

Bärenstark!

So einfach senken Sie
Ihre Kosten fürs Kühlen



Effiziente Kälte lohnt sich

Für die Umwelt, für Ihren Betrieb.

Wissen Sie, wie viel Energie Ihre Kühlräume, Kühlmöbel und Klimaanlage verschlingen? Eine Kälteanlage mit einer Leistung von 100 kW Kälte** verursacht jährlich 25'000 Franken Energiekosten.

Die Erfahrung der Experten aus der Kältebranche zeigt: Im Schnitt können rund 20 Prozent dieser Kosten gespart werden – also 5000 Franken pro Jahr oder 50'000 Franken in 10 Jahren.

Dieses Dossier macht Sie damit vertraut, wie Sie mit wenigen, erprobten Massnahmen die Kältenutzung optimieren und damit Ihre Energie- und Betriebskosten senken können. Das ist keine Hexerei und in jedem Betrieb möglich; im Detailhandel ebenso wie im Gewerbe, bei der Prozesskälte in der Industrie wie auch bei der Klimakälte.

Nutzen Sie diese Chance zur Kostensenkung und zur Erhöhung Ihrer Wettbewerbsfähigkeit.

** Eine Kälteanlage mit einer Leistung von 100 kW (Kälte) entspricht ungefähr:
– einem Supermarkt (800 m²) mit ca. 50 Laufmeter Kühlmöbel, 22 Laufmeter Tiefkühlmöbel und 3 Kühlräumen,
– einem klimatisierten Bürogebäude mit rund 14'000 m² Fläche resp. 600 Arbeitsplätzen,
– einer grösseren Bäckerei mit Produktion oder einer grösseren Metzgerei mit Verarbeitung.



Wenig Aufwand für Sie als Geschäftsleiter

Dieses Dossier weist Ihnen den Weg, wie Sie in Ihrem Unternehmen mit geringem Aufwand die Energieeffizienz der Kälteanlage verbessern und die Betriebskosten senken können. Hier die wichtigsten vier Schritte im Überblick:

1. Bestimmen Sie

eine Person, die in Ihrem Unternehmen für Kälteanlagen verantwortlich ist. Geben Sie Ihrem Kälteverantwortlichen die Kompetenz, bei Bedarf einen externen Kältefachmann (Installateur, Planer, Lieferant) beizuziehen und sich beraten zu lassen.

2. Beauftragen Sie

Ihren Kälteverantwortlichen, jährlich einen Kälte-Check durchzuführen. Dazu finden Sie in diesem Dossier eine Checkliste und den Leitfaden mit detaillierten Erklärungen zu den Massnahmen.



3. Veranlassen Sie,

dass die Vorgesetzten ihre Mitarbeitenden über die wichtigsten Verhaltensempfehlungen informieren.



4. Prüfen Sie,

ob der Kälte-Check jährlich durchgeführt wurde. Befolgen die Mitarbeitenden die Verhaltensempfehlungen? Lassen Sie sich durch den Kälteverantwortlichen über die Ergebnisse informieren. Schaffen Sie Anreize für Mitarbeitende und Vorgesetzte, dass der Check sorgfältig durchgeführt und die Energiespar-Tipps befolgt werden.

Dieses Dossier wurde Ihnen überreicht durch:

Energieeffizient kühlen

So packen Sie es richtig an!

1. Bestimmen Sie eine Person, die für die Kälteanlage verantwortlich ist

Klar geregelte Verantwortung und Kompetenzen sind eine Voraussetzung, dass Kälteanlagen effizient betrieben werden. Das ist gerade auch in kleineren Betrieben wichtig, die keinen technischen Leiter haben. Bestimmen Sie daher eine Person, die für die Kälteanlagen verantwortlich ist und die sich um die Anlagen kümmert. Dies kann jemand vom technischen Dienst sein, ein kompetenter Hauswart oder ein technisch versierter und interessierter Mitarbeiter.

2. Veranlassen Sie, dass der 5-Schritte-Check jährlich durchgeführt wird

Einmal pro Jahr sollte die Kälteanlage gründlich und systematisch überprüft werden. Beauftragen Sie damit den Verantwortlichen für die Kälteanlage. Dieser sollte für die Überprüfung die beiliegende Checkliste und den Leitfaden mit Massnahmen zur Optimierung von Kälteanlagen verwenden. Legen Sie einen Monat fest für die Durchführung des 5-Schritte-Checks.



Der jährliche Kälte-Check

Der jährliche Kälte-Check führt systematisch durch die Kälteanlage. Er zeigt, wie der Verbrauch reduziert und effizient Kälte erzeugt werden können.



Leitfaden mit Optimierungsmassnahmen

Im Leitfaden mit Massnahmen zur Optimierung von Kälteanlagen findet der Verantwortliche für Kälteanlagen Anleitungen und Informationen, wie nicht optimale Einstellungen korrigiert und Mängel behoben werden können.

3. Nehmen Sie Ihre Mitarbeitenden in die Pflicht

Energiesparen geht alle an: Machen Sie den Mitarbeitenden deutlich, dass der bewusste Umgang mit Energie ein wichtiges Anliegen der Geschäftsleitung ist. Veranlassen Sie, dass die Vorgesetzten ihre Mitarbeitenden über die wichtigsten Verhaltensempfehlungen instruieren. Und dass sie stichprobenweise überprüfen, ob die Empfehlungen befolgt werden.

Suchen Sie einen ausgewiesenen Kältefachmann?

Auf der Website des SVK (www.svk.ch) finden Sie eine Liste von Fachleuten. Zudem gibt Ihnen das Verbandssekretariat des SVK Auskunft, wo Sie in Ihrer Region einen Kältespezialisten finden.

4. Ziehen Sie bei Bedarf externe Kältefachleute bei

Viele Optimierungsmassnahmen können technisch und handwerklich versierte Mitarbeitende durchführen. Lassen Sie den Verantwortlichen für die Kälteanlagen klären, wer welche Aufgaben übernehmen kann – und soll. Denn es lohnt sich nicht immer, dass solches Spezialistenwissen in Ihrem Betrieb gepflegt wird.

Für Massnahmen, die Sie in Ihrem Unternehmen nur selten selbst durchführen, ziehen Sie besser eine ausgewiesene Fachperson bei. Dies gilt vor allem auch für Massnahmen, die eine besondere fachliche Befähigung verlangen – zum Beispiel im Umgang mit Kältemitteln.

Zudem bergen einige Optimierungsmassnahmen Risiken in sich, falls sie nicht fachgerecht ausgeführt werden. Der 5-Schritte-Check weist darauf hin, für welche Massnahmen es sich lohnt, eine externe Fachperson beizuziehen und sich beraten zu lassen.

Alle Unterlagen, Checklisten, Infoblätter und weitere Informationen zum Thema Energieeffizienz beim Kühlen können Sie kostenlos von der Website www.effizientekaelte.ch herunterladen.

EnergieSchweiz
Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444
infoline.energieschweiz.ch

energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
ch.linkedin.com/company/energieschweiz



SVK ASF ATF
Schweizerischer Verband
für Kältetechnik

Schweizerischer Verein für Kältetechnik SVK
info@svk.ch, www.svk.ch

Kühl- und Tiefkühlmöbel in der Nacht konsequent «schliessen»

Ausserhalb der Öffnungszeiten sollen Kühlmöbel konsequent «geschlossen» werden. Dafür eignen sich Nachtrollos, Abdeckungen oder Glastüren. Die Kälte bleibt in den Möbeln und Sie vermeiden unerwünschte Temperaturschwankungen.

Massnahme

Stellen Sie sicher, dass alle Tiefkühl- und Kühlmöbel wie Vitrinen, Regale, Stolper- respektive Aktions- truhren ausserhalb der Öffnungszeiten (in der Nacht, am Wochenende) gegen den Raum geschlossen werden.

Voraussetzung

Sie haben Tiefkühl- oder Kühlregale, die nachts gegen den Raum offen sind.

Geschlossene Kühlmöbel haben einen um bis zu 30 Prozent tieferen Energieverbrauch

Vorgehen

1. Situation analysieren

- Überprüfen Sie, bei welchen Kühlmöbeln Nacht- abdeckungen, Glasschiebeabdeckungen, Nachtrollos oder Glastüren fehlen.
- Kontrollieren Sie, ob die vorhandenen Ab- deckungen und Rollos funktionsfähig sind. Lassen Sie defekte Elemente instand stellen oder ersetzen Sie diese.

2. Nachrüstung prüfen

- Holen Sie bei Ihrem Lieferanten eine Offerte für das Nachrüsten der Kühlmöbel mit einer Abde- ckung, mit (automatischen) Rollos oder Glastüren ein.
- Beschaffen Sie die entsprechenden Ab- deckungen.

3. Schulung der Mitarbeitenden

- Schulen Sie Ihre Mitarbeitenden. Zeigen Sie, wie die Abdeckungen und Rollos bedient werden. Klären Sie, wer für das Schliessen zuständig ist und wo die Abdeckungen tagsüber gelagert werden.



- Beobachten Sie die tägliche Umsetzung. Falls es Probleme gibt, klären Sie die Ursache (technisch, logistisch, zeitlich) und versuchen Sie, diese zu beheben.

Kosten – Aufwand

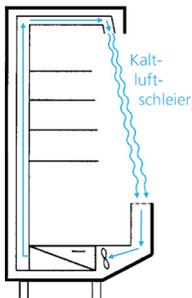
- Eigener Aufwand: ca. ½ bis 1 Tag zur Überprüfung aller Abdeckungen und Türen, inkl. Offerte einholen (einmalig)
- Nachtrollos für Plus-Kühlmöbel kosten ca. 300 bis 500 Franken pro Laufmeter.
- Abdeckungen für Kühltheken kosten ca. 150 Franken pro Laufmeter.
- Zusätzlicher Aufwand fürs Abdecken bei den manuellen Rollos und Abdeckungen: je nach Grösse des Ladens 5 bis 10 Minuten pro Tag

Zu beachten

- Tiefkühlmöbel konsequent abzudecken lohnt sich immer.
- Überprüfen Sie bei den Tiefkühlmöbeln speziell die Dichtigkeit der Glastüren und ersetzen Sie die Dichtungen bei Bedarf.
- Bei einem Neubau oder beim Ersatz der Kühl- regale rechnen sich Glastüren immer.

Ergänzende Erklärungen

Kaltluftschleier aufrechterhalten



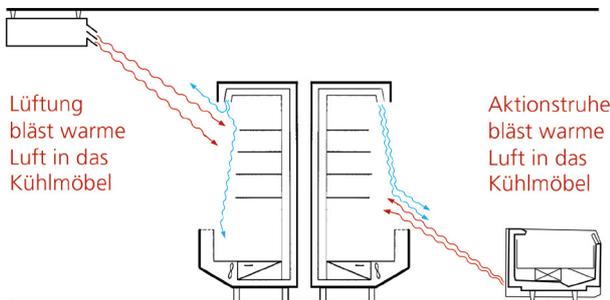
Quelle: RAVEL

Wenn der Kaltluftschleier von Kühlmöbeln gestört wird, kann die Temperatur nicht mehr garantiert werden. Dies kann sich negativ auf Produktqualität und Betriebskosten auswirken. Belüftungsschlitze müssen daher unbedingt von Waren und Preisschildern freigehalten werden. Zudem darf die maximale Stapelhöhe im Möbel nicht überschritten werden. Am besten bringen Sie Markierungen an, bis wohin die Ware gestapelt werden darf.

Stellen Sie die mobilen Kühlmöbel so auf, dass ihre warme Abluft nicht in andere Kühlmöbel geblasen wird. Zudem sollten die Möbel nicht im Durchzug, in der Nähe von Luftauslässen der Lüftungsanlage oder direkt im Sonnenlicht stehen.

