



Abb. 1 EUROVENT-Zeichen.

Eurovent, die Kooperation des Europäischen Komitees der Hersteller lufttechnischer und kältetechnischer Erzeugnisse, hat es sich zur Aufgabe gemacht,

- einheitliche Bewertungskriterien für das Kälte- und Lüftungshandwerk zu schaffen,
- die wirtschaftlichen und technischen Interessen dieses Industriebereiches auf europäischer Ebene wahrzunehmen,
- die Entwicklung dieses Industriebereiches zu fördern,
- Regeln für hohe Qualitätsstandards zu setzen,
- Regeln für die Zertifizierung durch EUROVENT Certification Company SCRL aufzustellen,
- von unabhängigen Labors die Leistungen prüfen zu lassen,
- in den Firmenkatalogen und EDV-Auswahlprogrammen der am Zertifizierungsprogramm beteiligten Unternehmen die Angaben zu den aufgenommenen Erzeugnissen genauestens zu kontrollieren

Die Durchführung dieser Aufgaben erfolgt in zahlreichen produktbezogenen Arbeitsgruppen unter Beteiligung der interessierten und am Zertifizierungsprogramm angemeldeten Unternehmen. Diese erarbeiten vor allem technische Regeln und beteiligen sich am europäischen Normungsprozeß, um einheitliche europäische Qualitätsstandards zu erhalten.

Nahezu 1500 europäische Hersteller von Kühlmöbel und Kälteanlagen, Verdichtern und Verflüssigungssätzen, Wasserkühlsätzen, Kältemaschinen und Klimageräten, luftgekühlten Verflüssigern und Luftkühlern für Kältetechnik sind über ihren nationalen Verband an den Arbeiten dieses Komitees beteiligt. Deutsches Mitglied der EU-

Neue Auslegungskriterien für Ventilatorluftkühler nach Eurovent

Roland Handschuh*, Baierbrunn

ROVENT ist die Fachgemeinschaft Allgemeine Lufttechnik VDMA.

In der Arbeitsgruppe CEN TC 110 wurden die europäischen Normen zur Prüfung von Ventilatorluftkühlern ENV 328 („Prüfverfahren zur Bestimmung der Leistungskriterien von Ventilatorluftkühlern“), luftgekühlten Verflüssigern ENV 327 („Prüfbedingungen für die Leistungskriterien von ventilatorbelüfteten Verflüssigern“) und luftgekühlten Rückkühlern (Trockenkühltürmen) EN 1048 („Prüfverfahren zur Leistungsfeststellung luftgekühlter Flüssigkeits-

kühler-Trockenkühltürme“) festgelegt. EUROVENT hat 1995 hierzu ein freiwilliges Zertifizierungsprogramm

- Verfahrensrichtlinie zur Zertifizierung (OM-2-94),
- Richtlinien zur Bestimmung der Leistung von luftgekühlten Verflüssigern (7/C/002-94),
- Richtlinien zur Bestimmung der Leistung von luftgekühlten Rückkühlern (Trockenkühltürmen) (7/C/003-95) und
- Richtlinien zur Bestimmung der Leistung von Luftkühlern (7/C/001-94, zweite Ausgabe)

Abb. 2 EUROVENT-Zertifikate für SG, DE.C-Luftkühler und AH/V2-Verflüssiger.



* Dipl.-Ing. Roland Handschuh, Leiter Produktmanagement bei der Firma Küba Kältetechnik GmbH, Baierbrunn.

erstellt und folgendes Verfahren festgelegt:

Beitrittserklärung

Nach Unterzeichnung eines Vertrages zwischen dem Hersteller und EUROVENT stellt der Hersteller entsprechend den Zertifizierungsbedingungen alle technischen Informationen, EDV-Auswahlprogramme und fertiggestellten Kataloge mit den technischen Daten der ausgewählten Produktreihen zur Verfügung.

Qualifizierungsverfahren

Für jede dem Zertifizierungsprogramm unterworfenen Produktreihe wird stichprobenhaft eine gewisse Anzahl von Geräten ausgewählt und in einem der unabhängigen Testlabors geprüft. Zur Zeit stehen folgende Testlabors unter Vertrag:

- BSRIA, Bracknell, England,
- CETIAT, Lyon, Frankreich (nur luftgekühlte Verflüssiger),
- RWTÜV, Essen,
- SP, Borås, Schweden,
- Steinbeis, Karlsruhe,
- TÜV Bayern-Sachsen, München.

