

7. Dezember 2022

Chefmonteur/in Kälte

# Basisanalyse der energie- und umweltrelevanten Aspekte



# Inhalt

<b>1.</b>	<b>Ziel .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Ausgangslage.....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>Aufgabe .....</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>Gesetzliche Vorschriften und Normen .....</b>	<b>4</b>
<b>5.</b>	<b>Weitere Unterlagen.....</b>	<b>5</b>
<b>6.</b>	<b>Experteninterviews .....</b>	<b>6</b>
<b>7.</b>	<b>Die grössten Hebel bei der Energie.....</b>	<b>9</b>
<b>8.</b>	<b>Die grössten Hebel bei der Umwelt .....</b>	<b>10</b>
<b>9.</b>	<b>Welche Zukunftstrends sind absehbar? .....</b>	<b>11</b>
<b>10.</b>	<b>Handlungskompetenzen und Leistungsziele .....</b>	<b>13</b>
<b>11.</b>	<b>Empfehlungen .....</b>	<b>14</b>
<b>12.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>15</b>
12.1.	Analyse der bestehenden Module.....	15
12.2.	Analyse des Bildungsplans Kältesystem-Monteur/in (EFZ) .....	19
12.3.	Thesen zur Zukunft .....	25
12.4.	Analyse des bestehenden Systems .....	28
12.5.	Übersicht der Handlungskompetenzen .....	30
12.6.	Vorschlag möglicher Leistungskriterien.....	31
12.7.	Als weniger wichtig eingestufte Leistungskriterien .....	35
12.8.	Eingearbeitete Leistungsziele .....	37

## Autoren

Thomas Lang, zweiweg, Zürich  
Christian Werner, zweiweg, Zürich

Titelbild: Quelle SVK

Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.  
Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich.

# 1. Ziel

Die Basisanalyse hat zum Ziel, in der Berufstätigkeit des SVK-Weiterbildungsberufes Chefmonteur/in Kälte die wichtigsten Energie-, Klima- und Ressourcenthemen zu eruieren und zu analysieren. Für diese Themen soll aufgezeigt werden, welche Potentiale, Optimierungsmöglichkeiten und Zukunftstrends in Bezug auf die Prüfungsordnung bestehen.

Die Basisanalyse soll zudem die relevanten Kompetenzen aufzeigen, die von künftigen Berufsleuten im Kontext von Energieeffizienz, erneuerbarer Energie, Umwelt, Klima und natürlichen Ressourcen gefordert werden.

Die Basisanalyse Chefmonteur/in Kälte stützt sich auf die Basisanalyse der Kälteberufe (2018). Darin wurden die Fragestellungen untersucht zu

- den relevanten Gesetzen, Vorschriften und Normen,
- der Verankerung der Themen Energie- und Umwelt in der beruflichen Grundbildung,
- der Gesamtenergiebetrachtung entlang der Wertschöpfungskette anhand einer Musteranlage,
- der möglichen Einflussnahme durch die Kältefachperson im SIA-Projekttablauf (Planung, Ausführung, Betrieb und Rückbau),
- den wichtigsten Hebeln zur Lösung dieser Energie-, Klima- und Ressourcenprobleme bei den Kälteberufen,
- den wichtigen Schnittstellen zu anderen Berufen und
- den wichtigsten absehbaren Zukunftstrends.

Die Ergebnisse der Basisanalyse der Kälteberufe dienen als Grundlage für die Formulierung der 25 Hebel zum Thema Energie und der 11 Hebel zum Thema Umwelt. Diese wiederum waren die Basis für die neuen Inhalte der Bildungspläne der Kältesystem-Monteur/in EFZ, Kältesystem-Planer/in EFZ und Kältemontage-Praktiker/in EBA.

## 2. Ausgangslage

Die Ausgangslage ist im Briefing des BFE auf Seite 1 beschrieben (siehe auch Beilage).

### 2.1. Basisanalyse

Im Rahmen der Basisanalyse soll die Ausbildung Chefmonteur/in Kälte untersucht werden. Die Analyse soll aufzeigen, wo die umweltrelevanten Aspekte liegen. Dafür sollen folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- a. Wie sind die in der Basisanalyse 2018 eruierten Energie-, Klima- und Ressourcen-Kompetenzen in den aktuellen Qualifikationsprofilen resp. Bildungsplänen enthalten?
  - in der beruflichen Grundbildung Kälteberufe (Fokus: Kältesystem-Monteur/in)
  - in der aktuellen Ausbildung der Berufsprüfung (BP) Chefmonteur/in Kälte
- b. Sind die in der Basisanalyse von 2018 erarbeiteten Grundlagen noch aktuell? Wo gab es Veränderungen resp. gibt es Anpassungsbedarf? Sind insbesondere die Klimathemen sowie die Themen der Kreislaufwirtschaft genügend gut abgebildet?
- c. Über welche Kompetenzen in den Bereichen Energie-, Klima und Umwelt muss ein(e) Chefmonteur/in Kälte mit eidg. FA verfügen?
- d. Wie können die verschiedenen Kompetenzen für das Qualifikationsprofil ausformuliert werden (inkl. Vorschlag Taxonomie-Stufe).

### 3. Aufgabe

Im Rahmen der Basis-Analyse soll die Ausbildung zum Chefmonteur Kälte / Chefmonteurin Kälte untersucht werden. Bei der Analyse der Prüfungsordnung und der 18 Module wird untersucht, wo die in der Basisanalyse gefundenen Themen bereits abgedeckt sind oder ob Lücken bestehen und wie diese Lücken gefüllt werden können.

#### **Begleitgruppe**

Im Rahmen der Arbeiten haben das BFE, das BAFU und der SVK eine Begleitgruppe zusammengestellt, welche die Arbeiten begleitet und den Bericht spiegelt. Die Begleitgruppe besteht aus:

Kornelia Hässig	BFE	Bundesamt
Mirjam Tubajiki	BAFU	Bundesamt
Marco von Wyl	SVK	Vertreter der OdA

### 4. Gesetzliche Vorschriften und Normen

Folgende Vorschriften und Normen haben aus Sicht der Energie und der Umwelt Auswirkungen auf die Berufstätigkeit der Kältefachleute:

#### **Kältemittel**

- Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV), SR 814.81, Inverkehrbringen von in der Luft stabilen Kältemitteln (Anhang 2.10)
- Verordnung des UVEK über die Fachbewilligung für den Umgang mit Kältemitteln (VFB-K), SR 814.812.38
- Anlagen mit Kältemitteln: vom Konzept bis zum Inverkehrbringen, Vollzugshilfe Kältemittel, BAFU 2017
- Wegleitung betreffend stationärer Anlagen und Geräte mit Kältemitteln
- Wartungsheft, Dichtigkeitskontrolle, Meldepflicht, BAFU 2006
- Ausnahmegewilligung durch das BAFU, «Gesuchsformular für eine Ausnahmegewilligung von Kälteanlagen»
- EU-Verordnung über fluoridierte Treibhausgase (F-Gas Verordnung). Gilt nicht für die Schweiz – gibt aber die grosse Linie vor
- Dichtigkeitskontrolle - Empfehlungen des SVK ergänzend zu den Vorschriften nach ChemRRV, Merkblatt SVK
- Kältemittel - Stand der Technik, Merkblätter BAFU (Januar 2022)
  - Kühl- und Gefriergeräte im Gewerbebereich
  - Haushaltsgeräte mit Wärmepumpen
  - Klimageräte
  - Kältemittel mit Ozonabbaupotential

## **Energie**

- SIA-Norm 382/1: Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen (wird ersetzt voraussichtlich Ende 2022 durch die SIA 384/1 und im Jahr 2024 durch die neuen SIA 384/4 Klimakälte).
- Energiegesetz – Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) (Abwärmenutzung, Wärmedämmung, mindest JAZ von WP, Ermittlung der Energieeffizienz-Kennzahlen der Wärmepumpen und Kältemaschinen...)
- Energieeffizienzverordnung, EnEV (SR 730.02)  
Anhang 1.13: Anforderungen an die Effizienz für Klimageräte bis 12 kW  
Anhang 2.11: Anforderungen an die Effizienz für Kälteanlagen von 12 kW bis 2'000 kW

## **Sicherheit**

- Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen (SN EN 378)  
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
- Verordnung über die Sicherheit von Druckgeräten (Druckgeräteverordnung) SR 819.121 (1.7.2015)
- EKAS-Richtlinie Flüssiggas Nr. 6517, Richtlinie zu Lagerung und Umgang mit Ammoniak

## **Unterhalt und Instandhaltung**

- EKAS-Checkliste Instandhaltung von raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen),
- Artikel 58 des OR, Haftung des Werkeigentümers Wartung
- Niederspannungs-Installationsverordnung, NIV, Fachkundigkeit (Art 8 und ff), Ausnahmebewilligung (Art 15)

## **5. Weitere Unterlagen**

- Qualitative Bedürfniserhebung bei den Betreibern von Kälteanlagen, EnergieSchweiz 2011
- Top-Massnahmen zur Optimierung von Kälteanlagen, EnergieSchweiz 2011
- Grundlegendokument zur Leistungsgarantie, EnergieSchweiz 2012
- Elektrizitätsbedarf fürs Kühlen in der Schweiz, EnergieSchweiz 2012
- Nachrüsten von Pluskühlregalen mit Glastüren, EnergieSchweiz, 2015
- Technische Massnahmenliste Optimierung von Kälteanlagen, EnergieSchweiz 2015
- Energieeffizienz in der Klimakälte – Auslegeordnung und Vorgehensvorschlag, EnergieSchweiz 2016
- Free Cooling in der Klimakälte: Untersuchung des Potentials in der Schweiz, Grundlagenbericht ZHAW 2018
- Merkblatt Abwärmenutzung, SVK 2018
- Free Cooling – Gute Lösungen brauchen Köpfechen, Merkblatt EnergieSchweiz 2019
- Kälteverdichter - Schlüssel zu Energieeffizienz und Betriebssicherheit, Grundlagenbericht, zhaw, 2021
- Verdichter-Tool, EnergieSchweiz, 2022
- Fachbuch «Klimakälte heute», Die Planer, 2021
- Kältemittel-Fibel, EnergieSchweiz, 2021
- Faktenblätter Verdichter, EnergieSchweiz 2022
- Kälte-Tool, EnergieSchweiz 2022
- Kältemittelunterkühlung: Grundlagen und Leitfaden zum Effizienz- und Kältegewinn, Grundlagenbericht, zhaw, 2022

## Webseiten

- |  |  |
|--|--|
| - BAFU Seite Kältemittel                         | <a href="http://www.bafu.admin.ch">www.bafu.admin.ch</a><br>→Themen→Chemikalien→Kältemittel  |
| - EnergieSchweiz (Kampagne effiziente Kälte)     | <a href="http://www.oeffizientekaelte.ch">www.oeffizientekaelte.ch</a><br><a href="http://www.energieschweiz.ch/prozesse-anlagentechnik/kaelteanlagen/">www.energieschweiz.ch/prozesse-anlagentechnik/kaelteanlagen/</a> |
| - Projekt Energieeffizienz im Betrieb            | <a href="http://www.energieeffizienz-im-betrieb.net">www.energieeffizienz-im-betrieb.net</a>   |
| - Natürliche Kältemittel                         | <a href="http://www.eurammon.com">www.eurammon.com</a>   |
| - Natürliche Kältemittel Case Studys             | <a href="http://www.eurammon.com/information-materials/case-studies">www.eurammon.com/information-materials/case-studies</a>   |
| - F-Gas Verordnung                               | <a href="http://www.umweltbundesamt.de">www.umweltbundesamt.de</a>   |
| - International Institute of Refrigeration (IIR) | <a href="http://www.iifir.org">www.iifir.org</a>   |

## 6. Experteninterviews

Im Rahmen des Projektes wurden mit drei Experten ein Interviews geführt über die Ausbildung zur Chefmonteur/in Kälte:

- |                |  |       |
|----------------|--|-------|
| - Guido Keller | Zaugg AG,                                | Thun  |
| - Mike Suter   | Baumgartner Kühlanlagen AG               | Uster |
| - Pascal Joho  | Bucher AG für Kälte-Klima-Energietechnik | Rain  |

### 6.1. Ergebnisse der Interviews

#### Verankerung des Themas Energie in der Ausbildung

Die drei befragten Experten sind sich einig, dass eine versierte Kältefachperson gute Kenntnisse mitbringen muss

- über Kältemitteln und ihrer Klimawirkung
- zu Energiefragen und -lösungen
- über das Erstellen einer energieeffizienten Kälteanlage resp. eines energieeffizienten Kältesystems.

Beim Thema Kältemittel (ChemRRV) und auch bei den ökologischen Fragen wurde in der Weiterbildung das Wissen aus der Kältemonteur-Lehre vertieft und ist bereits heute sehr gut verankert.

Die in der Basisanalyse von 2018 ermittelten Energie-Umwelt Hebel (E&U-Hebel) für das Berufsfeld der Kältesystem-Monteur/in (EFZ) sind nach wie vor gültig (siehe Seiten 9 und 10). Die Hebel sind auch für die Ausbildung der Chefmonteur/in Kälte massgebend. In der Praxis sind folgende Hebel wichtig:

- Abwärmenutzung (4)
- Regulierung der Gesamtanlage (7)
- Lärm (33)
- Dichtigkeitskontrolle (31)

Zusätzliche Themen, die vermisst werden:

- richtige Dimensionierung der Kälteanlage
- Berechnung der Jahresarbeitszahl (JAZ), wenn Kälte und Wärme genutzt werden

### **Natürliche Kältemittel – weniger Ammoniak, mehr CO<sub>2</sub> und Propan?**

Die Ausbildung gibt dem Thema der natürlichen Kältemittel bereits heute viel Raum. Dabei liegt der Fokus auf (grossen) Ammoniak-Industrie-Kälteanlagen. Die Teilnehmenden arbeiteten jedoch überwiegend (in der Ausbildung der Experten waren es alle) im Gewerbe- und Klimakältebereich, wo Ammoniak eher selten eingesetzt wird. Es wäre daher wünschenswert, einerseits mehr auf das Thema und die Problematik der Gewerbeanlagen einzugehen. Andererseits sollten Themen wie CO<sub>2</sub>-Anlagen (vor allem für das Gewerbe) und Propan-Anlagen (die neuen Kaltwassersätze) vertieft behandelt werden.

Wird der Fokus noch stärker auf natürliche Kältemittel gelegt, muss das Thema «sicherer Umgang mit den Kältemitteln – Eigenschutz und Schutz der Anlage» vertieft werden.