Temperaturstörungen vermeiden

Stellen Sie die mobilen Kühlmöbel so auf, dass ihre warme Abluft nicht in andere Kühlmöbel geblasen wird. Zudem sollten die Möbel nicht im Durchzug, in der Nähe von Luftauslässen der Lüftungsanlage oder direkt im Sonnenlicht stehen.



Quelle: RAVEL

Abschalten der Kühlmöbel

Alle Kühlmöbel, in denen Sie Tagesprodukte lagern, nach Ladenschluss ausräumen und ausschalten. Idealerweise werden solche Kühlmöbel mit einer Zeitschaltuhr ausgerüstet. Programmieren Sie die Uhr so, dass die Möbel 2 Stunden vor Betriebsbeginn eingeschaltet werden. So können Sie bei Arbeitsbeginn die neuen, frischen Tagesprodukte sofort einräumen.

Korrekte Lagertemperaturen der Produkte

Stellen Sie sicher, dass die Waren, die einsortiert werden, bereits gekühlt sind. Kühlmöbel (spezielle Kühlvitrinen) sind nicht dafür geeignet, die Ware auf die gewünschte Temperatur herunterzukühlen. Wird die Ware warm ins Kühlregal gelegt, kann die Temperatur im Regal nicht mehr garantiert werden. Darunter kann die Produktqualität leiden. Zudem werden Energieverbrauch und Energiekosten unnötig erhöht. Für einige Produkte wie Rohmilch, pasteurisierte Milch, Frischkäse, Rahm, Butter, Fleisch und Fisch gibt die Lebensmittelverordnung Höchsttemperaturen für Lagerung und Verkauf an.

Als Richtgrösse kann man sich an folgenden Temperaturen orientieren:

Offene Frischprodukte (in bedienten Kühltheken)

- Fleisch Verkauf: max. 5 °C
- Fleisch Lagerung: max. 2 °C
- Fisch & Co: max. 2 °C (Lagerung und Verkauf)

Verpackte Produkte (Selbstbedienung)

- Die maximale Lagertemperatur wird in der Regel vom Hersteller auf der Produktpackung aufgedruckt

Tiefkühlprodukte

- Max. -18 °C (Lagerung und Verkauf)

Nachrüsten von Kühlmöbeln mit Glastüren

Das Nachrüsten von Glastüren bei bestehenden Kühlmöbeln (Milch, Fleisch, Fisch, Käse etc.) senkt deren Energieverbrauch um bis zu 30 Prozent. Dies entspricht jährlichen Energiekosteneinsparungen von 200 bis 300 Franken pro Laufmeter. Die Kosten für eine Nachrüstung betragen 700 bis 1500 Franken pro Laufmeter Kühlregal.

Weiterführende Informationen

- [Kühl- und Tiefkühlmöbel – 7 Energiespar-Tipps für die Mitarbeitenden](#)
- [Pluskühlregale erfolgreich mit Glastüren nachrüsten](#)
- [Lebensmittelverordnung \(SR 817.02\)](#)

Kühl- und Tiefkühlräume «enteisen» und trocken halten

Bildet sich in Ihrem Tiefkühlraum Eis an den Oberflächen oder am Verdampfer? Stellen Sie in Ihrem Kühlraum übermässig viel Kondensatbildung fest? Beides sind Hinweise, auf zu viel Feuchtigkeit im Raum. Verringern Sie In beiden Fällen den Feuchteintrag.

Massnahme

Kühl- und Tiefkühlräume regelmässig auf Eis- und Wasserbildung überprüfen, Ablagerungen entfernen und den Feuchteintrag minimieren.

Voraussetzung

Sie haben einen Tiefkühl- oder Kühlraum (Massivbau) oder eine Kühl- oder Tiefkühlzelle (Raum im Raum).

**Pro Grad tiefere Temperatur
im Kühl- oder Tiefkühlraum erhöhen sich
die Energiekosten um 3 Prozent!**

Vorgehen

1. Raum überprüfen

Regelmässig überprüfen, ob es im Kühl- bzw. Tiefkühlraum oder am Verdampfer zu Kondensat- oder Eisbildung gekommen ist. Klären Sie die Ursache:

- Schliesst die Tür dicht? Kontrollieren Sie die Dichtungen und den Schliessmechanismus.
- Wird ungewollt Feuchtigkeit eingetragen, z. B. durch offene oder warme Produkte?
- Kann die kalte Luft ungehindert im Raum zirkulieren? (Siehe Rückseite)

2. Mängel beheben

- Defekte Dichtungen und Schliessmechanismen austauschen. Das Kondensat aufwischen und das Eis durch Abtauen oder mit einem Tiefkühlreiniger entfernen.
- Abklären, welche Kühltemperatur die Güter verlangen, und die Temperatur dem tatsächlichen Bedarf anpassen. Bei Nutzungsänderungen wird oft der alte (tiefere) Sollwert beibehalten, obwohl die Temperatur bei der aktuellen Nutzung erhöht werden könnte.



Quelle: SSP Kälteplaner

Kosten – Aufwand

- Ein Türdichtungsprofil kostet 10 bis 20 Franken pro Laufmeter
- Der Ersatz des Türschliessmechanismus kostet 200 bis 500 Franken. Der Ersatz der ganzen Tür kostet ca. 2000 Franken.
- Eigener Aufwand ca. ½ Tag. Falls der Raum grossflächig vereist ist und alles abgetaut und gereinigt werden muss: bis 2 Tage Aufwand.

Zu beachten

- Für Tiefkühlzellen und Tiefkühlräume gibt es spezielle Tiefkühlreiniger. Diese werden auf die Eisschicht aufgetragen, durchdringen das Eis und lockern es. Danach kann es gelöst, entfernt und das flüssige Kondensat getrocknet werden. Nach dem Entfernen des Eises müssen Sie die Ursache suchen (warum ist das Eis entstanden) und diese beheben.
- Bei Kühlräumen, die mit Palettrollern oder Gabelstaplern befahren werden, besteht ein erhöhtes Risiko, dass die Türdichtungen beschädigt werden. Allenfalls können die Türen mit Pollern vor Beschädigungen geschützt werden.

Ergänzende Erklärungen

Standort des Kühlers prüfen

Über der Kühlraumtür installierte Kühler sollten aus energetischen Gründen aus dem Türbereich versetzt werden – am besten werden sie gegenüber der Tür platziert. Damit kann künftig auch eine Kondensatbildung vermieden werden. In Tiefkühlzellen sollten die Kühler über eine automatische und korrekt eingestellte Abtauvorrichtung verfügen.

Korrekte Temperaturen

Für einige Produkte wie Rohmilch, pasteurisierte Milch, Frischkäse, Rahm, Butter, Fleisch und Fisch gibt die Lebensmittelverordnung Höchsttemperaturen für Lagerung und Verkauf an. Als Richtgrösse kann man sich an folgenden Temperaturen orientieren:

Offene Frischprodukte (in bedienten Kühltheken)

- Fleisch Verkauf: max. 5 °C
- Fleisch Lagerung: max. 2 °C
- Fisch & Co: max. 2 °C (Lagerung und Verkauf)

Verpackte Produkte (Selbstbedienung)

Die maximale Lagertemperatur wird in der Regel vom Hersteller auf die Produktpackung aufgedruckt.

Tiefkühlprodukte

Max. -18 °C (Lagerung und Verkauf)

Ungenutzte Kühlräume, Kühlzellen und Tiefkühlzellen: ausschalten

Kühlräume und Kühlzellen, die nicht gebraucht werden, können ausgeschaltet werden. Dies gilt auch für Tiefkühlzellen (Raum-im-Raum-System), welche auch problemlos abgetaut werden können.

Ungenutzte Tiefkühlräume: Die Temperatur erhöhen

Tiefkühlräume (Massivbau), die nicht gebraucht werden, nie ganz ausschalten. Erhöhen Sie stattdessen die Temperatur des Tiefkühlraumes von -18 °C auf -5 °C. Damit sparen Sie bereits rund 35 Prozent Strom. Achtung: Wird die Kühlung ganz ausgeschaltet, kann gefrorenes Wasser in den Wänden des Tiefkühlraums auftauen und sich im Boden ansammeln. Beim Wiedereinschalten gefriert

Schulung der Mitarbeitenden

Folgende Punkte sollten die Mitarbeitenden beachten:

- Türen nicht lange offen stehen lassen
 - Konsequenterweise das Licht ausschalten
 - Stapelhöhen einhalten
 - Keine warmen Güter einlagern
 - Automatische Türschliesssysteme nicht manuell offen halten (z.B. mit einem Keil)
 - Mängel (Eisbildung, Kondenswasser, defekte Dichtungen etc.) melden
- (Siehe auch 7 Energiespar-Tipps für die Mitarbeitenden)

das Wasser, und es besteht das Risiko, dass sich der Boden hebt und die Statik Schaden nimmt.

Luftzirkulation sicherstellen

Organisieren Sie die Warenstapelung im Kühlraum so, dass die Kaltluft ungehindert zirkulieren kann. Stellen Sie sicher, dass auch die Ware, die in den Ecken und in der oberen Ebene gelagert ist, ausreichend gekühlt wird. Halten Sie dazu konsequent die Stapelhöchstgrenzen im Kühlraum ein. Niemals darf der Luftaustritt des Verdampfers/Luftkühlers zugebaut werden.

Beleuchtung in Kühl- und Tiefkühlräumen

Rüsten Sie Kühl- und Tiefkühlräume mit LED-Beleuchtung und Bewegungsmeldern aus. LED-Beleuchtung hat eine viel tiefere Wärmeabstrahlung und heizt den Kühlraum dadurch nicht unnötig auf. Mit Bewegungsmeldern können Sie sicherstellen, dass das Licht nur brennt, wenn sich jemand im Kühlraum aufhält und das Lichtabschalten nicht vergessen geht. Alternativ kann das Licht an die Türöffnung gekoppelt werden. Bei Tiefkühlräumen muss darauf geachtet werden, dass die eingesetzten LED-Leuchten und Bewegungsmelder für die tiefen Temperaturen geeignet sind.

Weiterführende Informationen

- [Kühl- und Tiefkühlräume, 7 Energiespar-Tipps für die Mitarbeitenden](#)
- [Leitfaden Optimierung von Kälteanlagen](#) (mit einer Anleitung zur Reinigung von Wärmetauschern)
- [Lebensmittelverordnung \(817.02\)](#)

Raumtemperatur im Hoch-Sommer: nicht zu heiss und nicht zu kühl

Arbeitsräume sollten im Sommer mit der Klimaanlage nicht unter 26 °C gekühlt werden. Für eine angenehme Raumtemperatur – sie ist maximal sechs Grad tiefer als die Aussentemperatur – ist das Verhalten der Mitarbeitenden mitentscheidend.

Massnahme

Stellen Sie die Klimakälteanlage (Klimaanlage) so ein, dass die Raumtemperatur «mechanisch» – also mit der Klimaanlage – nicht unter 26 °C gekühlt wird.

Voraussetzung

Das Gebäude wird im Sommer (mechanisch) gekühlt.

Pro 1 °C tieferer Raumtemperatur erhöhen sich die Energiekosten der Kühlung um 3 Prozent.

Vorgehen

1. Interne Lasten reduzieren, Nachtauskühlung aktivieren

Prüfen Sie, ob die internen Lasten (Beleuchtung, elektrische Geräte etc.) reduziert werden können und ob die Nachtauskühlung so funktioniert, wie dies vorgesehen ist.

