

Energieeffizienz von Kälteanlagen Information Nr. 3

**Leitfaden mit Maßnahmen
zur Optimierung von Kälteanlagen**



Energieeffizienz von Kälteanlagen Information Nr. 3

Leitfaden mit Maßnahmen zur Optimierung von Kälteanlagen

**Verständliche Anleitungen, gute Tipps und nützliche
Informationen für Betreiber von Kälte- und Klimaanlage**

**Erfahren Sie, wie Sie Maßnahmen aus dem Kälte-Check
(Information Nr. 6) umsetzen.**

**Entscheiden Sie gemeinsam mit Ihrem Fachbetrieb,
welche Optimierungen sich für Ihre Anlage
am besten eignen.**



Inhalt

Inhalt

- 4 Was es kostet, und was es bringt
- 5 Maßnahme 1: Reinigung Wärmeübertrager
- 10 Maßnahme 2: Abwärmennutzung optimieren
- 12 Maßnahme 3: Elektrischen Abtauvorgang optimieren
- 14 Maßnahme 4: Optimierung der Kühlstellenregulierung
- 15 Maßnahme 5: Optimierung der Steuerung der Ventilatoren
- 16 Maßnahme 6: Regelung Klimakälte
- 18 Maßnahme 7: Expansionsventil richtig einstellen
- 20 Information: Temperaturdifferenzen an Wärmeübertragern

Was es kostet, und was es bringt

Kälte- und Klimaanlage verursachen im Vergleich zu den Investitionskosten während einer angenommenen Betriebszeit von 10 Jahren 5 bis 10 Mal soviel Stromkosten.

Vor einer geplanten Optimierungsmaßnahme steht immer die Frage: Was kostet es, und wieviel kann man sparen?



Maßnahme 1: Reinigung Wärmeübertrager

Verdampfer/Luftkühler und Verflüssiger/Rückkühler mit Lamellen verschmutzen mit der Zeit. Auf den Lamellen bildet sich ein Schmutzfilm, der kontinuierlich wächst und die Wärmeübertragung verschlechtert. Das vergrößert den Energieverbrauch und die Betriebskosten.

Bei im Freien aufgestellten Verflüssigern/Rückkühlern bildet sich mehr oder weniger stark im Frühjahr und im Frühsommer ein „Schmutzteppich“ mit organischen Materialien am Lufteintritt aus.

Bei Verdampfern und Luftkühlern können sich Bakterien und Sporen im Schmutzfilm ansammeln, die speziell im Umfeld von Lebensmitteln zu Hygieneproblemen führen können.

Es lohnt sich daher, ein ganz besonderes Augenmerk auf die Reinigung der Wärmeübertrager zu richten.

Wie oft die Wärmeübertrager reinigen?

Es empfiehlt sich, alle Wärmeübertrager regelmäßig zu reinigen. Das Reinigungsintervall hängt stark von den Umgebungseinflüssen ab. So sind Verdampfer/Luftkühler, die sich im Anlieferungsbereich der LKWs befinden, durch Dieselabgase der Fahrzeuge und den Holzstaub der Paletten einer hohen Belastung ausgesetzt. Auch können Mehlstaub, Erde von Salaten, Fettdämpfe, Fusseln bei Wäscherien oder Federn in Schlachthöfen zu starker Verschmutzung der Verdampfer/Luftkühler führen.

Bei unzulässigen Abweichungen der Temperaturdifferenzen auf der kalten und der warmen Seite sind die Wärmeübertrager in Bezug auf ihre Verschmutzung zu begutachten und zu reinigen. Falls eine solche Bewertung nicht möglich ist, sollten gemeinsam mit dem Kältefachmann unter Beachtung der lokalen Anforderungen und Bedingungen Reinigungsintervalle festgelegt werden.

Es wird empfohlen, mindestens einmal im Jahr gemeinsam mit der gesetzlichen Dichtheitsprüfung eine Sichtprüfung der Lamellenoberfläche vorzunehmen, um ggf. eine Reinigung durchzuführen.

Verflüssiger und Rückkühler an Aufstellungsorten mit durchschnittlicher Schmutz- und Sporenbelastung sollten einmal zu Beginn des Sommers gereinigt werden.

Die Reinigungsmethode ist gemeinsam mit dem Kältefachmann festzulegen. Dabei sind die Hinweise der Hersteller zu berücksichtigen.

Hinweis

Bei CO₂-Anlagen ist bei einer Reinigung darauf zu achten, dass die Drücke im Wärmeübertrager nicht unzulässig ansteigen.

Bei den unten aufgeführten Reinigungsmethoden sollte nachfolgendes beachtet werden. Generell ist die Reinigung möglichst gegen die bei Betrieb vorhandene Luftströmungsrichtung vorzunehmen.