### **Weniger Industrie – mehr Gewerbe und Klimakälte?**

Heute liegt der Fokus stark auf grossen Industriekälteanlagen. Die Teilnehmenden arbeitete jedoch überwiegend (resp. alle) im Gewerbe- und Klimakältebereich. Die grossen Industrieanlagen sind zwar interessant, haben aber wenig mit dem Berufsalltag der Teilnehmenden zu tun. Der Wunsch wäre es, mehr auf das Thema und die Problematik der Gewerbeanlagen einzugehen.

Industrieanlagen und Gewerbeanlagen sind ganz unterschiedliche Märkte und bringen daher unterschiedliche Herausforderungen mit sich:

<b>Industrie:</b>	<b>Gewerbe:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• grosse Anlagen</li><li>• professionelle Betreiber</li><li>• MSR ist sehr gut</li><li>• Wartung ist organisiert</li><li>• Betriebsdaten werden aufbereitet und beobachtet</li><li>• Vermehrt sind die Gesamtkosten über die Nutzungsdauer und nicht die Investitionskosten für die Wahl massgebend</li><li>• längere Sichtweise</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• kleine oder mittelgrosse Anlagen</li><li>• muss «nur» kühlen</li><li>• muss günstig sein (tiefe Investitionskosten)</li><li>• muss schnell gebaut sein</li><li>• wird oft nicht betreut /aktiv unterhalten</li><li>• Kältemittel: synthetisch oder (neu) CO<sub>2</sub> – Ammoniak trifft man nicht an</li></ul>

Zudem wären auch Klimakälteanlagen ein wichtiges Thema (VRV-VRF-Anlagen, Kaltwassersätze mit Propan etc.), das heute in der Ausbildung fehlt. Hingehen könnten die grossen Industrieanlagen – welche die wenigsten je zu Gesicht bekommen – im Unterricht stark zurückgenommen werden.

### **Regulierung wird wichtiger**

Die Interview-Partner sind der Ansicht, dass zum Thema Regulierung/Steuerung (MSR) der Kälteanlagen heute eher zu wenig Wissen vermittelt wird. Doch die Themen Steuerung und Optimierung wären wichtig, weil in Zukunft die Steuerungen immer vernetzter und komplexer werden. Die Chefmonteur/innen müssen die Zusammenhänge verstehen, damit sie Probleme effizient und zielgerichtet beheben können.

### **Weitere Hinweise aus den Interviews**

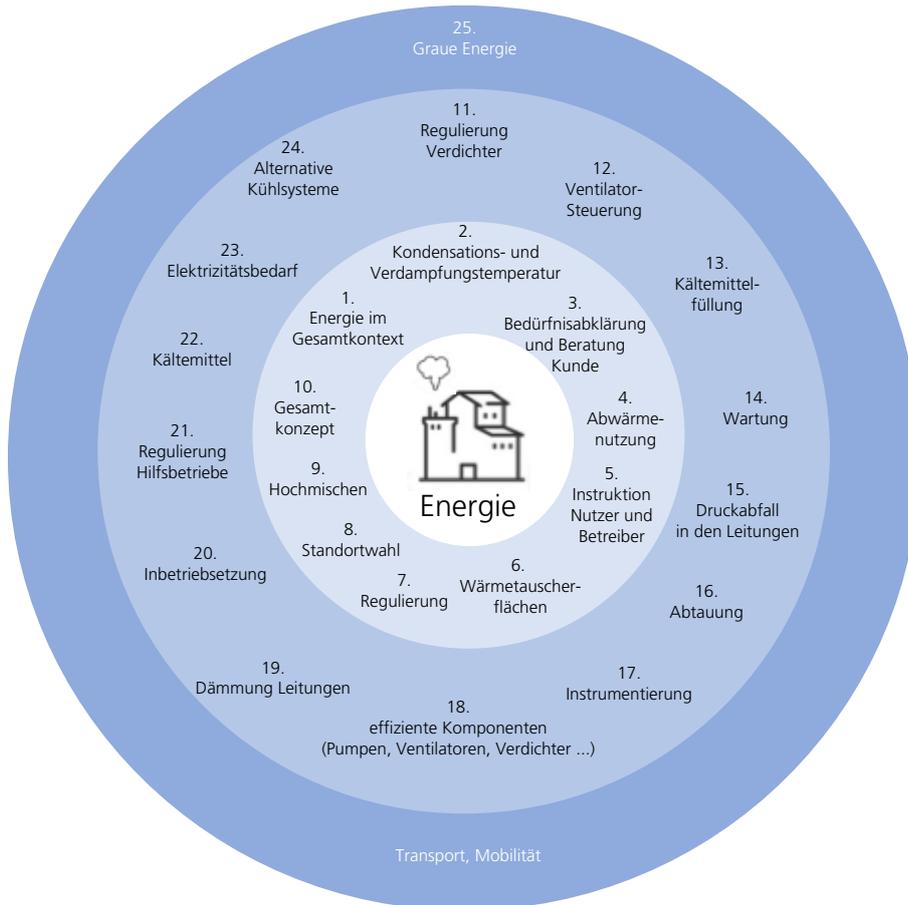
- Im Unterricht wurde das gleiche Thema in mehreren Modulen vermittelt. So wurden jeweils in drei bis vier Modulen die Themen Abwärmenutzung und auch die Expansionsventile behandelt. Es kam sogar vor, dass ein Thema in einem Modul behandelt und anschliessend geprüft wurde, obwohl das gleiche Thema einige Module später wieder aufgegriffen wurde.
- Je näher die Ausbildung an der Praxis und der Anlage liegt, desto besser. Wenn Übungen an richtigen Anlagen (Optimieren, Fehlersuche, Einstellungen etc.) 1:1 vorgenommen werden könnten, wäre das eine «coole» Erfahrung – auch wenn dies nur einmal während ein bis zwei Stunden möglich wäre. («Das Realprojekt war spannend, weil es sehr praxisnah war.»)

- Die geforderten Kurse (Umgang mit Propan, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>,...) könnten – wie heute der Lehrmeisterkurs – in die Ausbildung integriert werden. Diese Kurse muss man früher oder später sowieso absolvieren.
- CO<sub>2</sub>-Anlagen: Trans- und subkritischer Betrieb behandeln und vertiefen
- Gewerbekälte stärker thematisieren
- Das Thema Klimakälte fehlt heute gänzlich
- Für die Kunden ist die Wirtschaftlichkeit zentral. Auch wenn die Chefmonteur/in Fragen zur Wirtschaftlichkeit einer Anlage weniger betreffen – ist in der Regel ein Punkt, der die Projektleiter/in betrifft, welche das Projekt entwickelt – wird hier eine Vertiefung vermisst. Chefmonteur/innen, welche die Kunden diesbezüglich kompetent beraten möchten, können aber eine allgemeine Weiterbildung im Projektmanagement und Kundenberatung besuchen. Solche betriebswirtschaftlichen Weiterbildung sind unabhängig vom Kälteberuf. Einige Kältefirmen bieten diese bereits heute intern an.
- Der TEWI (Total Equivalent Warming Impact) wurde in der Ausbildung zwar angesprochen. Er wurde aber nicht vertieft behandelt. Hier könnte man mehr machen und den Teilnehmenden mehr mitgeben.
- Die Kontrolle von Plänen und Aufbauten ist für die Chefmonteur/in eine zentrale Kompetenz. Diese wurde in der Ausbildung zu wenig tief behandelt und leider nicht mit Beispielen «beübt».

## 7. Die grössten Hebel bei der Energie

Die Faktoren, die den künftigen Energieverbrauch und die Energieeffizienz einer Kälteanlage oder Wärmepumpe beeinflussen, sind vielfältig. Die Hebel, die 2018 in der «Basis-Analyse der energie- und umweltrelevanten Aspekte in der Ausbildung der Kälteberufe» ermittelt wurden, sind gemäss den Expert/innen nach wie vor aktuell.<sup>1</sup>

Die Hebel bilden die massgebenden Einflussfaktoren ab, mit denen der künftige Energieverbrauch und die Energieeffizienz beeinflusst werden können. Je näher beim Zentrum, desto grösser ist der Einfluss.



Die Nummerierung der Hebel ist keine Wertung, sondern dient als interne Orientierungshilfe.

Weitere wichtige Faktoren, die den künftigen Energiebedarf massgeblich beeinflussen, können von der Kältefachperson oft nur bedingt beeinflusst und verbessert werden. Dazu gehören

- der notwendige Kältebedarf (z.B. Art des Sonnenschutzes bei Gebäuden),
- die Systemtemperaturen (z.B. braucht es tatsächlich eine so tiefe Kälte-träger-temperatur?)  
oder
- die geografische Anordnung (z.B. Platzierung des Rückkühlers).

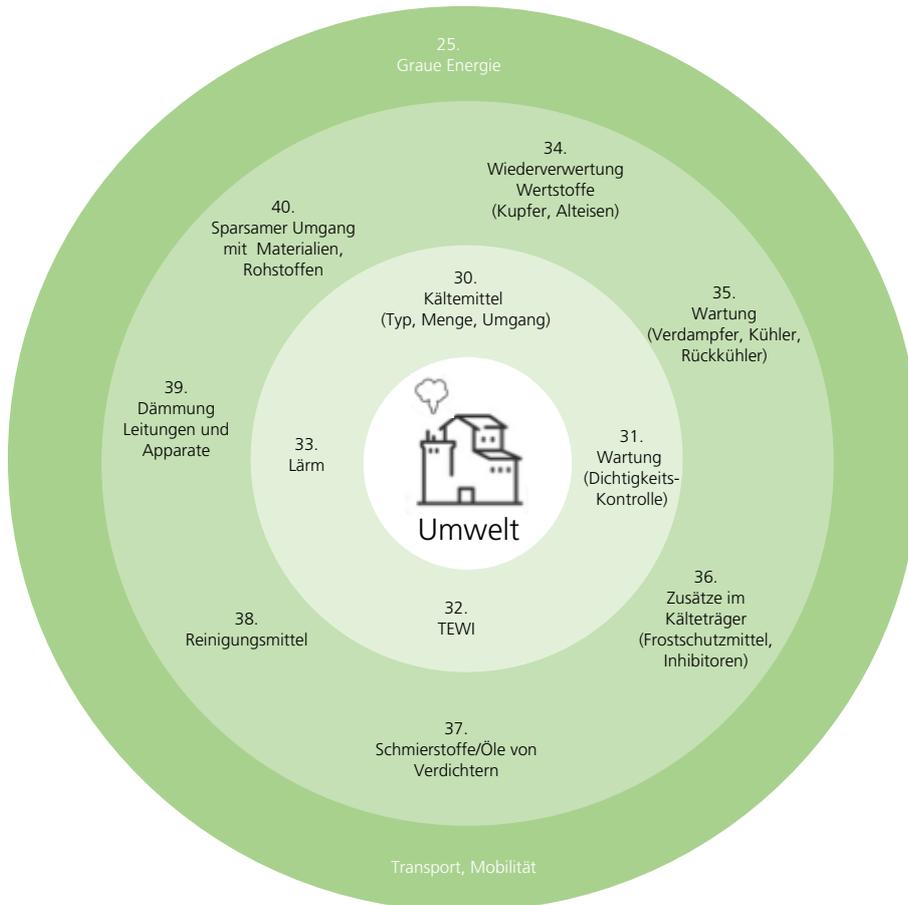
Diese werden von anderen Akteuren (Bauherrschaft, Architekt/in, Projektentwickler/in (Planer/in, Ingenieur/in), Maschinenlieferant/in, Verfahreningenieur/in) vorgegeben.

<sup>1</sup> Basis-Analyse der energie- und umweltrelevanten Aspekte in der Ausbildung der Kälteberufe, zweiweg, August 2018

## 8. Die grössten Hebel bei der Umwelt

Bei den Umwelt-Aspekten liegt der Hebel nach wie vor klar beim Kältemittel. Wichtig ist zudem das Thema Lärm, besonders auch in städtischen Situationen. Die Thematik Umgang mit Rohstoffen (Kupfer, Stahl, Dämmstoffe) ist weniger zentral – zumal ein Grossteil der Metalle in den Betrieben gesammelt und der Wiederverwertung zugeführt werden. Das Thema Kreislaufwirtschaft ist nicht vordringlich, zumal die Betriebe wertvolle Komponenten beim Rückbau schon heute an Lager nehmen, sofern sie eine Chance sehen, diese innert nützlicher Frist wieder verkaufen zu können.

Nachfolgend werden die Einflussfaktoren zusammengestellt. Je näher beim Zentrum, desto grösser ist der Einfluss.<sup>2</sup>



Die Nummerierung der Hebel ist keine Wertung, sondern dient als interne Orientierungshilfe.

<sup>2</sup> Basis-Analyse der energie- und umweltrelevanten Aspekte in der Ausbildung der Kälteberufe, zweiweg, August 2018

## 9. Welche Zukunftstrends sind absehbar?

Die im Jahr 2018 erhobenen Zukunftstrends für die Kältebranche sind nach wie vor gültig (siehe Tabelle). Folgende Punkte sind momentan besonders aktuell:

- Das im Jahr 2019 vom Bundesrat formulierte Klimaziel 2050 – Netto-Null Emissionen – wird die Umsetzung einiger Zukunftstrends beschleunigen. So sind die natürlichen Kältemittel noch stärker in den Fokus gerückt, als dies vor vier Jahren der Fall war (speziell Kälteanlagen mit den Kältemitteln CO<sub>2</sub> und Propan).
- Gleichzeitig zeichnet sich aufgrund der letztjährigen hohen Temperaturen in den Sommermonaten (Hitzetage) ab, dass auch Wohngebäude vermehrt gekühlt werden.
- Der Fachkräftemangel ist in der Kältebranche ein aktuelles Problem, das nicht so schnell gelöst werden kann. Entsprechend wird erwartet, dass Fachpersonen in der Kälte-Branche auch künftig «rar» sein werden<sup>3</sup>.

Der anhaltende Fachkräftemangel könnte gemäss den Expert/innen den Wandel zu vorgefertigten Systemen beschleunigen. So ist denkbar, dass künftig weniger Anlagen individuell konzipiert und in der eigenen Werkstatt gebaut werden. Stattdessen werden vermehrt vorgefertigte Systeme zugekauft und mit den verfügbaren Fachpersonen verbaut.

Die sechs Zukunftstrends (Thesendetails siehe Anhang) geben Hinweise, wie sich die Kältetechnik resp. der Kältemarkt in Zukunft entwickeln könnten.

