

Vorteile einer energieeffizienten Kühlung

Ökologischer und ökonomischer Nutzen dank STIME©K

Peter Weissenborn, Bad Harzburg

Sowohl in den Niederlanden als auch in Deutschland wird eine Ökosteuer erhoben. Der Unterschied: Mit der Erhebung einer Ökosteuer in Deutschland stützt die Bundesregierung ihren Haushalt – insbesondere die Rentenkassen –, in den Niederlanden ist die ECO-Steuer ein Umweltaktionspreis, wird von den EVUs zusammen mit dem Strompreis erhoben und für zweckgebundene Fördermaßnahmen bis zur Auszahlung auf Antrag verwaltet.

Der Hintergrund: In den Niederlanden besteht eine Verpflichtung gegenüber dem Staat, auf die energiesparende Verwendung des elektrischen Stromes bei den Verbrauchern einzuwirken. Denn, die EVUs in den Niederlanden müssen jährlich gegenüber dem Staat Nachweis führen, wie viel CO₂-Emissionen durch geeignete Maßnahmen reduziert werden konnten. Für den Bereich Kühlung und Tiefkühlung nennt sich das hierfür geschaffene Energiespar-Förderprogramm STIME©K. Dem Sinn nach und zweckentsprechend aus dem Niederländischen übertragen: **STI** steht für Stimulierung (Schaffung von Anreizen) einer energieeffizienten Kühlung, **M** steht für Milieu bzw. für umweltfreundliche Maßnahmen, **E** für Energieeffizienz und **K** für Kühlung, die Tiefkühlung einschließend. Dient das Förderprogramm **STIMEK** (ohne C vor dem K) inzwischen auch für Anwendungen der Industriekälte, so ist **STIMECK** (mit „C“ für commercial)

zum Autor

Peter Weissenborn,
Fachjournalist
Kälte-Klimatechnik,
Bad Harzburg



speziell auf die Förderung energiesparender Systeme im Bereich der Gewerbekälte ausgerichtet. Stellt man **STIME©K** mit den niederländischen Leckdichtheitsvorschriften (seit 1994 gibt es die „Regeling Lekdichtheitsvoorschriften Koelinstallaties“ als staatliche Verordnung) in einen logischen Zusammenhang, so muß man für den Bereich Kälte-Klima nüchtern feststellen: Holland schafft praktische Anreize (learning by doing) zur Vermeidung von Kältemittelemmissionen und für die Verbesserung der Energieeffizienz beim Einsatz der Kälte-Klimatechnik –, und Deutschland nicht!

Allgemeines Förderprogramm vom Energieversorger für Energieeinsparung

Ein Förderprogramm für energieeffiziente gewerbliche Kühlung der im EnergieNED vereinigten Energieerzeuger Hollands hat am 1. 1. 1997 das bis dahin geltende

STIMECK-Förderprogramm verfeinert. Die Energieversorger lassen sich hierbei von der Prämisse einer ganzheitlichen Betrachtung in ihrem Verhalten gegenüber dem Verbraucher leiten, zugleich wird die Frage „Warum Energie einsparen?“ ökologisch und ökonomisch schlüssig beantwortet: „Energie kostet Geld und außerdem werden bei der Herstellung von Elektrizität Stoffe freigesetzt, die zu saurem Regen und Treibhauseffekt beitragen. Die Reduzierung des Elektrizitätskonsums ermöglicht eine erhebliche Einschränkung dieser Schadstoffe. Also bringt Energieeinsparung einen doppelten Vorteil: finanziell und für die Umwelt.“

Die EVUs haben sich bei der Schaffung finanzieller Anreize für den Betreiber besonders von der energieintensiven Lebensmittelfrischhaltung und -lagerung leiten lassen. Hierbei gilt die Aussage: „Supermärkte, Metzgereien und Kühleinrichtungen im Ho-Ga-Gewerbe verbrauchen mehr Elektrizität, als dies oftmals nötig ist. Durch ein aufmerksameres Auswählen der Komponenten und eine durchdachte Zusammenstellung und Aufteilung sind erhebliche Energieeinsparungen zu erreichen.“ Das weiß die Branche auch in Deutschland, aber – ohne Förderanreize finanzieller Art läßt sich meist nur schwer etwas bewegen.

Subventionen aus dem Energiespartopf der ECO-Steuer können für Kühl- und Tiefkühlmöbel sowie kleinere Kühl- und Tiefkühlzellen mit und ohne zentrale Kälteversorgung (Verbundanlagen) zuerkannt werden. Voraussetzung ist, daß das Inhaltsvolumen der Kühl- und Tiefkühlzellen 25 m³ nicht übersteigt, auch die Gesamtkälteleistung aller Kühl- und Tiefkühlrichtungen 200 kW auf einem Grundstück nicht übersteigen. Zwei Arten der direkten finanziellen Subvention sind im Bereich der Installation von gewerblichen Kälteinrichtungen möglich:



Besuch bei TNO in Apeldoorn. Im Auftrag der niederländischen EVUs wurde zu STIME©K eine Kriterienliste als Grundlage für die Auszahlung eines Energiespar-Förderbeitrags erstellt. Von rechts TNO-Abteilungsleiter S. M. van der Sluis, Roland Handschuh von Küba und Anlagen- und Energieberater Ben. G. J. Ernens

- Subvention gemäß einer Einrichtungsliste,
- Subvention für energieeffiziente Anlage, „optimaler Entwurf“.