Hochdruckreiniger:

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

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.

Wasser:

Die Reinigung mit Gartenschlauch ist anwendbar bei Luftkühlern bis zu einer Bautiefe von maximal 30 cm.

Besen, Pinsel und Staubsauger:

Bei Verflüssigern/Rückkühlern kann eine Grobreinigung (Entstauben) mit Besen, Pinsel und Staubsauger erfolgen.



Abb. 1: Verschmutzter Verflüssiger, die Lamellen verschließen sich langsam.

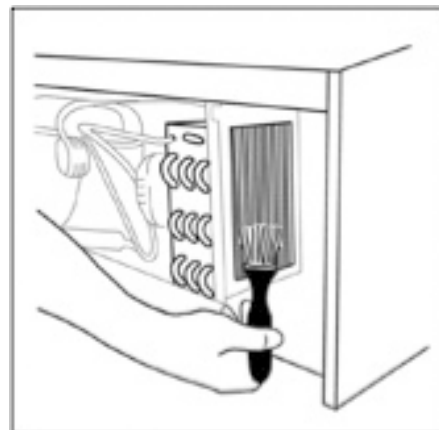


Abb. 2: Reinigung des Verflüssigers mit Pinsel und Staubsauger in einem Kühlmöbel

Wichtig

Verflüssiger/Rückkühler werden am besten nach dem Pollenflug (Juni) gereinigt.

Reinigung von Verdampfern/Luftkühlern

Am kalten Verdampfer/Luftkühler kondensiert Feuchtigkeit aus der Luft. Dadurch können Schmutzpartikel an der feuchten Oberfläche kleben bleiben. Daher ist eine häufigere Reinigung des Wärmeübertragers notwendig, die vom Kältefachmann auszuführen ist.

Dazu sind in der Regel folgende Schritte erforderlich:

- Verdampfer/Luftkühler gegebenenfalls abtauen
- Ventilatoren und Abtauheizung vom Strom trennen
- Tropfwanne abklappen bzw. entfernen
- Lamellen, Ventilatorflügel und –schutzgitter, Tropfschale und Siphon reinigen
Für die Reinigung sollte ein mildes Reinigungsmittel eingesetzt werden, das entfettend, biologisch abbaubar, lebensmittelecht und kupfer- und aluminiumtauglich ist.

Wichtig

Ventilatoren und elektrische Steckverbindungen und Klemmkästen sind bei einer Reinigung mit Wasser kurzschlussgefährdet. Diese Teile und Verbindungen sind meistens in der Schutzklasse IP54 ausgeführt. D.h., eine direkte Bestrahlung mit Wasser oder Unterwassersetzung führt zu Ausfall dieser Bauteile und Auslösen der elektrischen Sicherung.

Reinigung von Verflüssigern/Rückkühlern im Außenbereich

Verflüssiger/Rückkühler im Außenbereich verschmutzen durch Partikel in der Umgebungsluft wie etwa Staub, Pollen, Blätter oder Abgase. Dadurch ist eine häufigere Reinigung notwendig, die vom Kältefachmann auszuführen ist.

Dazu sind in der Regel folgende Schritte erforderlich:

- Verflüssiger-/Rückkühlerventilatoren vom Stromnetz trennen
- Ventilator demontieren oder evtl. vorhandene Reinigungsöffnungen nutzen
- Lamellen mit Dampf, Druckluft oder Hochdruckreiniger von beiden Seiten her reinigen, zuerst gegen die Luftrichtung der Ventilatoren («Gegenstrom-Reinigung»)/
Für die Reinigung kann ein mildes Reinigungsmittel eingesetzt werden, das kupfer- und aluminiumtauglich ist.
- Gehäuse und Gitter reinigen

Verformte Lamellen – was nun?

Sind die Lamellen am Wärmeübertrager verformt, sinken seine Leistung und die Energieeffizienz. Verformungen können z.B. entstehen, wenn mit dem Hochdruckreiniger schräg auf die Lamellen gespritzt wird. Verformte Lamellen sind mit Lamellenkämmen wieder auszurichten.

Wichtig

Reinigung von Kühltürmen und hybriden Rückkühlern den Spezialisten überlassen!

Die Reinigung von Kühltürmen erfordert Spezialwissen zur Wasserqualität (Härte, Dosierung, Desinfektion).

Misslungene Reinigungsversuche dieser Wärmeübertrager können teuer werden.

Lassen Sie diese Arbeiten deshalb regelmäßig und nur durch einen Spezialisten ausführen, der sich auch mit den Arbeitsschutzmaßnahmen auskennt.