### **Trend 1 Kühlen und heizen werden verschmelzen**

- Vermehrt kühlen statt heizen
- Reversible Systeme als Ganzjahreslösung
- Wohngebäude werden vermehrt klimatisiert
- Speicherung der (Ab-)Wärme
- Mit Photovoltaik-Strom kühlen
- Speicherung der Kälte
- Tiefe Heiztemperaturen – hohe Kühltemperaturen

### **Trend 2 Kältemittel mit geringer Umweltbelastung setzen sich durch**

- Synthetische Kältemittel verlieren an Attraktivität
- Trend zu natürlichen Kältemitteln
- Erhöhte Anforderungen an Arbeits- und Anlagesicherheit
- Kältemittel mit tiefen GWP
- Umweltauswirkungen der HFO – trotz tiefem GWP – führen zu Diskussionen

### **Trend 3 Detailhandel: mehr Convenience-Produkte mit Kühlbedarf**

- Kühlflächen im Detailhandel wachsen
- Trend zu kompakten, vorgefertigten und kleineren Systemen
- Siegeszug von CO<sub>2</sub> im Detailhandel

### **Trend 4 Kompakte und standardisierte Lösungen verbreiten sich**

- Weniger individuell – mehr vorgefertigt
- Vermehrt Kompaktanlagen im Klima- und Gewerbebereich
- Vermehrt Einsatz von steckerfertigen Geräten
- Verdichter mit grösserer Leistungsdichte

<sup>3</sup> Medienmitteilung SVK, vom 17. September, 2018

**Trend 5 Digitalisierung und Elektronik halten Einzug**

- Digitalisierung nimmt zu
- Intelligente Schnittstellen
- Zunehmende Vernetzung mit anderen gebäudetechnischen Anlagen/Systemen
- Drehzahl regulierte Verdichter
- Immer mehr Daten für die Überwachung der Systeme

**Trend 6 Regulierungsdichte steigt**

- Stetige Weiterbildung notwendig
- Handlungsspielraum wird immer enger

# 10. Handlungskompetenzen und Leistungsziele

Der erste Entwurf des SVK zur überarbeiteten Struktur der Handlungskompetenzen sieht wie folgt aus:

Übersicht der Handlungskompetenzen Chefmonteure Kälte						
Entwurf vom 24. August 2022						
↓ Handlungskompetenzbereiche						
1	Leiten der Montage von Kältesystemen	1.1: Unterlagen an Mitarbeitende weitergeben und diese instruieren	1.2: Auftragsabwicklung mit beteiligten Betrieben koordinieren	1.3: Montage von Kältesystemen kontrollieren und protokollieren		
2	Leiten der Inbetriebsetzung und Inbetriebnahme von Kältesystemen	2.1: Linien- und Schnittstellentest durchführen	2.2: hydraulische Einbindung prüfen	2.3: Funktionskontrollen und Messungen durchführen und Inbetriebsetzung protokollieren	2.4: Abnahme von Kälteanlagen planen und begleiten, sowie Anlage übergeben	2.5 Mit Kundinnen und Kunden kommunizieren
3	Leiten der Instandhaltung von Kältesystemen	3.1: Wartungen an Kältesystemen leiten	3.2: Wartungen an komplexen Kältesystemen durchführen und protokollieren			
4	Durchführen der Instandsetzung (Störungsbehebung) von Kältesystemen	4.1: Störungen an Kältesystemen identifizieren	4.2 Technische Schnittstellen zu anderen Gewerken erkennen und Schnittstellenprobleme identifizieren	4.3 Störungen an Kältesystemen beheben		
5	Durchführen von Betriebsoptimierungen von Kältesystemen	5.1: Elektro-, regel- und kältetechnische Messungen an Kältesystemen durchführen und die Messergebnisse interpretieren	5.2 Steuer- und Regeleinrichtungen von Kältesystemen programmieren und einstellen	5.3 Kältesystem für unterschiedlichen Betriebsarten und - Bedingungen funktions- und energieoptimiert einregulieren		
6	Führen von Teams und Betreuen von Lernenden	6.1: Lernende ausbilden und betreuen	6.2: Teamprozesse im eigenen Team begleiten und positiv beeinflussen			

## Leistungsziele: Vorschlag, Bewertung und Integration

Basierend auf der Analyse wurden 48 Leistungsziele formuliert. Eine Gruppe von Experten bewertete diese und leitete daraus in einem zweiten Schritt 33 zentralen Leistungsziele ab (siehe Anhang 12.6.1).

Im Rahmen des Experten-Workshops vom 16. September 2022 wurden diese Leistungsziele bei der Erarbeitung der Leistungskriterien beigezogen und integriert.



Bilder: Bei der Erarbeitung der Leistungskriterien wurden die zentralen Leistungsziele diskutiert und erarbeitet (siehe auch Anhang 12.8 mit den Zuordnungen).

# 11. Empfehlungen

Die Weiterbildung zur Chefmonteurin Kälte, zum Chefmonteur Kälte baut auf der Ausbildung zur Kältesystem-Monteur/in (EFZ) auf. Viele der energie-, umwelt- und klimarelevanten Themen werden zwar schon in der Grundbildung angesprochen. Die Kältefachleute haben somit von vielen Themen schon mal etwas «gehört», sind aber nicht unbedingt «sattelfest» darin. Um die bereits bekannten Energie-, Umwelt- und Klimathemen in der Weiterbildung zur Chefmonteur/in Kälte nachhaltig zu verankern, müssen sie inhaltlich vertieft und die entsprechenden Kompetenzen der angehenden Chefmonteur/innen erhöht<sup>4</sup> werden. Diese Kompetenzerhöhung muss bei der Implementierung der empfohlenen Leistungskriterien berücksichtigt werden.

## Empfehlungen der befragten Experten

Die Empfehlungen aus den Experteninterviews (vgl. Kapitel 7) sollten bei der Überarbeitung der Weiterbildung möglichst berücksichtigt werden. Besonders prüfenswert sind zwei Punkte:

- Den Fokus weniger auf das Kältemittel Ammoniak legen, dafür mehr auf die Kältemitteln CO<sub>2</sub> und Propan
- Vermehrtes Eingehen auf Gewerbe- und Klimakälteanlagen. Die Beschäftigung mit grosse Industriekälteanlagen könnte stark zurückgenommen werden.

## Leistungskriterien

Von den ursprünglich 48 Leistungskriterien haben die Experten 33 Leistungskriterien als wichtig oder sehr wichtig eingestuft. Die getroffene Wahl ist für uns schlüssig. Eines der häufigsten Argumente für eine Reduktion der Anzahl wichtiger Leistungskriterien, dass gewisse Themen bereits in der Ausbildung zur Kältesystem-Monteur/in (EFZ) bearbeitet wurden, ist nachvollziehbar. Allerdings muss berücksichtigt werden, welche Kompetenzstufe sich die Fachleute in der Ausbildung zur Kältesystem-Monteur/in angeeignet haben und welche Kompetenzstufe nach der Weiterbildung zur Chefmonteur/in Kälte erwartet wird.

Die Menge von 33 Leistungskriterien (siehe Punkt 12.6.1), welche die energie-, umwelt- und klimarelevanten Themen behandeln, liegt aus unserer Sicht an der oberen Grenze. Schlussendlich ist die Anzahl Unterrichtsstunden begrenzt und die energie-, umwelt- und klimarelevanten Themen sind nur ein Teil der gesamten Weiterbildung.

Aus dieser Sicht wäre es verständlich, wenn der SVK eine sinnvolle Bündelung der verschiedenen, detaillierten Leistungskriterien zu allgemeineren Leistungskriterien vornehmen würde. In diesem Fall wäre es wünschenswert, wenn aufgezeigt und nachvollzogen werden kann, welche Leistungskriterien in welcher Form zusammengefasst werden.

Die von den Experten als wichtig oder sehr wichtig bewerteten 33 Leistungskriterien sollten auf die eine oder andere Art in der Ausbildung verankert werden. Ob dies in der Prüfungsordnung, der Wegleitung oder in den Modulbeschrieben erfolgt, sollte der SVK im Laufe des Revisionsprozesses entscheiden.

<sup>4</sup> Die Kompetenz von einer einfachen Reproduktionsleistungen (K1 nach Bloom) zu einer komplexen Problemlösungs- und Begründungsaktivität (K7 nach Bloom) zu steigern.

## 12. Anhang

### 12.1. Analyse der bestehenden Module

Die Ausbildung besteht aus 18 Modulen. Dabei sind Module wie Personalführung, Arbeitstechnik oder Rechtsgrundlagen, aus Energie- und Umweltsicht nicht relevant. Im Folgenden sind die Module und die aus Sicht der Energie und Umwelt relevanten Leistungsziele aufgelistet und die E&U-Hebel zugeordnet.

Modul	Leistungsziele (teilweise auch Dispositionsziele)
-------	---

#### 50.13 Inbetriebnahme / Instandhaltung

**Leitidee:** Damit die Betriebseffizienz gesteigert und ein Betriebsausfall minimiert werden kann, ist eine regelmässige und seriöse Instandhaltung sehr wichtig. Dies senkt die Betriebskosten und steigert den Werterhalt der Anlage. Die Kundenbindung und Zufriedenheit des Kunden sind auch ein wesentlicher Vorteil der Instandhaltung. Die fachgerechte Inbetriebsetzung der Kälteanlagen inkl. Hilfsbetriebe ist eine wichtige Grundlage für die spätere, erfolgreiche Instandhaltung. Die Fachperson soll durch erweiterte Kenntnisse in der Lage sein, auch die Hilfsbetriebe der Kälteanlagen (Wärmerückgewinnungs-, Kälte- und Wärmeträgersysteme) in Betrieb zu setzen. Mit der aktuellen Umweltproblematik der Kältemittel werden zwecks Reduzierung der Kältemittelfüllmengen vermehrt indirekte Kühlsysteme gebaut. Die Inbetriebsetzung der Hydrauliksysteme (Kälte-Wärmeträgersysteme) erfolgt heute primär durch die Kältefachleute und verlangt gute Fachkenntnisse in Hydraulik.

- Leistungsziele:**
- Die Fachperson beurteilt und analysiert die Betriebsdaten von Kälteanlagen betreffend wirtschaftlichem Betrieb und erarbeitet Massnahmen für Anlageoptimierung und Verbesserungen (Betriebseffizienz). Sie führt Messungen an Wärmeaustauschern durch und beurteilt die Messresultate gemäss den Kalkulationsdatenblättern und IBS- Protokollen.
  - Sie beschreibt die anfallenden Abfallstoffe von Instandhaltungsarbeiten und unterscheidet diese in Sonderabfälle und andere Abfallstoffe. Sie erarbeitet Konzepte für die fachgerechte Entsorgung.
  - Lecksuchmethoden an Kältesystemen

E&U-Hebel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inbetriebsetzung</li><li>• Kondensations- und Verdampfungstemperatur</li><li>• Wartung (Dichtigkeitskontrolle)</li></ul>	[20] <sup>5</sup> [2] [31]
-----------	--	----------------------------------

<sup>5</sup> Die Nummern in den Klammern beziehen sich auf die Nummerierung der E&U-Hebel in den beiden Kreisgrafiken (siehe Seite 9 und 10)

### 50.15 Montagetechnik

**Leitidee:** Die technisch richtige Montage der Leitungssysteme und der Komponenten sind die wichtigsten Anforderungen an das Montagepersonal. Mit der zunehmenden Aktualität der Umweltproblematik mit dem Umgang der Kältemittel gewinnt die indirekte Kühlung mit Kälte- und Wärmeträgersystemen immer mehr an Bedeutung. Die Fachperson soll durch erweiterte Kenntnisse die systemübergreifenden Problemstellungen, Zusammenhänge und Montagetechniken dieser Hydrauliksysteme erkennen und lösen können.

- Leistungsziele:**
- Die Fachperson kennt die Anregungspfade für Körperschallübertragungen der Rohrsysteme von Kälteanlagen und kann auf der Baustelle die Gefahrenzonen für Körperschallübertragungen auf die Gebäudehülle erkennen und selbständig Lösungen für die Dämmung erarbeiten und die dazu nötigen Massnahmen und Materialien bestimmen.
  - Sie kennt die Materialien und deren Verarbeitung für die Kälte- und Wärmedämmung in der Kältetechnik und wählt für die unterschiedlichen Anwendungen und Vorgaben das richtige Material.

E&U-Hebel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Schall</li><li>• Dämmung</li></ul>	[33] [19, 39]
-----------	--	------------------

### 52.11 Komponenten / Kälteschema

**Leitidee:** Fundierte Kenntnisse über die vielfältigen Einzelteile und deren Darstellung im Kälteschema. Die Komponenten bilden die Basis für das Erkennen und Begreifen der Zusammenhänge in einem System.  
Das Sachverständnis über die Funktion der Einzelteile ermöglicht eine korrekte Montage und Inbetriebnahme und unterstützt zudem eine kompetente Störungsbehebung.

- Leistungsziele:**
- Die Fachperson engagiert sich für den energieoptimierten Betrieb von Kältesystemen und ist bestrebt, Hauptkomponenten und Nebenkomponten gezielt einzusetzen und zu betreiben.
  - Sie beurteilt die Leistungsregulierungsarten nach erforderlichem Energieaufwand.

E&U-Hebel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Effiziente Komponenten (Verdichter, Pumpen, Ventilatoren, Wärmetauscher...)</li><li>• Regulierung (Verdichter, Ventilator, Hilfsbetriebe)</li></ul>	[6, 9, 10, 18] [11, 12, 21]
-----------	---	--------------------------------

### 52.13 Angewandte Berufskennntnisse

**Leitidee:** Kältesysteme sind zur einwandfreien Funktion oft von vielfältigen, gebäudetechnischen Systemen abhängig. Planung, Inbetriebsetzung und Instandhaltung von Kältesystemen erfordern eine weitsichtige Denkweise. Die Fachperson soll durch erweiterte Kenntnisse die Schnittstellen zwischen kältetechnischen und gebäudetechnischen Systemen erkennen und in der Lage sein, systemübergreifende Problemstellungen zu lösen. Die Bautechnik soll dabei mitberücksichtigt werden.

- Leistungsziele:**
- Die Fachperson kann elektrische Regelsysteme durch Beeinflussung der Einstellparameter einstellen und optimieren.
  - Sie beschreibt Einflüsse von gebäudetechnischen Regelsystemen auf Kältesysteme und analysiert deren Auswirkungen.