Subvention gemäß einer Einrichtungsliste

Die Anwendung dieses Subventionsprogramms kommt für den Betreiber (*nicht* der Kälte-Klimafachbetrieb ist antragsberechtigt) in Frage, wenn er Kühl- und Tiefkühlmöbel/-einrichtungen auswählt und installieren läßt, die vom Energieversorger als „energiesparsam“ befunden werden. Hierzu dienen besondere Listen (z. B. STIMECK-List as of February 1st, 2000), die für den Energieversorger von TNO erarbeitet und zusammengestellt wurde. Man findet darin eine Vielzahl bekannter internationaler Hersteller. TNO ist ein Institut für Umwelt, Energie und Verfahrensinnovation in Apeldoorn und unterhält eine Abteilung für Kältetechnik und Wärmepumpen mit Forschungs- und Prüfeinrichtungen, die von Dipl.-Ing. S. M. van

Förderbeitrag je Einrichtung / Komponente		
Code	Beschreibung	Subv. Beitrag [exkl. MwSt.]
ECK 01	Doppeltarif Zähler mit Pulssender an Kühl- und Tiefkühlanlage	fl. 150,- je Stück
ECK 02	Effiziente Kompressoren, Kompressoren mit hohem COP	fl. 5,- je kW
ECK 03	Effizienter Verdunstungsverflüssiger	fl. 15,- je kW
ECK 04	Gerät zur Erhöhung des Kondensatdrucks nach dem Verflüssiger	fl. 25,- je kW
ECK 05	Flüssigkeitsunterkühler für Expansionsventil	fl. 30,- je kW
ECK 06	Elektronische Expansionsventile und gleichwertige Geräte	fl. 5,- je kW
ECK 07	Kühl- und Tiefkühlmöbel mit Energieeffizienz Klasse A	fl. 170,- je kW
ECK 08	Kühl- und Tiefkühlmöbel mit Energieeffizienz Klasse B	fl. 90,- je kW
ECK 09	Lamellenvorhang und Abdeckungen pro laufendem Meter	fl. 35,- je kW
ECK 10	Automatische Nachtdeckungen über Beleuchtung oder Regelung geschaltet, pro ausgestattetem Meter Möbel	fl. 90,- je kW
ECK 11	Zentrale Regelung der Kühl- und Tiefkühlanlage	fl. 20,- je kW

Tabelle 1
Subventionierfähige Einrichtungen – Förderbetrag je Einrichtung/Komponente

der Sluis, M. Sc., geleitet wird und in Deutschland mit dem FKW in Hannover zusammenarbeitet. In der Einrichtungsliste werden die Erzeugnisse der jeweiligen Hersteller an Hand der Typen exakt gelistet und die geprüfte Kühl-/Tiefkühlleistung in kW/lfm zur Ermittlung des Förderbetrags aufgeführt. Die Höhe des Subventionsbetrages errechnet sich dann gemäß Tabelle 1, wobei 1 holländischer Gulden (fl.) mit ca. 0,89 DM gleichzusetzen ist. Wie man aus Tabelle 1 entnehmen kann, fallen unter die subventionierfähigen Einrichtungen auch effiziente Verdichter mit hohem COP, energieeffiziente Verflüssiger, Einrichtungen zur Anhebung des Kältemittelverflüssigungs-

druckes, elektronische Einspritzventile oder gleichwertige Geräte sowie auch eine zentrale Regelung und Überwachung (gem. Liste Systeme der Firmen Danfoss, Dixell, Eliwell, Johnson Controls, Smeva, Veld und Wurm) der Kühl- und Tiefkühl-einrichtung. Die Kühl- und Tiefkühlmöbel selbst werden hinsichtlich ihrer Energieeffizienz in Klasse A (mit integrierter Nachtdeckung) und Klasse B (ohne Nachtdeckung) unterschiedlich gefördert. Für jede der genannten Einrichtungen/Komponenten wird ein gesonderter Zuschußbetrag gegeben (siehe Tabelle 1)

Subvention für energieeffiziente Anlagen, optimaler Entwurf

Diese Fördermaßnahme kommt dann in Frage, wenn die gesamte Kühl- und Tiefkühlanlage (noch) energieeffizienter ist, als die vom Energieversorger gesetzte Norm. Die Bewertungsnorm geht vom individuellen Gesamtenergieverbrauch aller gegenwärtig in den Niederlanden betriebenen Kühl- und Tiefkühlanlagen/-einrichtungen aus (siehe Tabelle 2). Der Energieversorger will damit zusätzliche Anreize schaffen, damit neue Kühl- und Tiefkühlanlagen/

-einrichtungen schon während der Planungsphase (Planungsziel) optimal konfiguriert werden. Betreiber können sich darüber durch einen sachkundigen/sachverständigen Anlagenbauer/Planer beraten lassen. Eine derartige Maßnahme wird von den niederländischen Energieversorgern gesondert mit fl. 350 (das sind ca. 312 DM) gefördert. Grundlage zur Bestimmung des Energieverbrauchs ist ein einfach gestaltetes Rechenprogramm. Über den Planungs-

