

Vorteile und Nutzen der holländischen STIMEK Industrie Regelung

Energetisch richtige Planung von Kälteanlagen*

Ben G. J. Ernens, Rolde (Niederlande)

STIMEK Industrie Regelung ist ein Subventionsverfahren des Energieversorgers NUON in den Niederlanden. STIMEK, auch in die deutsche Sprache übersetzt, bedeutet **STIM**ulierung Energieeinsparung industrieller **Kälte**-anlagen. KK berichtete hierüber schon ausführlich unter dem Titel „Ökologischer und ökonomischer Nutzen dank STIME®K“ in der September-Ausgabe 2000, Seiten 14–28.

Das Ziel der Energieeinsparung bei Kälteanlagen bedeutet nicht zwangsläufig eine zusätzliche Installation vieler neuer Bauteile, aber:

- Planen in Hinblick auf geringen Energieverbrauch,
- Regelung sehr kritisch beurteilen,
- Wärmerückgewinnung,
- Planen in Hinblick auf die Möglichkeit, Energieeinsparung und Subvention entsprechend der STIMEK Industrie Regelung zu erhalten.

Planung von energieeffizienten Kälteanlagen mit geringem Energieverbrauch

Die Planung von energieeffizienten Kälteanlagen beginnt bei der Berechnung der erforderlichen Kälteleistung, der Festlegung der Laufzeit der Anlage und der Auswahl der Komponenten. Die projek-

zum Autor

Ing. Ben G. J. Ernens, Geschäftsführer des Planungsbüros Ernens Consult Rolde (NL)



tierte Laufzeit ist vom Kühlgut und den zu erwartenden Lastschwankungen abhängig und sollte so ausgewählt werden, daß auch bei Teillast Mindestlaufzeiten von 5 Minuten eingehalten werden.

- Groß bemessene Wärmeübertrager ergeben beachtliche Energieeinsparung.
- Verwenden von zertifizierten Luftkühlern und Verflüssigern.
- Selektion bei niedrigen Temperaturdifferenzen der Wärmetauscher.
- Auswahl nach neuen Kriterien DT1 für Hochleistungsluftkühler.

Bei Luftkühlern bewirkt die Anhebung der Verdampfungstemperatur um 1 K eine Leistungserhöhung des Verdichters oder der Verdichter um 4 bis 5 %.

Bei der Kühlung unverpackter sensibler Waren wird zur Feuchteerhaltung sowie so eine kleine Temperaturdifferenz und damit eine relativ hohe Verdampfungstemperatur gewählt. Aber auch bei verpackten, nicht sensiblen Waren sollte die Temperaturdifferenz, ggf. durch Einsatz von elektronischen Expansionsventilen, kleiner, als es sich beim Einsatz von thermostatischen Expansionsventilen ergibt, gewählt werden, um die dadurch zu erzielende Energieeinsparung zu nutzen.

Zum Beispiel: Mindestüberhitzung des thermostatischen Expansionsventils ist 3,5 K. Unterhalb diesem Wert regelt das Ventil sehr sprunghaft (Hunting), was sich als Leistungsminderung am Luftkühler auswirkt.

Bei luftgekühlten Verflüssigern bedeutet die Absenkung der Verflüssigertemperatur um 1 Grad ca. 1,5 % weniger Stromaufnahme der Verdichter. Dieser Energiespareffekt läßt sich durch die Auswahl der Verflüssiger bei kleiner Temperaturdifferenz, z. B. 10 K anstatt 15 K Temperaturdifferenz zwischen Kondensationstemperatur und Lufteintrittstemperatur, nutzen. Bei Einsatz von elektronischen Expansionsventilen gilt es als Vorteil, daß ein kleinerer Mindestkondensationsdruck durch Wegfall der statischen Überhitzung, z. B. im Winter, zugelassen werden kann.

Planen in Hinblick auf die Möglichkeit, Energiesubvention entsprechend der STIMEK Industrie Regelung zu erhalten

Die verwendeten Komponenten sollten bei Neubau in der STIMEK Industrie Tafel gelistet sein (siehe KK 9/2000). Diese Komponenten sind sehr energiesparsam im Betrieb.