Die Testergebnisse dienen der Verifizierung aller nicht getesteten Modelle unter Verwendung der Berechnungsgrundlagen zur Leistungsberechnung des Antragstellers.

Die Zertifizierung wird erteilt, wenn die Tests Übereinstimmung mit den vom Hersteller vorgelegten, angegebenen Daten zeigen. Sollten beim Gerätetest einer angemeldeten Baureihe die Leistungsdaten unterhalb der vorgeschriebenen Toleranzgrenze (5 Prozent) liegen, wird der Anmelder aufgefordert, die Leistungen nicht nur des einzelnen Gerätes, sondern der kompletten Baureihe neu zu bestimmen, oder aber das Produkt vom Markt zu nehmen.

Produkte, deren Leistungen neu bestimmt wurden oder die aus dem Markt genommen wurden, werden als solche im EUROVENT-Verzeichnis (z. Zt. gültiges Verzeichnis für zertifizierte Produkte der Kältetechnik 1. Juli 1996 – 31. Dezember 1997 bei EUROVENT Certification Company SCRL, 15 Rue Montorguil, 75001 Paris, France oder bei zertifizierten Herstellern erhältlich) aufgeführt.

Teilnehmer am Zertifizierungsprogramm können jederzeit Leistungsangaben von zertifizierten Wettbewerbsgeräten anzweifeln und verlangen, daß sie einer erneuten Prüfung unterzogen werden.

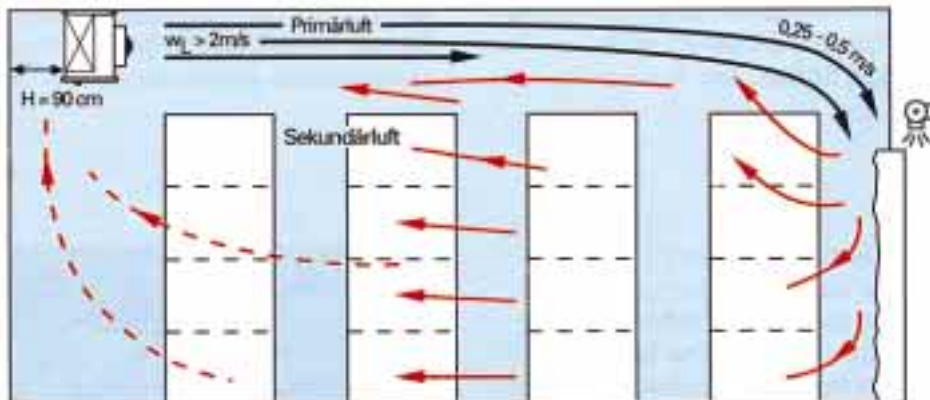


Abb. 3 Gute Luftführung im Kühlraum mit KÜBA-Hochleistungsluftkühler mit Gleichrichter zur Erhöhung der Luftwurfweite.

Wiederholungsverfahren

EUROVENT Certification Company SCRL überprüft in regelmäßigen Abständen mit einem in den Satzungen festgelegten Verfahren, ob die zertifizierten Produkte noch den Anforderungen genügen und den technischen Angaben entsprechen.

Kennzeichnung der zertifizierten Baureihen

Von EUROVENT zertifizierte Produkte werden im EUROVENT-Verzeichnis gelistet. In technischen Unterlagen, Katalogen und in der Werbung der Hersteller kann bei den zertifizierten Baureihen das EUROVENT-Zertifikationszeichen und die Freigabenummer angegeben werden.

Warum dieses aufwendige und kostspielige Verfahren?