Großverbrauchermarkt Lukas Klammer BV in Nijmegen

Dieser wurde im Frühjahr dieses Jahres erstellt und nach Fertigstellung Mitte April von der KK-Redaktion besichtigt. Die kältetechnischen Einrichtungen wurden von Ernens Consult Rolde unter Berücksichtigung der hier zuvor dargestellten EVU/STIMECK-Förderkriterien geplant. Das heißt, wichtigstes Planungsziel war von vornherein, jedwede Möglichkeit zur Energieeinsparung zu nutzen. Dies betrifft in erster Linie die optimale Funktion der Verbundkälteanlagen. Zur Energieeinsparung bei Kühlanlagen führt Ing. Ben. G. J. Ernens im Gespräch mit der KK aus: „Wenn ein Kühlsystem gut funktioniert mit einem so niedrig wie möglichen t_c , ist dies die Grundlage für die einfachste Art von Energieeinsparung. Die im Jahr durchschnittliche Außentemperatur in den Niederlanden beträgt 11,5 °C, und diese Lufttemperatur ist Grundlage für eine niedrige Verflüssigungstemperatur, die es ermöglicht, die Verflüssiger für einen großen Zeitraum des Jahres mit einem t_c von 24 °C arbeiten zu lassen.“ Die STIMEK-Industrielliste – wird im nächsten Kapitel behandelt – geht von einer maximalen Verflüssigungstemperatur von 20 °C bei der Pluskühlung und von 20 °C bei der Tiefkühlung aus bei Umgebungstemperaturen von 10 °C.

Die zentrale Kälteanlage, drei sogenannte Multiplex-Einheiten für Kühlen und Tiefkühlen, wurde von der Firma Linde erstellt und durch die Firma Smeva aus Valkenswaard (NL) installiert. Die Gesamtkälteleistung beträgt für den Plusverbund mit zweimal drei Verdichtern 132 kW und für den Tiefkühlverbund mit drei Verdichtern 56 kW. Als Kältemittel wurde R 404A gewählt. Einen besonderen Wert legte Kälte- und Energieplaner Ben Ernens darauf, daß alle drei luftgekühlten Axialverflüssiger (Fabrikat Küba; 1 Stck. der

Förderbeitrag für den optimalen Entwurf			
Code	Beschreibung	Technische Spezifikation	Subv. Beitrag [exkl. MwSt.]
ECK 12	Optimale Installation von Kühlmöbeln	Einrichtungen, welche eine Elektrizitätseinsparung ergeben durch Verbesserung der Leistungszahl des Kühlmöbels gegenüber dem Normverbrauch von 2380 kWh / m ² Auslagefläche pro Jahr	fl. 0,085 je eingesp. kWh
ECK 13	Optimale Installation von Kühlmöbeln für Selbstbedienung	Einrichtungen, welche eine Elektrizitätseinsparung ergeben durch Verbesserung der Leistungszahl des Kühlmöbels für Selbstbedienung gegenüber dem Normverbrauch von 3290 kWh / m ² Displayöffnung pro Jahr	fl. 0,085 je eingesp. kWh
ECK 14	Optimale Installation von Tiefkühlmöbeln	Einrichtungen, welche eine Elektrizitätseinsparung ergeben durch Verbesserung der Leistungszahl des Tiefkühlmöbels gegenüber dem Normverbrauch von 3600 kWh / m ² Displayöffnung pro Jahr	fl. 0,085 je eingesp. kWh
ECK 15	Optimale Installation von Kühlzellen	Einrichtungen, welche eine Elektrizitätseinsparung ergeben durch Verbesserung der Leistungszahl der Kühlzellen gegenüber dem Normverbrauch von 330 kWh / m ³ Inhalt pro Jahr	fl. 0,085 je eingesp. kWh
ECK 16	Optimale Installation von Tiefkühlzellen	Einrichtungen, welche eine Elektrizitätseinsparung ergeben durch Verbesserung der Leistungszahl von Tiefkühlzellen gegenüber dem Normverbrauch von 425 kWh / m ³ Inhalt pro Jahr	fl. 0,085 je eingesp. kWh
ECK 17	Beratung optimaler Installation	Beratung mit Bezug auf Anwendung von Einrichtungen die eine Elektrizitätseinsparung ergeben durch Verbesserung der Leistungszahl von Kühl-/Tiefkühlmöbeln	fl. 350,- je Beratung

Tabelle 2 Subvention für energieeffiziente Anlagen – Förderbeitrag für den optimalen Entwurf

zuschuß hinaus zahlt der Energieversorger einen Förderbetrag von maximal 8,5 Cent (das sind ca. 0,076 DM) pro eingesparter kWh/Jahr.

Darüber hinaus können auf Antrag auch besonders energieeffiziente Beleuchtungsanlagen gefördert werden, auch wird eine Frequenzregelung von Kühlanlagen besonders bewertet. EnergieNED, der Verband der niederländischen Energieversorger, hat zusätzlich einen Energieeinsparungsfonds gebildet, aus dem sogar die gesamten Kosten für energiesparende Maßnahmen, sofern diese höher liegen als 20 000 Gulden (ca. 17 800 DM), vorfinanziert werden können. Einschränkend für

die hier dargestellten Fördermaßnahmen muß erwähnt werden, daß diese für Neueinrichtungen gelten und nur von denjenigen gewerblichen Stromabnehmern auf Antrag für gewerbliche Kühleinrichtungen in Anspruch genommen werden können, die als solche beim EVU registriert sind und die nicht über einen Stromabnahmevertrag als besonderer Großverbraucher bereits verfügen.

