-Check aufgebaut werden (resp. die spezifische Problemstellung bei den Klimakälteanlagen in den Fokus setzen).

### 20.2. Die häufigsten Planungsfehler bei Klimakälteanlagen

Gemäss den Experten treffen sie in der Praxis regelmässig dieselben Planungsfehler bei Klimakälteanlagen an. Die Ursachen sind vielschichtig – vom fehlenden Wissen bis hin zur fehlenden Erfahrung.

In diesem Projekt sollen daher die wichtigsten 8 bis 12 Planungsfehler zusammengestellt und beschrieben werden. Gleichzeitig soll aufgezeigt werden,  
> welche Auswirkungen der Fehler hat (Kosten, Verschleiss etc.),  
> wie der Fehler erkannt werden kann (Fehlersuche),  
> wie er behoben werden kann (Mangelbehebung) und  
> wie eine korrekte Lösung aussehen würde (richtige Planung von Beginn an).

Diese Ergebnisse sollen in einem übersichtlichen Kommunikationsmittel zusammengestellt werden.

### 20.3. Werkzeug Funktionsbeschreibungen Klimakälteanlagen

Bei den Funktionsbeschreibungen von Klimakälteanlagen, die von «passiven» Planern erstellt werden, zeigen sich immer wieder Mängel. Die Funktionsbeschreibung bildet jedoch die Basis für den reibungslosen und energiesparenden Betrieb der Klimakälteanlage (z.B. Heizen und Kühlen sind gegeneinander verriegelt).

In diesem Projekt soll für die «passiven» Planer ein Werkzeug entwickelt werden, mit dem sie einfach und schnell Funktionsbeschreibungen erstellen kön-

nen. Dabei sollen verschiedene Ansätze geprüft werden (z.B ein modularer Aufbau; Beispiele guter Beschreibungen; wichtigste Punkte, die zu beachten sind).

#### **20.4. Wege und Hilfsmittel für einen einfachen Vollzug**

In der Praxis wird festgestellt, dass es zwar Vorgaben gibt zur Energieeffizienz der Klimakälteanlagen (EN-5 Nachweis). Jedoch wird nur selten geprüft, ob die eingebaute Klimakälteanlage die geplanten und eingereichten Grenzwerte erfüllt (fehlender Vollzug). Die Ursachen für diese Situation können vielschichtig sein (keine Zeit, fehlendes Wissen, fehlende Hilfsmittel ...).

Gleichzeitig empfinden es die Fachleute stossend, dass Unternehmen, die sich nicht an die Vorgaben halten (und ineffiziente, kostengünstige Klimakälteanlagen anbieten), sich damit einen Wettbewerbsvorteil erschleichen. Und Unternehmen, welche die Vorgaben einhalten – und dafür teurere aber effiziente Anlagen anbieten (müssen) – sich einen Wettbewerbsnachteil einhandeln.

In diesem Projekt soll in einem ersten Schritt abgeklärt werden, was mögliche Ursachen für den festgestellten Mangel beim Vollzug sind. In einem zweiten Schritt soll eine Empfehlung ausgearbeitet werden, wie der Vollzug für Unternehmen, Baubehörden etc. möglichst effizient und einfach gestaltet werden könnte. Und in einem dritten Schritt soll ein Werkzeug entwickelt werden, das den Vollzug begleiten und vereinfachen kann.

#### **20.5. Studie zum Nutzen von Vollwartungsverträgen**

Immer wieder wird eingewendet, dass investitionsgünstige Klimakälteanlagen in der Regel in Betrieb und Unterhalt teuer sind. Gleichzeitig ist es für einen Bauherrn (der später die Klimakälteanlage selber betreiben will und die Betriebs- und Energiekosten zahlen muss) schwierig, die «Lebenszykluskosten» einer Anlage abzuschätzen. Oft werden bei diesen Berechnungen für den Unterhalt prozentuale Anteile des Anlageneuwertes eingesetzt. In der Praxis muss jedoch eine teurere Anlage, die eine bessere Qualität aufweist, nicht höhere Unterhaltskosten aufweisen, als eine investitionsgünstige Anlage mit einer entsprechend «angepassten Qualität».

Als möglicher Ausweg aus diesem Dilemma werden sogenannte Vollwartungsverträge angeboten. Damit garantiert der Lieferant vor der Erstellung einer Anlage bereits die künftigen Kosten für den Unterhalt.