Zum Beispiel: Auswahl eines luftgekühlten Verflüssigers mit einer DT1 = 10 K statt 15 K und Ventilatoren mit höherem Wirkungsgrad und energetisch maximal 20 Watt Leistungsaufnahme der Motoren pro kW nominale Verflüssigerleistung.

* Als Vortrag gehalten am 23. November anlässlich der Deutschen Kälte-Klima-Tagung 2000 des DKV in Bremen

Energieeinsparung und Subvention

Grundsätzlich wäre eine Beurteilung des Energieeinsatzes einer Kälteanlage im Vergleich zur effektiv erzielten Kühlenergie betriebswirtschaftlich sinnvoll, da hierdurch Energieeinsparung stimuliert würde. Dies könnte zum einen so geschehen, wie es die STIMEK-Industrieregulierung der holländischen Versorgungsunternehmen vorsieht.

Bei den wichtigen Kühlkomponenten Luftkühler und Verflüssiger muß die Energiesparmöglichkeit durch die Auswahl entsprechend groß bemessener Wärmeübertrager und Zusatzeinrichtungen zur Energieeinsparung erzielt werden. Energiefressende, unnötige zeitlich vorprogrammierte Abtauungen sollen durch Einsatz einer Bedarfsabtauung vermieden werden.

In Kälteanlagen läßt sich bei Verwendung von Hochleistungsluftkühlern bei Raumtemperaturen unterhalb +1 °C die notwendige Abtauenergie durch Ventilatorarbeit mit Umluftabtauung begrenzen. Bei Raumtemperaturen unterhalb +1 °C sollte man die energieeffizientere Heißgasabtauung statt der Elektroabtauung verwenden.

Für die Anlagen mit Heißgasabtauung ist ein etwas größerer Installationsaufwand mit mehr Verrohrung und Armaturen erforderlich. Nach meinen Erfahrungen beträgt der Energieeinsatz für Heißgasabtauung jedoch nur 20 bis 30 % im Vergleich mit einer Elektroabtauung.

Bei Anlagen mit mehreren Luftkühlern in einem Raum ist zur Vermeidung von sekundären Luftströmungen während der Abtauung Shut Up[®], und Luftansaughaube die ideale Lösung.

Die Förderung von Energiesparmaßnahmen kann auf zweierlei Weise erfolgen:

- Für energieverbrauchende Komponenten, wie Verdichter, Verflüssiger und Luftkühler werden bei festgelegten Randbedingungen maximale spezifische Leistungswerte und/oder Wirkungsgrade festgelegt. Liegen die Werte dieser Komponenten unter den festgelegten Grenzwerten, dann werden diese Produkte gelistet und der Endkunde erhält pro kW Kälteleistung der Komponenten eine festgelegte Förderung.

- Die Planung der gesamten Anlage wird hinsichtlich der Nutzung der Vorteile elektronischer Expansionsventile (kleine Gesamtüberhitzung, Wirkung mit geringerem Kondensationsdruck), Verwendung sparsamer Abtaumethoden (Heißgasabtauung, Verwendung von Shut Up[®], und Haube) und dem Einsatz von Wärmerückgewinnung beurteilt und mit einer zusätzlichen Förderung für den Endkunden belohnt.

Vergleich von Kennzahlen für den Energieverbrauch von Kälteanlagen, wie bei der STIMEK Industrie Regulierung angewendet

Im Vorgriff auf die nachfolgenden Ausführungen soll darauf hingewiesen werden, daß bei der Subventionsprüfung von

Ventilatorluftkühlern – vor allem im Industriekühler Bereich – künftig nicht mehr die Euroventkriterien (diese basieren auf 8 K DT1) ausreichen sollen. Bei Verwendung von Luftkühlern in der Anlage gemäß STIMEK Industrie Regulierung soll die Temperaturdifferenz DT1 im Kühler kleiner oder höchstens 6 K betragen.