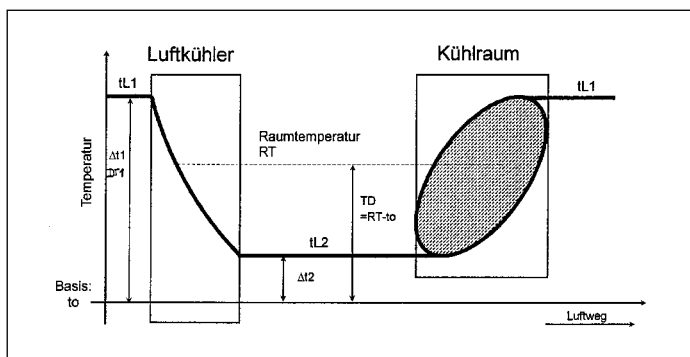
Der Kälteanlagenbauer wünscht zuverlässige Leistungen der Komponenten, damit die Funktion der von ihm gebauten Kälteanlage gewährleistet und der Betreiber der Anlage erwartet garantierte Leistungen der Komponenten, damit nicht durch längere Laufzeiten der Kälteanlage und damit verbunden durch höhere Betriebskosten die

Minderleistung einzelner Komponenten ausgeglichen werden muß. Bisher beteiligen sich 10 europäische Hersteller mit 23 zertifizierten Baureihen am EUROVENT-Zertifizierungsverfahren.

Darstellung der Leistungsangaben von Luftkühlern

Die Leistungsmessungen und die Leistungsangaben von Luftkühlern basieren auf der gültigen europäischen Vornorm ENV 328. Für die Messung und natürlich auch für die Nachmessung der Kälteleistung bei Luftkühlern werden als Bezugstemperaturen die Luft Eintrittstemperatur t_{L1} und t_0 am Verdampferausgang (gemessen am Saugdruckmanometer) gewählt. Diese Temperaturen lassen sich ohne Umrechnungsaufwand einfach und genau messen und sind in der Praxis in einer bestehenden Kälteanlage entsprechend der Anzahl der Meßpunkte relativ genau nachzumessen. Die Temperaturdifferenz zwischen Luft eintrittstemperatur t_{L1} und Verdampferausgang t_0 wird als Luft eintrittstemperaturdifferenz Δt_1 bezeichnet und nach EUROVENT mit DT1 normiert.

Abb. 4 Schematische Darstellung des Temperaturverlaufes der Kühlluft im Luftkühler und im Kühlraum.



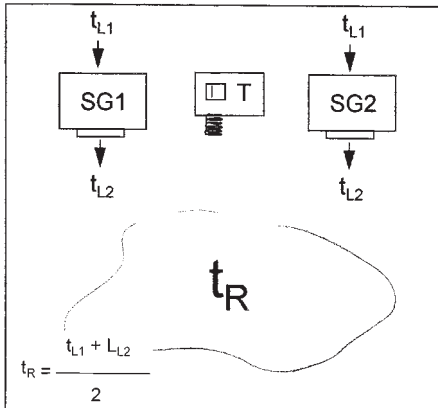


Abb. 5 Kühlraum mit 2 Ventilatorluftkühler SG und einem dazwischen angebrachten Raumthermostat.

Die bisherige und im deutschen Markt verbreitete Bezugstemperatur, die Raumtemperatur t_R ist eine fiktive Größe und nur rechnerisch mittels der Luftein- und Luftaustrittstemperatur zu ermitteln.

$$t_R = (t_{L1} + t_{L2})/2$$

An irgendeiner Stelle des Kühlraumes, vielleicht gerade in der Mitte, entspricht die Raumtemperatur dieser Mitteltemperatur zwischen Luftein- und Luftaustritt am Luftkühler. Allerdings hängt die Luftdurchspülung des Kühlraumes stark davon ab, ob die Blasweite des Luftkühlers ausreichend ist, um eine Luftwalze auszuprägen, die bis zu der dem Luftkühler gegenüberliegenden Kühlraumwand reicht, so daß keine ungekühlten Wärmenester im Kühlraum entstehen.

Andernfalls liegt die Raumtemperatur in Kühlraumecken über der zum Luftkühler zurückgeführten Lufteintrittstemperatur t_{L1} . Die Luftabkühlung im Luftkühler und die Erwärmung der Luft ist in Abb. 4 schematisch dargestellt. Der Kühleffekt entsteht durch Wärmeentzug aus der zu kühlenden Ware. Je größer die Temperaturunterschiede sind, z. B. während der Abkühlphase, und je besser die gekühlte Luft t_{L2} zum Kühlgut transportiert wird (Blasweite, freier Ausblas, Luftwalze), umso größer ist die Kälteleistung und die ausgetauschte Wärme.