E&U-Hebel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Regulierung (inkl. Hilfsbetriebe und Ventilatoren)</li><li>• Gesamtkonzept</li></ul>	[7, 12, 21] [1]
-----------	--	--------------------

## 52.20 Betriebsmittel & Ökologie

**Leitidee:** Nachdem zwischen 1928 und 1992 in Sachen Kältemittel praktisch keine effektiven Neuerungen eingeführt wurden, sind seit 1992 reihenweise neue Stoffe mit teils stark unterschiedlichen physikalischen, physiologischen und chemischen Eigenschaften entwickelt und am Markt etabliert worden. Diese neuen Kältemittel müssen in der Anwendung beherrscht und Gefahren erkannt werden. Ökologische Aspekte müssen bei der Wahl geeigneter Betriebsstoffe vermehrt eine Rolle spielen.

**Leistungsziele:**

- Ökologische Aspekte müssen bei der Wahl geeigneter Betriebsstoffe vermehrt eine Rolle spielen.
- Kälteöle
- Ökologie: Umweltverträglichkeit, Ozonaufbau / Ozonabbau, GWP / TEWI, Recycling / Entsorgung

E&U-Hebel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kältemittel</li></ul>	[30]
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kälteöle, Schmierstoffe</li></ul>	[37]
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zusätze Kälte- und Wärmeträger</li></ul>	[36]
	<ul style="list-style-type: none"><li>• TEWI</li></ul>	[32]

## 53.13 Normen & Vorschriften

**Leitidee:** Um Personen- und Anlagensicherheit bei Betrieb von Kältesystemen zu gewährleisten, müssen vielfältige Normen beachtet und Sicherheitseinrichtungen korrekt eingesetzt werden.

**Leistungsziele:**

- Die Fachperson beschreibt den Anwendungsbereich der Energieverordnungen bei Bau von gekühlten Räumen.
- Sie nennt die maximal zulässigen Temperaturen für Lebensmittel gemäss LMV.
- Die Fachperson beschreibt die Bestimmungen der ChemRRV über den Einsatz von ozonabbauenden oder in der Luft stabilen Stoffen.
- Sie erläutert Sinn und Zweck eines Wartungshefts.
- Sie beschreibt Dichtigkeitskontrollen und die Behebung von Undichtigkeiten.
- Sie umschreibt das Meldeverfahren.

E&U-Hebel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kältemittel (ChemRRV, Meldung...)</li></ul>	[30]
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wartung (Dichtigkeit, Wartungsheft)</li></ul>	[31]
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bedürfnisanalyse</li></ul>	[3]

### 53.14 Anlagen & Systeme

Leitidee: Fundierte Kenntnisse über Anlagen- und Systemtechnologien erleichtern der Fachperson die Auftragsabwicklung auf der Baustelle, die Planung der Arbeitsschritte bei der Inbetriebnahme und die Fehlersuche im Unterhaltsdienst.

- Leistungsziele:
- Die Fachperson stellt Abwärmenutzungssysteme in Prinzipschemen dar.
  - Sie wählt für eine Kälteanwendung und entsprechendem Temperaturbereich ein passendes System aus und begründet die Wahl.
  - Sie erläutert die energetischen und ökologischen Auswirkungen einer Systemwahl.
  - Die Fachperson klassifiziert Kältesysteme nach den gültigen Vollzugshilfen.

E&U-Hebel	• Abwärmenutzung	[4]
	• Bedürfnisanalyse	[3]
	• Gesamtkonzept	[10]
	• Kältemittel	[30]

### 53.15 Schallschutz

Leitidee: Immer mehr dichtbesiedelte Wohnüberbauungen mit Anschluss an die Industrie und die zunehmende Sensibilisierung der Menschen stellen zunehmend höhere Anforderungen an die Lärmemissionen. Aufgrund dieser Kriterien ist es sehr wichtig, die Emissionen zu minimalisieren.

- Leistungsziele:
- Die Fachperson ist in der Lage, Schallquellen zu analysieren und Vorschläge für die Reduktion der Emissionen auszuarbeiten.
  - Sie kennt schallentkoppelte Aufstellungs- und Befestigungsvarianten.
  - Sie kann Schallmessungen vornehmen und diese richtig interpretieren.
  - Sie kennt die gesetzlichen Schallgrenzwerte für Kälteanlagen.
  - Lösungswege erarbeiten zur Reduktion von Emissionen

E&U-Hebel	• Schall	[33]
-----------	----------	------

## 12.2. Analyse des Bildungsplans Kältesystem-Monteur/in (EFZ)

### Handlungskompetenzbereich a Vorbereiten und Abschliessen von Arbeiten

#### Handlungskompetenz a1

##### Ablauf des Arbeitseinsatzes planen

Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteur EFZ nehmen von Vorgesetzten Auftragsbeschreibungen, Pläne, Schemata und mündliche Instruktionen entgegen. Basierend darauf planen sie die Arbeitsschritte und stellen die nötigen Materialien und Werkzeuge bereit.

Schule	a1.2	Die für die Aufgabe notwendigen Vorschriften, Normen, Richtlinien und Merkblätter interpretieren und anwenden. Insbesondere die Vorgaben bezüglich Arbeitssicherheit, Technik, Umweltschutz und Energieverbrauch. (K4)
--------	------	--

E&U-Hebel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschriften, Normen und Richtlinien</li> </ul>	[4, 17, 18, 23, 30, 31, 33, 36, 37] <sup>6</sup>
-----------	--	--

#### Handlungskompetenz a5

##### Verpackungsabfälle, Baustellenabfälle und Betriebsmittel-Abfälle entsorgen

Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteur EFZ trennen Abfälle und führen diese der fachgerechten Entsorgung zu. Bei einer grösseren Entsorgung, zum Beispiel nach der Demontage eines Kältesystems, koordinieren sie den Ablauf der Trennung und die Entsorgung der Abfälle in Absprache mit den betroffenen Bau-Akteuren. Sie legen fest, welche Materialien wiederverwertet oder recycelt und welche entsorgt werden. Sie beschriften die benötigten Mulden/Behälter vorschriftsgemäss und instruieren die betroffenen Mitarbeitenden. Sie organisieren den Abtransport oder wenn nötig das Auswechseln der Mulden. Bei Verdacht auf Asbest oder andere Gefahrgüter unterbrechen sie die Entsorgung und weisen die Bauleitung auf diese Gefahrgüter hin.

Betrieb	a5.1	Stoffe trennen. Abfälle vermeiden, vermindern und gefährliche Stoffe der Entsorgung zuführen. (K3)
Betrieb	a5.2	Mit den zuständigen Ansprechpartnern den Ablauf der Trennung und Entsorgung bestimmen. (K3)
Betrieb	a5.3	Alle beteiligten Mitarbeitenden hinsichtlich des Ablaufs der Entsorgung informieren. (K3)
Schule	a5.1	Die Umweltrelevanz der Anlageteile und für die Montage verwendeten Baustoffe eines Kältesystems erklären und deren Einfluss auf die Energieeffizienz erläutern. (K2)
Schule	a5.2	Beschreiben der Recycling-Kreisläufe (z.B. bei Metall oder Kunststoff). (K2)
Schule	a5.3	Die Auswirkungen auf die Umwelt durch Emissionen von Betriebsstoffen (Kältemittel, Kälteöle) erklären. (K2)
Schule	a5.4	Die verschiedenen Ansprechpartner bei der Trennung und Entsorgung von Abfällen benennen. (K1)
Schule	a5.5	Den organisatorischen Ablauf bei der Trennung und Entsorgung von Abfällen erklären. (K2)
üK	a5.1	Die Abfälle und die wiederverwendbaren Stoffe trennen. Abfälle vermeiden, vermindern und gefährliche Stoffe der Entsorgung zuführen. (K3)

E&U-Hebel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ressourcen (vermeiden, trennen, wiederverwenden, recyceln, entsorgen)</li> <li>Recycling-Kreislauf</li> </ul>	[34] [34]
-----------	--	--------------

<sup>6</sup> Die Nummern in den Klammern beziehen sich auf die Nummerierung der E&U-Hebel in den beiden Kreisgrafiken (siehe Seite 9 und 10)

## Handlungskompetenzbereich b Fertigen von Rohrleitungen und Montieren von Komponenten

### Handlungskompetenz b1

#### Rohrleitungen und Komponenten montieren

Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteure EFZ montieren Rohrleitungen und Komponenten von Kältesystemen gemäss den geltenden Normen und betrieblichen Vorgaben. Fertigungs- und Montagetechniken werden in Abhängigkeit der baulichen Situation und des Kältesystems gewählt. Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteure EFZ sind sich der Bedeutung von Fertigungs- und Arbeitstechniken für qualitativ hochwertige Arbeiten bewusst.

Betrieb	b1.8	Die Schallquellen und Übertragungswege identifizieren. (K2)
Betrieb	b1.9	Schallreduktions-Massnahmen bei der Rohrleitungs- und Komponentenmontage umsetzen. (K3)
Betrieb	b1.10	Die Schallproblematik bei der Befestigungstechnik berücksichtigen. (K5)
Schule	b1.11	Die Entstehung und die Unterschiede von Körper- und Luftschall erklären. (K2)
Schule	b1.12	Bei der Montage umsetzbare Schallreduktions-Massnahmen und deren Wirkungsweise beschreiben. (K2)
Schule	b1.13	Die Eigenschaften und Einsatzbereiche unterschiedlicher Dämmungen beschreiben. (K2)
Schule	b1.14	Erklären, wie mit korrekt dimensionierter und montierter Dämmung Oberflächenkondensat (Taufwasserschutz) und Energieverluste vermieden werden. (K2)
Schule	b1.15	Verschiedene Dämmmaterialien für spezifische Anforderungen (UV-Schutz, Hitze, Brandschutz) aufzählen. (K2)
üK	b1.7	Die Schallquellen und Übertragungswege identifizieren. (K2)
üK	b1.8	Schallreduktions-Massnahmen bei der Rohrleitungs- und Komponentenmontage umsetzen. (K3)

E&U-Hebel	• Schall	[33]
	• Dämmung	[19, 39]

## Handlungskompetenz c2

**Druckfestigkeit und Dichtigkeit des Kältesystems prüfen**

Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteure EFZ stellen mit der sorgfältigen Überprüfung der Druckfestigkeit sicher, dass das Kältesystems gefahrlos betrieben werden kann. Mit der Prüfung der Dichtigkeit des Kältesystems garantieren sie zudem, dass kein Kältemittel in die Umwelt gelangt. Druckfestigkeit und Dichtigkeit sind sowohl aus sicherheitstechnischer als auch aus ökologischer und ökonomischer Sicht zwei wesentliche Qualitätsmerkmale von Kälteanlagen.

Betrieb	c2.4	Die Dichtigkeitsprüfung durchführen. (K3)
Betrieb	c2.5	Die gängigen Methoden und Geräte für die Lecksuche anwenden. (K3)
Schule	c2.4	Den Zweck, die gesetzlichen Grundlagen und die zu beachtenden Punkte für die Dichtigkeitsprüfung beschreiben. (K2)
Schule	c2.5	Die gängigen Methoden und Geräte für die Lecksuche beschreiben. (K2)
üK	c2.4	Die Dichtigkeitsprüfung von Baugruppen durchführen und protokollieren. (K3)
üK	c2.5	Die gängigen Methoden und Geräte für die Lecksuche anwenden. (K3)

E&U-Hebel	• Kältemittel (Dichtigkeit, Leckagen, Prüfung)	[30, 31]
-----------	--	----------

## Handlungskompetenz c3

**Kältesysteme evakuieren und mit Betriebsmitteln befüllen**

In Kältesystemen kommen Betriebsmittel wie Kältemittel, Kälteöle, und Frostschutzgemische zum Einsatz. Die meisten Kältemittel verfügen über ein beträchtliches Treibhauspotential oder sind aus anderen Gründen gefährlich und dürfen deshalb nicht in die Umwelt gelangen. Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteure EFZ kennen die verschiedenen Betriebsmittel, insbesondere die Kältemittel, deren Einsatzgebiete und Umweltauswirkungen. Die Fachleute befüllen die Anlagen unter Berücksichtigung der Sicherheitsvorschriften mit Betriebsmitteln, ohne dass diese in die Umwelt gelangen.

Betrieb	c3.2	Die Umwelt- und Sicherheitsaspekte der gängigen Kältemittel und Kälteöle beachten und einsetzen. (K3)
Betrieb	c3.5	Das Kältesystem verlustfrei mit Betriebsmitteln befüllen und die Füllmengen protokollieren. (K3)
Schule	c3.1	Die Zusammensetzung, Einsatzbereiche, Klimawirkung, Umwelt- und Sicherheitsaspekte der gängigen Kältemittel beschreiben. (K2)
Schule	c3.2	Die rechtlichen Vorgaben für die Verwendung von Kältemitteln beschaffen, analysieren und für spezifische Kältesysteme anwenden. (K4)
Schule	c3.3	Die Einsatzbereiche sowie die Umwelt- und Sicherheitsaspekte der gängigen Kälteöle erklären. (K2)
Schule	c3.4	Die Einsatzbereiche sowie die Umwelt- und Sicherheitsaspekte der gängigen Frostschutzgemische erklären. (K2)
Schule	c3.5	Das Konzept des Total Equivalent Warming Impact (TEWI) erklären und mögliche Konflikte zwischen Energieeffizienz und Klimawirkung von Kältemitteln beschreiben. (K2)
üK	c3.3	Das Kältesystem verlustfrei mit Betriebsmitteln befüllen und die Füllmengen protokollieren. (K3)

E&U-Hebel	• Kältemittel (Umwelt, Sicherheit, befüllen)	[30]
	• Schmierstoffe/Kälteöle (Umwelt, Sicherheit, befüllen)	[37]
	• Frostschutzgemische (Umwelt, Sicherheit, befüllen)	[26]
	• TEWI	[32]

---

#### Handlungskompetenz c4

##### **Komponenten und Regelparameter am Kältesystem kontrollieren sowie die Anlage einregulieren**

Kälteanlagen sind Systeme deren Komponenten sowie gegebenenfalls deren hydraulische Einbindung aufeinander abgestimmt sein müssen. Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteur EFZ sind in der Lage, die Anlage optimal einzuregulieren. So stellen sie den störungsfreien und energieeffizienten Betrieb der Anlage sicher. Hierfür benötigen sie ein vertieftes Verständnis der thermodynamischen Prozesse im Kältekreislauf und fundierte Kenntnisse in den Bereichen Hydraulik, Steuerungs- und Regeltechnik.