Seit 1. Januar 2000 wurde eine STIMEK-Industrie-Liste erstellt. Das heißt, Unterstützungsbeiträge für energiesparende kältetechnische Komponenten können auf Antrag jetzt auch für Verdichter, Luftkühler, luftgekühlte Verflüssiger und Rückkühler sowie für Wärmerückgewinnungseinrichtungen im Bereich der Industriekälte aus dem ECO-Steuer-Spartopf gezahlt werden, wenn die jeweiligen Komponenten/Fabrikate/Typen in der STIMEK-Industrie-Liste aufgeführt sind.

Aus Version 10, 1. Juni 2000, der STIMEK-Industrie-Liste sollen hier auszugswise die Regelung zur Leistung von Förderbeiträgen für Verdichter, Ventilatorluftkühler und luftgekühlte Verflüssiger eine nähere Erwähnung finden. Grundsätzlich können für folgende Bereiche Unterstützungsbeiträge geleistet werden:

Beispiel für eine energieeffiziente Kälteanlage mit Subventionsberechnung

Die Anlage in Margraten (NL) ist gebaut für die Langzeitlagerung für Obst und Gemüse mit einer Verdampferleistung von insgesamt 1316 kW bei $t_o = -6\text{ °C}$, $t_{\text{luft ein}}$

Vorläufiger Unterstützungsbetrag nach „A-Regelung“ (Komponenten)
(Anzuwenden für eine überschlägige Berechnung)

Plustemperaturbereich (Produkt- und Prozeßtemperaturen > - 4 °C)

HR Verdichter*	fl. 10/kW Kälteleistung
HR Ventilatorluftkühler*	fl. 5/kW Kälteleistung
HR Luftgekühlter Verflüssiger*	fl. 5/kW Verflüssigerleistung
Wärmerückgewinnung	fl. 50/kW Wärmeleistung
Elektr. Abtauvorrichtung	fl. 10/kW Kälteleistung

Tieftemperaturbereich (Produkt- und Prozeßtemperaturen < - 18 °C)

HR Verdichter*	fl. 20/kW Kälteleistung
HR Ventilatorluftkühler*	fl. 10/kW Kälteleistung
HR Luftgekühlter Verflüssiger*	fl. 100/kW Wärmeleistung
Wärmerückgewinnung	fl. 100/kW Wärmeleistung
Abtauvorrichtung (Shut-Up/Haube)	fl. 30/kW Kälteleistung

* Als Bemessungsgrundlage gelten Betriebsbedingungen, welche nur bei Verflüssigerventilatoren besprochen werden.
 P_{el} Leistungsaufnahme Motoren < 20W/kW Verflüssigerleistung + 25/+ 40

Spezifikationstabellen nach „B-Regelung“ (kleine DT) Tabellen 1, 2 und 3

B Regelung	Standard	STIMEK Industrie
Lufteintrittstemperaturdifferenz t_1 (DT1) im Kühlraum	8 K	<= 6 K
Lufteintrittstemperaturdifferenz t_1 (DT1) im Gefrierraum	7 K	<= 6 K
Lufteintrittstemperaturdifferenz t_1 (DT1) Luftgekühlte Verflüssiger	15 K	<= 10 K
Minimaler Verflüssigerdruck (bei Außentemperatur 5 °C)	28 °C	$t_c <= 20\text{ °C}$ Regelung der Anlage

Die Bemessungskriterien für Verdichter sind in Tabelle 1 aufgeführt. Sie gehen konform mit ISO 917 sowie Europanorm EN 12 900. Leistungsangaben nach diesen Normen sind die Voraussetzung dafür, in der STIMEK-Industrie-Liste aufgeführt zu werden; bisher z. B. das Fabrikat GEA Grasso mit dem Kältemittel NH_3 . Bei diesen Verdichtern wird die maximale Drehzahl (unterschiedlich) entsprechend dem geforderten Grenzwert des Wirkungsgrades in der STIMEK-Liste festgelegt.

Dieses in den Niederlanden praktizierte Förderungsverfahren für Kälteanlagen wurde hiermit vorgestellt und soll nachstehend am Beispiel einer Kälteanlage zur Auktion von Obst in Margraten (NL) erklärt werden.