Blick in den Maschinenraum mit den drei Multiplex-Verbundkälteanlagen von Linde





Dachaufstellung der luftgekühlten Axialverflüssiger, Baureihe CAV S09 von Küba, mit korrosionshemmenden Goldlack-Lamellen, auf dem Dach des Großverbrauchermarktes. In das Wärmetauscherpaket ist jeweils ein gesonderter Unterkühlkreislauf integriert



Baureihe CAV S09 mit 112,5 kW Leistung bei 12,4 K Temperaturdifferenz DT1 und 1 Stck. der Baureihe S 09 mit 66,6 kW Leistung bei 11,2K Temperaturdifferenz DT1 für den Plusverbund sowie 1 Stck. der Baureihe S 09 mit 69,3 kW Leistung bei 7,4K Temperaturdifferenz DT1 mit 73,5 kW Leistung bei 8 K Temperaturdifferenz DT1 für den Tiefkühlverbund) jeweils mit einem zusätzlich integrierten Kreislauf für die Unterkühlung des Kältemittels an der

Lufteintrittsseite des Verflüssigers ausgestattet und korrosionshemmend mit Goldlack-Lamellen versehen sind. Die Flüssigkeitsgeschwindigkeit vom Verflüssiger zum Behälter wurde von Planer Ernens mit max. 0,5 m/sec vorgegeben, auch durfte die maximale Geschwindigkeit in der zentralen Flüssigkeitsleitung nicht mehr als 0,9 m/sec. betragen.

Der zusätzliche Unterkühlungskreislauf kommt allen Verbundanlagen zu Nutze. Das Hochdruckgas wird über den Ver-



Die Flüssigkeitsbehälter sind im Bereich der Decke und mit einem Neigungswinkel von 10° positioniert. Dies ermöglicht eine optimale Kältemittelbefüllung der Anlage

flüssiger als kondensiertes Kältemittel in den Sammler geleitet. Vom Sammler führt das Kältemittel zu einem separaten Kreislauf zur Unterkühlung in den Verflüssiger und von dort zu den Verbraucherstellen des Großmarktes. Von der Tiefkühlanlage wird das flüssige Kältemittel nach der Unterkühlung im Verflüssigerunterkühlungskreislauf zu einem Platten-Wärmetauscher des Plusverbundes zur weiteren Unterkühlung auf eine Temperatur zwischen $\pm 0^\circ\text{C}$ und 5°C geleitet. Dieses Verfahren wirkt sich auf die Sauggasmenge positiv aus. Zugleich wird auch der Wirkungsgrad des Plusverbundes angehoben. Als weiteres Merkmal der zentralen Kälteanlage sind die drei Flüssigkeitsbehälter mit jeweils 140 Liter Inhalt zu erwähnen. Sie sind im Deckenbereich des Maschinenraumes montiert und jeweils in der Längsachse mit einem Gefälle von ca. 10 cm versehen, um eine optimale Kältemittelbefüllung der Anlagen zu gewährleisten.

Die Vorgaben gemäß STIMECK wirken sich auch von einer anderen Seite her sehr positiv auf die Bereitstellung der Kälteleistung aus. Hierbei hat sich Ben Ernens über die zurückhaltende Einstellung der Hersteller offener Supermarkt-Tiefkühlmöbel weitgehendst hinweggesetzt. Die seit Jahren geführte Diskussion, ob Glasschiebedeckel auf Umluft-Tiefkühlinseln sich als verkaufshemmend auswirken oder nicht, fand durch die Nutzung des STIMECK-Förderprogramms ein zwangsweises Ende. Entgegen sonstiger Gepflogenheiten, es werden die Tiefkühltruhen zum Zwecke der Energieeinsparung nur des nachts abgedeckt, bestand Planer Ernens darauf, daß im vorliegenden Fall Glasschiebedeckel (ECOSAFE von Remis) dauerhaft auf den Tiefkühlinseln montiert wurden. Da diese in einem zusätzlich beheizten Rahmen geführt werden, fällt der Negativ-Faktor Schwitzwasserbildung (Taupunkt) total weg, wovon sich der Autor dieses Beitrags bei einer Temperatur des Verkaufsraumes von 25°C und 60 % rel. Feuchte selbst überzeugen konnte.

Der Effekt laut Ernens: „Erstens hat es sich jetzt schon erwiesen, daß der Energiebedarf zur Kühlung der Tiefkühlmöbel um ca. 50 % gesenkt werden konnte, zum anderen, was noch viel schwerwiegender wirkt, konnte ich die Bereitstellung von Kälteleistung von vergleichsweise 100 %



Eindrücke aus dem Lukas Klamer Großverbrauchermarkt in Nijmegen. Alle offenen Tiefkühlinseln sind ganztägig mit Glasschiebedeckeln von Remis abgedeckt. Das ergibt eine Energieersparnis von ca. 50 % und die Zurverfügungstellung von „Kälte“ konnte bei der Verdichterauswahl in der Leistung von vornherein um 34 % reduziert werden



auf tatsächlich benötigte 66 % mindern. Das heißt, die Verdichter (Fabrikat Bitzer) konnten dementsprechend als effektiver kleinere Leistungsgröße von vornherein ausgewählt werden. Das ist etwas, was bei Maßnahmen zur Energieeinsparung zählt! Insbesondere dann, wenn die Förderungs-grenze durch die EVUs auf max. 200 kW pro Gesamtgrundstück festgesetzt wird.