Mit einer Studie soll geklärt werden,

- > welchen Nutzen Vollwartungsverträge für die Bauherrschaft/Betreiber bieten,
- > was die Vorteile aus Sicht der Energie(effizienz) sind,
- > wo Stolpersteine für den Betreiber/Bauherrn liegen

## 20.6. Studie: Honorierung von Energieeffizienz-Verbesserungen

Mit einer Studie soll die Idee vertieft werden, die Energieeffizienz der Klimakälteanlage messtechnisch zu erfassen und so die Leistung des Planers (und Installateurs) zu überprüfen. In dieser Studie soll aufgezeigt werden, wie ein mögliches System aussehen könnte, mit dem die Leistung (resp. ein Teil davon) des Planers beurteilt und eine Übererfüllung resp. Untererfüllung abgegolten werden könnte.

Konkret wären folgende Aspekte zu bearbeiten:

- > was wären sinnvolle Messgrößen,
- > welche Ausgestaltungsmöglichkeiten für ein Bonus- / Malussystem gibt es,
- > Nutzen / Risiken eines solchen Systems für die Bauherrschaft/Betreiber,
- > Nutzen / Risiken eines solchen Systems für die Fachpersonen (Planer, Installateur, Lieferant)

## 20.7. Kurs Klimakälte für Betreiber

Vladimir Prochaska hat bis 2012 einen Kurs zum Thema Betriebsoptimierung von Klimakälteanlagen für Betreiber angeboten. Leider war das Interesse an einem solchen Kurs in der Vergangenheit eher gering.

Grundsätzlich wäre es jedoch sinnvoll, die Betreiber von Klimakälteanlagen (Hauswart, FM-Personal ...) hätten gewisse Basiskenntnisse von der Klimakälte. Schwerpunkte solcher Kenntnisse bilden die Beurteilung der Energieeffizienz und der notwendigen Wartungsaufgaben. Die Teilnehmer sollen nach dem Kurs wissen,

- wie sie die Effizienz der Anlage beurteilen können,
- welche Wartungsaufgaben sie selber durchführen können,
- welche Wartungsaufgaben sie an eine Fachperson delegieren müssen und
- in welchen Fällen sie (schon vor einem Betriebsunterbruch) eine Fachperson zuziehen sollten.

## 20.8. Pilotprojekte

Gute Beispiele sind für die künftigen Kommunikationsmaßnahmen (z.B. Fachartikel in den Fachmedien der Kunden/Betreiber) zentral. Anhand von verschiedenen typischen Beispielen soll den Kunden der Nutzen einer Energieoptimierung (z.B. mit dem BO-Check) aufgezeigt werden.

Gute Beispiele werden anhand von Pilotprojekten realisiert. Solche Pilotprojekte zeigen den Nutzen einer Optimierung exemplarisch anhand konkreter Zahlen (vorher / nachher) auf. Bei der Auswahl der Projekte wird darauf geachtet, dass sie dokumentiert und für die Medienarbeit aufbereitet werden können (und dürfen).

## 21. Befähigung Personal

Schweizerischer Verein  
für Kältetechnik  
Hubrainweg 10  
CH-8124 Maur  
T +41 (0)44 908 40 86  
F +41 (0)44 908 40 88  
info@svk.ch | www.svk.ch



SVK Schweizerischer Verein  
für Kältetechnik

SVK-Richtlinie 1-04-d:  
Dichtigkeitskontrolle nach Anhang 2.10 ChemRRV: Punkt 3.4

### Mindestanforderungen an die Befähigung des Personals resp. Mindestausstattung der Fachbetriebe

Grundlage:  
EMPFEHLUNGEN des BAFU vom 23.3.2004  
STATIONÄRE ANLAGEN UND GERÄTE MIT KÄLTEMITTELN;  
Wartungsheft; Dichtigkeitskontrolle; Meldepflicht

### Mindestanforderungen an die Befähigung des Personals resp. Mindestausstattung der Fachbetriebe

#### 1. Mindestanforderung an die Befähigung des Personals

Als Anhang 1 zu den «Richtlinien für Dichtheitsprüfung an stationären Kälte- und Klimaanlagen, (Wärme-pumpen) ab 3 kg Füllgewicht (ChemRRV) wird hiermit die erforderliche Mindestqualifikation der sachkundigen Personen festgelegt:

Mit der Durchführung von Dichtheitsprüfungen im Sinne der ChemRRV darf als Sachkundiger nur beauftragt werden, wer

- aufgrund seiner
  - o Ausbildung,
  - o seiner Kenntnisse und
  - o seiner durch mindestens fünfjährige praktische Tätigkeit (einschliesslich die vierjährige Ausbildung zum Kältemonteur) gewonnenen Erfahrungen die Gewähr dafür bietet, dass die Prüfung ordnungsgemäss durchgeführt wird und
  - o über die «Fachbewilligung Kältemittel» verfügt
- die erforderliche persönliche Zuverlässigkeit besitzt
- hinsichtlich der Prüftätigkeit keinerlei Weisungen unterliegt.