Reinigung von Wärmeübertragern in Kühlmöbeln

Kühlmöbel haben die Aufgabe, die zu kühlende Ware attraktiv, in einwandfreiem Zustand und in der vorgeschriebenen Temperatur zu präsentieren. Von einer ansprechenden, sauberen und temperatur-sicheren Präsentation hängt in hohem Maße der Abverkauf der Produkte ab.

Um die Energieeffizienz eines Neugerätes möglichst lange zu erhalten, sind Wärmeübertrager regelmäßig zu reinigen.

Es wird unterschieden zwischen der Reinigung der Verdampfer/Luftkühler und bei steckerfertigen Kühlmöbeln der Verflüssiger.

Reinigung von Verdampfern/Luftkühlern in Kühlmöbeln

Verdampfer/Luftkühler sollten in Intervallen gereinigt werden wie im VDMA-Einheitsblatt 11499 „Betrieb und Nutzung von Verkaufskühlmöbeln“ empfohlen:

Bedienungstheken	täglich
Obst- und Gemüseregale	täglich bis wöchentlich
Molkereiregale	wöchentlich bis monatlich
Fleischregale	wöchentlich
Convenienceregale	wöchentlich bis monatlich
Tiefkühlinseln und –truhen	wöchentlich bis monatlich
Tiefkühlschränke und –kombinationen	wöchentlich bis monatlich

Die Reinigung sollte vornehmlich mit warmem Wasser unter Zugabe handelsüblicher Reinigungsmittel vorgenommen werden. Ebenso können nicht aggressive, fettlösende Reinigungsmittel verwendet werden, die materialverträglich sind. Scheuernde oder stark aggressive Reinigungsmittel dürfen nicht verwendet werden.

Reinigung von luftgekühlten Verflüssigern in Kühlmöbeln

Steckerfertige Kühlmöbel mit eingebautem luftgekühlten Verflüssiger sollten in Intervallen gereinigt werden wie im VDMA-Einheitsblatt 11499 „Betrieb und Nutzung von Verkaufskühlmöbeln“ empfohlen:

Bedienungstheken	täglich bis wöchentlich
Obst- und Gemüseregale	wöchentlich bis monatlich
Molkereiregale	vierteljährlich
Fleischregale	monatlich bis vierteljährlich
Convenienceregale	vierteljährlich
Tiefkühlinseln und -truhen	halbjährlich bis jährlich
Tiefkühlschränke und -kombinationen	halbjährlich bis jährlich

Bei der Reinigung der nicht sichtbaren Innenteile, Innenflächen und der Funktionsteile sind die Möbel stromlos zu schalten. Diese Arbeiten dürfen nur von unterwiesenem Fachpersonal ausgeführt werden.

Bei der Reinigung dieser Teile, der Ventilatoren oder elektrischer/elektronischer Bauteile ist grundsätzlich auf die Verwendung von Hochdruckreinigungsgeräten oder starkem Wasserstrahl zu verzichten.

Anmerkung

VDMA Einheitsblätter können über den Beuth Verlag, 10772 Berlin, Telefon 030/2601-2260, Fax: 030/2601-1260 bezogen werden.

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 Abwärmenutzung 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 Verflüssigungstemperatur, desto effizienter läuft die Anlage. Überprüfen Sie deshalb die Temperaturanforderung der Abwärmenutzung und senken Sie diese auf ein Minimum.

Regeln Sie mit Ihrem Kältefachmann die tiefst mögliche Verflüssigungstemperatur für Ihre Anwendung der Abwärmenutzung ein.

Bevor Sie die zu regelnde Verflüssigungstemperatur erhöhen, lassen Sie prüfen, ob die Enthitzungswärme der Kälteanlage für Ihre Anwendung ausreicht.

In Zeiten ohne Abwärmebedarf nicht mit höherer Verflüssigungstemperatur fahren

Achten Sie darauf, dass die Verflüssigungstemperatur nur dann erhöht wird, wenn Abwärmebedarf vorhanden ist.

In Zeiten, in denen die Abwärme nicht genutzt wird, soll die Kälteanlage nicht mit einer höheren Verflüssigungstemperatur 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 an Wärme bestehen – sei es zum Heizen, für die Warmwassererzeugung oder die Vorwärmung (z. B. bei Metzgereien, Gewerbeküchen), für Rampenheizungen, Prozesswärme (z. B. Wäschereien) oder andere Anwendungen.

Falls Sie einen Wärmebedarf haben, gehen Sie wie folgt vor:

- Prüfen Sie, welche Abwärmequellen Sie im Betrieb zusätzlich zur Kälteanlage haben (z. B. Druckluftanlage, Prozessabwärme aus Backöfen, Schmelzprozesse).
- 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.
- Lassen Sie sich für diese Variante die Kosten einer Nachrüstung und den Ertrag (Kosten/Nutzen) der Abwärmenutzung berechnen.