0 °C Kältemittel NH_3 , System Pumpenanlage.

Verdichterleistung: $4 \times 217\text{ kW} = 868\text{ kW}$ bei $t_o = -7\text{ °C}$ und $t_c = 40\text{ °C}$ reicht aus bei einer Gleichzeitigkeit von 65 %.

Die gesamte installierte Verflüssigerleistung beträgt 1716 kW bei $t_{\text{luft ein}} = 25/t_c = 40\text{ °C}$.

Für die Verdichterkopfkühlung ist noch ein Rückkühler von 40 kW installiert.

Durch die Bedarfsabtauregelung und die optimale Luftkühlerausnutzung mit dem NH_3 -Pumpensystem ist man im Vergleich mit Direktexpansionsanlagen sehr sparsam mit dem Energieverbrauch.

Durch die Untersuchung der STIMEK Industrie Regelung werden folgende Ergebnisse kontrolliert:

- Methodische Kälteleistungsberechnung.
- Kälteleistung der Anlage.
- Die Energieeffizienz der Anlage.

Das Ergebnis des Energieverbrauches wird angegeben über einen Reduktionswert der CO_2 -Emission in die Umwelt.

Die Preise pro kW, dargestellt (Seite 4) als Unterstützungsbeträge nach „A-Regelung“ (Komponenten), kann man nutzen, um vorläufig die Richtung des Subventionsbetrags festzustellen.

Aus den Computerberechnungen REFPROP 6.01, angewendet von der TNO-MEP (Technisches Institut für Prüfung von Kälteanlagen, Umwelt, Energie und Prozeßindustrie) wurde eine CO_2 -Emissionsberechnung entwickelt.

Die Einsparung von Emission in Tonnen CO_2 durch energiesparsame Verflüssigerventilatoren hat eine Auswirkung im Bereich von 60 Tonnen.

Der Einsatz von Luftkühler beim $DT1 = 6\text{ K}$ ergibt rechnerisch 35 Tonnen.

Der Verflüssiger arbeitet bei dieser Anwendungsweise < 10 K und hat damit einen Beitrag von 69 Tonnen.

Die energetisch optimale Regelung ergibt zum Schluß noch eine Einsparung von 185 Tonnen CO_2 .

Die gesamte berechnete Einsparung an CO_2 Belastung beträgt somit 349 Tonnen CO_2 .

	Tonnen CO_2
Energiesparsame Verflüssigerventilatoren	60
Luftkühler mit DT 6 K	35
Verflüssiger mit DT < 10 K	69
Optimierte Regelung	185
	<hr/> 349

Bei einem Umrechnungsfaktor 1000 kWh = 0,37 Tonnen CO_2 bedeutet das:

943 000 kWh (Faktor für E-Werk-Situation in den Niederlanden)

Der Energieeinsparungssubventionsbetrag des Energieversorgers an den Anlagenbetreiber kann damit ca. DM 100,- pro Tonne CO_2 betragen, d. h. bei der Auktionsanlage in Margraten DM 34 900,-.

Aus der Beispielrechnung wird deutlich, daß es sich innerhalb kurzer Zeit für den Investor lohnt, die Anlage von einem kältetechnischen Spezialisten im Hinblick auf eventuell mögliche Energieeinsparungen kritisch überprüfen zu lassen. Auch wird der Umwelt damit geholfen und die Umweltverantwortung an Investor, Planer und Kälteanlagenbauer weitergegeben.

Tabelle 1

Bewertungskriterien für Verdichter	Kategorie	
	Kühlen	Tiefkühlen
Verdampfungstemperatur t_o (°C)	- 10	- 35
Verflüssigungstemperatur t_c (°C)	+ 45	+ 40
Unterkühlung (K)	0	0
Sauggastemperatur (°C)	+ 20	+ 20
Überhitzung (K)	10	10
	NH ₃ : 5	NH ₃ : 5
Wirkungsgrad des Verdichters (%):		
Offener Verdichter	> 85	> 82
Halbhermetische Verdichter	> 77	> 73