Die vorgenannten Anforderungen sind in der Regel als erfüllt anzusehen, wenn der als Sachkundiger für die Prüftätigkeit verantwortliche

- über das Fähigkeitszeugnis als Kältemonteur oder eine gleichwertige Ausbildung verfügt
- mindestens eine fünfjährige Erfahrung (inkl. Ausbildungszeit) in der Planung/Erstellung und Instandhaltung von Kälteanlagen nachweisen kann
- alle relevanten Rechtsvorschriften und die einschlägigen allgemein anerkannten Regeln der Technik, Normen und Bestimmungen so weit beherrscht, wie sie seine Prüftätigkeit erfordert
- sich durch angemessene Fortbildungsmassnahmen stets auf dem aktuellen Stand der Technik hält
- seine Fachkenntnisse auf Verlangen nachweisen kann.

Die Prüfbedingungen können nur mit der «Mindestausstattung der Fachbetriebe» erfüllt werden.

#### 2. Die betrieblich-technische Mindestausstattung der Fachbetriebe

Als Anhang 2 zu den «Richtlinien für die Dichtheitsprüfung an stationären Kälte- und Klimaanlagen (Wärme-pumpen) ab 3 kg Füllgewicht» wird hiermit die erforderliche Mindestausstattung der Fachbetriebe definiert:

- Die zusätzlich zum normalen Standardwerkzeug erforderliche technische Ausstattung muss in Bezug
  - o messtechnische Ausstattung,
  - o fachspezifisches Werkzeug und
  - o notwendige Anlagen und Gerätedem jeweiligen Stand der Technik entsprechen und die jeweiligen Normen, Richtlinien und Gesetze einhalten
- Die bei der Durchführung der Dichtheitsprüfung verwendeten Geräte und Messmittel sind in regelmässigen Zeitabständen gemäss der Standard-Arbeitsanweisung zu überprüfen, zu reinigen, zu warten und zu kalibrieren. Darüber sind Aufzeichnungen zu führen und aufzubewahren.
- Die Einsichtnahme staatlicher Stellen in diese Aufzeichnungen muss auf Wunsch ermöglicht werden.

- Die notwendigen Unterlagen sind stets auf aktuellem Stand zu halten und müssen dem Fachpersonal bekannt sein.

### 3. Geräteliste und Ausrüstungsteile:

#### 3.1 Dokumentationen :

- Abnahme-/Übergabeprotokoll
- Betriebsbuch der Anlage
- EN 378 Teil 1 bis Teil 4 vorhanden
- Kennzeichnungsschilder
- Messprotokoll (Check-UP)
- Sicherheitsdatenblätter (vollständig, aktuell)
- Arbeitssicherheit

#### 3.2 Fachspezifische Geräte:

- Absauggerät/Füllanlage
- Dichtheitsprüfgerät (Mindestanforderung)
- Nachweisfähigkeit von Einzelleckraten ( $> 30$  g Kältemittel pro Jahr)
- Füllschläuche
- Montage-, Füll- und Prüfeinheit
- Vakuumpumpe (min. 4 Pa Endvakuum)

#### 3.3 Fachwerkzeug:

- Gas-Schweiseinrichtungen
- Körperschutzausrüstung
- Löteinrichtungen, Hartlöten bis  $800$  °C
- Plombierzange mit Plomben
- Ratschenschlüssel

#### 3.4 Betriebs- und Hilfsstoffe:

- Formiergas
- Kältemaschinenöl
- Kältemittel
- Stickstoff, getrockneter Stickstoff
- Trockner

#### 3.5 Mess- und Prügeräte:

- Messausstattung (Strom, Spannung, Widerstand)
- Säuretester
- Temperaturmessgerät (eichfähig, inkl. der notwendigen Messfühler)
- Vakuummessgerät (min. 60 Pa Klasse 1)
- Waage (eichfähig)