---

Betrieb	c4.6	Die Parameter für Drücke, Temperaturen, Füllstände und Strömung festlegen und am Kältesystem einstellen, um den sicheren, energieeffizienten und störungsfreien Betrieb sicherzustellen. (K5)
Betrieb	c4.7	Bei der Einregulierung die schalltechnischen Vorgaben berücksichtigen. (K3)
Schule	c4.9	Die thermodynamischen und regeltechnischen Parameter des Kältesystems beurteilen. (K6)
Schule	c4.10	Die Merkmale energieoptimierter Kältesysteme beschreiben. (K2)
Schule	c4.11	Die Parameter für Drücke, Temperaturen, Füllstände und Strömung festlegen, um den sicheren, energieeffizienten und störungsfreien Betrieb sicherzustellen. (K4)
ük	c4.4	Die gängigen Steuer- und Regelgeräte bedienen, einstellen und Regelparameter programmieren. (K3)
ük	c4.5	Die Parameter für Drücke, Temperaturen, Füllstände und Strömung festlegen und am Kältesystem einstellen, um den sicheren, energieeffizienten und störungsfreien Betrieb sicherzustellen. (K5)

---

E&U-Hebel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Regulierung (Parameter einstellen)</li><li>• Einregulierung (Schallschutz)</li><li>• Merkmale energieoptimiertes Kältesystem</li></ul>	[2, 7, 11, 12, 16, 21] [33] [2, 7, 11, 12, 16, 21]
-----------	--	--

#### Handlungskompetenz c5

##### **Funktionskontrolle an der Anlage durchführen sowie die Inbetriebsetzung des Kältesystems protokollieren**

Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteur EFZ schliessen Inbetriebsetzungen mit einer Funktionskontrolle der gesamten Anlage ab. Diese führen sie nach betrieblichen Vorgaben und Checklisten durch und protokollieren die relevanten Daten. In der Regel folgt der Funktionskontrolle eine Kundeninstruktion. Empfehlungen für den energieeffizienten Betrieb der Anlage sind Bestandteil der Kundeninstruktion.

---

Betrieb	c5.5	Die Temperatur- und Druckeinstellungen zur energieeffizienten Betriebsweise einregulieren. (K5)
Betrieb	c5.7	Die Betreiber insbesondere über die Empfehlungen für einen energieeffizienten Betrieb der Anlage instruieren. (K3)
Schule	c5.1	Den Stromverbrauch für Kälteanwendungen und Effizienzpotentiale darlegen und im Kontext des schweizerischen Gesamtenergieverbrauchs einordnen. (K4)
Schule	c5.2	Die Effizienzmassnahmen in den Bereichen Anlagekonzeption, Temperatur- und Druckeinstellungen, Regeltechnik und Betreiberverhalten beschreiben. (K2)
Schule	c5.3	Energieeffizienz-Massnahmen identifizieren, welche von den Anlagebetreibern im täglichen Betrieb umgesetzt werden können. (K4)

---

E&U-Hebel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Regulierung (Parameter einstellen)</li><li>• Instruktion Betreiber</li><li>• Energie im Gesamtkontext</li><li>• Effizienzmassnahmen beschreiben</li><li>• Energieeffizienz-Massnahmen identifizieren</li></ul>	[7] [5] [1] [20] [14]
-----------	--	-----------------------------------

---

## Handlungskompetenzbereich d Instandsetzen von Kältesystemen

Handlungskompetenz d3

### **Funktionskontrolle an der Anlage durchführen sowie die Instandsetzung des Kältesystems protokollieren**

Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteure EFZ schliessen die Instandsetzung mit einer Funktionskontrolle der gesamten Anlage ab. Diese führen sie nach betrieblichen Vorgaben und Checklisten durch und protokollieren die relevanten Daten. In der Regel folgt der Funktionskontrolle eine Kundeninstruktion. Empfehlungen für den energieeffizienten Betrieb der Anlage sind Bestandteil der Kundeninstruktion.

---

Betrieb	d3.5	Die Temperatur- und Druckeinstellungen zur energieeffizienten Betriebsweise einregulieren. (K5)
---------	------	---

E&U-Hebel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kondensations- und Verdampfungstemperatur</li></ul>	[2]
-----------	---	-----

## Handlungskompetenzbereich e Instandhalten von Kältesystemen

Handlungskompetenz e1

### **Kältesystem und dessen Schnittstellen gemäss Wartungsanleitung überprüfen und warten**

Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteure EFZ betreuen die Kältesysteme während deren ganzer Lebens- und Nutzungsdauer und haben somit einen direkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit, den Energieverbrauch und die Umweltbelastung des Systems.

---

Betrieb	e1.2	Die Systemkomponenten gemäss Wartungsanleitung reinigen und die Verschleissteile ersetzen. (K3)
---------	------	---

---

Betrieb	e1.3	Die Temperatur- und Druckeinstellungen für einen störungsfreien und energieeffizienten Betrieb einregulieren. (K5)
---------	------	--

---

Schule	e1.2	Die Sicherheits- und Entsorgungsvorschriften im Umgang mit Reinigungsmittel beschreiben. (K2)
--------	------	---

---

üK	e1.1	Das Kältesystem betriebs- und anlagespezifisch gemäss Wartungsvorschriften kontrollieren. (K4)
----	------	--

---

üK	e1.2	Die Systemkomponenten gemäss Wartungsanleitung reinigen und die Verschleissteile ersetzen. (K3)
----	------	---

---

E&U-Hebel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wartung</li><li>• Reinigungsmittel</li><li>• Kondensations- und Verdampfungstemperatur</li></ul>	[14, 35] [38] [2]
-----------	--	-------------------------

Handlungskompetenz e2

### **Funktionskontrolle an der Anlage durchführen sowie die Instandhaltung des Kältesystems protokollieren**

Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteure EFZ schliessen die Instandhaltung mit einer Funktionskontrolle der gesamten Anlage ab. Diese führen sie nach betrieblichen Vorgaben und Checklisten durch und protokollieren die relevanten Daten. In der Regel folgt der Funktionskontrolle eine Kundeninstruktion. Empfehlungen für den energieeffizienten Betrieb der Anlage sind Bestandteil der Kundeninstruktion.

---

Betrieb	e2.5	Die Temperatur- und Druckeinstellungen zur energieeffizienten Betriebsweise einregulieren. (K5)
---------	------	---

---

Betrieb	e2.7	Die Betreiber insbesondere über die Empfehlungen für einen energieeffizienten Betrieb der Anlage instruieren. (K3)
---------	------	--

---

E&U-Hebel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kondensations- und Verdampfungstemperatur</li><li>• Wartung</li></ul>	[2] [14]
-----------	---	-------------

- Instruktion Nutzer, Betreiber [5]

## Handlungskompetenzbereich f Rückbauen und Entsorgen von Kältesystemen

Handlungskompetenz f1

### Kältesysteme bei Kundinnen und Kunden ausser Betrieb setzen

Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteure EFZ setzen Kältesysteme ausser Betrieb, so dass diese gefahrlos zurückgebaut werden können.

Betrieb	f1.3	Das Kältemittel absaugen. (K3)
Betrieb	f1.4	Das Kälteöl aus dem System entfernen. (K3)
Betrieb	f1.5	Den Wärme- und Kälteträger aus dem System entfernen und der Entsorgung zuführen. (K3)

E&U-Hebel	• Kältemittel	[30, 34]
	• Kälteöle	[37, 34]
	• Wärme- und Kälteträger	[36, 34]

Handlungskompetenz f2

### Kältesysteme bei Kundinnen und Kunden zurückbauen

Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteure EFZ demontieren Anlagen und trennen die Anlageteile und Werkstoffe nach Wiederverwertbarkeit und Entsorgungsart.

Betrieb	f2.2	Die Anlageteile und Werkstoffe nach Wiederverwertbarkeit und Entsorgungsart trennen. (K3)
Schule	f2.1	Die Wiederverwertbarkeit und Entsorgungsart der bei Kälteanlagen eingesetzten Anlageteile und Werkstoffe beschreiben. (K2)
üK	f2.2	Die Anlageteile und Werkstoffe nach Wiederverwertbarkeit und Entsorgungsart trennen. (K3)

E&U-Hebel	• Wiederverwertung	[34]
-----------	--------------------	------

Handlungskompetenz f3

### Rohrleitungen, Komponenten und Betriebsmittel entsorgen

Kältesystem-Monteurinnen und Kältesystem-Monteure EFZ führen Anlageteile, Werkstoffe und Betriebsmittel unter Einhaltung der gesetzlichen und betrieblichen Umweltschutz- und Sicherheitsvorgaben der Entsorgung zu.

Betrieb	f3.1	Die Anlageteile, Werkstoffe und Betriebsmittel sicher transportieren und der Wiederverwertung oder der Entsorgung zuführen. (K3)
Schule	f3.1	Die Materialkreisläufe von Werkstoffen beschreiben. (K2)
Schule	f3.2	Die Merkblätter für die Entsorgung von Werkstoffen und Abfällen bestimmen und anwenden. (K4)
Schule	f3.3	Die Vorgehensweise und Pflichten bei der Entsorgung von Kältemitteln beschreiben. (K2)

E&U-Hebel	• Wiederverwertung	[34]
-----------	--------------------	------

## 12.3. Thesen zur Zukunft

### Trend 1: Kühlen und heizen werden verschmelzen

**These 11: Kühlen statt heizen**

Man wird vermehrt Gebäude (mit grossen Glasflächen) bauen, die immer weniger beheizt und immer mehr gekühlt werden müssen. Insofern dürfte die Klimakälte in der Gebäudetechnik an Gewicht gewinnen.

**These 12: Reversible Systeme als Ganzjahreslösung**

Kälte-Wärmemaschinen, die aus einer Kältemaschine eine Wärmepumpe machen und umgekehrt, werden vermehrt eingesetzt. Solche Systeme lösen im Sommer das Problem der Raumkühlung und im Winter das der Heizung.

**These 13: Speicherung der Abwärme**

Die Speicherung der Wärme aus der Kälte ist ein Thema, das die Forschung schon längere Zeit beschäftigt. Das Ziel ist es, die Wärme vom Tag in die Nacht resp. vom Sommer in den Winter zu «transferieren».

**These 14: Mit Photovoltaik kühlen**

Photovoltaikanlagen erzeugen im Sommer am meisten Strom. Soviel, dass bereits heute nicht alles ins Stromnetz abgegeben werden kann. Genau zeitgleich besteht bei den Gebäuden der grösste Kühlbedarf. Somit wird künftig das Betreiben von Klimakälteanlagen mit PV-Überschussstrom vermehrt auf Akzeptanz stossen und sich zunehmend verbreiten.

**These 15: Speicherung der Kälte**

Der Speicherung der Kälte mit Latentkältespeicher wird endlich der wirtschaftliche Durchbruch gelingen. So wird es möglich, Kälte über eine längere Periode wirtschaftlich zu speichern.

**These 16: Tiefe Heiztemperaturen – hohe Kühltemperaturen**

Wärmeanwendungen mit niedrigeren Temperaturanforderungen (30 bis 40 °C) setzen sich im Markt durch und ermöglichen die wirtschaftliche Nutzung der Abwärme aus der Kältemaschine, ohne dass die Verflüssigungstemperatur gehoben werden muss. Parallel dazu können die Räume künftig mit höheren Temperaturen (18 bis 24°C) gekühlt werden.

**These 17: Vermehrt werden auch Wohngebäude gekühlt**

Die warmen Sommer zeigen, dass immer mehr auch das Kühlen von Wohngebäude ein Thema wird. Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer werden sich vermehrt Klimakälteanlage einbauen lassen (siehe auch reversible Systeme).

### Trend 2: Kältemittel mit geringer Umweltbelastung setzen sich durch

**These 21: Synthetische Kältemittel verlieren an Attraktivität**

Die Auflagen an synthetische Kältemittel werden weiter steigen. Zudem werden weitere Länder – einzelne Nationen in Europa tun dies bereits – die Verwendung von synthetischen Kältemitteln besteuern. Dies beeinflusst die Verfügbarkeit, Verwendung und Wirtschaftlichkeit von synthetischen Kältemitteln und mindert ihre Attraktivität.

**These 22: Kältemittel mit tiefen GWP**

Der GWP wird zunehmend zum Schlüsselkriterium eines Kältemittels. Natürliche Kältemittel und Low-GWP-Kältemittel werden sich darum am Markt durchsetzen. Zudem hat der Bundesrat im Jahr 2019 das Klimaziel 2050 – Netto-Null Emissionen – formuliert. So ist anzunehmen, dass sich der Weg zu Kältemitteln mit tiefen GWP beschleunigen wird.

**These 23: Trend zu natürlichen Kältemitteln**

Das Thema umweltschonende und energieeffiziente Kältemaschinen richtet den besonderen Fokus auf Maschinen mit natürlichen Kältemitteln. Im Vordergrund stehen die natürlichen Kältemittel R290 (Propan) oder R1270 (Propen) sowie R717 (NH<sub>3</sub> Ammoniak) und R774 (CO<sub>2</sub> Kohlendioxid). Höhere Effizienz und geringere Kältemittelfüllmengen sind aus technischer Sicht weitere Vorteile.

**These 23: Erhöhte Anforderungen an Arbeits- und Anlagesicherheit**

Die natürlichen Kältemitteln - R290 (Propan), R1270 (Propen), R717 (NH<sub>3</sub> Ammoniak) und R774 (CO<sub>2</sub> Kohlendioxid) – sind bezüglich Arbeitssicherheit und Anlagesicherheit anspruchsvoll. So sind sie hoch toxisch (R717, hoch entflammbar (Propan, Propen) oder Arbeiten mit sehr hohen Betriebsdrücken (CO<sub>2</sub>), was entsprechendes Wissen bei der Handhabung und Installation verlangt.

**Trend 3: Detailhandel passt sich unseren neuen Essgewohnheiten an**

**These 31: Kühlflächen im Detailhandel wachsen**

Die Zeit für Kochen nimmt ab. Gleichzeitig steigt die Anzahl Einzelhaushalte und die Nahrungsaufnahme muss unkompliziert und schnell erfolgen. Die Antwort des Detailhandels sind gekühlte Convenience-Produkte. Vermehrt sind Kühlmöbel gefragt, und die Kühlfläche im Detailhandel wird weiter zunehmen

**These 32: Trend zu kompakten, vorgefertigten und kleineren Systemen**

Die Dynamik im Detailhandel steigt. Immer schneller muss auf neue Kundenwünsche eingegangen werden. Dies erfordert modulare, anpassbare Systeme. Zunehmend werden kompakte, vorgefertigte Systeme die grossen Verbundanlagen ergänzen.