Um die bereits genannten Leistungsdaten – 132 kW für den Plus- und 56 kW für den Minusverbund – in ein für den Leser nachvollziehbares Verhältnis zu setzen, hier einige Angaben zu den Spezifikationen der Kühl- und Tiefkühlstellen. Im Neu-

bau Lukas Klamer (ein Tochterunternehmen der Metro) in Nijmegen wurden im Foodbereich folgende Kühl- und Tiefkühl-einrichtungen installiert:

- 10türiger verglaster Tiefkühlschrank –23 °C, in der Frontseite eines Tiefkühl-raumes mit den Außenabmessungen 9640 × 4240 × 2780 mm integriert. Iso-lierstärke des Tiefkühlraums 140 mm. Zwangsbelüftung des Bodens als Unter-frierungsschutz durch drei kleine Zen-trifugallüfter, die an der Kopfseite am Lufteinlaß montiert sind. Ausblas über Gitter unter den 10 Thermopane-Dreh-türen des Tiefkühl-Verkaufsschranks. Kühlung der Tiefkühlzelle durch drei Ventilatorluftkühler mit elektrischer Ab-tauung (Fabrikat Küba, Type SPBE 024C). Luftkühlerleistung jeweils 3900 Watt bei 7 K Temperaturdifferenz DT1.
- Fleischkühlzelle ±0 °C/+2 °C, 108,5 m³ Rauminhalt, Isolierstärke 80 mm PU. Kühlung durch einen Ventilatorluftküh-ler mit elektrischer Abtauung (Fabrikat Küba Typ SPB 044C). Luftkühlerlei-stung 8700 Watt bei 8 K Temperaturdif-ferenz DT1.
- Scherbeneisbereiter mit einer Leistung von 500 kg Scherbeneis pro 24 h. Kühl-leistung 3000 Watt bei t_o –12 °C.
- Fischkühlzelle –2 °C/+2 °C, 27 m³ Raum-inhalt, Isolierstärke 80 mm PU. Kühlung durch einen Ventilatorluftkühler mit elektrischer Abtauung und V4A-Rohren (Fabrikat Küba Typ DEBE 072C). Luft-kühlerleistung 2050 Watt bei 8 K Tem-peraturdifferenz DT1.
- 5,05 lfm offener Ladentisch für die Prä-sentation von Fisch auf Scherbeneis. Verkaufsfläche ca. 28 m², Produkttem-peratur durch Eisschmelze ±0 °C/–5 °C.
- 5,20 lfm hohes Wandkühlregal für die Verkaufspräsentation von Fisch, Ver-kaufsfläche 13,2 m², Produkttemperatur ±0 °C/–2 °C. Benötigte Kühlleistung 7600 Watt.
- 6 superbreite Tiefkühlinseln, jeweils 12,71 lfm, Breite 1985 mm, Front- und Stirnseiten durchsichtig mit Glas, Ver-kaufsfläche jeweils 20 m². Temperatur-bereich des Möbels –22 °C/–24 °C. Benö-tigte Kühlleistung ca. 11 000 Watt/Gon-delreihe.
- 3 niedrige Wandkühlregal-Sets für Frisch-fleisch, Wild und Geflügel, jeweils 5,08 lfm und Rücken an Rücken aufgestellt. Verkaufsfläche jeweils 12,2 m², Pro-dukttemperatur +1,5 °C/+2 °C, benötigte Kühlleistung jeweils ca. 2 × 4600 Watt.
- 18,83 lfm hohes Wandkühlregal für Fleischwaren und Salate, totale Ver-kaufsfläche ca. 50 m², Produkttemper-atur ±0 °C/+2 °C, benötigte Kühlleistung ca. 28 600 Watt.



In der Längsfront des Tiefkühlraumes ist ein 10türiger verglaster Tiefkühlschrank integriert. Zwangsbelüftung des Bodens. Ing. Ben G. J. Ernens zeigt hier auf das Luftaustrittsgitter



- 3,83 lfm hohes Wandkühlregal für Obst und Gemüse, Verkaufsfläche 9,8 m², Produkttemperatur +6°C/+8°C, benötigte Kühlleistung ca. 5700 Watt.
- Kühlzelle für Obst und Gemüse +3 °/+6 °C, 44 m³ Rauminhalt, Isolierstärke 80 mm PU. Kühlung durch zwei Ventilatorluftkühler (Fabrikat Küba Typ SGB 81). Luftkühlerleistung 2 × 2800 Watt bei 6 K Temperaturdifferenz DT1. Luftverteilung über Textilschläuche.



Sanfte Luftverteilung des Ventilatorluftkühlers Typ SGB 81 (Fabrikat Küba) über Textilschläuche im Obst- und Gemüse Kühlraum mit 44 m³ Rauminhalt

- 18,83 lfm hohes Wandkühlregal für Salate und Milchprodukte, totale Verkaufsfläche ca. 50 m². Produkttemperatur ±0 °C/+2 °C, benötigte Kühlleistung ca. 28 600 Watt.

Alle Kühlstellen und Prozeßdaten werden zentral überwacht, hierzu dient ein computergesteuertes Regelungs- und Registratorsystem. Die Temperaturloggung erfolgt mindestens alle 15 Minuten.