In dem dargestellten Kühlraum (Abb. 4) wird die Kühlraumtemperatur mit einem Thermostaten, dessen Fühler zwischen den beiden Luftkühlern an der Wand angebracht ist, geregelt. In diesem Fall erfaßt der Thermostatfühler die Lufteintrittstemperatur t_{L1} und nicht die mittlere Raumtemperatur t_R .

Man sieht also, daß für die Angabe der Kälteleistung des Luftkühlers die Bezugstemperaturen und für die ausgetauschte Wärme (Leistung \times Laufzeit der Kälteanlage) die Plazierung des Thermostatfühlers ausschlaggebend sind. Nachdem der Thermostatfühler zweckmäßigerweise im Lufteintritt zu installieren ist, um evtl. Temperaturerhöhungen der zum Luftkühler zurückströmenden Luft sofort zu erfassen, empfiehlt es sich, die Auswahl der Luftkühler über die Lufteintrittstemperaturdifferenz Δt_1 (DT1) vorzunehmen.

Wichtig ist: Die Leistungen der Luftkühler ändern sich dadurch nicht, lediglich die Bezugstemperaturen und damit die Leistungsangaben.

Abb. 6 Von EURO-VENT festgelegte Faktoren für den Leistungszugewinn durch latente Leistung (festgelegt für die Prüfbedingungen 1 bis 4).

Prüfbedingung	Relative Luftfeuchte (%)	Umrechnungsfaktor Kälteleistung (Praxis/Normprüfung)
SC 1	85 %	1.35
SC 2	85 %	1.15
SC 3	95 %	1.05
SC 4	95 %	1.00

Im stationären Lagerbetrieb müssen nur noch die regelmäßigen Wärmelasten (Transmissionswärme, Türöffnungswärme, Atmungswärme, Ventilatorwärme, Abtauwärme u. a.) über dem Luftkühler dem Kühlraum entzogen werden. Bei diesen Betriebsbedingungen beträgt der Unterschied zwischen der Lufteintrittstemperatur t_{L1} der Luftaustrittstemperatur t_{L2} und der fiktiven Raumtemperatur t_R

$$t_{L1} = t_R + \frac{\Delta t_L}{2}$$

$$t_{L2} = t_R - \frac{\Delta t_L}{2}$$

$$\Delta t_L = \frac{\dot{Q}_o}{\rho \cdot c_{pl} \cdot V_L}, \Delta t_L = t_{L1} - t_{L2}$$

D. h. die Lufteintrittstemperatur t_{L1} ist um die halbe Luftabkühlung Δt_{L2} im Kühler größer als die fiktive Raumtemperatur t_R und die Luftaustrittstemperatur t_{L2} um die halbe Luftabkühlung Δt_{L2} kleiner als die fiktive Raumtemperatur t_R .

Die Angabe der Kälteleistung hängt von der Temperaturdifferenz am Wär-

metauscher ab, ob auf die Eintrittstemperaturdifferenz Δt_1 (DT1) oder auf die mittlere Temperaturdifferenz Δt_m (TD) bezogen. Der Unterschied ist die halbe Luftabkühlung Δt_{L2} .

$$\begin{aligned} \dot{Q}_o(\Delta t_1) &= k \times A \times \Delta t_1(\text{DT1}) \\ \dot{Q}_o(\Delta t_m) &= k \times A \times \Delta t_m(\text{TD}) \end{aligned}$$

daraus folgt:

$$\Delta \dot{Q}_o = \dot{Q}_o(\Delta t_1) - \dot{Q}_o(\Delta t_m) = k \times A \times \Delta t_{L2}$$

wobei für die überschlägige Berechnung k = Wärmeübergangswert, A die Kühlfläche und Δt die wirksame Tem-

peraturdifferenz ist, ohne Berücksichtigung des Druckabfalls im Luftkühler. Kühlfläche und k -Wert des Luftkühlers sind gleichzusetzen, so daß die Leistungsangabe nur vom Unterschied der Temperaturdifferenzen abhängt. Das heißt, die Kälteleistung ist bezogen auf die Lufteintrittstemperaturdifferenz um den Faktor der halben Luftabkühlung größer. Eine genaue Umrechnung der trockenen Kälteleistung kann mit der jedem Luftkühler spezifischen Luftabkühlung vorgenommen werden. Allerdings muß beachtet werden, daß die angegebenen Katalogleistungen „feuchte Leistungen“ sind. Das sind gemessene „trockene Leistungen“ zuzüglich einem von EURO-VENT festgelegten, für alle Teilnehmer