**These 33: Siegeszug von CO<sub>2</sub> im Detailhandel**

CO<sub>2</sub>-Systeme setzen sich immer mehr in der Retail-Kälte durch. Dies dank des tiefen Treibhauspotenzials, der hohen Effizienz über das gesamte Jahr betrachtet, der einfachen Abwärmenutzung sowie der stetig sinkenden Investitions- und Betriebskosten. Gleichzeitig bedeutet es, dass sich die Kältefachleute künftig vermehrt mit Kältesystemen mit hohen Systemdrücken (120 bar) auseinandersetzen, sich das Können aneignen (Löten K60 Kupfersystem) oder die Arbeit fremdvergeben müssen (spezialisierte Schweissunternehmen).

**Trend 4: Kompakte und standardisierte Lösungen verbreiten sich**

**These 41: Vermehrt Kompaktanlagen im Klima- und Gewerbebereich**

Vermehrt dürften Kompaktanlagen (z.B. Roof-Top-Anlagen) und steckerfertige Geräte, bei denen bereits alles dabei ist, stärker in den Fokus rücken. Solche Anlagen sind in der Regel billiger, aber nicht zwingend energieeffizienter.

Der Fachkräftemangel könnte auch ein Treiber von standardisierten Lösungen sein, da künftig schlichtweg das Fachpersonal fehlt, welches individuelle Lösungen plant und baut.

**These 42: Verdichter mit grösserer Leistungsdichte**

Bei den Verdichtern zeichnet sich ein Trend ab hin zu Maschinen, die immer kleiner werden und immer schneller drehen (z.B. Turboverdichter).

**Trend 5: Digitalisierung und Elektronik halten Einzug**

**These 51: Digitalisierung**

Der Anteil von Software, Mess- und Automatisierungstechnik an Kältemaschinen wird künftig weiterhin deutlich steigen. Die Kälte-Fachleute müssen sich vermehrt mit den neuen Technologien und der digitalen Einbindung befassen.

**These 52: Intelligente Schnittstelle**

Smart Grids setzen sich durch. So wird es möglich, bei Stromspitzen die Kältemaschine automatisch einzuschalten und bei Strommangel auszuschalten.

**These 53: Drehzahlregulierte Verdichter**

Die drehzahlregulierten Verdichter (20-100%) dürften mehr Marktanteile gewinnen und Systeme mit Stufenschaltungen vermehrt ablösen.

**These 54: Immer mehr Daten für die Überwachung der Systeme**

Die Leistungsdaten der Maschinen werden zunehmend erfasst und vom System ausgewertet.

**These 54: Zunehmende Vernetzung mit anderen gebäudetechnischen Anlagen/Systemen**

Die Kälteanlagen in allen Bereichen werden immer mehr mit den anderen Gebäudetechnischen Anlagen und Systeme vernetzt.

**Trend 6: Regulierungsdichte steigt**

**These 61: Stetige Weiterbildung**

Ob ChemRRV (Umwelt), SN EN 378 (Sicherheit), SIA 382/1 (Energie), SUVA (Arbeitssicherheit) oder Druckgeräteverordnung (Sicherheit). Die Regulierungsdichte ist bereits heute hoch und wird künftig noch zunehmen. Zudem werden die bestehenden Normen in immer kürzeren Abständen angepasst. Dies verlangt von den Kältefachleuten ein kontinuierliches Lernen.

**These 62: Handlungsspielraum wird immer enger**

Die hohe Regulierungsdichte wird künftig den konzeptionellen Handlungsspielraum bei der Planung und beim Bau von Kälteanlagen immer mehr einengen. Ein Grossteil der Fachleute wird sich daher auf einige wenige Standard-Lösungen fokussieren. Nur noch wenige, spezialisierte Anbieter werden künftig spezielle Kundenlösungen anbieten können.

## 12.4. Analyse des bestehenden Systems

In der Vergangenheit flossen die Inhalte wie folgt in die Weiterbildung ein:

System	Wo liegen die Hebel?
<p><b>1. Prüfungsordnung</b></p> <p>Die Erteilung des eidgenössischen Fachausweises als Chefmonteur Kälte / Chefmonteurin Kälte wird in der Prüfungsordnung geregelt. Sie umschreibt grob den Zweck der Abschlussprüfung und verweist dann auf die Wegleitung zur Prüfungsordnung</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- eher strategischer Art</li> <li>- eine Nennung von Energie und Umwelt im Kapitel «Zweck» gibt dem Thema jedoch Gewicht.</li> </ul>
<p><b>2. Wegleitung zur Prüfungsordnung</b></p> <p>In der Wegleitung zur Prüfungsordnung sind die 18 Module (Titel) aufgelistet. Für die Inhalte und Anforderungen der Module wird auf die entsprechenden Modulbeschreibungen verwiesen.</p> <p>Gleichzeitig wird in der Wegleitung festgelegt, dass eine QS-Kommission für die periodische Überprüfung der Aktualität der Module zuständig ist. Sie veranlasst auch notwendige Überarbeitungen und sorgt für die Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung.</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- gelistete Module</li> <li>- QS-Kommission resp. die 5 Mitglieder der QS-Kommission</li> </ul>
<p><b>3. Modulbeschreibungen</b></p> <p>In den Modulbeschreibungen sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitidee</li> <li>- Ziele, Dispositionsziele</li> <li>- Lerninhalte / Themenübersicht</li> <li>- Lernorganisation mit den Leistungszielen</li> <li>- Lernzielkontrolle</li> <li>- Lektionenzahl</li> </ul> <p>beschrieben. Die eigentlichen Kompetenzen müssen hier einfließen.</p>	 <p>Beschreibung der Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositionsziele oder</li> <li>- Lernorganisation mit den Leistungszielen</li> </ul>

Sollen energie-, klima- und umweltrelevante Aspekte konkret in die Ausbildung der Chefmonteur/innen Kälte einfließen, müssen die Themen bei der Revision der Prüfungsordnung in den Modulbeschreibungen aufgenommen werden.

Ein weiterer wichtiger Hebel bildet die QS-Kommission. Sie entscheidet über den Aktualisierungsbedarf und ist für die Qualität verantwortlich. Die QS-Kommission kann – auch ohne eine Revision der Prüfungsordnung – Anpassungen an den Modulbeschreibungen initiieren und begleiten. Sie ist somit ein wichtiger Faktor, wenn es darum geht, Module zu aktualisieren, dem neusten Stand anzupassen und so auf geänderte Rahmenbedingungen (schnell) zu reagieren.

Dies zeigt folgendes Beispiel: Die QS-Kommission hat bei der Überprüfung der Inhalte im Jahr 2019 folgende Bemerkung angefügt: «Generell wird in Dispozielen immer wieder auf die Energieoptimierung hingewiesen, in den Modulen selber findet sich aber kaum ein konkreter Lerninhalt»<sup>7</sup>. In der aktuellen Modulbeschreibung vom Januar 2021 wurde das Thema im Modul 50.13 aufgenommen.

#### 12.4.1. Bestehende Modulbeschreibungen

Die Analyse der bestehenden Modulbeschreibungen (siehe Anhang) zeigt, dass die energie-, umwelt- und klimarelevanten Aspekte bereits heute gut in der Ausbildung verankert sind. Die Expert/innen sind sich einig, dass die Aspekte wichtig sind. Besonders bei den Kältemitteln orientiert sich der Unterricht bereits heute immer an den aktuellen Vorgaben der ChemRRV.

#### 12.4.2. Anpassungen bei der Erarbeitung

Bei der aktuellen Überarbeitung der Inhalte orientiert sich der SVK am Vorgehen, das für die Ausbildungen der Kälteberufe (Kältesystem-Monteur/in EFZ) angewandt wurde:

1. Handlungskompetenzbereiche definieren
2. Handlungskompetenzen je Bereich formulieren
3. Leistungskriterien je Handlungskompetenz beschreiben
4. Aus den Leistungsbeschrieben die Modulbeschreibungen und Modulinhalte ableiten
5. Die Wegleitung zur Prüfungsordnung und die Prüfungsordnung formulieren

<sup>7</sup> Quelle: QS-Kommission Chefmonteur Kälte, Überprüfung der Modulbeschriebe 2019, Besprechung: 7. Januar 2020

## 12.5. Übersicht der Handlungskompetenzen

### 1. Leiten der Montage von Kältesystemen

- 1.1 Unterlagen an Mitarbeitende weitergeben und diese instruieren
- 1.2 Auftragsabwicklung mit beteiligten Betrieben koordinieren
- 1.3 Montage von Kältesystemen kontrollieren und protokollieren

### 2. Leiten der Inbetriebsetzung und Inbetriebnahme von Kältesystemen

- 2.1 Linien- und Schnittstellentest durchführen
- 2.2 hydraulische Einbindung prüfen
- 2.3 Funktionskontrollen und Messungen durchführen und Inbetriebsetzung protokollieren
- 2.4 Abnahme von Kälteanlagen planen und begleiten, sowie Anlage übergeben
- 2.5 Mit Kundinnen und Kunden kommunizieren

### 3. Leiten der Instandhaltung von Kältesystemen

- 3.1 Wartungen an Kältesystemen leiten
- 3.2 Wartungen an komplexen Kältesystemen durchführen und protokollieren

### 4 Durchführen der Instandsetzung (Störungsbehebung) von Kältesystemen

- 4.1 Störungen an Kältesystemen identifizieren
- 4.2 Technische Schnittstellen zu anderen Gewerken erkennen und Schnittstellenprobleme identifizieren
- 4.3 Störungen an Kältesystemen beheben

### 5 Durchführen von Betriebsoptimierungen von Kältesystemen

- 5.1 Elektro-, regel- und kältetechnische Messungen an Kältesystemen durchführen und die Messergebnisse interpretieren
- 5.2 Steuer- und Regeleinrichtungen von Kältesystemen programmieren und einstellen
- 5.3 Kältesystem für unterschiedlichen Betriebsarten und -Bedingungen funktions- und energieoptimiert einregulieren

### 6 Führen von Teams und Betreuen von Lernenden

- 6.1 Lernende ausbilden und betreuen
- 6.2 Teamprozesse im eigenen Team begleiten und positiv beeinflussen

## 12.6. Vorschlag möglicher Leistungskriterien

Basierend auf der Analyse wurden verschiedene Leistungskriterien formuliert und jeweils einer Taxonomie-Stufe (Stufe K1 bis K6 nach Bloom) zugeordnet. Die Taxonomie-Stufen sind als Indikator zu verstehen – da im Prüfungsreglement und der Prüfungsordnung keine eigentlichen Lernziele formuliert werden. In der Aufstellung sind sie informativ aufgelistet.

Insgesamt wurden 48 Leistungskriterien identifiziert.

Als Vorbereitung des Experten-Workshops vom 16. September 2022 wurden die Leistungskriterien den Experten zur Bewertung zugestellt. Sie mussten die einzelnen Leistungskriterien nach Wichtigkeit einstufen

- sehr wichtig
- wichtig
- weniger wichtig
- gar nicht wichtig

Hinweis: Die Experten haben die vorgeschlagenen Taxonomie-Stufen nicht bewertet.

Folgende fünf Experten haben die Leistungskriterien bewertet: Renato Böni, Matthias Dellenbach, Daniel Baumann, Massimo Morettio und Manuel Tiefenbacher

### 12.6.1. Die 33 zentralen Leistungskriterien

Folgende 33 Leistungskriterien wurden als zentrale Elemente bewertet. Diese sollten in der Ausbildung verankert werden.

In einem ersten Schritt wurden die Leistungskriterien im Experten-Workshop vom 16. September 2022 besprochen, und sie flossen ein in die Erarbeitung der Inhalte der Leistungskriterien der einzelnen Handlungskompetenzen ein.

++ = sehr wichtig      + = wichtig      - = weniger wichtig      -- = gar nicht wichtig

Leistungskriterien	Taxonomie Stufe	Wichtigkeit für den Chefmoniteur					Bemerkung
		++	+	-	--		
<b>Energetischer Gesamtkontext</b>							
> Den Stromverbrauch der verschiedenen Kälteanwendungen und deren Effizienzpotentiale darlegen und im Kontext des schweizerischen Gesamtenergieverbrauchs und dem Jahresverlauf einordnen.	K4		1 2 4 5			3	
> Beschreiben, wie der Kältebedarf von Industrie-, Gewerbe- und Klimakälteanlagen gesenkt werden kann.	K4		1 2	3 4		5	Ich tendiere zu --, er sollte wissen, wo nachschauen. (2)
> Der Kundin und dem Kunden darlegen, warum sich eine Investition in eine umweltfreundliche und energieeffiziente Kälteanlage lohnt.	K4			2 3 4 5		1	
<b>TEWI</b>							
> Das Konzept des Total Equivalent Warming Impact (TEWI) analysieren und mögliche Konflikte zwischen Energieeffizienz und Klimawirkung von Kältemitteln an konkreten Beispielen beschreiben.	K4		2	1	1	3 4	

## Systemverständnis

	TS	++	+	-	-
> Eine passende Kältelösung ausarbeiten und die Wahl begründen für unterschiedliche Kälteanwendungen sowie den entsprechenden Temperaturanforderungen, der Kälteleistung und der möglichen Zusatzanforderungen (Wärmenutzung, Freecooling etc.).	K5				Er führt aus, plant nicht. (2)
		5	1	2	3
> Optimierung der Kälteanlage bezüglich der Betriebssicherheit sowie der energetischen, ökologischen und ökonomischen Auswirkungen über die Lebensdauer.	K5	2	4	5	1
		4	5	3	

## Rückkühler

	TS	++	+	-	-
> Massnahmen erläutern, mit denen die Schallemissionen der Rückkühler reduziert werden können.	K2				Wie viel Einfluss kann der Chefmonteur auf die Emissionen von Rückkühler und Verfüssiger nehmen? (2)
		5	3	4	1
			4	2	

## Wärmenutzung

	TS	++	+	-	-
> Die verschiedenen Möglichkeiten der Wärmenutzung sowie deren Anforderungen an die Kälteanlage beschreiben und die jeweiligen Vor- und Nachteile einander gegenüberstellen.	K4				
			1	2	3
			2	4	
			4	5	
> Die Einbindung der Wärmenutzung überprüfen, die Zu- und Abschaltparameter für einen störungsfreien und energieeffizienten Betrieb gemäss dem Steuerungsbeschrieb einstellen und die korrekte Funktion gemeinsam mit dem Heizungsinstallateur überprüfen.	K5				
		4	1	2	3
			2	3	5