### 4. Leistungsprogramm für die Dichtheitsprüfung

#### von kältemittelführenden Geräten und Anlagen zu Kühl- und Heizzwecken

Betreiber von ortsfesten Kälte- und Klimaanlagen (Wärmepumpen) die mehr als 3 kg Kältemittel enthalten, sind verpflichtet, diese einmal jährlich auf Undichtigkeiten überprüfen zu lassen. Diese Überprüfungspflicht ist in der ChemRRV – Kältemittel vorgeschrieben und ab 01.01.2004 rechtsgültig.

#### 4.1 Anwendungsbereich und Zweck

Die Dichtheit der kältemittelführenden Geräte und Anlagen sowie deren Baugruppen und Bauelemente ist vom Fachpersonal mittels geeigneter Geräte zu prüfen und zu bewerten.

#### 4.2 Leistungsprogramm Überprüfungskatalog

##### 4.2.1 Hubkolben-, Rotations- und Schraubenverdichter

- Äußerlich auf Beschädigung und Korrosion prüfen
- Wellenabdichtung auf Dichtheit prüfen
- Kältemittelseitig prüfen

#### 4.3 Wärmeaustauscher

##### 4.3.1 Wassergekühlte Verflüssiger

- Äußerlich auf Beschädigung und Korrosion prüfen
- Kältemittel- und wasserseitig auf Dichtheit prüfen

##### 4.3.2 Verdunstungs-Verflüssiger

- Äußerlich auf Beschädigung und Korrosion prüfen
- Kältemittel- und wasserseitig auf Dichtheit prüfen

##### 4.3.3 Luftgekühlte Verflüssiger

- Äußerlich auf Beschädigung und Korrosion prüfen
- Kältemittelseitig auf Dichtheit prüfen

##### 4.3.4 Verdampfer (Flüssigkeit/Kältemittel)

- Äußerlich auf Beschädigung und Korrosion prüfen
- Kältemittelstand prüfen (bei überfluteten Verdampfern)

##### 4.3.5 Verdampfer (Luft/Kältemittel) 1)

- Äußerlich auf Beschädigung und Korrosion prüfen
- Kältemittelseitig auf Dichtheit prüfen

#### 5. Anlageteile im Kältekreislauf

##### 5.1 Rohrleitungen 2)

- Äußerlich auf Beschädigung und Korrosion prüfen
- Auf Befestigung prüfen
- Auf unzulässig hohe Schwingungen prüfen
- Flüssigkeitsindikator auf Verfärbung prüfen
- Kältemittelseitig auf Dichtheit prüfen

##### 5.2 Armaturen

- Äußerlich auf Beschädigung und Korrosion prüfen
- Kältemittelseitig auf Dichtheit prüfen

##### 5.3 MSR- und Sicherheitseinrichtungen

- Äußerlich auf Beschädigung und Korrosion prüfen
- Kältemittelseitig auf Dichtheit prüfen

##### 5.4 Mess- und Anzeigegeräte

- Äußerlich auf Beschädigung und Korrosion prüfen
- Kältemittelseitig auf Dichtheit prüfen

#### 6. Absorber-Wärmeaustauscher

- Äußerlich auf Beschädigung und Korrosion prüfen
- Kältemittel- und wasserseitig auf Dichtheit prüfen

1) Verdampfer, welche in Verkaufskühlmöbeln installiert sind, werden durch Abprüfen des Zuluftsleiters kältemittelseitig auf Dichtheit geprüft.