2. Freigabewert der Klimakälte optimal einstellen

Bei einem zu tiefen Freigabewert der Klimakälte schaltet die Anlage ein, obwohl die (maximale) Raumtemperatur von 26 °C noch nicht erreicht ist. Mit einem iterativen Vorgehen finden Sie den optimalen Freigabewert Ihrer Klimakälteanlage:

- Erhöhen Sie in der wärmsten Zeit im Hochsommer den Freigabewert um 1 °C.
- Warten Sie einige Tage und messen Sie die Raumtemperatur in zwei bis drei exponierten Räumen (Serverräume oder Büros, die nach Süden ausgerichtet sind).
- Wiederholen Sie dies, bis Sie Reklamationen von Mitarbeitenden erhalten oder die maximale Raumtemperatur von 26 °C in den exponierten Räumen nicht mehr eingehalten werden kann.



- Senken Sie an diesem Punkt den Freigabewert wieder um 1 °C (einen Schritt zurück).

Kosten – Aufwand

Eigener Arbeitsaufwand (Überprüfen der Sollwerte, Anpassungen): je nach Gebäudegrösse ½ bis 2 Tage.

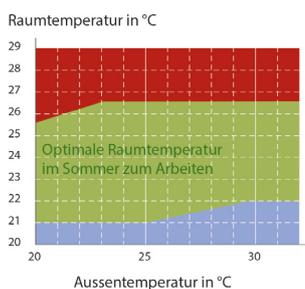
Zu beachten

- Die Raumtemperatur wird über einen Zuluft-, Abluft- oder Raumfühler reguliert. Die Art des Fühlers respektive der Messort hat einen starken Einfluss auf den einzustellenden Messwert. So liegt bei Anlagen, bei denen die Raumtemperatur über einen Zuluftfühler reguliert wird, der Zuluft-Soll-Wert tiefer als die Solltemperatur des Raums. An den optimalen Einstell-Wert muss man sich in diesem Fall annähern.
- In verschiedenen Branchen wird die maximale Raumtemperatur von den Produkten oder vom Prozess vorgegeben. So müssen zum Beispiel Medikamente in Apotheken und Drogerien bei einer Raumtemperatur unter 25 °C gelagert werden.

Ergänzende Erklärungen

Optimale Raumtemperatur im Sommer

Eine angenehme Raumtemperatur im Büro – das gilt auch für Werkstätten, Kleiderläden, Restaurants, Fitness-Center etc. – ist maximal 6 °C tiefer als die Aussentemperatur. Sie sollte «mechanisch» nicht unter 26 °C gekühlt werden.



Free-Cooling über die Lüftungsanlage

Jede Lüftungsanlage ermöglicht bei Aussentemperaturen unter 18 °C ein «direktes Free-Cooling», wobei «kühle Zuluft» in die Räume eingeblasen werden kann. Dieses direkte Free-Cooling ist eine energiesparende Methode, die jedoch im Gegensatz zu einer Klimakälteanlage keine fixe Raumtemperatur garantieren kann. Zudem muss nebst der Kühlung auch immer die Luftfeuchtigkeit im Raum beachtet werden, was allenfalls den Betrieb einer Klimakälteanlage erfordert.

Klein-Klimageräte richtig einsetzen

Die Energieeffizienz von Klein-Klimageräten – wie etwa Kompaktgeräten, die mit Umluft arbeiten, oder Split-Systemen, welche die Abluft nach draussen blasen – ist in den vergangenen Jahren zwar spürbar besser geworden. Dennoch bleiben sie Stromfresser und sollten nur sehr gezielt in regelmässig genutzten Räumen eingesetzt werden.

- Den Raum nur dann kühlen, wenn er genutzt wird.
- Die Vorkühlzeit sollte maximal 1 bis 2 Stunden betragen.
- Das Klimagerät so im Raum aufstellen, dass die Luft ungehindert zirkulieren kann.
- Alle Fenster und Türen schliessen.

Falls der Raum von einer fest installierten Klimakälteanlage gekühlt wird, stellen Sie dieses System richtig ein. In der Regel braucht es danach das Klein-Klimagerät nicht mehr und es kann entfernt werden.

EnergieSchweiz
Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444
infoline.energieschweiz.ch
energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
twitter.com/energieschweiz

Richtiges Verhalten der Mitarbeitenden

Die Mitarbeitenden haben einen massgeblichen Einfluss auf den Energieverbrauch fürs Kühlen. Vier Punkte, die zu beachten sind:

- Frühzeitig beschatten: Die Sonne darf nie direkt in den Raum scheinen. Schliessen Sie Rollläden, Storen oder Markisen rechtzeitig. Innenliegende Vorhänge, Storen oder Jalousien dienen nur als Blendschutz, die Räume erwärmen sich trotzdem.
- Fenster und Türen schliessen: Sperren Sie die warme Luft aus, wenn es draussen heisser ist als im Innern. Schliessen Sie auch die Fenster hinter geschlossenen Storen.
- Innere Wärmequellen reduzieren: Nicht benutzte Geräte, Bildschirme und Lampen sollten wenn immer möglich ausgeschaltet sein.
- Nachtauskühlung nutzen: Blasen Sie in der Nacht mit der Lüftung kalte Luft ins Gebäude oder lassen Sie die Fenster offen. Falls offene Fenster in der Nacht nicht möglich sind (Einbruchschutz, Wetter-schutz), öffnen Sie am frühen Morgen alle Fenster und lassen so die kühle Luft in die Räume.

Den optimalen Umschaltzeitpunkt der freien Kühlung finden

Aus energetischer Sicht sollte möglichst lange mit indirektem Free-Cooling (über das Kaltwassernetz) gekühlt werden. Erst wenn die Temperaturen eine vollständige Kühlung mittels Free-Cooling nicht mehr ermöglichen, sollte die mechanische Kälte (Klimakälte) zugeschaltet werden. Den optimalen Betriebsumschaltzeitpunkt von der freien zur mechanischen Kühlung finden Sie nach demselben Verfahren wie auf der Vorderseite beschrieben: Erhöhen Sie den Umschaltzeitpunkt schrittweise und beobachten Sie die Auswirkungen, bis die maximale Raumtemperatur von 26 °C überschritten wird oder es Reklamationen gibt.

Weiterführende Informationen

- [Angenehmes Raumklima: 5 Tipps für den Sommer](#)
- [Cool bleiben](#)
- [Fachbuch «Klimakälte heute», Faktor Verlag 2019](#)
- [Leitfaden mit Massnahmen zur Optimierung von Kälteanlagen](#)

Der jährliche Kälte-Check

In 5 Schritten zur
optimierten Kälteanlage



Checkliste für den Kälteverantwortlichen

Standort der Anlage _____

Verantwortlich _____

Datum _____

So schöpfen Sie das Sparpotenzial bei Ihrer Kälteanlage mit geringem Aufwand aus!

Auch gut geführte Betriebe verbrauchen oft zu viel Energie für die Kälteanlage. Es lohnt sich für Sie, etwas dagegen zu tun. Denn wer Energie spart, senkt die Betriebskosten. Nutzen Sie diese Chance! Der 5-Schritte-Check hilft Ihnen, Ihre Kälteanlage mit geringem Aufwand zu optimieren.

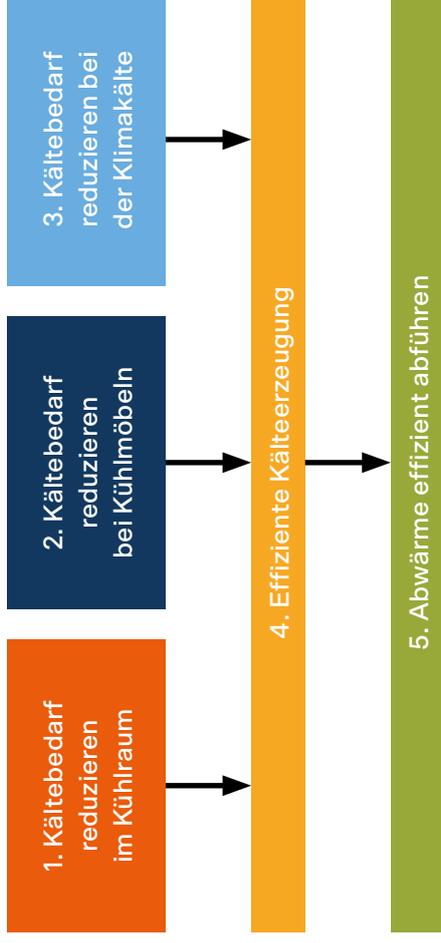
Der 5-Schritte-Check zeigt Ihnen ausgewählte Massnahmen, die sich in der Praxis bewährt haben und die sich finanziell auszahlen. Mit dem Check legen Sie ein solides Fundament für eine erfolgreiche Optimierung. Je nach Betrieb und Situation lohnt es sich, zusätzliche Massnahmen umzusetzen. Alle vorgeschlagenen Massnahmen des Energie-Checks weisen grundsätzlich ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis auf. In der Checkliste beschreiben Sterne das Energie-sparpotenzial – wie viel kWh können mit einer Massnahme gespart werden (***) ein grosses, * ein kleines Einsparpotenzial). Diese Einschätzung soll Ihnen beim Entscheid helfen, welche Massnahmen Sie zuerst umsetzen wollen.

Ziehen Sie externe Kältefachleute bei und lassen Sie sich beraten

Viele Optimierungsmassnahmen kann eine technisch und handwerklich versierte Person aus Ihrem Betrieb durchführen. Es lohnt sich jedoch nicht immer, dass sich diese Person alles Spezialistenwissen aneignet. Ziehen Sie daher gezielt auch ausgewiesene Fachpersonen bei. Diese sollen Ihnen die Massnahmen umsetzen, die Sie in Ihrem Unternehmen nur selten selbst durchführen. Dies gilt vor allem auch für Massnahmen, die eine besondere fachliche Befähigung verlangen – zum Beispiel beim Umgang mit Kältemitteln.

Der 5-Schritte-Check

Führen Sie den Kälte-Check jährlich einmal durch – er deckt in 5 Schritten die folgenden Bereiche ab:



Der 5-Schritte-Check ist so aufgebaut, dass Sie ihn unabhängig von der Branche oder der Grösse Ihres Unternehmens nutzen können. Haben Sie beispielsweise keine Kühlmöbel, überspringen Sie den Check 2. Je nach Organisation Ihres Unternehmens und abhängig von Ihrem Wissensstand ist es sinnvoll, dass Sie als Kälteverantwortlicher die Checkliste intern durchgehen oder aber mit Unterstützung durch eine externe Fachperson.

So arbeiten Sie mit dem 5-Schritte-Check

- Besprechen Sie beim nächsten Kontakt mit Ihrer Kältefachperson (z. B. anlässlich eines Services) diese Checkliste.
- Fixieren Sie einen Tag, an dem Sie den 5-Schritte-Check durchführen.
- Gehen Sie den Check Punkt für Punkt durch. Sie können die geprüften Punkte abhaken und den festgestellten Handlungsbedarf festhalten.
- Ziehen Sie bei Massnahmen, bei denen Sie unsicher sind, eine Fachperson zu.
- Geben Sie sich einen Termin vor, bis wann Sie die Punkte mit Handlungsbedarf umsetzen wollen, und tragen Sie die Termine auch in Ihren Jahreskalender oder in Ihre elektronische Agenda ein.
- Unter Bemerkungen können Sie allfällige Hinweise, Begründungen, Angaben zum notwendigen Material etc. festhalten.
- Wiederholen Sie den Kälte-Check im nächsten Jahr.