Wichtig

Muss die Kälteanlage für die Abwärmenutzung mit einer höheren Verflüssigungstemperatur gefahren werden, verursacht dies mit jedem Grad Temperaturhebung einen zusätzlichen Energieverbrauch von bis zu 3,5 %.

Die Abwärme ist in diesem Fall nicht kostenlos. Zusätzlich zu den Investitionskosten für die Abwärmenutzung fallen erhöhte Energiekosten beim Betrieb der Kälteanlage an.

Weitere Informationen finden Sie im Grundlagendokument „Leitfaden zur Planung von Kälteanlagen“ und im VDMA-Einheitsblatt 24019 „Abwärmenutzung von Kälteanlagen“.

Anmerkung

VDMA Einheitsblätter können über den Beuth Verlag, 10772 Berlin, Telefon 030/2601-2260, Fax: 030/2601-1260 bezogen werden.

Maßnahme 3: Elektrischen Abtauvorgang optimieren

Taut die Kälteanlage zu oft ab, wird unnötig Strom verbraucht. Taut die Anlage zu selten ab, vereist der Verdampfer/Luftkühler, der Wärmeübergang verschlechtert sich, und die Anlage wird ineffizient. Richtiges Einstellen des Abtauvorgangs oder das Nachrüsten einer Bedarfsabtauung senkt den Stromverbrauch für die Abtauung und den Kühlbetrieb erheblich.

Als Faustregel gilt: Die Kälteanlage sollte nicht mehr als zweimal pro Tag abtauen. Es kann jedoch sein, dass Räume mit hoher Feuchtelast (z. B. bei häufiger Türöffnung im Sommer) einen größeren Abtaubedarf haben. Vorzugsweise ist daher eine Bedarfsabtauung einzusetzen.

Verdampfer/Luftkühler sollten möglichst nicht über den Türen installiert werden, da die wärmere Außenluft bei Türöffnung eindringt und sich die Feuchtigkeit sofort auf den Lamellen niederschlägt und unter 0 °C Eis bildet. Der Wärme- und Feuchteeintrag wird durch die Sogwirkung des über der Tür installierten Verdampfers/Luftkühlers erhöht!

Ist der Abtaufühler richtig platziert?

Wenn sich auf der Lamellenoberfläche oder im Anschluss- bzw. Bogenbereich Eisnester bilden, kann der Abtaufühler falsch platziert oder kalibriert sein. Er meldet zu früh, dass der Verdampfer/Luftkühler abgetaut ist. Die Erhöhung der Abtaubegrenzungstemperatur behebt das Problem nicht und führt zu übermäßiger Dampfbildung und „Eisdecken“. In diesem Fall ist der Kältefachmann hinzuzuziehen.



Abb. 3: Vereister Verdampfer.
Nur noch ein Teil der Fläche wird von Luft durchströmt.

In Räumen über 4 °C mit Umluft abtauen

Bei Raumtemperaturen über 4 °C ist häufig keine elektrische Abtauung notwendig. Es ist zu prüfen, ob mit Umluft abgetaut werden kann.

Beim Ersatz Alternativen prüfen

Beim Ersatz der Verdampfer/Luftkühler lassen Sie prüfen, ob Sie für die Abtauung auch alternative Systeme mit Wärmeträger aus Abwärme oder Heißgas nutzen können.

Korrekte Einstellung des Abtauthermostaten durch den Kältefachbetrieb

Ziel ist es, die minimale Abtautemperatur zu finden, bei der sich nach dem Abtauvorgang kein Eis mehr auf dem Verdampfer/Luftkühler befindet. Ihr Fachbetrieb kennt die Realisierungsschritte je nach Abtauart zur Optimierung des Abtauvorganges. Lassen Sie sich von ihm informieren über die Abtau-einleitung (nach Bedarf, Häufigkeit), Abtaudauer (Bedarf, Temperaturbegrenzung, Zeitbegrenzung), Wiedereinschaltung der Kühlung (Kühl- und Ventilatorverzögerung) und fragen Sie ihn, welche Optimierungsschritte er vorgenommen hat.

Häufig ist es sinnvoll, die Abtausteuerung zu ersetzen.

Ältere Anlagen tauen den Verdampfer nach einer fest eingestellten Zeit ab, unabhängig davon, ob tatsächlich ein Bedarf besteht.

Falls die Abtausteuerung ersetzt werden muss, prüfen Sie die Nachrüstung einer Steuerung, die nach Bedarf abtaut. In Mehrverdampferanlagen sollten Verdampfer nicht gleichzeitig abgetaut werden. Die Abtausteuerung sollte in der Lage sein, aktuelle Strompreise zu berücksichtigen. Sprechen Sie mit Ihrem Energieversorger.