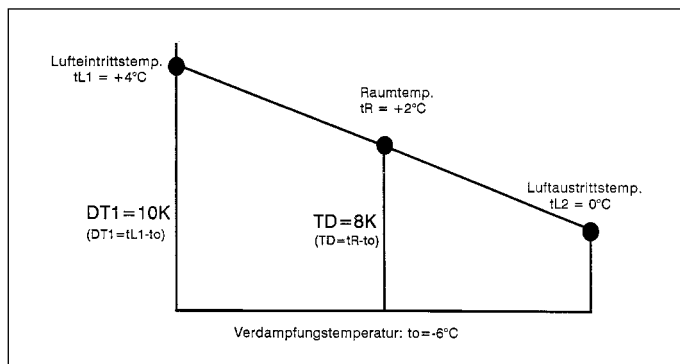
Abb. 7 KÜBA Auswahldiskette KÜBA select 7.0 mit Leistungsangaben nach TD und DT1 (voraussichtlicher Erscheinungstermin 5/97).

verbindlichen Leistungsaufschlag für die latente Leistung. Dies bedeutet aber auch, daß bei Bezug der Leistungangaben Q_0 auf die Lufteintrittstemperaturdifferenz Δt_1 eine kleinere Leistung angegeben wird als bei Bezug auf die mittlere Temperaturdifferenz Δt_m , wenn gleiche Temperaturdifferenzwerte zugrunde gelegt werden. Bei Auswahl nach vorgegebener Leistung werden deshalb bei Bezug auf die Lufteintritts-Temperaturdifferenz größere Luftkühler ausgewählt. Daher darf die Lufteintrittstemperatur nicht gleich Raumtemperatur gesetzt werden, sondern muß bei genauer Umrechnung um die halbe Luftabkühlung im Kühler erhöht werden, um zu vergleichbaren Leistungswerten zu gelangen. Mit PC Auswahlprogrammen erfolgt diese Rechnung exakt. Für überschlägige Umrechnungen bei Katalogangaben gilt:

$$DT_1 = 1,2 \times TD$$

d. h. Erhöhung der mittleren Temperaturdifferenz TD um ca. 20 %, z. B.

Abb. 8 Vergleich der Auswahl eines KÜBA-Hochleistungs-Luftkühlers SGA 51 nach TD und DT1 unter Berücksichtigung der Temperaturunterschiede von t_R und Vergleich der Temperaturunterschiede.



TD = 6K \Rightarrow $DT_1 = 7,2K$
 TD = 10K \Rightarrow $DT_1 = 12K$
 oder noch einfacher:

Erhöhung der mittleren Temperaturdifferenz TD um 2K, z. B.
 TD = 6K \Rightarrow $DT_1 = 8K$

Achtung:

Bei kleinen Temperaturdifferenzen ist, wie die unterschiedlichen Werte zeigen, dieses vereinfachte Verfahren sehr ungenau!

TD = 10K \Rightarrow $DT_1 = 12K$

Nur bei Berücksichtigung dieser Umrechnungen ermittelt man wieder an-

nähernd die gleiche Luftkühlergröße! Die einfachste Auswahl erfolgt mit den bewährten Q_v -Diagrammen, bisher Auswahl nach Vorgabe der Raumtemperatur t_R (RT) und der gewünschten mittleren Temperaturdifferenz Δt_m (TD), zukünftig nach Vorgabe der Lufteintrittstemperatur t_{L1} und der erforderlichen Temperaturdifferenz Δt_1 (DT1).

Damit stehen dem Kälteanlagenbauerhandwerk gute Auswahlhilfen für Luftkühler nach den neuen Auswahlkriterien zur Verfügung.

Läßt sich die VCC-Technologie am Markt durchsetzen?