1. Kühlraum-Check

Massnahme	Potenzial	wurde geprüft	Handlungsbedarf	wird erledigt bis	Bemerkungen
1.1 Kontrolle der Türen Überprüfen Sie, ob die Türen dicht schliessen. Sind Gummidichtungen beschädigt oder Magnetbänder unterbrochen und abgerissen, lassen Sie diese ersetzen.	**	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Gummidichtungen ersetzen <input type="checkbox"/> Magnetbänder ersetzen <input type="checkbox"/>
1.2 Kontrolle Licht Wird das Licht von den Mitarbeitenden konsequent gelöscht? Falls dies nicht der Fall ist, instruieren Sie die Mitarbeitenden – Mitarbeiterinformation zum Kühlraum abgeben Prüfen Sie, ob das Nachrüsten eines Bewegungsmelders möglich ist. Beachten Sie, dass der Kältemonteur weiterhin die Möglichkeit haben muss, das Licht mit einem Schalter fix einzuschalten (Sicherheit).	**	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Mitarbeitende instruieren <input type="checkbox"/> Bewegungsmelder nachrüsten <input type="checkbox"/>
1.3 Kühler reinigen Prüfen Sie die Verschmutzung des Kühlers und reinigen Sie diesen bei Bedarf. – Leitfaden Kälteanlagen, Massnahme 1: Reinigung	**	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Reinigung selber durchführen <input type="checkbox"/> Spezialisierte Firma für die Reinigung organisieren <input type="checkbox"/>
1.4 Lamellen am Kühler neu ausrichten Prüfen Sie, ob die Lamellen am Kühler (Wärmetauscher) verbogen sind. Richten Sie diese bei Bedarf neu aus. – Leitfaden Kälteanlagen, Massnahme 1: Reinigung	**	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Ausrichtung selber durchführen <input type="checkbox"/> Spezialisierte Firma organisieren <input type="checkbox"/>

i Kälte in Produktions- und Fertigungsprozessen optimieren

Auch in gut eingespielten Produktions- und Fertigungsprozessen findet man Optimierungsmöglichkeiten. Vielleicht benötigt der Prozess nach einer Änderung des Produktionsablaufes statt der ursprünglich -12°C kalten Luft nur noch Luft von -6°C . Darum lohnt es sich, regelmässig die Prozesse zu prüfen und kältetechnisch zu optimieren.

1. Prüfen Sie, ob die Kühlanwendung noch benötigt wird. Schalten Sie nicht genutzte Kühlanwendungen konsequent aus.
2. Stellen Sie die Temperatur so tief wie notwendig und so hoch wie möglich ein. Pro Grad C zu tief eingestellte Temperatur erhöht sich der Energieaufwand um 3 Prozent.
3. Überprüfen Sie die Temperaturdifferenzen im System (siehe auch Leitfaden Kälteanlagen, Information Temperaturdifferenzen bei Wärmetauschern).
4. Prüfen Sie, ob der Kühler die Luft frei ansaugen kann (siehe Leitfaden Kälteanlagen, Massnahme 5: Optimierung der Steuerung der Ventilatoren).

Kältebedarf reduzieren

Wir haben keine Kühlmöbel. Der Check entfällt.

2. Kühlmöbel-Check (Vitrinen, Truhen, Schränke)

Massnahme	Potenzial	wurde geprüft	Handlungsbedarf	wird erledigt bis	Bemerkungen
2.1 Kontrolle der Türen Überprüfen Sie, ob die Türen dicht schliessen. Sind Gummidichtungen beschädigt oder Magnetbänder unterbrochen und abgerissen, lassen Sie diese ersetzen.	**	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Gummidichtungen ersetzen <input type="checkbox"/> Magnetbänder ersetzen <input type="checkbox"/>		
2.2 Auslässe der Lüftungsanlage kontrollieren Prüfen Sie, ob die Auslässe der Lüftungsanlage korrekt eingestellt sind: Sie müssen so eingestellt sein, dass sie die Zuluft nicht direkt ins Kühlmöbel blasen.	****	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Lüftungsauslässe neu ausrichten <input type="checkbox"/> Luftströme mit Rauchtest analysieren lassen <input type="checkbox"/>		
2.3 Kontrolle der mobilen Kühlmöbel Stellen Sie sicher, dass die mobilen Kühlmöbel (z. B. Aktionstruhen) so aufgestellt sind, dass keine warme Abluft von anderen Kühlgeräten angesaugt wird.	***	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Truhen drehen oder umplatzieren <input type="checkbox"/>		
2.4 Verflüssiger (Kondensator) reinigen Prüfen Sie die Verschmutzung der Verflüssiger und reinigen Sie diese bei Bedarf. > Leitfadens Kälteanlagen, Massnahme 1: Reinigung	***	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Verflüssiger reinigen <input type="checkbox"/> Spezialisierte Firma für die Reinigung organisieren <input type="checkbox"/>		
2.5 Verdampfer (Kühler) reinigen Prüfen Sie die Verschmutzung der Kühler und reinigen Sie diese bei Bedarf. > Leitfadens Kälteanlagen, Massnahme 1: Reinigung	***	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Verdampfer reinigen <input type="checkbox"/> Spezialisierte Firma für die Reinigung organisieren <input type="checkbox"/>		
2.6 Auslagen- und Tablarbeleuchtung ausschalten Prüfen Sie, ob die Tablare beleuchtet sind. Ist dies der Fall, schalten Sie die Beleuchtung aus.	**	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> selber ausschalten <input type="checkbox"/> Fachperson beauftragen <input type="checkbox"/>		

ⓘ Haben die Kühlmöbel Rollos oder Türen? Und alle Tiefkühltruhen einen Deckel?

Nachts und über das Wochenende sollten die Kühlmöbel und Tiefkühltruhen immer geschlossen werden. So können die Kälteverluste minimiert und der Energieverbrauch spürbar gesenkt werden. Kontrollieren Sie, ob die Kühlmöbel über Nachttrollos oder Türen verfügen. Haben alle Tiefkühltruhen einen Deckel? Falls dies nicht der Fall ist, ziehen Sie eine Nachrüstung in Betracht und holen Sie bei Ihrem Lieferanten eine Offerte ein.

3. Klima-Check

Massnahme	Potenzial	wurde geprüft	Handlungsbedarf	wird erledigt bis	Bemerkungen
3.1 Sollwerte Kaltwassertemperatur prüfen Stellen Sie die Kühlkurve am Klimaregler so ein, dass sich diese an den unterschiedlichen Aussentemperaturen im Sommer und im Winter orientiert (Schiebung nach Aussentemperatur).	****	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Kühlkurve neu einstellen <input type="checkbox"/> Kühlkurve durch MSR-Fachperson* neu einstellen lassen		
3.2 Kontrolle Betriebszeiten Kontrollieren Sie, ob die Betriebszeiten der Kälteanlage und die Nutzungszeiten des Gebäudes aufeinander abgestimmt sind (Tag- und Nacht- respektive Wochenend-, Feiertag- oder Ferienbetrieb). Stellen Sie die Schaltuhr entsprechend richtig ein.	****	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Betriebszeiten neu einstellen <input type="checkbox"/> Betriebszeiten durch MSR-Fachperson* neu einstellen lassen <input type="checkbox"/>		
3.3 Kontrolle des Freibewerts der Klimakälte Kontrollieren Sie den Aussentemperaturwert, bei dem die Kälteanlage freigegeben wird, und stellen Sie diesen möglichst hoch ein. > Leitfaden Kälteanlagen, Massnahme 6: Regelung Klimakälte	****	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Freibewerte neu einstellen <input type="checkbox"/> Freibewerte durch MSR-Spezialisten* neu einstellen lassen <input type="checkbox"/>		
3.4 Gleichzeitiges Heizen und Kühlen vermeiden Stellen Sie mit einer Verriegelung sicher, dass nicht gleichzeitig geheizt und gekühlt wird. > Leitfaden Kälteanlagen, Massnahme 6: Regelung Klimakälte	***	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Sperrung einstellen <input type="checkbox"/> Sperrung durch MSR-Lieferanten* einstellen lassen <input type="checkbox"/>		
3.5 Maximale Kaltwasser-Vorlauftemperatur wählen Stellen Sie sicher, dass die Temperatur des Kühlwassers der Kältemaschine exakt auf die Temperatur abgestimmt ist, die vom Abgabesystem (Kühlschicht, Kühlpaneele, Bauteilaktivierung ...) benötigt wird. Vermeiden Sie ein nachträgliches Hochmischen des Kühlwassers (z. B. von 6° C auf 8° C).	****	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Kaltwasser-Vorlauftemperatur neu einstellen <input type="checkbox"/> Kaltwasser-Vorlauftemperatur durch Fachperson neu einstellen lassen <input type="checkbox"/>		
3.6 Umschaltpunkt der freien Kühlung prüfen Ermitteln Sie den optimalen Betriebsumschaltpunkt von der freien Kühlung zur mechanischen Kühlung. > Leitfaden Kälteanlagen, Massnahme 6: Regelung Klimakälte	***	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Umschaltpunkt neu einstellen <input type="checkbox"/> Umschaltpunkt durch MSR-Fachperson* neu einstellen lassen		
3.7 Lamellen am Wärmetauscher neu ausrichten Richten Sie verbogene Lamellen am Wärmetauscher neu aus. > Leitfaden Kälteanlagen, Massnahme 1: Reinigung	**	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Ausrichtung selber durchführen <input type="checkbox"/> Kältefachperson beauftragen <input type="checkbox"/>		

* In der Regel ist es sinnvoll, mit dem MSR-Spezialisten gleichzeitig auch eine Kältefachperson (z. B. Spezialist des Maschinenlieferanten) beizuziehen.

4. Kälteerzeugungs- und Kühlstellen-Check

Massnahme	Potenzial	wurde geprüft	Handlungsbedarf	wird erledigt bis	Bemerkungen
4.1 Regelung Verflüssiger (Kondensator) optimieren Stellen Sie sicher, dass sich die Kondensationstemperatur der jeweiligen Aussentemperatur automatisch anpasst. Streben Sie mit der Regelung eine möglichst kleine Temperaturdifferenz an. > Leitfadens Kälteanlagen, Massnahme 6: Regelung Klimakälte	***	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Kondensationstemperatur durch Fachperson einstellen lassen <input type="checkbox"/>
4.2 Verflüssiger (Kondensator) reinigen Prüfen Sie die Verschmutzung des Verflüssigers und reinigen Sie diesen bei Bedarf. > Leitfadens Kälteanlagen, Massnahme 1: Reinigung	**(*)	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Verflüssiger reinigen <input type="checkbox"/> Spezialisierte Firma für Reinigung organisieren <input type="checkbox"/>
4.3 Lamellen am Verflüssiger neu ausrichten Richten Sie verbogene Lamellen am Wärmetauscher neu aus. > Leitfadens Kälteanlagen, Massnahme 1: Reinigung	**	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Lamellen neu ausrichten <input type="checkbox"/> Kältefachperson beauftragen <input type="checkbox"/>
4.4 Carterheizung überprüfen Kontrollieren Sie, ob die Carterheizung dauernd in Betrieb ist. Sie soll nur laufen, wenn der Verdichter ausgeschaltet ist. Passen Sie die Betriebszeiten entsprechend an.	**	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Kältefachperson beauftragen <input type="checkbox"/>
4.5 Zusatzlüfter überprüfen Wird der Verdichter mit einem Zusatzlüfter gekühlt, prüfen Sie, ob dieser notwendig ist. Stellen Sie sicher, dass er nur während dem Betrieb des Verdichters läuft.	**	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Kältefachperson beauftragen <input type="checkbox"/>
4.6 Saugfilter überprüfen Kontrollieren Sie, ob der Saugfilter nach der Inbetriebsetzung ausgebaut wurde. Ist das nicht der Fall, bauen Sie diesen aus.	***	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Kältefachperson beauftragen <input type="checkbox"/>
4.7 Abtauvorgang optimieren Optimieren Sie den Abtauvorgang, so dass die Kälteanlage bei Bedarf oder nicht mehr als 2x pro Tag abtaut. > Leitfadens Kälteanlagen, Massnahme 3: Elektrischer Abtauvorgang	***	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Abtaung durch eine Fachperson einstellen lassen <input type="checkbox"/>
4.8 Überhitzung am Expansionsventil richtig einstellen Stellen Sie die Überhitzung am Expansionsventil richtig ein. > Leitfadens Kälteanlagen, Massnahme 7: Expansionsventil	**	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Expansionsventil durch Fachperson einstellen lassen <input type="checkbox"/>