Varianten für die Abtauung nach Bedarf:

Variante A: Kumulierung der Kälteanlagenbetriebszeit

Die Steuerung addiert die Betriebszeit des Verdampfers/Luftkühlers und leitet die Abtauung erst nach einer vorgegebenen Summe der Betriebsphasen ein.

Variante B: Bedarfsabtauung zum energetisch richtigen Zeitpunkt

Wenn die Leistung des Verdampfers/Luftkühlers durch Vereisung reduziert wird, leitet die Regelung den Abtauvorgang ein und beendet diesen zum optimalen Zeitpunkt.

Eine hochwertige Bedarfsabtauung übernimmt die Koordination der Abtaueinleitung.

Wenn diese Maßnahmen fachgerecht ausgeführt werden, können sich diese bereits nach 1 Jahr amortisieren.

Maßnahme 4: Optimierung der Kühlstellenregulierung

Schaltet ein Verdichter mehr als 6 Mal pro Stunde ein und aus?

Verursachen verschiedene kleinere Kühlstellen ein zu häufiges Ein- und Ausschalten der Verdichter? Ein solcher Betrieb senkt die Lebenserwartung des Verdichters und die Energieeffizienz der Anlage. Grundsätzlich sind die Verdichterleistungsgrößen entsprechend der Verdampferleistungen auszuwählen.

Verriegelung vorsehen

Überprüfen Sie die Steuerung, falls Ihre Anlage taktet. Solange keine Minimallast anliegt, sollten einzelne kleine Kühlstellen nicht die Möglichkeit haben, die gesamte Kühlanlage einzuschalten. Eine Mindestbetriebszeit des/der Verdichter/s gemäß Herstellerangabe sollte eingehalten werden.

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

Wenn diese Maßnahmen fachgerecht ausgeführt werden, können sich diese bereits nach 1 Jahr amortisieren.

Nachrüsten einer Einschalthäufigkeitsregulierung

Steht ein Ersatz der Regulierung an, prüfen Sie gleichzeitig das Nachrüsten einer Einschalthäufigkeitsregulierung.

Diese stellt sicher, dass der Verdichter geschont wird, der Stromverbrauch reduziert und der Betrieb effizienter werden.

Wenn diese Maßnahmen fachgerecht ausgeführt werden, können sich diese bereits nach 1 Jahr amortisieren.

Verdichter mit Frequenzumformer

Steht ein Ersatz des Verdichters an, prüfen Sie, ob der Einbau eines Verdichters mit integriertem Frequenzumformer (FU) die Effizienz der Anlage erhöht.

Durch den Frequenzumformer wird die Leistung des Verdichters dem aktuellen Bedarf angepasst und vermeidet Abweichungen der Verdampfungstemperaturen vom Sollwert.

Durch den Betrieb mit einem FU bis 60 Hz kann ein kleinerer Verdichter gewählt werden. Bei Anlagen mit mehreren Verdichtern muss nur ein Verdichter mit einem FU ausgerüstet werden.

Wenn diese Maßnahmen fachgerecht ausgeführt werden und dabei auch auf Schwingungen im gesamten Drehzahlbereich geachtet wird, können sich diese bereits vor Ablauf eines Jahres amortisieren.

Maßnahme 5: Optimierung der Steuerung der Ventilatoren

Die Ventilatoren der Verflüssiger oder Rückkühler benötigen 8 bis 15 % (bei Teillast bis zu 50 %) der elektrischen Leistung der Kälteanlage.

Möglichst niedrige Verflüssigungs- bzw. Rückkühltemperaturen sind für einen energieeffizienten Betrieb der Anlage sehr wichtig. Die Absenkung der Verflüssigungs- bzw. Rückkühltemperatur um 1 K reduziert den Energiebedarf der Kälteanlage um 2 bis 5 %.

Stufenschaltungen der Verflüssiger-/Rückkühler-Ventilatoren sollten durch stufenlose Regelungen ersetzt werden.

Niedrige Verflüssigungs- und Rückkühltemperaturen anstreben

Stellen Sie sicher, dass jeder Verflüssiger und jeder Rückkühler kühle Luft ansaugt. Ideal wird der Wärmeübertragerblock am besten einen Meter über dem Boden platziert.

Zudem sollte keine Luft angesaugt werden, welche bereits durch einen anderen Wärmeübertragerblock erwärmt wurde (Kurzschluss). Ist dies der Fall, prüfen Sie ein Abschotten mit Blechen oder ob ein anderer Aufstellungsort besser geeignet ist.

Bei der Einstellung der Verflüssigungsdruckregelung ist darauf zu achten, dass die minimalst mögliche Verflüssigungstemperatur eingestellt wird. Diese ist von der Anlagenkonfiguration abhängig.

EC-Ventilatoren einsetzen

Steht der Ersatz eines Ventilators an, wählen Sie einen hocheffizienten Motor (IE 3).