STIMEK-Industrie

Im Vorgriff auf die nachfolgenden Ausführungen soll darauf hingewiesen werden, daß bei der Subsiditionsprüfung von Ventilatorluftkühlern – vor allem im Industriekühlerbereich – künftig nicht mehr die Euroventkriterien (diese basieren auf 8K DT1) ausreichen sollen. Diese gehen bisher davon aus, daß die Ventilatorleistung eines Luftkühlers bei 8K DT1 nicht mehr als 60 W/kW Kälteleistung oder 0,1 W/m³/h (gilt für den Plustemperaturbereich) bzw. 75 W/kW Kälteleistung oder 0,1 W/m³/h betragen soll. Neuere Bestrebungen laufen



Fisch wird zum Verkauf in Scherben eis gebettet, das im Fischkühlraum für den Bedarf zwischenlagert wird





Energie- und Anlagenplaner Ben. G. J. Ernens erläutert KÜBA's Anwendungsberater Roland Handschuh und dem Fotografen die Checkliste neben der Tür der Tiefkühlzelle, nach der im Lukas Klamer Markt die Waren- und Temperaturkontrolle erfolgt

nach Aussagen von Abteilungsleiter S. M. van der Sluis von TNO darauf hinaus, die Leistungsbedingungen als Voraussetzung für die Gewährung eines Unterstützungsbeitrags gemäß STIMECK um 10 % zu verbessern. Dies würde bedeuten, daß die Temperaturdifferenz DT_{lim} im Kühler kleiner oder mindestens 6 K betragen sollte. Danach müßte die Ventilatorleistung bei $6K DT_1 < 30 \text{ W/kW}$ Kälteleistung sein oder $< 0,07 \text{ W/m}^3/\text{h}$ (gilt für den Plustemperaturbereich) bzw. $< 40 \text{ W/kW}$ Kälteleistung oder $< 0,07 \text{ W/m}^3/\text{h}$ betragen. Die Ventilatorleistung sollte so bemessen sein, daß der Ventilatorluftkühler auch für Abtaufunktionen mit „Shut-up“ oder „Haube“ geeignet ist. Vorläufig gelten jedoch die Kriterien nach Eurovent.

Nach den positiven Erfahrungen mit der von TNO erstellten STIMECK („C“ für commercial)-Liste für kältetechnische Komponenten und Einrichtungen innerhalb der Gewerbekälte wurde jetzt weitergehend per 1. Januar 2000 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 5 der STIMEK-Industrie-Liste sollen hier auszugsweise die Regelung der Förderbeiträge für Verdichter, Ventilatorluftkühler und luftgekühlte Verflüssiger eine nähere Erwähnung finden. Grundsätzlich können für folgende Bereiche Unterstützungsbeiträge geleistet werden:

Unterstützungsbetrag nach „A-Regelung“ (Komponenten)

Plustemperaturbereich (Produkt- und Prozeßtemperaturen $> -4 \text{ }^\circ\text{C}$)

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

Tiefemperaturbereich

- Verdichter* fl. 20/kW Kälteleistung
- Ventilatorluftkühler* fl. 10/kW Kälteleistung
- Luftgekühlter Verflüssiger* fl. 100/kW Wärmeleistung
- Wärmerückgewinnung fl. 100/kW Wärmeleistung
- Elektr. Abtauvorrichtung fl. 30/kW Kälteleistung

*Als Bemessungsgrundlage gelten Betriebsbedingungen, wie sie in den Tabellen 3, 4 und 5 aufgeführt sind.

Die Bemessungskriterien für Verdichter sind in der Tabelle 3 aufgeführt. Sie gehen konform mit ISO 917 sowie dem Entwurf der Europeanorm prEN 12900 und stellen die Voraussetzung dafür dar, in der STIMEK-Industrie-Liste aufgeführt zu werden.

Verdichter	Kategorie	
	Kühlen	Tiefkühlen
Verdampfungstemperatur t_v [$^\circ\text{C}$]	-10	-35
Kondensationstemperatur t_c [$^\circ\text{C}$]	+45	+40
Unterkühlung [K]	0	0
Sauggastemperatur [$^\circ\text{C}$]	+20	+20
Überhitzung [K]	10	10
	NH_3 : 5	NH_3 : 5
Wirkungsgrad des Verdichters [%]:		
Offener Verdichter	>85	>82
Halb-hermetischer Verdichter	>77	>73

Tabelle 3
Bewertungskriterien für Verdichter

Tabelle 4
Bewertungskriterien
für Ventilatorluftkühler

Spezifikation Luftkühler	Kategorie	
	Kühlen	Tiefkühlen
Luft Eintrittstemperatur $t_{e,1}$ [°C]	0	-18
Kältemittel: Verdampfungstemperatur t_v [°C] Temperatur entsprechend Verdampfungsdruck am Kühlerende	-8	-25
Kälteträger: Eintrittstemperatur t_{s1} [°C] Austrittstemperatur t_{s2} [°C]	-10 -7	
Kältemittel: Überhitzung [K] Gemessen am Fühlerende des Expansionsventils	0,65*DT1	0,65*DT1
Kältemittel: Flüssigkeitstemperatur [°C]	+30	+20
Verhältnis nominale Kühlleistung zur Standardkühlleistung (entsprechend rel. Feuchte [%])	1,15 (85)	1,05 (95)
Grenzwert spez. Lüfterleistung pro Einheit Kälte [W/kW] und pro Einheit Luftvolumenstrom [W/(m ³ /h)] oder die Multiplikation von Einheit Kälte und Einheit Luftvolumenstrom [(W ² /(kW*(m ³ /h)))]	<30 <0,07	<40 <0,07
Grenzwert DT1 ≤ 6 K	Stabil und Korrekturfunktionen	
Abschottvorrichtung während der Abtauung	notwendig	