## 22. Analyse Aus- und Weiterbildung

Ausbildung Klima-Kälteanlagen	Wo?	Bemerkungen
Kältemonteur Kältesystem-Monteur/in EFZ	Gewerblich-Industrielle Schule Bern	Schwerpunkt Gewerbe und Industrie
Gewerbeschule (Lehre als Lüftungs-, bzw. Heizungszeichner) Berufslehre	Bern, Zürich und andere	Keine Lehre als Kälteanlagenzeichner
Gewerbeschulen, BMS, Berufsmaturität Kältesystem-Planer/in EFZ	Bern	Schwerpunkt Gewerbe und Industrie
Gewerbeschulen, BMS, Berufsmaturität Ecole Professionnelle EPSIC	Zürich und andere Genf, Lausanne, etc.	
Scuola Centro professionale commerciale di Lugano	Lugano, Locarno, Bellinzona, etc.	
Gebäudetechniker/Gebäudetechnikerin	Suisstec Lostorf, Colombier und Gordola	
Haustechnikplaner in Lüftung, Heizung EFZ	Suisstec Diverse Berufsschulen	Kein expliziter Angebot Klima-Kälte
Haustechnikplaner Kälte	gibb Gewerblich-industrielle Berufsschule Bern	Auf gewerbliche Kälte ausgerichtet
Höhere Fachschulen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baugewerbliche Berufsschule Zürich (Richtungen: Heizungs-, Klimatechnik, Sanitärtechnik)</li> <li>- Baukaderschule St.Gallen (Haustechnik-Koordination)</li> <li>- Gewerblich-Industrielle Berufsschule Bern (Gebäudetechnik)</li> <li>- ibW Höhere Fachschule Südostschweiz, Chur (Gebäudetechnik)</li> <li>- IBZ Schulen für Technik Informatik Wirtschaft, Aarau, Winterthur und Zug (Haustechnik)</li> </ul>	Dipl. Techniker/in HF Gebäudetechnik  <i>In Bezug auf die bestehenden Lehrpläne ist eine tiefgründigere Behandlung der Energieeffizienz der Kälteanlagen kaum realisierbar.</i>
Bachelor Studium Gebäudetechnik - Heizung-Lüftung-Klima-Sanitär (HLKS) - Gebäude-Elektroengineering (GEE)	FH Luzern	Bachelor und Master Studium In der Gebäudetechnik

NTB Buchs Bachelor-Studium Systemtechnik NTB	Interstaatliche Hochschule für Technik, 9471 Buchs SG	Bachelor Studium Kein expliziter Angebot Klima-Kälte
Bachelor Studium „Energie und Umwelttechnik“	ZHAW Winterthur, Fachhochschule NW Schweiz	Bachelor Studium Kein expliziter Angebot Klima-Kälte
Institut für Gebäudetechnik Bachelor Les sciences de l'environnement	ETH Zürich EPFL Lausanne	
Bachelor of Science en Technique des bâtiments (formation à temps partiel)	University of applied sciences Genève	
Bachelor Erneuerbare Energien und Umwelttechnik (EEU)	HSR Hochschule für Technik Rapperswil	Kein expliziter Angebot Klima-Kälte

Weiterbildung		
Weiterbildungskurse Kältetechnik Diverse	STF Winterthur	Grund- und Aufbaukurs für Betriebsleute, Ingenieure .... Energieeffizienz wird nur begrenzt thematisiert
Fachbewilligung für den Umgang mit Kältemitteln BAFU / SVK	Diverse Orte	Kurs über Handhabung der Kältemittel
Klima-Kälteanlagen kompetent und effizient planen vPro-Kälte	SWKI, Hinwil, Schwerzenbach (2009 – 2011)	Dieses Seminar wird nicht mehr angeboten
Weiterbildungskurse Kältetechnik Diverse	Test- und Weiterbildungszentrum Wärmepumpen und Kältetechnik GmbH, Karlsruhe	
BFE/Energie Schweiz, Diverse Kurse Energie Schweiz/Energo Betriebsoptimierung von Kälteanlagen“	STF in Winterthur	Effiziente Kälte
SVK-Weiterbildungskurse Diverse	Bern, Burgdorf, Frenkendorf, Regensdorf	
NTB Buchs Wärmepumpen-Testzentrum WPZ	Interstaatliche Hochschule für Technik NTB, 9471 Buchs SG	
Suisstec Bildungszentrum in Lostorf und Colombier	Diverse	
Firmen Weiterbildungskurse	Diverse	
Weiterbildung on the Job	Grössere Ing. Büros. Art von Coaching, ergänzt mit Weiterbildungskursen.	Betreuung der Juniorengineers durch erfahrene Seniorengineer mit Erfahrung in der Planung der Klima-Kälte Anlagen

---

<b>Vorgaben bezüglich Energieeffizienz von Klima-Kälteanlagen in den Normen und Vorschriften</b>	
SIA Norm 382/1 (2014)	Vorgaben betreffend EER, ESEER Systemvorgaben betr. Energieeffizienz bei Voll- und Teillast
SWKI Richtlinie Rückkühlung	Empfehlungen betreffend Energieverbrauch der Rückkühlung
Kantonale Vorschriften	