In der Praxis haben sich EC-Ventilatoren (electronically commutated) 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 Verflüssigers/Rückkühlers auch immer die Variante mit EC-Ventilatoren anbieten.

Maßnahme 6: Regelung Klimakälte

Bei Klimakälte-Projekten sind viele Gewerke beteiligt. Beispielsweise beeinflussen Architektur, Heizung, Lüftung sowie Beleuchtung und Beschattung den Kältebedarf und die Auslegung der Kälteanlage.

Es ist notwendig, bei einer Optimierung der Kälteanlage insbesondere auch deren Regelung (MSR) einzubeziehen.

Optimierung der Sollwerte bzw. Freigabe für die Raumkühlung

Zu tief eingestellte Sollwerte für die Raumtemperatur erfordern unnötige Kühlleistung. Der optimale Sollwert für die Raumkühlung ist von veränderlichen Umgebungs-, Betriebs- und Nutzungsbedingungen der Räume abhängig. Hier kann es sinnvoll sein, sich an die optimalen Sollwerte heranzutasten.

Gehen Sie wie folgt vor:

- Erhöhen Sie in dem zu untersuchenden Zeitintervall (z. B. im Sommer bei hoher Wärmelast) den Raumtemperatur-Sollwert in sinnvollen Schritten (z. B. um 0,5 °C).
- Beobachten Sie über einige Tage die Änderung der Raumtemperatur exponierter Räume (z. B. Serverräume, Büros mit Südausrichtung).
- Wiederholen Sie diese Raumtemperatur-Sollwerterhöhung unter Berücksichtigung der Behaglichkeit bis zur zulässigen Grenze; in Technikräumen – z. B. Serverräumen – bis zur technisch maximal machbaren Raumtemperatur.
- Bei der iterativen Vorgehensweise kann es fallweise notwendig werden, den Raumtemperatur-Sollwert um einen Schritt (z. B. 0,5 °C) wieder abzusenken.

Umschaltpunkt freie Kühlung prüfen

Ermitteln Sie den optimalen Betriebsumschaltpunkt von der freien Kühlung zur mechanischen Kühlung bei der höchstmöglichen Außentemperatur. Gehen Sie wie zuvor beschrieben vor.

Gleichzeitiges Heizen und Kühlen?

In einem Raum sollte nicht gleichzeitig geheizt und gekühlt werden. Auch kurzzeitiges, aufeinanderfolgendes Umschalten (Pendeln) ist zu vermeiden.

Wenn einzelne Räume beheizt und andere gekühlt werden sollen, muss geprüft werden, ob eine Wärmeverschiebung im Gebäude möglich ist.

Kaltwasser-Sollwerte prüfen

Bei hohen Außentemperaturen bzw. Luftfeuchten sind größere Kühlleistungen erforderlich. Bei dem gegebenen Kühlsystem (Kühldecke, Kühlpaneele, Kühler, ...) wird somit eine tiefere Kaltwassertemperatur erforderlich. Bei fallenden Außentemperaturen und/oder geringerem Entfeuchtungsbedarf kann der Sollwert angehoben werden. Die gleitende Sollwertänderung ermöglicht es, die Kältemaschine mit möglichst hoher Kaltwassertemperatur energetisch effizient und damit wirtschaftlicher zu betreiben.

Außentemperaturgeführte Sollwert-Verschiebung

Die Kühlkurve eines Kühlwasserreglers ist für den Sommer- und Winterbetrieb so einzustellen, dass die Kaltwassertemperatur für das jeweilige Kühlsystem (Kühldecke, Kühlpaneele, Bauteilaktivierung, ...) bedarfsgerecht geregelt wird.

Freie Kühlung

Freie Kühlung ist Kühlung ohne Verdichterbetrieb.

Indirekte Systeme

Das Kühlwasser wird über Rückkühlwerke durch die Außenluft abgekühlt. Bei tiefen Außentemperaturen ist das Kühlwasser (z. B. Kühlturm-Rückkühlwasser) so kalt, dass die Wärme über einen Zwischenwärmeübertrager nach außen abgegeben werden kann. Der Verdichter ist außer Betrieb.

Alternativ dazu können in Ammoniak-Kälteanlagen überflutete Verdampfer und luftgekühlte Verflüssiger oder Verdunstungsverflüssiger über einen Bypass zum Verdichter verbunden werden, um Wärme vom Kaltwasserkreislauf nach außen zu transportieren.

Direkte Systeme

In der Nacht wird die kühle Außenluft direkt in den Raum eingebracht (Lüftung, offene Fenster, ...). Bei entsprechend hohem thermischem Speichervermögen des Gebäudes kann so der Kühlbedarf reduziert werden.