5. Abwärme-Check

Massnahme	Potenzial	wurde geprüft	Handlungsbedarf	wird erledigt bis	Bemerkungen
5.1 Abwärmenutzung optimieren Prüfen Sie die Arbeitsweise Ihrer Abwärmenutzung und optimieren Sie diese bei Bedarf. > Leitfaden Kälteanlagen, Massnahme 2: Abwärmenutzung	**(*)	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Temperaturen überprüfen <input type="checkbox"/> Temperaturen durch Fachperson überprüfen lassen <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> keine Abwärmenutzung vorhanden
5.2 Kurzschluss Abwärme vermeiden Stellen Sie sicher, dass jeder Verflüssiger (Kondensator) oder Rückkühler Kühle Luft ansaugt. > Leitfaden Kälteanlagen, Massnahme 5: Steuerung Ventilator	****	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Abschottung mit Blechen oder Umplatzierung organisieren <input type="checkbox"/>
5.3 Kontrolle Wärmeträger-Pumpe (Rückkühlpumpe) Die Wärmeträger-Pumpe sollte nur dann in Betrieb sein, wenn Wärme abgeführt werden muss	***	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Freigabewerte durch MSR-Spezialisten neu einstellen lassen <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> keine Rückkühlpumpen vorhanden
5.4 Zusammenspiel Ventilatoren optimieren Stellen Sie sicher, dass Ventilatoren in der korrekten Reihenfolge zu- und weggeschaltet werden. > Leitfaden Kälteanlagen, Massnahme 5: Steuerung Ventilatoren	***	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Steuerung neu einstellen <input type="checkbox"/> Steuerung durch Spezialisten neu einstellen lassen <input type="checkbox"/>
5.5 Einschaltwert Rückkühlventilator überprüfen Stellen Sie sicher, dass der Rückkühlventilator nicht zu spät einschaltet. > Leitfaden Kälteanlagen, Massnahme 5: Steuerung Ventilatoren	**	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Steuerung neu einstellen <input type="checkbox"/> Steuerung durch Spezialisten (MSR/Kälte) neu einstellen lassen <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> keine Rückkühlpumpen vorhanden
5.6 Wärmeübertrager Rückkühlsystem reinigen Reinigen Sie den Lamellen-Wärmeübertrager des Rückkühlsystems. > Leitfaden Kälteanlagen, Massnahme 1: Reinigung	**	<input type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	<input type="checkbox"/> Rückkühler reinigen <input type="checkbox"/> Spezialisierte Firma für Reinigung organisieren

📌 Minimale Temperaturdifferenzen bei den Wärmetauschern anstreben

Verdampfer, Verflüssiger, Rückkühler: Je kleiner die Temperaturdifferenz an den Wärmetauschern (Wärmeübertragern) ist, desto effizienter arbeitet die Anlage. Gleichzeitig erhöhen sich jedoch die Masseströme (Luftmenge, Kältemittel, Kälte Träger ...) durch den Wärmetauscher, was zu einem Energie-Mehrverbrauch bei den Nebenaggregaten (Pumpen, Ventilatoren ...) führt. Zudem benötigen grosse Wärmetauscher Platz und die Investitionskosten sind höher. Überprüfen Sie regelmässig die Temperaturdifferenzen der Wärmetauscher. Orientieren Sie sich an den Standard-Temperaturdifferenzen, welche im Kälte-Leitfaden, Information (Seite 15), für die gängigsten Wärmetauschertypen beschrieben sind.

Kampagne effiziente Kälte

www.effizientekaelte.ch

Die Kampagne effiziente Kälte zeigt den Betreibern von Kälteanlagen und den Kältefachleuten, wie sie mit praxistauglichen Massnahmen bestehende Kälteanlagen optimieren und neue Anlagen nachhaltig planen und realisieren können. Gleichzeitig sensibilisiert die Kampagne die Installateure und Planer von Kälteanlagen für das Thema Energieeffizienz und stärkt ihre Kompetenzen in diesem Bereich. Die Kampagne ist ein partnerschaftliches Projekt des Schweizerischen Vereins für Kältetechnik SVK und des Bundesamts für Energie BFE. Zahlreiche Partner unterstützen die Kampagne fachlich und finanziell:

Gold-Sponsoren



Silber-Sponsoren



Bronze-Sponsoren



EnergieSchweiz
Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444
infoline.energieschweiz.ch

energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
ch.linkedin.com/company/energieschweiz



Schweizerischer Verein für Kältetechnik SVK
info@svk.ch, www.svk.ch

Alle Informationen
stehen unter
www.effizientekaelte.ch
kostenlos zur Verfügung

Leitfaden mit Massnahmen zur Optimierung von Kälteanlagen

Verständliche Anleitungen, gute Tipps und nützliche Informationen: Erfahren Sie, wie Sie die wichtigsten Massnahmen des 5-Schritte-Checks umsetzen. Was es kostet und was es bringt. So können Sie rasch entscheiden, welche Optimierungen sich für Ihr Unternehmen am besten eignen. Sie wissen, wann Sie einen Kältefachmann hinzuziehen sollten, und können kompetent mit ihm zusammenarbeiten.



Im Leitfaden finden Sie Informationen zu folgenden Themen

- 02 Angaben zu den Investitionen und Einsparungen
- 03 Massnahme 1: Reinigung Wärmetauscher
- 07 Massnahme 2: Abwärmenutzung optimieren
- 08 Massnahme 3:
Elektrischen Abtauvorgang optimieren
- 10 Massnahme 4:
Optimierung der Kühlstellenregulierung
- 11 Massnahme 5:
Optimierung der Steuerung der Ventilatoren
- 12 Massnahme 6: Regelung Klimakälte
- 14 Massnahme 7: Expansionsventil richtig einstellen
- 15 Information:
Temperaturdifferenzen bei Wärmetauschern

Was kostet mich das – und was bringt es mir?

Bei der Umsetzung von Optimierungsmassnahmen lautet die erste Frage jedes Betreibers: Was kostet es und wie viel kann ich sparen? Damit Sie als Verantwortlicher der Kälteanlage einen ersten Anhaltspunkt erhalten zu den Investitionskosten, zu möglichen Einsparungen und zur Amortisationszeit, haben ausgewiesene Experten diese Angaben für drei Anlagegrössen abgeschätzt:

kleine Anlage	=	10 kW Kälte
mittlere Anlage	=	100 kW Kälte
grosse Anlage	=	200 kW Kälte

Bitte beachten Sie: Diese Informationen zeigen eine Tendenz auf. Je nach Situation können Sie in Ihrem Betrieb mehr oder weniger Einsparungen erzielen, die Umsetzung kann teurer oder günstiger sein. Diese Hinweise ersetzen daher nicht die individuelle Beratung sowie die Berechnung von Kosten und Nutzen durch eine Fachperson.



Massnahme 1: Reinigung Wärmetauscher

Luftkühler und Verflüssiger (Kondensatoren) mit Lamellen verschmutzen mit der Zeit. Es bildet sich ein Schmutzfilm auf dem Wärmetauscher, der kontinuierlich wächst. Dies verschlechtert die Wärmeübertragung, was wiederum zu höherem Energieverbrauch und höheren Betriebskosten führt. Zudem können Bakterien und Sporen sich im Schmutzfilm ansammeln und – speziell im Umfeld von Lebensmitteln – zu ernsthaften Hygiene-Problemen führen. Es lohnt sich daher, ein ganz besonderes Augenmerk dem Reinigen der Wärmetauscher zu widmen.

Wie oft die Wärmetauscher reinigen?

Es empfiehlt sich, alle Wärmetauscher regelmässig zu reinigen. Das Reinigungsintervall hängt stark von den Umgebungseinflüssen ab. So sind Verdampfer, die sich im Anlieferungsbereich der LKW befinden, durch Dieselabgase der Fahrzeuge und den Holzstaub der Paletten einer hohen Belastung ausgesetzt. Auch können Mehlstaub, Erde von Salaten, Fettdämpfe, Fusseln bei Wäschereien oder Federn in Schlachthöfen zu starker Verschmutzung der Kühler führen. Dagegen ist die Belastung in einem Käselager mit wenig Frequenz eher schwach.

Richtgrössen für die Reinigungsintervalle

- Orte mit vielen Fremdstoffen: mind. 1x pro Jahr
- Lebensmittelbereich belastet: mind. 1x pro Jahr
- Lebensmittelbereich mässig belastet: mind. alle 2 Jahre
- Lebensmittelbereich schwach belastet: mind. alle 3 Jahre

Übersicht Eignung verschiedener Reinigungsmöglichkeiten für ausgewählte Wärmetauscher

Wärmetauscher Anwendung/Typ	Oberfläche	Reinigungsmethode				
		Dampf	Hochdruckreiniger (Wasser)	Wasser (Gartenschlauch)	Druckluft	Pinsel und Staubsauger
1. Luftkühler (Verdampfer)						
mit Lamellen	feucht	ja	ja	bis 30 cm	nein	nein
glatt (Kühlmöbel)	feucht	bedingt	nein	ja	nein	nein
2. Verflüssiger (Kondensator)						
im Innenbereich	trocken	ja	bedingt	ja	ja, bis 30 cm (Staubwolke)	ja, bis 10 cm
im Aussenbereich	trocken	ja	ja	bis 30 cm	ja	ja, bis 10 cm

Welche Reinigungsmethoden haben sich bewährt?

Dampf-Hochdruck: Mit rund 90 °C warmem Dampf wird der Wärmetauscher – auch thermisch – gereinigt. Dabei werden Bakterien ebenfalls weitgehend entfernt. Zu beachten ist, dass der Verdampfer nicht lange Zeit den hohen Temperaturen ausgesetzt wird, da sonst das Kältemittel Schaden nehmen könnte.¹

CO₂-Anlagen dürfen nur durch erfahrene Spezialisten mit Dampf-Hochdruck gereinigt werden.

Hochdruckreiniger: Die Reinigung mit einem Wasser-Hochdruckreiniger ist möglich. Wichtig ist, dass das Wasser stets gerade auf den Verdampfer gespritzt wird, damit sich die Lamellen nicht verformen.¹

Druckluft: Überall dort, wo der Schmutz nicht klebt, eignet sich die Reinigung mit Druckluft. Wichtig ist, dass die Luft stets gerade auf den Verdampfer geblasen wird, damit sich die Lamellen nicht verbiegen. Zu beachten ist: Im Innenbereich bläst die Druckluft den trockenen Staub in den Raum. Dies ist speziell im Lebensmittelbereich ein Problem.¹

Netzwasser: Die Reinigung mit Netzwasser (Gartenschlauch) funktioniert bei feuchten Luftkühlern bis zu einer Dicke von maximal 30 cm.

Pinsel und Staubsauger: Bei Kondensatoren, die weniger als 30 cm dick sind, kann die Reinigung (Entstauben) mit dem Pinsel und dem Sauger erfolgen. Diese Methode eignet sich nicht für Kühler, welche eine feuchte Oberfläche haben.