## Natural Cooling (natürliche Kühlung)

	TS	++	+	-	-
> Die Einbindung des Free Coolings überprüfen, die Zu- und Abschaltparameter für einen störungsfreien und energieeffizienten Betrieb gemäss dem Steuerungsbeschrieb einstellen und korrekt die Funktion überprüfen.	K5				ist eher konzeptionelle Arbeit (2)
		4	1	2	3
			3	5	

## Regelung

	TS	++	+	-	-
> Einflüsse von gebäudetechnischen Regelsystemen auf das Kältesystem beschreiben und deren Auswirkungen auf den Betrieb der Kälteanlage analysieren.	K4				Von mir aus gesehen das zentrale Feld, sämtliche Inhalte unter "Regelung" (2)
		2	1		3
		4	5		
> Die Parameter für Drücke, Temperaturen, Füllstände und Strömung festlegen und am Kältesystem einregulieren, um den sicheren, energieeffizienten, leisen (Schall) und störungsfreien Betrieb sicherzustellen.	K5				Die Parameter werden nicht unbedingt durch ihn definiert. (2)
		1	2		
		2	4	3	
		4	5		
> Die Parameter der Hilfsbetriebe (Pumpen, Ventilatoren, Carterheizung, Auffangwannen-Heizungen) festlegen und gemäss den Steuerungsbeschreibung einstellen, um den sicheren, energieeffizienten, leisen (Schall) und störungsfreien Betrieb sicherzustellen.	K5				
		4	1		
		5	3	2	

## Leistungsregulierung

	TS	++	+	-	-
> Die verschiedenen Arten der Leistungsregulierung der Kälteanlage nach erforderlichem Energieaufwand, den Kosten und der Betriebssicherheit analysieren.	K4				
		1	1		3
		2	2		
		4	5		

## Kältemittel

	TS	++	+	-	-
> Die gesetzlichen Vorgaben für die Verwendung von Kältemitteln beschaffen, analysieren und für spezifische Kältesysteme anwenden.	K4		1 2 4 5	2 3	
> Beschreiben, was bei einem Kältemittlersatz mit einem Ersatzstoff zu beachten ist, welche Lösungen es gibt und wo die Stolpersteine liegen.	K2		1 2 4	5	3

Achtung: Chefmonteure ist kein Planer (1) eher konzeptionell. (2)

## Kälteöle und Frostschutzgemische

	TS	++	+	-	-
> Die Einsatzbereiche der gängigen Kälteöle, deren korrekte Handhabung, die Sicherheitsaspekte, die Auswirkungen von Emissionen auf die Umwelt sowie die korrekte Rückgewinnung und fachgerechte Entsorgung erklären.	K2			1 2 3	4
> Die Einsatzbereiche der gängigen Frostschutzgemische, deren korrekte Handhabung, die Sicherheitsaspekte, die Auswirkungen von Emissionen auf die Umwelt sowie die korrekte Rückgewinnung und fachgerechte Entsorgung erklären.	K2			1 2 3	4

## Schall

	TS	++	+	-	-
> Schallquellen und Übertragungswege bei Rohrsystemen und Anlageelemente (z.B. Verdichter) erkennen und Lösungen für die Schalldämmung erarbeiten.	K4			1 4 5	2 3

## Inbetriebsetzung und Einregulieren

	TS	++	+	-	-
> Das Kältesystem fachgerecht evakuieren, verlustfrei mit Betriebsmitteln befüllen und die Füllmengen protokollieren.	K3		1 3 4 5	2	
> Den hydraulischen Abgleich und den Fördervolumenstrom der Pumpen prüfen und das ganze System so einstellen, dass es zuverlässig und energieeffizient funktioniert.	K3		2 4 5	1 3	
> Die Anlagebetreiber instruieren, mit welchen Massnahmen ein betriebssicherer, energieeffizienter, umweltfreundlicher und kostensparender Betrieb der Anlage sichergestellt werden kann.	K4		1 2 4	3 5	
> Die Anlagebetreiber instruieren, wie durch richtiges Verhalten der Kältebedarf tief gehalten wird.	K4		1 2	3 4 5	
> Die Anlagebetreiber instruieren, mit welchen energetischen Optimierungsmassnahmen sie den Energieverbrauch der Anlage selber tief halten können, wie sie sich dabei sinnvoll organisieren und in welcher Kadenz die Optimierung erfolgen sollte.	K4		1 2	3 4 5	
> Der Kundin und dem Kunden darlegen, warum eine regelmässige Wartung notwendig ist, welche Wartungsmöglichkeiten es gibt, was die Vorteile der Wartung für die Umwelt und Betriebskosten sind und welche Arbeiten durchgeführt werden müssen.	K4		1 2 3 4	5	

sollte höhere Anforderungen stellen als EFZ (2) ist Bestandteil der Grundbildung (3)

folgende Zeilen in diesem Absatz aus meiner Sicht elementar, analog "Regelung" (2)

## Betrieb

	TS	++	+	-	-
> Beschreiben, wie der Kältebedarf von Industrie-, Gewerbe- und Klimakälteumgebungen gesenkt werden kann.	K4		1 2 3	4 5	

## Wartung

	TS	++	+	-	-	
> Die Systemkomponenten gemäss Wartungsanleitung reinigen und die Verschleissteile ersetzen.	K3					Ist Bestandteil der Grundbildung (3)
		1 4	3 5	2		
> Den Zweck, die gesetzlichen Grundlagen und die zu beachtenden Punkte für die Dichtigkeitsprüfung beschreiben.	K3					Ist Bestandteil der Grundbildung (3)
		1 2 5	3 4			
> Dichtigkeitskontrolle durchführen, mögliche Undichtigkeiten im Kältemittelkreis beheben, Kältemittel nachfüllen und den Prozess im Wartungsheft korrekt dokumentieren.	K4					Ist Bestandteil der Grundbildung (3)
		1 4 5	3	2		
> Die Temperatur- und Druckeinstellungen im Kältekreis für einen störungsfreien und energieeffizienten Betrieb einregulieren.	K5					Ist Bestandteil der Grundbildung (3)
		1 4	2 3 5			

## Optimierung

	TS	++	+	-	-	
> Die Merkmale eines energieoptimierten Kältesystems beschreiben und die Energieoptimierung an der Anlage durchführen.	K3					
		1 3 4 5	2			
> Die energetischen Optimierungsmaßnahmen anlagespezifisch identifizieren und aufzeigen, welche Massnahmen durch die Kältefachperson und welche durch Anlagebetreiber umgesetzt werden können.	K4					sehr wichtig (2)
		1 2 5	3 4			
> Wärmetauscher ausmessen und die Messresultate mit den Kalkulationsdatenblättern und IBS-Protokollen vergleichen, Optimierungsmöglichkeiten identifizieren und die Parameter (Drücke, Durchflussmengen, Temperaturdifferenzen) für einen energieeffizienten Betrieb einstellen.	K4					vielleicht das wichtigste Ziel im Katalog (2)
		1 2 4 5	3			

## 12.7. Als weniger wichtig eingestufte Leistungskriterien

Leistungskriterien die Aufgrund der Bewertung der Experten nicht zentral sind und nicht einfließen sollen. Die Liste ist rein informativ.

Leistungskriterien	Taxonomie Stufe	Wichtigkeit für den Chefmonteur					Bemerkung
	TS	++	+	-	-	-	
<b>Energetischer Gesamtkontext</b>							
> Die zulässigen Temperaturen für Lebensmittel gemäss Lebensmittelverordnung (LMV) erläutern.	K2	4	1	2	5	3	Ich tendiere zu --, er sollte wissen, wo nachschauen. (2)
> Die kantonalen und nationalen Vorgaben an die zulässigen Temperaturen von gekühlten Räumen erläutern.	K2		1 3 4	2 5			Er führt aus, plant nicht. (2)
> Die kantonalen und nationalen Vorgaben an die Energieeffizienz der Komponenten (Verdichter, Pumpen, Ventilatoren) und an die Gesamtanlage erläutern.	K2	5	1 4	2	3		
<b>Systemverständnis</b>							
> Beurteilung der Kälteanlage bezüglich der Betriebssicherheit sowie der energetischen (Stromverbrauch), ökologischen (TEWI) und ökonomischen (Lebenszykluskosten) Auswirkungen über die Lebensdauer.	K5	5	1 2 4			3	hier sehe ich grosses Potential. (2)
<b>Rückkühler</b>							
> Die verschiedenen Rückkühlarten beschreiben, deren Funktionsweise erläutern. Die entsprechenden betrieblichen, energetischen und umwelttechnischen Vor- und Nachteile einander gegenüberstellen.	TS K4	++	+	-	-	-	
			1 4	5	2 3		
<b>Natural Cooling (natürliche Kühlung)</b>							
> Die verschiedenen Möglichkeiten des Natural Coolings (Free Cooling, Geo Cooling und Aqua Cooling) und deren Ausprägungen beschreiben, die Anforderungen an die Kälteanlage erklären und die Vor- und Nachteile gegenüberstellen.	K2	++	+	-	-	-	ist eher konzeptionelle Arbeit (2)
			1 4	2 5	2 3		
<b>Dämmung</b>							
> Die Eigenschaften und Einsatzbereiche unterschiedlicher Dämmmaterialien beschreiben.	TS K2	++	+	-	-	-	
> Geeignete Materialien für die Dämmung (Kälte, Wärme, UV-Schutz, Brandschutz, Tauwasser) von Leitungen, Apparaten und Aufhängungen bestimmen; für die entsprechenden Anwendungen (Kälte-, Pumpenkaltwasser- und Pumpenwarmwasser) und gesetzlichen Vorgaben das optimale Material in der richtigen Dämmstärke definieren.	K3		1 4 5	1 2	2 3		viel konzeptioneller Inhalt. Er muss dies nicht selber auslegen (2)
<b>Kältemittel</b>							
> Die Zusammensetzung, Einsatzbereiche, Klimawirkung sowie die Umwelt- und Sicherheitsaspekte der gängigen Kältemittel beschreiben.	TS K4	++	+	-	-	-	
			1 5	2 4	3		

## Schall

	TS	++	+	-	--	
> Die schalltechnischen Vorgaben und gesetzlichen Grenzwerte innerhalb und ausserhalb des Gebäudes erläutern.	K2					eher konzeptionell (2)
			4	1	2	5
> Schallmessungen durchführen, diese interpretieren und mit den gesetzlich vorgegebenen Schallgrenzwerten vergleichen sowie Vorschläge für die Reduktion der Emissionen ausarbeiten.	K3					Schallmessungen müssen durch akkreditierte Stellen vorgenommen werden. Sonst dient das Handy als Schallmessgerät (1)
			1	4	5	3
					2	

## Betrieb

	TS	++	+	-	--	
> Die zulässigen Temperaturen für Lebensmittel gemäss Lebensmittelverordnung LMV erläutern.	K2					siehe erste Seite (2)
			1	4	2	5
					3	
> Die kantonalen und nationalen Vorgaben an die zulässigen Temperaturen von gekühlten Räumen erläutern.	K2					
			1	4	5	2
					3	

## Material und Umwelt

	TS	++	+	-	--	
> Die Vorgehensweise und Pflichten bei der Entsorgung von Metallen, Kunststoffen, elektrischen- und elektronischen Komponenten, von Kältemitteln, Kälteölen sowie Kälte- und Wärmeträgern beschreiben.	K2					
			1	4	2	5
					3	
> Die Phasen der Abfallbewirtschaftung beschreiben und an einem konkreten Beispiel ein Konzept erarbeiten, wie die Anlagenteile, Werkstoffe und Betriebsmittel einer Kälteanlage auf der Baustelle nach Wiederverwendung, Wiederverwertung (Recycling) oder Entsorgungsart getrennt werden.	K4					Wenn sich jemand Fachmann nennt, ist dies eine Selbstverständlichkeit. Wenn er es nicht macht, ist es kein Fachmann. (2)
			1	4	5	2
					3	

## Das fehlt...

	++	+	-	--
> Personalführung		1		
> Ressourcenplanung: Personell und Material		1		
> Hydraulik Basis (wie ist ein System aufgebaut, was gibt es zu beachten, Systeme, Pumpen, Abgleich, Regelventile)		1		
> Schulung auf CO2		5		
> Praktische Arbeiten Inbetriebsetzung inkl. Schtruktur einer Inbetriebsetzung		5		
> Frequenzumformer Einstellmöglichkeiten und Anpassungen bei unruhigem Betrieb		5		

# 12.8. Eingearbeitete Leistungsziele

**Rechen Weiterbildung Chillerkurs in Kälte**  
**Handlungskompetenzen und Leistungsziele Fokus Energie und Umwelt**  
**Input für Workshop vom 16. September 2022**