Wichtig

Die nachträgliche Beimischung von Warmwasser zum Kaltwasser (z. B. Anhebung der Kaltwassertemperatur von 6 °C auf 8 °C) ist energetisch nicht sinnvoll und zu vermeiden.

Stellen Sie den Sollwert der Kaltwassertemperatur auf einen höheren Wert (8 °C) ein und prüfen Sie, ob drehzahlgeregelte Pumpen im Kaltwassernetz eingesetzt werden können.

Maßnahme 7: Expansionsventil richtig einstellen

Das Expansionsventil wird in der Regel mit den werkseitig eingestellten Werten eingebaut und wird in den meisten Fällen nicht anlagenspezifisch 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 einen Kältefachmann 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 den Kältefachmann auf das richtige Überhitzungsverhältnis einstellen. Dabei sind z. B. bei einem Verdampfer die Lufteintrittstemperatur t_{L1} , die Verdampfungstemperatur t_o und die Kältemitteltemperatur am Verdampferaustritt t_{oh} heranzuziehen. Ein Überhitzungsverhältnis von 0,65 ist anzustreben. Es berechnet sich aus der Überhitzung am Verdampferaustritt geteilt durch die Lufteintrittstemperaturdifferenz.

$$\text{Überhitzungsverhältnis} = (t_{oh} - t_o) / (t_{L1} - t_o).$$

Es sollten nur EEV verwendet werden, deren Überhitzung sich lastabhängig anpasst.

Wenn diese Maßnahmen fachgerecht ausgeführt werden, können sie sich bereits vor Ablauf eines Jahres amortisieren.

Thermostatisches Expansionsventil

Das Einstellen eines thermostatischen Expansionsventils (TEV) ist zeitaufwändig, lohnt sich aber. Der Kältefachmann muss nach jeder Veränderung rund 15 Minuten warten, bis sich der Prozess wieder eingependelt hat.

Lassen Sie die Überhitzung am Expansionsventil auf das richtige Überhitzungsverhältnis einstellen.

Wenn diese Maßnahmen fachgerecht ausgeführt werden, können sie sich nach 2 bis 3 Jahren amortisieren.

Investitionstipp:

Thermostatisches Expansionsventil durch elektronisches ersetzen

Durch einen Umbau von TEV auf EEV kann die Kälteanlage bei niedrigeren Verflüssigungstemperaturen betrieben werden. Es empfiehlt sich umzurüsten. Wenn diese Maßnahme fachgerecht ausgeführt wird, kann sie sich bereits innerhalb weniger Monate amortisieren.

Wichtig

Für die Nutzung möglichst niedriger Verflüssigungstemperaturen, z. B. bis ca. 15 °C, ist das thermostatische Expansionsventil nicht mehr geeignet. Hierfür muss es durch ein elektronisches Expansionsventil ersetzt werden. Nur mit einem elektronischen Expansionsventil lassen sich die Vorteile einer tieferen Verflüssigungstemperatur zur Reduzierung des Energieverbrauchs der Kälteanlage nutzen.

Information

Temperaturdifferenzen an Wärmeübertragern

Temperaturdifferenzen im Kältekreislauf und Antriebsleistungen auch für Nebenaggregate beeinflussen die Betriebskosten.

Wärmeaufnahme (Kälteerzeugung):

Verdampferbauart und Regelungsart bestimmen die Temperaturdifferenzen (siehe Abb. 4).

Bei indirekten Systemen (Luftkühler mit Kälteträger) sind weitere Temperaturdifferenzen im Kälteträger zum Wärmetransport und zur Wärmeübertragung in Rohrbündel- oder Plattenwärmeübertragern erforderlich, sodass sich die Temperaturdifferenzen zwischen Verdampfungs- und Nutzttemperatur vergrößern. Diese Temperaturdifferenzen sollten in der Summe so klein wie möglich sein.

Antriebsleistungen für Ventilatoren und Pumpen beeinflussen auch die Betriebskosten. Daher sollten sie – wenn möglich – lastabhängig geregelt werden können.