¹ Beachten Sie bei allen Reinigungsmethoden mit hohen Drücken unbedingt die Herstellervorgaben. Diese informieren in der Regel über den maximalen Druck, den minimal einzuhaltenden Abstand (z. B. 200 mm) und die Arbeitsrichtung (z. B. senkrecht zum Rohrregister, max. ±5° Abweichung).

⚠ **Kondensatoren werden am besten nach dem Pollenflug (Juni) gereinigt.**



Bild: Verschmutzter Luftkühler, die Lamellen verschliessen sich langsam.

Wie Sie einen Verdampfer reinigen

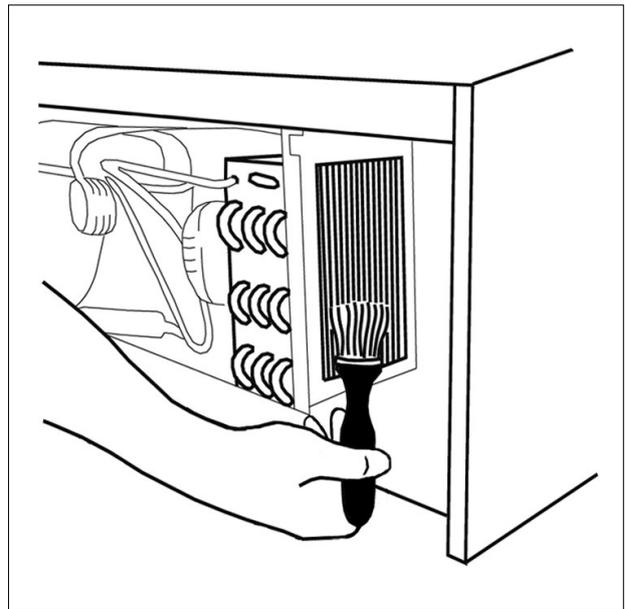
Am kalten Verdampfer (Luftkühler) kondensiert die Luft, so dass er immer etwas feucht ist. Dadurch bleiben Schmutzpartikel aus der Luft kleben. Für das Reinigen gehen Sie wie folgt vor:

1. Verdampfer abtauen
2. Verdampfer vom Strom trennen (stromlos machen). Ventilator ausschalten und Magnetventil ausziehen, damit der Kühler nicht vereist während den Arbeiten (die restliche Kühlanlage kann weiter betrieben werden)
3. Ventilator demontieren, Tropfwanne entfernen
4. Verdampfer mit Plastikfolie einpacken, damit die Umgebung vor Schmutz geschützt ist
5. Lamellen von beiden Seiten her reinigen («Gegenstrom-Reinigung»)
6. Für die Reinigung wird ein mildes Reinigungsmittel eingesetzt. Es sollte entfettend und biologisch abbaubar sein. Und es muss sowohl lebensmittelrecht als auch kupfer- und aluminiumtauglich sein
7. Tropfschale und Siphon reinigen und wieder einbauen
8. Ventilatorschaufeln und -gitter reinigen und wieder einbauen
9. Verdampfer wieder einschalten, Magnetventil einstecken, Verdampfer ans Stromnetz schalten

Wie Sie einen Verflüssiger im Aussenbereich reinigen

Verflüssiger (Kondensatoren) im Aussenbereich verschmutzen durch Partikel in der Umgebungsluft wie etwa Staub, Pollen, Blätter oder Abgase. Für das Reinigen gehen Sie wie folgt vor:

1. Kondensator und Ventilator ausschalten und vom Netz trennen
2. Ventilator demontieren
3. Lamellen mit Dampf, Druckluft oder Hochdruckreiniger von beiden Seiten her reinigen («Gegenstrom-Reinigung»)
4. Für die Reinigung wird ein mildes Reinigungsmittel eingesetzt. Es sollte entfettend und biologisch abbaubar sein. Und es muss sowohl lebensmittel-echt als auch kupfer- und aluminiumtauglich sein
5. Gehäuse und Gitter reinigen
6. Kondensator und Ventilator wieder einschalten



Skizze: Reinigung des Kondensators mit Pinsel und Staubsauger

Verformte Lamellen – was nun?

Sind die Lamellen am Wärmetauscher verformt, wird er nicht mehr vollständig durchströmt. Seine «Leistung» sinkt und die Energieeffizienz leidet. Verformungen entstehen durch mechanische Beschädigungen (z. B. wurde schräg mit dem Hochdruckreiniger auf die Lamellen gespritzt). Sind mehr als ein Viertel der Lamellen verformt, empfiehlt es sich, diese neu auszurichten und so die Effizienz des Wärmetauschers und der Kälteanlage zu verbessern.

Verformte Lamellen können mit sogenannten Lamellenkämmen wieder neu ausgerichtet werden. Falls Sie über keinen Lamellenkamm verfügen oder die Lamellen sehr stark verformt sind, ist dies von Hand möglich. Richten Sie Lamelle für Lamelle mit Hilfe einer Spitzzange und einem 2er-Schraubenzieher. Allerdings ist dies recht zeitaufwändig.

-  Spezialisierte Firmen bieten einen Abtauservice für Kühlmöbel an. Andere Firmen sind darauf spezialisiert, Verdampfer, Verflüssiger und Rückkühler fachgerecht zu reinigen.

Wichtig: Reinigung von Kühltürmen den Spezialisten überlassen!

Die Reinigung von Kühltürmen ist eine komplexe Arbeit, die einiges Wissen zu Wasserqualität (Härte, Dosierung, Impfung) voraussetzt. Misslungene Selbstversuche können teuer werden. Denn das Entkalken des Kühlturms nach einer Fehlmanipulation kann bis zu 100'000 Franken kosten. Lassen Sie darum den Kühlturm regelmässig durch einen Spezialisten reinigen.

Verflüssiger bei Kühlmöbeln

Der Verflüssiger (Kondensator) verschmutzt durch belastete Innenluft, die Fett und Staub in den Wärmetauscher trägt. Der Schmutz auf dem Verflüssiger bei Kühlmöbeln ist in der Regel trocken. Für die Reinigung gehen Sie wie folgt vor:

1. Gerät ausräumen
2. Gerät ausstecken. Zentrale Anlage:
Hauptschalter ausschalten
3. Gitter oder Abdeckung demontieren
4. Verflüssiger trocken reinigen
 - Mit Pinsel Staub auf Kühllamellen entfernen und mit dem Sauger Staub aufnehmen
 - Eventuell mit Druckluft den Kühler ausblasen (Achtung: Es kann eine Staubwolke entstehen!)
5. Gehäuseinnenraum und Gitter reinigen, Gitter wieder einbauen
6. Gerät einschalten
7. Gerät wieder einräumen

Reinigung Verdampfer bei Kühlmöbeln

Der Verdampfer (Kühler) verschmutzt durch Staub, ausgelaufene Produkte, Fett, Etiketten oder Preisschilder, die ins Gerät gefallen sind. Für die Reinigung gehen Sie wie folgt vor:

1. Kühlmöbel ausräumen
2. Kühlmöbel ausstecken. Zentrale Anlage:
Hauptschalter ausschalten
3. Demontieren Sie die Bodenbleche/Gitter zum Verdampferraum
4. Reinigen Sie den Verdampfer mit Wasser und Schwamm. Entfernen Sie Preisschilder und Etiketten, die auf dem Verdampfer kleben
5. Tauwasserrinne und Wasserablauf (falls vorhanden) mit warmem Wasser spülen
6. Gehäuseinnenraum und Gitter reinigen und Bodenblech wieder einbauen
7. Kühlmöbel einschalten
8. Kühlmöbel wieder einräumen

Alle zwei Jahre sollten auch die Rückwand entfernt und die Luftführung gereinigt werden.

Was kostet es – und was bringt es?

Anlagegrösse	klein	mittel	gross
Reinigung pro Kühler (CHF)	800	2400	3800
Anzahl Kühler (St.)	2	12	20
Energieeinsparung (CHF/a)	200	1500	2200
Amortisationszeit (Jahre)	4	<2	<2

Massnahme 2: Abwärmenutzung optimieren

Wird die anfallende Abwärme aus der Kälteanlage genutzt, kann sie einen wertvollen Beitrag leisten, die Energiekosten für Gebäudeheizung, Warmwasser oder Prozesswärme zu senken. Damit sich dies auszahlt, müssen Kälteanlage und Abwärmebezüger im Einklang betrieben werden. Das findet in der Praxis oft nicht statt: Die Abwärme wird nicht optimal genutzt oder verursacht ungewollte Kosten.

Tiefstmögliche Temperaturen fahren

Je tiefer das Temperaturniveau der Abwärmenutzung und damit die Kondensationstemperatur ist, desto effizienter läuft die Anlage. Überprüfen Sie darum die Temperaturanforderung der Abwärmebezüger und senken Sie diese auf ein Minimum.

Tasten Sie sich dabei sachte an den optimalen Punkt heran: Senken Sie die Kondensationstemperatur um 1°C, warten Sie einige Tage und beobachten Sie die exponierten Anwendungen und Räume. Wiederholen Sie dies, bis Sie Reklamationen erhalten oder die Temperaturen bei exponierten Anwendungen und Räumen nicht mehr einhalten können. Erhöhen Sie die Kondensationstemperatur um 1°C (einen Schritt retour).

In Zeiten ohne Abwärmebedarf nicht mit höherer Kondensationstemperatur fahren

Stellen Sie sicher, dass die Kondensationstemperatur nur dann künstlich erhöht wird, wenn die anfallende Abwärme auch zu 100 Prozent genutzt werden kann. In Zeiten, in denen die Abwärme nicht genutzt und über Dach abgeführt wird, soll die Kälteanlage nicht mit einer höheren Kondensationstemperatur als notwendig gefahren werden.

Zusatz-Tipp: Prüfen Sie die Nachrüstung mit einer Abwärmenutzung

Falls die Abwärme Ihrer Kälteanlage nicht genutzt wird, kann die Nachrüstung einer Abwärmenutzung prüfungswert sein. Als Grundvoraussetzung muss in unmittelbarer Nähe ein Bedarf nach Wärme bestehen – sei es zum Heizen, für die Warmwassererzeugung oder die Vorwärmung (z. B. bei Metzgereien, Gewerbeküchen), für Rampenheizungen, Prozesswärme (Wäschereien) oder die andere Anwendungen. Falls Sie einen Wärmebedarf haben, gehen Sie wie folgt vor:

1. Prüfen Sie, welche Abwärmequellen Sie im Betrieb haben (Kälteanlage, Druckluftanlage, Prozessabwärme aus Backöfen, Schmelzprozesse...).
2. Klären Sie, welche der Abwärmequellen die Abwärme zu der Zeit liefert, zu der Sie die Wärme nutzen können, und welche die von Ihnen geforderten Temperaturanforderungen am besten erfüllt.
3. Lassen Sie sich für diese Variante die Kosten einer Nachrüstung und den Ertrag (Kosten/Nutzen) der Abwärmenutzung berechnen.

 **Muss die Kälteanlage für die Abwärmenutzung mit einer höheren Kondensationstemperatur gefahren werden, verursacht dies mit jedem Grad Temperaturhebung einen zusätzlichen Energieverbrauch von 2,5 Prozent. Die Abwärme ist in diesem Fall nicht kostenlos. Nebst der Amortisation der Investitionen fallen für den Betrieb zusätzliche Energiekosten an.**

Massnahme 3: Elektrischen Abtau- vorgang optimieren

Taut die Kälteanlage zu oft ab, wird unnötig Strom verbraucht. Taut die Anlage zu selten ab, vereist der Verdampfer (Kühler), der Wärmeübergang verschlechtert sich und die Anlage wird ineffizient. Dank korrektem Einstellen des Abtauvorgangs oder dem Nachrüsten einer Bedarfsabtauung kann der Stromverbrauch für die Abtauung um bis zu 50 Prozent gesenkt werden.