den. Bisher z. B. das Fabrikat GEA Grasso mit dem Kältemittel NH₃. Bei diesen Verdichtern wird die maximale Drehzahl (unterschiedlich) entsprechend dem geforderten Grenzwert des Wirkungsgrades in der STIMEK-Liste festgelegt.

Die Bewertungskriterien für Ventilatorluftkühler sind in Tabelle 4 aufgeführt. Hierbei gelten für den Kältemittelbetrieb die Standardbedingungen SC 2 für Kühlen und SC 3 für Tiefkühlen entsprechend Eurovent und EN 328 sowie für Kälteträger die Standardbedingungen SC 11 nach EN 328. In der KK vorliegenden Liste per 1. 1. 2000 sind derzeit Luftkühler der Fabrikate Helpman (minimales DT1 von 5K) und Küba (minimales DT1 von 4K) aufgeführt.

In Tabelle 5 werden schließlich die Ventilatorleistungen von luftgekühlten Verflüssigern behandelt. Als Bemessungskriterium gilt hierbei ENV 327, um in der STIMEK-Industrie-Liste aufgeführt werden zu können. Dies gilt nach der KK vorliegenden Liste per 1. 1. 2000 derzeit für bestimmte Lüfter in luftgekühlten Verflüssigern der Fabrikate Goedhart, Helpman, Küba und LU-VE Contardo.

Ergänzend muß erwähnt werden, daß es für Einrichtungen zur Wärmerückgewinnung keine gesonderte Liste gibt. Hierbei ist der Nutzen der Wärmerückgewinnung (die unterschiedlichen Ausführungen können hierfür geeignet sein) bei Antragstellung im Detail nachvollziehbar zu erläutern. Für

elektrische Abtauvorrichtungen in Ventilatorluftkühlern kann ein Unterstützungsbeitrag generell dann gezahlt werden, wenn es sich entweder um Shut-up®, Klappen, geschlossene Kühler und Ansaughauben handelt. Über eine derartige Ausstattung können Industriekühler der Fabrikate Goedhart, Helpman und Küba verfügen.

Resümee

Die Veröffentlichung dieses Beitrags kann leider – aber zu Recht – nur unter der Rubrik „Internationales Forum“ erfolgen. Denn – er hat für die Anwendung des Klimaschutzprogramms zur Erfüllung der Anforderungen des Kyoto-Protokolls hier in Deutschland keine Bedeutung. Dabei wäre die Schaffung von nützlichen Anreizen zur Anwendung von die Umwelt schonenden Maßnahmen, wie es nun einmal energieeffiziente Anlagenkonfigurationen sind, sowohl für die Betreiberseite (wozu auch die eher auf ihre Finanzen statt Ökologie bedachte öffentliche Hand zählen würde) als auch für den Anlagenbauer politisch sinnvoll. Es ist nicht allein damit getan, in Deutschland Fördermittel für Forschung und Entwicklung zu verteilen, wenn niemand etwas dazu beiträgt, die Ergebnisse anschließend zu einer Pflichtmaßnahme regierungsseitig zu erheben. Vorreiterrolle Deutschlands? Was ist das? Lang, lang ist es her, daß sich Deutschland hiermit brüsten konnte. Die Anspruchsberechtigung basierte auf einem vorfristigen FCKW/HFCKW-Ausstieg, den man in Deutschland erreicht hat (Ausnahmeregelungen vergißt man dabei einfach), danach ist mit dem Anspruch aber Schluß. Eher müßte man sich vor dem kleinen Holland schämen. Die tun was, wozu auch der Inhalt dieses Beitrags beitragen soll. Daß dieser in der vorliegenden Form ermöglicht werden konnte, dafür verdient den

Herren Ing. Ben. G. J. Ernens (Ernens Consult Rolde), Dipl.-Ing. S. M. van der Sluis, M. Sc., (TNO) und Dipl.-Ing. Roland Handschuh (Küba Kältetechnik GmbH) der besondere Dank des Autors. Schließlich soll abschließend noch darauf hingewiesen werden, daß TNO-Abteilungsleiter S. M. van der Sluis auf dem ASERCOM-Symposium am 17. Oktober in Nürnberg und zum Auftakt der IKK über die Möglichkeiten der Energieeinsparung in industriellen Großkälteanlagen auf der Grundlage von STIMEK sprechen wird, des weiteren Ben. G. J. Ernens auf der Deutschen Kälte-Klima-Tagung des DKV am 23. November in Bremen den Nutzen von STIMEK bei einem jetzt gerade fertiggestellten NH₃-Industriekälteprojekt zur langfristigen Obstlagerung in Margraten (NL) in seinem Vortrag erläutern wird.