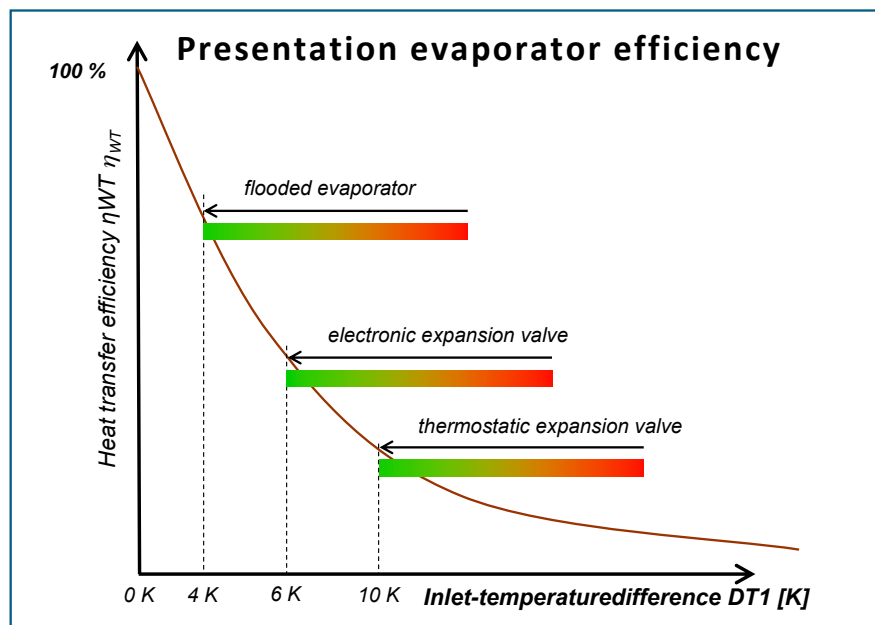


Abb. 4: Verdampfer Effizienz-Darstellung (Quelle: VDMA 24247-8)

Wärmeabgabe:

Die Verflüssigungstemperatur beeinflusst die Betriebskosten wie kein anderer Betriebsparameter. Die Temperaturdifferenz zur Wärmesenke ist so klein wie möglich zu wählen. Bei luftgekühlten Verflüssigern ist eine Temperaturdifferenz von 8 K zwischen Verflüssigungs- und Lufteintrittstemperatur, bei wassergekühlten Verflüssigern ist eine Temperaturdifferenz von 1-2 K zwischen Verflüssigungs- und Kühlwasseraustrittstemperatur anzustreben.

Bei berieselten lamellierten Verflüssigern bzw. Verdunstungsverflüssigern ist eine Temperaturdifferenz zwischen Verflüssigungs- und Feuchtkugeltemperatur von 6-8 K anzustreben. Wenn die Verflüssigungswärme über einen Wärmeträger abgeführt wird, sind weitere Temperaturdifferenzen im Wärmeträger und zur Wärmeübertragung in Rückkühlern erforderlich und unter Einbeziehung der Antriebsleistungen für Nebenaggregate festzulegen. In VDMA 24247-2 sind entsprechende Bewertungskriterien zu finden.

Weitere Informationen zu Energie- und Kosteneffizienz finden Sie unter www.kwt.vdma.org/Energieeffizienz.

Der „Leitfaden mit Maßnahmen zur Optimierung von Kälteanlagen“

- ist mit freundlicher Genehmigung des Bundesamtes für Energie der Schweiz (BFE) entstanden. Der Arbeitskreis Energieeffizienz von Kälteanlagen des VDMA dankt dem Schweizerischen Verein für Kältetechnik (SVK) für die Möglichkeit, die Dokumente der „Kampagne effiziente Kälte“ nutzen zu dürfen.
- orientiert sich in Form und Inhalt an dem Dokument des Schweizerischen Vereins für Kältetechnik (SVK) „Leitfaden mit Maßnahmen zur Optimierung von Kälteanlagen“.
- zeigt den Betreibern von Kälteanlagen und den Kältefachleuten, wie sie mit praxistauglichen Maßnahmen bestehende Kälteanlagen optimieren und neue Anlagen nachhaltig planen und realisieren können.
- sensibilisiert Planer, Installateure und Betreiber von Kälteanlagen für das Thema Energieeffizienz und hilft, ihre Kompetenzen zu stärken.
- ist in Zusammenarbeit von Kälteindustrie (VDMA, Forschungsrat Kältetechnik e. V.), Kälteanlagenbauerhandwerk (BIV), Kühlhausbetreibern (VDKL) und zugelassenen Überwachungsstellen (TÜV SÜD Industrie Service GmbH) entstanden.

In Cooperation





Herausgeber

VDMA

Allgemeine Lufttechnik
Kälte- und Wärmepumpentechnik

Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 6603-1277
Fax +49 69 6603-2277
E-Mail karin.jahn@vdma.org
Internet kwt.vdma.org

Redaktion

Dr. Karin Jahn

Layout

DesignStudio

Produktion

h. reuffurth gmbh, Mühlheim am Main

Bildnachweis

Seite 4 Fotolia/Gina Sanders
Seite 6 Kampagne effiziente Kälte, SVK
Seite 12 Kampagne effiziente Kälte, SVK

© Copyright by
VDMA
Allgemeine Lufttechnik

VDMA

Allgemeine Lufttechnik
Kälte- und Wärmepumpentechnik

Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 6603-1277
Fax +49 69 6603-2277
E-Mail karin.jahn@vdma.org