Als Faustregel gilt: Die Kälteanlage sollte nicht mehr als 2 Mal pro Tag abtauen. Es kann jedoch sein, dass Räume mit hohem Feuchteanfall (z. B. Rampenandockungen im Sommer) einen grösseren Abtaubedarf haben.

- ☑ **Der Abtauthmostat leitet nicht den Abtauvorgang ein, sondern misst während dem Abtauvorgang die Temperatur und meldet, wenn der Verdampfer «eisfrei» ist.**

Ist der Abtaufühler richtig platziert?

Wenn es rund um den Fühler Eis hat, dieser jedoch im eisfreien Bereich liegt, ist der Fühler falsch platziert. Er meldet zu früh, dass der Verdampfer abgetaut ist. Darum sollte der Fühler im vereisten Bereich liegen (in der Regel im Einspritzbereich) und bei Bedarf umplatziert werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass der Verdampfer nach der Abtauung vollständig «eisfrei» ist und wieder effizient arbeitet.

- ⓘ In Räumen über 4 °C mit Umluft abtauen

Bei Raumtemperaturen über 4 °C ist keine elektrische Abtauung notwendig – es kann mit Umluft abgetaut werden. Schalten Sie die Elektroheizstäbe ab, so dass während der Abtauung nur der Ventilator läuft und der Verdampfer mit der Umgebungsluft abgetaut wird.

- ⓘ Beim Ersatz Alternativen prüfen

Beim Ersatz der Abtauung prüfen Sie auch alternative Systeme wie Warmglykol aus Abwärme oder Heissgas-Abtauung.



Bild: Vereister Verdampfer. Nur noch ein Teil der Fläche wird von Luft durchströmt.

Korrekte Einstellung des Abtathermostaten

Das Ziel ist es, die minimale Abtautemperatur zu finden, bei der sich nach dem Abtauvorgang kein Eis mehr auf dem Verdampfer befindet. So gehen Sie am besten vor:

1. Bei vereistem Verdampfer den Abtauvorgang einleiten. Sobald alles Eis weggeschmolzen ist, messen Sie die Temperatur an den Lamellen.
2. Gemessene Temperatur als neue Abtautemperatur am Abtathermostaten einstellen. Wird die Temperatur innerhalb einer vorgegebenen Zeit (z. B. 45 Minuten) nicht erreicht, wird der Abtauvorgang beendet.
3. Abtropfzeit eingeben (z. B. 5 Minuten).
4. Anfrierzeit so festlegen, dass bei -2°C Oberflächentemperatur der Ventilator wieder einschaltet (sonst spritzt das nicht abgetropfte Wasser, welches noch zwischen den Lamellen liegt, in den Raum).
5. Kühlung startet wieder.

Investitionstipp: Muss die Abtausteu- erung ersetzt werden?

Ältere Anlagen tauen den Verdampfer nach einer fest eingestellten Zeit ab – unabhängig davon, ob tatsächlich ein Bedarf besteht. Falls Ihre Abtausteu-
erung ersetzt werden muss, prüfen Sie die Nachrüstung einer Steuerung, die nach Bedarf abtaut.

Variante A: Kumulierung der Verdampferlaufzeit

Die Steuerung addiert die Laufzeit des Verdampfers und leitet erst nach einer vorgegebenen Zeit die Abtaung ein.

Variante B: Bedarfsabtaung

Die Steuerung misst und analysiert Systemdrücke und Temperaturen. Aufgrund der Messwerte kann sie feststellen, ob der Verdampfer vereist ist, und den Abtauvorgang einleiten.

Anlagegrösse	klein	mittel	gross
Mehrinvestition A/B (CHF)	2000	10'000	15'000
Energieeinsparung (CHF/a)	500	3000	4800
Amortisationszeit (Jahre)	4	3,5	3

Massnahme 4: Optimierung der Kühlstellenregulierung

Schaltet der einstufige Verdichter mehr als 6 Mal pro Stunde ein und aus? Verursachen verschiedene kleinere Kühlstellen durch dauerndes Ein- und Ausschalten, dass der Verdichter ungewollt ein- und ausgeschaltet wird? Ein solcher Taktbetrieb senkt die Lebenserwartung des Verdichters und die Energieeffizienz der Anlage.

Verriegelung vorsehen

Überprüfen Sie die Steuerung, falls Ihre Anlage taktet (sie schaltet mehr als 6 Mal pro Stunde ein und aus). Solange keine Minimallast anliegt, sollten einzelne kleine Kühlstellen nicht die Möglichkeit haben, die gesamte Kühlanlage einzuschalten.

Mit einem Umbau der Steuerung im Schaltschrank kann die Leistungsregulierung so eingestellt werden, dass der Verdichter sich erst bei einer Minimallast einschaltet.

Anlagegrösse	klein	mittel	gross
Kühlstellen (St.)	2	5	**
Investitionen (CHF)	800	1200	**
Energieeinsparung (CHF/a)	150	950	**
Amortisationszeit (Jahre)	5	1,5	**

⚠ Bei Anlagen, die mit einem Frequenzumformer geregelt werden, ist die Kühlstellenregelung nicht mehr vordringlich, da sich die Anlage automatisch dem Bedarf anpasst.

Nachrüsten einer Einschalthäufigkeitsregulierung

Steht ein Ersatz der Regulierung an, prüfen Sie gleichzeitig das Nachrüsten einer Einschalthäufigkeitsregulierung. Diese stellt sicher, dass der Verdichter nicht mehr als 6 Mal pro Stunde einschalten kann. Dadurch werden der Verdichter geschont, teure Stromspitzen reduziert und der Betrieb effizienter.

** Massnahme bei grossen Anlagen nicht sinnvoll.

Anlagegrösse	klein	mittel	gross
Kühlstellen (St.)	2	5	**
Investitionen (CHF)	800	1200	**
Energieeinsparung (CHF/a)	150	950	**
Amortisationszeit (Jahre)	5	1,5	**

i Investitionstipp: Beim Ersatz des Verdichters ein Modell mit Frequenzumformer wählen

Steht ein Ersatz des Verdichters an, prüfen Sie den Einbau eines Verdichters mit integriertem Frequenzumformer (FU). Dieser ist zwar in der Anschaffung etwas teurer als ein herkömmlicher Verdichter. Doch dank des Frequenzumformers passt sich die Leistung des Verdichters dem aktuellen Bedarf an, verhindert tiefe Verdampfungstemperaturen und erhöht dadurch die Effizienz der Anlage um bis zu 15 Prozent. Bei Anlagen mit mehreren Verdichtern muss nur ein Verdichter mit einem FU ausgerüstet werden.

Anlagegrösse	klein	mittel	gross
Mehrkosten (CHF)	2000	3500	3500
Energieeinsparung (CHF/a)	500	4000	5300
Amortisationszeit (Jahre)	4	1	<1

Zusatznutzen

Durch den Betrieb mit einem FU bis 60 Hz kann ein kleinerer Verdichter gewählt werden.

Massnahme 5: Optimierung der Steuerung der Ventilatoren

Die Ventilatoren der Rückkühler brauchen 8 bis 15 Prozent (in Extremfällen bis 30 Prozent) der Elektrizität der gesamten Kälteanlage. Gleichzeitig sind tiefe Kondensations- und Rückkühltemperaturen eine Basis für einen energieeffizienten Betrieb der Anlage. Denn pro 1°C tiefere Kondensations- und Rückkühltemperatur werden 2,5 Prozent Energie gespart.

Einschaltpunkt der Verflüssiger-Ventilatoren optimieren

Überprüfen Sie die Reihenfolge, wie die Ventilatoren beim Verflüssiger (Kondensator) zugeschaltet werden. Der anschlussseitige Ventilator (Ventilator 1: beim Ein- und Austritt des Kältemittels resp. des Wärmeträgers) muss als erster zu- und als letzter wieder weggeschaltet werden. Der letzte Ventilator (n) wird als letzter zugeschaltet und als erster wieder weggeschaltet. Anhand der Betriebsstunden der Ventilatoren erkennt man, ob diese richtig angesteuert werden.



Tiefe Kondensations- und Rückkühltemperaturen anstreben

Stellen Sie sicher, dass jeder Verflüssiger (Kondensator) und jeder Rückkühler kühle Luft ansaugt. Ideal wird der Wärmetauscherblock einen Meter über dem Boden platziert. Zudem sollte keine Luft angesaugt werden, welche bereits durch einen anderen Wärmetauscherblock erwärmt wurde (Kurzschluss). Ist dies der Fall, prüfen Sie ein Abschotten mit Blechen oder ein Umplatzen des Wärmetauscherblocks.

Investitionstipp EC-Ventilatoren prüfen

Steht der Ersatz eines Ventilators an, wählen Sie einen hocheffizienten Motor (IE 3). In der Praxis haben sich EC-Lüfter (electronically commutated motor) bewährt. Sie zeichnen sich durch ihren sparsamen Umgang mit Energie und ihre ausgezeichnete Regelbarkeit aus. Mit der integrierten Steuerungselektronik lassen sich EC-Motoren in der Drehzahl stufenlos den Leistungsanforderungen anpassen. Sie arbeiten auch im Teillastbereich mit hohen Wirkungsgraden. Daher verbrauchen sie bei gleicher Luftleistung deutlich weniger Energie als AC-Antriebe.

Lassen Sie sich beim Ersatz eines alten Ventilators auch immer die Variante mit einem EC-Motor offerieren.

Massnahme 6: Regelung Klimakälte

Bei Klimakälte-Projekten sind viele unterschiedliche Fachleute beteiligt. Architektur, Heizung, Lüftung sowie Beleuchtung, Beschattung und die Regelung (MSR) beeinflussen den Kältebedarf und die Auslegung der Kälteanlage massgeblich. Wo so viele Disziplinen miteinander arbeiten, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass nicht alle Schnittstellen optimal gelöst sind. Oder dass bei Projektänderungen die Einstellungen nicht nachgeführt wurden. Es lohnt sich daher immer, bei einer Optimierung der Kälteanlage die Regelung der Klimakälte miteinzubeziehen.

Kontrolle des Freigabewerts der Klimakälte

Ist der Freigabewert der Klimakälte zu tief eingestellt, schaltet die Kälteanlage ein, obwohl dies noch gar nicht notwendig wäre. Da es nicht den «richtigen Freigabewert» für eine Anlage gibt, tasten Sie sich vorsichtig an den optimalen Punkt heran. Gehen Sie wie folgt vor:

1. Erhöhen Sie in der wärmsten Zeit (Sommer) den Freigabewert um 0,5°C.
2. Warten Sie einige (warme) Tage und beobachten Sie die exponierten Räume (Serverräume, Büros, die nach Süden ausgerichtet sind) und achten Sie auf allfällige Reklamationen der Mitarbeitenden.
3. Wiederholen Sie dies, bis Sie Reklamationen erhalten oder die Temperaturen in exponierten Räumen nicht mehr einhalten können.
4. Senken Sie an diesem Punkt den Freigabewert um 0,5°C (einen Schritt retour).

Mit diesem iterativen Vorgehen finden Sie den optimalen Freigabewert.

Umschaltzeitpunkt freie Kühlung prüfen

Ermitteln Sie den optimalen Betriebsumschaltzeitpunkt von der freien Kühlung zur mechanischen Kühlung. Gehen Sie wie unter Punkt 1 beschrieben vor. Erhöhen Sie den Umschaltzeitpunkt schrittweise und beobachten Sie die Auswirkungen.