Leistungsziel	Wichtig für den Chillerbetreiber	Benennung	Notwendigkeit
<b>Energetische Gesamtleistung</b>			4.3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Den Stromverbrauch der verschiedenen Kälteanlagen und deren Kälteproduktionsleistung und im Hinblick des schrittweisen Leistungsanwachstums und des Leistungsabfalls prüfen.</li> <li>Beschreiben wie der Kältebedarf von Industrieanlagen und Klimatisierungsanlagen ermittelt werden kann.</li> <li>Die Kunden und den Kunden beraten, warum sich eine Investition in eine energieeffiziente und energieeffiziente Kälteanlage lohnt.</li> </ul>		4.3	
<b>TEM</b>			(4.3)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Kennzahl des Total Equivalent Weighting Index (TEWI) erläutern und wichtige Korrekturen zwischen Energieeffizienz und Minimierung von Kältemitteln an konkreten Beispielen beschreiben.</li> </ul>			4.2/4.3
<b>Systemverständnis</b>			4.2/4.3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Beurteilung der Kälteanlage bezüglich der Betriebsbereitschaft sowie der energetischen (Stromverbrauch), ökologischen (TEM) und ökonomischen (Lebenszyklus) Auswirkungen über die Lebensdauer.</li> <li>Optimierung der Kälteanlage bezüglich der Betriebsbereitschaft sowie der energetischen, ökologischen und ökonomischen Auswirkungen über die Lebensdauer.</li> </ul>			4.2/4.3
<b>Rückführung</b>			4.2/3.3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Maßnahmen erläutern, mit denen die Schadstoffemissionen der Rückführung reduziert werden können.</li> </ul>			4.2/3.3
<b>Wärmehaushalt</b>			4.3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die wesentlichen Möglichkeiten der Wärmehaushalt sowie deren Anforderungen an die Kälteanlage beschreiben und die jeweiligen Vor- und Nachteile einander gegenüberstellen.</li> <li>Die Einbindung der Wärmehaushalt überprüfen, die Zu- und Abflüsseparameter für einen abtrocknenden und energieeffizienten Betrieb gemäss dem Steuerungsanforderungen erstellen und die korrekte Funktion gemäss mit dem Steuerungsanforderungen überprüfen.</li> </ul>			(-)
<b>Integrierbarkeit und Einregulieren</b>			3.3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Kälteanlagen fachgerecht evaluieren, verhalten sich Betriebsbereitschaft und die Fälligkeiten protokollieren.</li> <li>Den hydraulischen Nüchtern und den Nüchternwert der Pumpen prüfen und das ganze System so einstellen, dass es energieeffizient und energieeffizient funktioniert.</li> <li>Die Anlagebetreiber instruieren, mit welcher Messnahmen ein betriebsbereiter, energieeffizienter, umweltfreundlicher und kostenoptimaler Betrieb der Anlage sichergestellt werden kann.</li> <li>Die Anlagebetreiber instruieren, wie durch richtiges Verhalten der Kältebetreiber gehalten wird.</li> <li>Die Anlagebetreiber instruieren, mit welcher energetischen Optimierungsmassnahmen sie den Energieverbrauch der Anlage selbst festhalten können, wie sie sich selbst selbst organisieren und in welcher Reihenfolge die Optimierung erfolgen sollte.</li> <li>Die Kunden und den Kunden beraten, warum eine regelmäßige Wartung notwendig ist, welche Wartungsmöglichkeiten es gibt, wie die Vorteile der Wartung für die Umwelt und Betriebsbetreiber sind und welche Arbeiten durchgeführt werden können.</li> </ul>	<i>Energieeffizienz / Nüchternwert</i>		2.2/2.3
<b>Betrieb</b>			4.3/2.5
<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreiben, wie der Kältebedarf von Industrieanlagen, Gewerbe- und Klimatisierungsanlagen ermittelt werden kann.</li> </ul>			4.3/2.5
<b>Wartung</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Systemkomponenten gemäss Wartungsanleitung reinigen und die Verschleissrate ermitteln.</li> <li>Den Zweck, die gesetzlichen Grundlagen und die zu beachtenden Punkte für die Durchführungsplanung beschreiben.</li> <li>Übergabeprotokolle durchführen, mögliche Unklarheiten in Kältebetriebsanleitungen, Kältebetriebsanleitungen und den Prozess in Wartungsauftrag klären.</li> <li>Die Temperatur- und Druckmessungen in Kälteanlagen für einen abtrocknenden und energieeffizienten Betrieb anfertigen.</li> </ul>			

Leistungsziel	Wichtig für den Chillerbetreiber	Benennung	Notwendigkeit
<b>Natural Cooling (statistische Kühlung)</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Bedeutung des Free Cooling überprüfen, die Zu- und Abflüsseparameter für einen abtrocknenden und energieeffizienten Betrieb gemäss dem Steuerungsanforderungen erstellen und korrekt die Funktion überprüfen.</li> </ul>			
<b>Dämmung</b>			
<b>Regelung</b>			5.3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Erläutern von geschichtlichen Regelungsarten auf der Kälteanlagenbetreiber und deren Auswirkungen auf den Betrieb der Kälteanlage erläutern.</li> <li>Die Parameter für Drücke, Temperaturen, Füllstände und Regelung bediener und ein Kälteanlagen einrichten, um den sicheren, energieeffizienten, leisen (Schall) und abtrocknenden Betrieb sicherzustellen.</li> <li>Die Parameter der Kälteanlagen (Pumpen, Ventile, etc.) erläutern, um den sicheren, energieeffizienten, leisen (Schall) und abtrocknenden Betrieb sicherzustellen.</li> </ul>			5.2
<b>Leistungseffizienz</b>			5.3/4.3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die verschiedenen Arten der Leistungseffizienz der Kälteanlage nach unterschiedlichen Energieformen, den Kosten und der Betriebsbereitschaft erläutern.</li> </ul>			5.3/4.3
<b>Kältemittel</b>			4.3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die gesetzlichen Vorgaben für die Verwendung von Kältemitteln beschreiben, erläutern und für spezifische Kälteanlagen anwenden.</li> <li>Beschreiben wie bei einem Kältemittelverlust mit einem Ersatzstoff zu beschreiben ist, welche Lösungen es gibt und wo die Belegstellen liegen.</li> </ul>			4.3
<b>Kälte- und Frostschutzgerichte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Eigenschaften der gängigen Kälte- und Frostschutzgerichte, deren korrekte Handhabung, die Sicherheitsvorschriften, die Auswirkungen von Entleerungen auf die Umwelt sowie die korrekte Entsorgung erläutern.</li> <li>Die Eigenschaften der gängigen Frostschutzgerichte, deren korrekte Handhabung, die Sicherheitsvorschriften, die Auswirkungen von Entleerungen auf die Umwelt sowie die korrekte Entsorgung erläutern.</li> </ul>			
<b>Schall</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Schallquellen und Übertragungswege bei Kälteanlagen und Anlagen (z.B. Verdichter) erläutern und Lösungen für die Schallminderung erörtern.</li> </ul>			
<b>Optimierung</b>			4.3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Merkmale eines energieeffizienten Kälteanlagen beschreiben und die Energieoptimierung an der Anlage durchführen.</li> <li>Die energetischen Optimierungsmassnahmen anlagenspezifisch identifizieren und aufzeigen, welche Massnahmen durch die Kältebetreiber und welche durch Anlagenbetreiber umgesetzt werden können.</li> <li>Wirtschaftlicher Nutzen und die Messergebnisse mit den Kältebetriebsanleitungen und den Protokollen vergleichen, Optimierungsmöglichkeiten identifizieren und die Parameter (Drücke, Betriebsleistungen, Temperaturdifferenzen) für einen energieeffizienten Betrieb ermitteln.</li> </ul>			4.3
<b>Material und Umwelt</b>			
<b>Das Team</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Personalführung</li> <li>Rechtsvorschriften Personal und Material</li> <li>Hydraulik Reize (wie ist ein System aufgebaut, was gibt es zu beachten, Systeme, Pumpen, Klappen, Regelventile)</li> <li>Schulung auf CO<sub>2</sub></li> <li>Praktische Arbeiten: Integrierbarkeit mit Struktur einer Integrierbarkeit</li> <li>Finanzwirtschaftliche Einwirkmöglichkeiten und Anpassungen bei untypischen Betrieb</li> </ul>			

**Legende:**  
 (1) Keine Info  
 (2) Mittlere Detailtiefe  
 (3) Detailtiefe  
 (4) Maximaler Wissensstand  
 (5) Maximaler Fachwissen

Revision Weiterbildung (Teilnahme in K&E)

Handlungskompetenzen und Leistungsindikatoren Fokus Energie und Umwelt  
 Input für Workshop vom 16. September 2022

Kategorie	Handlungskompetenz	Beurteilung	Handlungsindikator	Ergebnis
Energieeffiziente Gebäudetechnik	Der Energieverbrauch der verschiedenen Kälteanlagen und deren Effizienzverhältnisse festlegen und in Funktion des schwerkraftlichen Gesamtsystemverhaltens und des Antriebsaufwands einschätzen.			
	Bestimmen, wie die Kälteanlage von Industrie-, Gewerbe- und Kleinanlagentechnik getrennt werden kann.			
	Der Kunde und dem Kunden darlegen, warum sich eine Investition in eine umweltaugliche und energieeffiziente Kälteanlage lohnt.			
TECH	Das Konzept der Total Facility Management (TFM) analysieren und mögliche Konflikte zwischen Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit mit Maßnahmen an konkreten Bauteilen beschreiben.			
Systemverständnis	Beurteilung der Kälteanlage bezüglich der Betriebscharakteristika sowie der energetischen (Energieeffizienz), ökonomischen (TCO) und ökonomischen (Lebenszykluskosten) Auswirkungen über die Lebensdauer.			
	Optimierung der Kälteanlage bezüglich der Betriebscharakteristika sowie der energetischen, ökonomischen und ökonomischen Auswirkungen über die Lebensdauer.			
Rückführ	Maßnahmen erörtern, mit denen die Schaltkommission der Rückführ reduziert werden können.			
Wärmeeinsparung	Die verschiedenen Möglichkeiten der Wärmeeinsparung sowie deren Anforderungen an die Kälteanlage beschreiben und die jeweiligen Vor- und Nachteile bewerten.			
	Die Einbindung der Wärmeeinsparung über die Zu- und Abstrahlenergie für einen abtropfenlosen und energieeffizienten Betrieb gemessen dem Steuerungsaspekt erörtern und die korrekte Funktion gemeinsam mit dem Halterungsbeauftragten überprüfen.			
Inbetriebnahme und Einregulieren	Das Kältesystem fertiggestellt installieren, verfahren mit Betriebsdaten befüllen und die Füllmengen kontrollieren.			2.3
	Den hydraulischen Abgleich und den Fließstromverhältnis der Pumpen prüfen und das ganze System so einstellen, dass es zuverlässig und energieeffizient funktioniert.			2.5
	Die Anlagentechnik installieren, mit welcher Maßnahmen ein betriebsweise, energieeffizienter, umweltauglicher und kostenoptimaler Betrieb der Anlage sichergestellt werden kann.			2.5
	Die Anlagentechnik installieren, wie durch richtiges Verhalten der Kälteanlage der Schaden vermieden wird.			2.5
	Die Anlagentechnik installieren, mit welcher energetischen Optimierungsmaßnahmen die den Energieverbrauch der Anlage selbst herhalten können, wie sie sich dabei sinnvoll ergreifen und in welche Richtung die Optimierung erfolgen sollte.			2.5
	Der Kunde und dem Kunden darlegen, warum eine regelmäßige Wartung notwendig ist, welche Wartungsleistungen es gibt, wie die Vorteile der Wartung für die Umwelt und Betriebskosten sind und welche Arbeiten durchgeführt werden müssen.			2.5
Betrieb	Bestimmen, wie die Kälteanlage von Industrie-, Gewerbe- und Kleinanlagentechnik getrennt werden kann.			
Wartung	Die Betriebskomponenten gemäss Wartungsanleitung reinigen und die Instandhaltungswartung durchführen.			
	Den Zweck, die gesetzlichen Grundlagen und die zu beachtenden Punkte für die Instandhaltung beschreiben.			
	Instandhaltungskontrolle durchführen, mögliche Unrichtigkeiten im Kältebetrieb beheben, Kälteanlage reparieren und den Prozess der Instandhaltung korrigieren.			
	Die Temperatur- und Druckmessungen im Kältekreis für einen abtropfenlosen und energieeffizienten Betrieb einregulieren.			
Natural Cooling (natürliche Kühlung)				
Die Einbindung der Free Cooling überprüfen, die Zu- und Abstrahlenergie für einen abtropfenlosen und energieeffizienten Betrieb gemessen dem Steuerungsaspekt erörtern und die korrekte Funktion gemeinsam mit dem Halterungsbeauftragten überprüfen.				
Einsparung				
2.2				
Regelung				
Die Parameter der Kälteanlage (Pumpen, Ventile, Kälteanlage, Aufgabensystem) festlegen und gemessen dem Steuerungsaspekt erörtern, um den optimalen, energieeffizienten, besten (besten) und abtropfenlosen Betrieb sicherzustellen.				
Die Parameter der Kälteanlage (Pumpen, Ventile, Kälteanlage, Aufgabensystem) festlegen und gemessen dem Steuerungsaspekt erörtern, um den optimalen, energieeffizienten, besten (besten) und abtropfenlosen Betrieb sicherzustellen.				
Leistungsoptimierung				
Die verschiedenen Arten der Leistungsoptimierung der Kälteanlage nach wirtschaftlichen Eigenschaften, dem Kunden und der Betriebscharakteristika erörtern.				
Kälteanlage				
Die gemeinsamen Vorgaben für die Verwendung von Kältemitteln beschreiben, analysieren und die spezifische Kälteanlage anpassen.				
Bestimmen, wie bei einem Kältemittelverlust mit einem Ersatzstoff zu beschaffen ist, welche Lösungen es gibt und wie die Inbetriebnahme beginnt.				
Kälteanlage und Frostschutzgeräte				
Die Einsatzbereiche der gängigen Kälteanlage, deren korrekte Handhabung, die Betriebscharakteristika, die Auswirkungen von Einbauten auf die Umwelt sowie die korrekte Inbetriebnahme und langfristige Einregulierung erörtern.				
Die Einsatzbereiche der gängigen Frostschutzgeräte, deren korrekte Handhabung, die Betriebscharakteristika, die Auswirkungen von Einbauten auf die Umwelt sowie die korrekte Inbetriebnahme und langfristige Einregulierung erörtern.				
Schicht				
Schichtplan und Übertragungsregeln für die Inbetriebnahme und Instandhaltung (z.B. Verfügbarkeit) erörtern und Lösungen für die Inbetriebnahme erörtern.				
Optimierung				
Die Merkmale eines energieeffizienten Kältesystems beschreiben und die Energieoptimierung an der Anlage durchführen.				
Die energetischen Optimierungsmaßnahmen anlagenspezifisch identifizieren und aufzeigen, welche Maßnahmen durch die Kälteanlagen und welche durch Anlagenpartner umgesetzt werden können.				
Kälteanlagen analysieren und die Messergebnisse mit den Kälteanlagenherstellern und IEC-Partnern vergleichen, Optimierungsleistungen identifizieren und die Parameter (Druck, Druckverluste, Temperaturdifferenzen) für einen energieeffizienten Betrieb erörtern.				
Material und Umwelt				
Das NHT				
Personelleitung				
Reinigungsplanung Personal und Material				
Hydraulische Basis (wie ist ein System aufgebaut, was gibt es zu beachten, Systeme, Pumpen, Antriebe, Regeneratoren)				
Schaltung auf CO2				
Praktische Arbeiten: Inbetriebnahme mit, Struktur einer Inbetriebnahme				
Freuenanforderungen Einzelbauteile und Anordnungen bei untypischen Betrieb				
(1) Kevin Biss (2) Martin Dörmann (3) Daniel Bommert (4) Maxime Wörner (5) Marco Tschirner				

Zürich, 7. Dezember 2022