Ventilatorleistung von luftgekühlten Verflüssigern		
Luft Eintrittstemperatur t_{i1} [°C]	25	
TD [K]	15	
Temperaturunterschied zwischen der Luft Eintrittstemperatur und der Sättigungstemperatur (Taupunkt) entsprechend dem Druck am Eingang des Verflüssigers		
Unterkühlung [K]	≤ 3	
Temperaturunterschied zwischen Sättigungstemperatur (Siedepunkt), der übereinstimmt mit dem Druck am Ausgang des Verflüssigers und der Unterkühlungstemperatur des Kältemittels		
Überhitzung [K]	Kältemittel	Überhitzung
	R134a	25
	R22	45
	NH ₃	50
	andere	übereinstimmend mit der isentropen Verdichtung bei $t_w=+10^\circ\text{C}$ und $t_c=+40^\circ\text{C}$
Grenzwert der spezifischen Ventilatorleistung pro Einheit Verflüssigerfläche [W/kW]	<20	

Tabelle 5
Bemessungsgrundlagen für Ventilatorleistungen

Kompetenz-Arbeitskreis

Wärmepumpen-Anlagenbauer:

Erdreich ist der zuverlässigste Sonnenkollektor

Zu ihrer zweiten Arbeitssitzung trafen sich Mitglieder und fachliche Berater des am 28. Juni im Schongau gebildeten „Kompetenz-Arbeitskreises Wärmepumpen-Anlagenbauer“ am 15. August in Würzburg. Anlaß war die Erörterung eines Positionspapiers, das ein Unterausschuss nach den Vorgaben der Gründungsversammlung inzwischen erarbeitet hatte. Hieraus folgerten dann auch Maßstäbe des Handelns und eine erste Definition von Zielen.

Die positive Stimmung in der Arbeitssitzung wurde schon zu Anfang dadurch geprägt, als der derzeit von den Gründungsmitgliedern zum Vorsitzenden bestimmte Kälteanlagenbauermeister Herbert Piergalski (Manching) ein gerade am Tagungsort eingetroffenes Fax von VDKF-Geschäftsführer Rudolf Pütz verlas. Schwerpunkt der darin getroffenen Aussagen: „...zwischenzeitlich ist gemäß VDKF-Satzung der Arbeitskreis Wärmepumpen formaljuristisch durch den Verwaltungsrat gegründet. Das Präsidium hat dem zugestimmt.“

Diese Zustimmung dürfte ohne irgendwelche Bedenken ausgefallen sein. Denn zuvor hatte der VDKF eine Umfrage bei allen seinen Mitgliedern durchgeführt, um eine handlungsfähige Grundlage für eine bessere Nutzung und Aus-

weitung des bisher noch unbefriedigend genutzten Marktpotentials „Wärmepumpentechnik“ zu erhalten. Als Ergebnis einer Aussendung von ca. 1000 Fragebögen gingen 314 Antworten bis Ende Juli in der VDKF/BIV-Geschäftsstelle ein, so daß das mehrschichtige Umfrageergebnis als repräsentativ bezeichnet werden kann. Die Auswertung – eine Mehrfachnennung war bei der Fragestellung gewünscht – ergab folgende Erkenntnisse:

- 176 VDKF/Innungsbetriebe befassen sich mit der Installation und/oder Wartung von individuell angepaßten Wärmepumpen,
- 198 VDKF/Innungsbetriebe beziehen und installieren industriell hergestellte Wärmepumpen,
- 120 VDKF/Innungsbetriebe installieren und/oder warten Wärmepumpen für Industrieanlagen,
- 90 VDKF/Innungsbetriebe verfügen über noch keine Erfahrungen im Bereich der Wärmepumpentechnik, bekunden aber an einer Mitwirkung bei einer vom VDKF unterstützten Marktausweitung ihr Interesse; lediglich
- 3 VDKF/Innungsbetriebe bekundeten eine ablehnende Haltung.

Als eine sehr wichtige Frage während der Arbeitssitzung, über deren marktausweitende Ergebnisse noch in KK 10/2000 ausführlich zu berichten sein wird, wurde die bald mögliche Einbindung eines optisch aussagekräftig wirkenden Kompetenz-Logos/Gütesiegels in die Marketing-Strategie/Image-Kampagne

des VDKF für seine Mitglieder für dringend notwendig gehalten. Einem hierzu vom KAW-Vorsitzenden Piergalski im Vorfeld der Arbeitskreis-Sitzung grafisch erstellten und den Sitzungsteilnehmern vorgelegten Vorschlag gemäß der hier veröffentlichten Abbildung wurde nach kurzer Diskussion nahezu einhellig mit Zustimmung entsprochen. Er hebt vor allem auf die Kompetenz der Kälte-Klimafachbetriebe bei Planung und Installation von Direktexpansions-Wärmepumpen ab. Die Aufforderung „Hol Dir die Sonne ins Haus“ weist schlüssig darauf hin, daß zum Beispiel alle Flachkollektoren im Erdreich die hierin gespeicherte Sonnenenergie – ca. 99 % – energetisch und umweltfreundlich nutzen. Lediglich 1 % wird als geothermische Energie genutzt. Somit vorläufig zusammenfassend die hieraus resultierende Erkenntnis: Erdreich ist der vom Kälteanlagenbauer-Know-how unproblematisch zu nutzende zuverlässigste Sonnenkollektor. P. W.



Künftiges Logo des VDKF-Kompetenz-Arbeitskreises Wärmepumpen-Anlagenbauer?