Gleichzeitiges Heizen und Kühlen vermeiden

Idealerweise wird ein Raum nicht gleichzeitig beheizt und gekühlt. Mit einer Verriegelung kann dies vermieden werden. Diese sollte über eine Zeitkonstante oder eine Hysterese verfügen, die ein kurzes, aufeinanderfolgendes Umschalten (Pendeln) vermeidet.

Die Verriegelung kann über das Leitsystem erfolgen oder mittels einer einfachen Relaischaltung. Falls eine Verriegelung fehlt, prüfen Sie, ob sie durch den MSR-Lieferanten nachgerüstet werden kann.

Sollwerte und Funktion Kaltwassertemperatur prüfen

Bei hohen Aussentemperaturen benötigt die Klimakälte (Kühldecke, Kühlpaneele, Kühler...) eine grössere Leistung und somit tiefere Kaltwassertemperaturen. Bei weniger hohen Aussentemperaturen kann mit einer höheren Kaltwassertemperatur gefahren werden. Dieses Anpassen der Kaltwassertemperatur an die aktuelle Aussentemperatur nennt man «Schiebung nach Aussentemperatur». Diese Schiebung ermöglicht es, die Kältemaschine mit einer möglichst hohen Kaltwassertemperatur zu betreiben. Bei hohen Kaltwassertemperaturen arbeitet die Kältemaschine wirksamer und wirtschaftlicher.

Stellen Sie am Klimaregler die Kühlkurve so ein, dass sie sich den unterschiedlichen Aussentemperaturen im Sommer und im Winter automatisch anpasst. So wird die Temperatur des von der Kältemaschine gelieferten Kühlwassers exakt auf die Temperatur abgestimmt, die vom Abgabesystem (Kühldecke, Kühlpaneele, Bauteilaktivierung...) benötigt wird.

Freie Kühlung

Freie Kühlung ist Kühlung ohne den Einsatz einer Kältemaschine.

Indirekte Systeme: Das Kühlwasser wird über Rückkühlwerke durch die Aussenluft abgekühlt. Bei tiefen Aussentemperaturen ist das Kühlwasser so kalt, dass es über einen Wärmetauscher die Kälteenergie direkt an den Kaltwasserkreislauf abgeben kann. Die vorhandene Kältemaschine ist nicht notwendig und wird umgangen.

Direkte Systeme: In der Nacht wird die kühle Aussenluft direkt in den Raum eingebracht (Lüftung, offene Fenster...). Dank der Speicherfähigkeit des Gebäudes kann die tagsüber stattfindende Aufheizung des Raums vermindert werden.

 Ein nachträgliches Hochmischen des Kühlwassers (z. B. von 6 °C auf 8 °C) ist möglichst zu vermeiden. Dadurch wird Energie «vernichtet». Stellen Sie besser die Kühlwassertemperatur direkt an der Kältemaschine auf den höheren Wert (8 °C) ein.

Massnahme 7: Expansionsventil richtig einstellen

Das Expansionsventil wird in der Regel mit den werkseitig eingestellten Werten eingebaut und wird in den meisten Fällen nicht anlagespezifisch angepasst. Die Wahrscheinlichkeit ist hoch, dass die Überhitzungswerte auf einen sicheren Betrieb, d.h. auf eine zu hohe Überhitzungstemperatur, ausgelegt sind und nicht auf den für die Anlage optimierten Betrieb. Es lohnt sich daher, die Einstellwerte durch eine Fachperson korrekt einstellen zu lassen.

Elektronisches Expansionsventil

Beim elektronischen Expansionsventil (EEV) kann die Überhitzung am Regler einfach und exakt eingestellt werden. Lassen Sie die Überhitzung am Expansionsventil durch eine Fachperson auf 4–5 K einstellen.

Anlagegrösse	klein	mittel	gross
Anzahl EEV (St.)	2	12	20
Investitionen (CHF)	400	1200	2000
Energieeinsparung (CHF/a)	200	1900	2600
Amortisationszeit (Jahre)	2	<1	<1

Thermostatisches Expansionsventil

Das Einstellen eines thermostatischen Expansionsventils (TEV) ist zeitaufwändig: Die Kältefachperson muss nach jeder Veränderung rund 15 Minuten warten, bis sich der Prozess wieder eingependelt hat. Da die wenigsten Betreiber bereit sind, diesen Aufwand zu entschädigen, wird die Anlage in der Regel auf den sicheren Betrieb eingestellt. Lassen Sie die Überhitzung (Gesamtüberhitzung) am Expansionsventil durch eine Fachperson auf 6–7 K einstellen.

Anlagegrösse	klein	mittel	gross
Anzahl EEV (St.)	2	12	20
Investitionen (CHF)	800	4800	8000
Energieeinsparung (CHF/a)	200	1900	2600
Amortisationszeit (Jahre)	4	2,5	3

 **Investitionstipp:** Thermostatisches Expansionsventil durch elektronisches ersetzen

Steht ein Ersatz des thermostatischen Expansionsventils an oder wurde die Verflüssigung so optimiert, dass die Verflüssigungstemperatur unter 30 °C liegt, prüfen Sie den Wechsel zu einem elektronischen Modell.

Anlagegrösse	klein	mittel	gross
Anzahl EEV (St.)	2	12	20
Mehrkosten (CHF)	3000	14'000	20'000
Energieeinsparung (CHF/a)	400	3700	5300
Amortisationszeit (Jahre)	7	<4	<4

Für die korrekte Einstellung des Expansionsventils finden Sie im Web bei diversen Anbietern Kalkulatoren, die Sie dabei unterstützen.

 **Wurde die Verflüssigung (Kondensation) so optimiert, dass neu die minimale Verflüssigungstemperatur zwischen 15 °C und 30 °C liegt, kann das thermostatische Expansionsventil seine Regelaufgabe nicht mehr wahrnehmen. Ein Indikator dafür ist, dass die Einspritzleitung nicht gleichmässig vereist. In diesem Fall muss das thermostatische Expansionsventil durch ein elektronisches ersetzt werden. Nur mit einem elektronischen Einspritzventil lassen sich die Vorteile einer tieferen Kondensation nutzen.**

Information: Temperaturdifferenzen bei Wärmetauschern

Bei welchen Temperaturdifferenzen erreicht man eine optimale Energieübertragung, ohne dass der Mehrverbrauch bei den Nebenaggregaten wie Pumpen und Ventilatoren zu stark ins Gewicht fällt, die Investitionskosten aber im Rahmen bleiben? Als Richtgrösse können Sie sich an folgenden Temperaturdifferenzen für gängige Wärmetauschertypen orientieren: (Quelle: VDMA 24247-8)

1. Verdampfer (Kühler)

1.1 Luftkühler	Temperaturdifferenz $dt = t_{\text{Luft (Eintritt Verdampfer)}} - t_o$ (Verdampfungstemperatur)			
	Wärmeübertrager	Arbeitsweise	dt zulässig	dt anzustreben
	Lamellen	trocken	☒ 10K ¹	☒ 7K ²
	Lamellen	überflutet	☒ 8K	☒ 5K

1 mit thermostatischem Expansionsventil 2 mit elektronischem Expansionsventil

1.2 Flüssigkeitskühler	Temperaturdifferenz $dt = t_{\text{Kälteträger (Austritt Verdampfer)}} - t_o$ (Verdampfungstemperatur)			
	Wärmeübertrager	Arbeitsweise	dt zulässig	dt anzustreben
	Platten	trocken	☒ 6K	☒ 2 bis 4K
	Rohrbündel	trocken oder überflutet	☒ 5K	☒ 3K

2. Verflüssiger (Kondensator)

2.1 Trocken	Temperaturdifferenz $dt = t_{\text{Luft (Eintritt Verflüssiger)}} - t_c$ (Verflüssigungstemperatur)			
	Wärmeübertrager	Arbeitsweise	dt zulässig	dt anzustreben
	Lamellen	trocken	☒ 13K	☒ 8K

2.2 Flüssigkeitsgekühlt	Temperaturdifferenz $dt = t_{\text{Wärmeträger (Austritt Verflüssiger)}} - t_c$ (Verflüssigungstemperatur)			
	Wärmeübertrager	Arbeitsweise	dt zulässig	dt anzustreben
	Platten	flüssigkeitsgekühlt	☒ 5K	☒ 1 bis 2K
	Rohrbündel	flüssigkeitsgekühlt		☒ 2K

3. Rückkühler

3.1 Lamellen	Temperaturdifferenz $dt = t_{\text{Luft (Eintritt Rückkühler)}} - t_{\text{Wärmeträger (Austritt Rückkühler)}}$			
	Wärmeübertrager	Arbeitsweise	dt zulässig	dt anzustreben
	Lamellen	trocken	☒ 8K	☒ 6K

3.2 Hybrid-Rückkühler	dt (resp. Kühlgrenzabstand) = $t_{\text{Wärmeträger (Austritt Rückkühler)}} - t_{\text{Feuchtkugeltemperatur}}$			
	Wärmeübertrager	Arbeitsweise	dt zulässig	dt anzustreben
	Hybrid	trocken und feucht	☒ 10K	☒ 6 bis 8K

Mehr Informationen zu Energie- und Kosteneffizienz finden Sie unter www.effizientekaelte.ch

Die Kampagne effiziente Kälte zeigt den Betreibern von Kälteanlagen und den Kältefachleuten, wie sie mit praxistauglichen Massnahmen bestehende Kälteanlagen optimieren und neue Anlagen nachhaltig planen und realisieren können. Gleichzeitig sensibilisiert die Kampagne die Installateure und Planer von Kälteanlagen für das Thema Energieeffizienz und stärkt ihre Kompetenzen in diesem Bereich.

Die Kampagne ist ein partnerschaftliches Projekt des Schweizerischen Vereins für Kältetechnik SVK und des Bundesamts für Energie BFE. Zahlreiche Partner unterstützen die Kampagne fachlich und finanziell:

Gold-Sponsoren



Silber-Sponsoren



Bronze-Sponsoren



Im Rahmen der Kampagne gibt es für die Betreiber von Kälteanlagen verschiedene Unterlagen und Informationen. Alle Informationen stehen unter www.effizientekaelte.ch kostenlos zur Verfügung.

EnergieSchweiz
Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444
infoline.energieschweiz.ch

energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
ch.linkedin.com/company/energieschweiz

Mehr Informationen zu Energie- und Kosteneffizienz finden Sie unter www.effizientekaelte.ch

Die Kampagne effiziente Kälte zeigt den Betreibern von Kälteanlagen und den Kältefachleuten, wie sie mit praxistauglichen Massnahmen bestehende Kälteanlagen optimieren und neue Anlagen nachhaltig planen und realisieren können. Gleichzeitig sensibilisiert die Kampagne die Installateure und Planer von Kälteanlagen für das Thema Energieeffizienz und stärkt ihre Kompetenzen in diesem Bereich.

Die Kampagne ist ein partnerschaftliches Projekt des Schweizerischen Vereins für Kältetechnik SVK und des Bundesamts für Energie BFE. Zahlreiche Partner unterstützen die Kampagne fachlich und finanziell:

Gold-Sponsoren



Silber-Sponsoren



Bronze-Sponsoren



Im Rahmen der Kampagne gibt es für die Betreiber von Kälteanlagen verschiedene Unterlagen und Informationen. Alle Informationen stehen unter www.effizientekaelte.ch kostenlos zur Verfügung.

EnergieSchweiz
Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444
infoline.energieschweiz.ch

energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
[ch.linkedin.com/company/energieschweiz](https://www.linkedin.com/company/energieschweiz)

Vertrieb:
bundespublikationen.admin.ch
Artikelnummer 805.400.D



SVK ASF ATF
Schweizerischer Verband
für Kältetechnik

Schweizerischer Verein für Kältetechnik SVK
info@svk.ch, www.svk.ch