Tabelle 2

Spezifikation Luftkühler	Kategorie	
	Kühlen	Tiefkühlen
Luft Eintrittstemperatur t_1 (°C)	- 0	- 18
Kältemittel		
Verdampfungstemperatur t_o (°C) (Temperatur entsprechend Verdampfungsdruck am Kühlerende)	- 8	- 25
Kältemittelüberhitzung (K)	0,65 × DT1	0,65 × DT1
Kältemittel-Flüssigkeitstemperatur t_{fl} (°C)	+ 30	+ 20
Grenzwert DT1 ≤ 6K	Stabil und Korrekt funktionierend	DT1 = $t_1 - t_o$

Tabelle 3

Ventilatorleistungen von luftgekühlten Verflüssigern	
Luft Eintrittstemperatur t_1 (°C)	25
Temperaturdifferenz DT1	15 DT1 = $t_c - t_1$
Unterkühlung (K)	< 3
Grenzwert der spezifischen Ventilatorleistung pro Einheit Verflüssigerleistung (W/kW)	< 20

Anmerkung der Redaktion

Es ist bekanntermaßen naheliegend, daß der „Deutsche“ geneigt ist, sinnvolle Regelungen/Maßnahmen „anderer“ zu negieren – oder sogar zurückzuweisen – wenn sie nicht im eigenen Sachverstand ihren Ursprung hatten. Nun, das kann man keinesfalls gelten lassen. Was in den Niederlanden maßgeblich dazu beiträgt, gegenwärtige Umweltbelastungen **nachhaltig** zurückzuführen, das ist auch für andere Nationen ein zur Nachahmung empfohlenes Beispiel. „Alle“ reden vom Nachdenken über die Abgabe freiwilliger Selbstverpflichtungserklärungen, ohne die bereits vorhandenen und **problemlos** umzusetzenden Maßnahmen im Bereich der Kältetechnik zu sammeln und zu definieren. Eigentlich müßten die Verantwortlichen in den Verbänden doch wissen, wie man die Dinge anzupacken hat, – wenn man denn tatsächlich einen die Umwelt schonenden Beitrag leisten möchte. Nun, mit STIMEK könnte man im Bereich der Kälte- und Klimatechnik auch ohne den Rückbezug auf die staatliche Verordnungslage doch einiges effizient bewegen. Wenn man es denn freiwillig tun möchte, dann genügt ein Blick von Deutschland über die eigentlich nicht mehr existierende binneneuropäische Grenze nach Holland. Aber, wetten daß? Daß bei den „Freiwilligen“ niemand bereit ist, über einen Verbände-Ukas etwas anzuleiern?? Das meint als Verantwortlicher für den Inhalt dieses letzten Absatzes P. W.



Kühlsole / Kälte- und Wärmeträger

Innovative Produkte, Kompetenz und individuelle Problemlösungen zeichnen TYFOROP seit mehr als 50 Jahren aus. In den Bereichen Kälte / Klima und Thermische Solarenergie zählen wir zu den Erstausstärkern. Profitieren Sie von unserer langjährigen Erfahrung und lernen Sie unsere partnerschaftliche Zusammenarbeit kennen.



TYFOXIT® F

Hochleistungs-Kälteträger auf Basis Kaliumformiat. Lebensmittel-unbedenklich, bei hervorragendem Viskositätsverhalten bis -60 °C einsetzbar.



TYFOXIT®

Hochleistungs-Kälteträger auf Basis Kaliumacetat. Lebensmittel-unbedenklich, bis -55 °C einsetzbar.



TYFOCOR®

Kälte-/Wärmeträger auf Basis Ethylenglykol für Heiz-, Klima-, Kühl- und Wärmepumpenanlagen.



TYFOCOR® L

Kälte-/Wärmeträger auf Basis Propylenglykol für Anwendungen im Lebensmittel- und Trinkwasserbereich (Solar-, Heiz-, Kühl- und Wärmepumpenanlagen).

TYFOROP CHEMIE GmbH · Hellbrookstraße 5a · 22305 Hamburg · Tel.: (0 40) 61 21 69 · Fax: (0 40) 61 52 99
 E-Mail: info@tyfo.de Internet: www.tyfo.de