Embraco stellt auf der Domotechnica in Köln erstmals Kompressor mit elektronischer Steuerung vor

Bislang nur für Haushaltskühlsysteme vorgesehen ist der VCC-Kompressor, der nicht mehr „Ein-Aus“ taktet, sondern mit einem elektronischen Steuerungssystem versehen sich den variablen Leistungsanforderungen, die sich aus Umgebungstemperatur und Kühlschranks-Wareninhalt ergeben, anpaßt. Diese neue Technologie, mit der sich Embraco in Brasilien schon seit Ende der 80er Jahre, und seit 2 Jahren sehr intensiv be-

faßt, nennt sich „VCC“, was eine Abkürzung von „variable capacity compressor“ darstellt und auf deutsch „Kompressor mit variabler Leistungsanpassung“ bedeutet.

Der VCC von Embraco soll weltweit der erste Kompressor sein, der in 4 Baugrößen und Leistungsabstufungen als erster Kompressor dieser Art auf der diesjährigen Fachausstellung Domotechnica in Köln (18.–21. Februar) vorgestellt wurde. Die Fachwelt der

Haushaltskühlgeräte-Industrie soll auf diese technische Innovation mit erheblichem Interesse reagiert haben. Nachdem die Kältemittelfrage bei Haushaltskühlgeräten im Prinzip geklärt ist und entweder R 600a (gilt nur für Deutschland und die Skandinavischen Länder) oder sonst weltweit R 134a (nach Greenpeace-Terminologie „der Klimakiller“) eingesetzt wird, haben sich jetzt die Entwicklungsingenieure bei den global vertretenen Kompressorenhersteller daran gemacht,

den Forderungen nach Energieeinsparungen zum Vermindern des Treibhauseffektes weitestmöglich zu entsprechen.

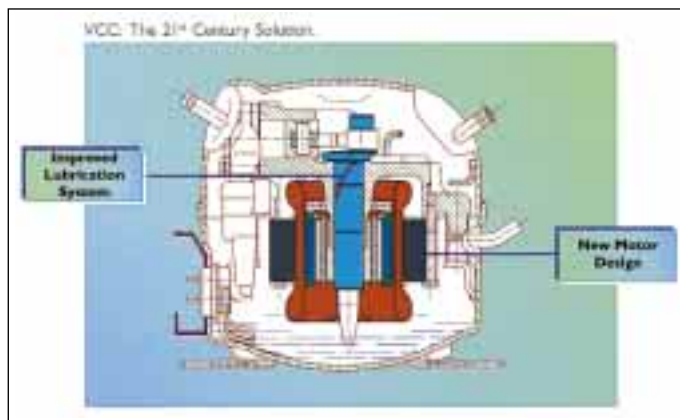
Die Chip-Technologie macht's möglich. Embraco hat einen Kompressor (weiter)entwickelt, der mit einem Mikroprozessor ausgerüstet ist und sozusagen elektronisch angetrieben bzw. betrieben wird. Dies bedeutet, daß der Kompressor im Dauerlaufbetrieb ist und das Ein- und Ausschalten über Thermostat und Schaltrelais entfällt. Diese Technologie bewirkt auch eine bessere Temperatureinhaltung des Kühlschrank- oder Gefriertruhen-Innenraumes und der Leistungsbedarf läßt sich konstanter bestimmen. Kein „Herunterkühlen“ mehr nach einem Wiedereinschaltzyklus und damit vermeidbar eine relative Überdimensionierung des Kompressors bzw. des Nenn-Leistungsbedarfs. Die neue elektronische Kompressorensteuerung bewirkt eine Reduzierung des Schallpegels um etwa 5 dB(A), was sich aber drastisch bei den Kosten ausmacht: Versuche in den Labors und im Feld haben eine **Reduktion des Energieverbrauchs um bis zu 44%(!)** ergeben.

Embraco führt als weiteren Vorteil dieses neuen VCC-Kompressors an, daß die Hersteller von Haushaltskühlgeräten dank der verbesserten Effizienz des VCC ihre Geräte mit weniger aufwendigen Isolierungen und so mit geringeren Wandstärken bauen könnten. Damit zugleich auch mehr Nutzraum erzielen. Weiterhin könnte die flexible elektronische Steuerung des Kompressors dazu beitragen, daß „eine“ Kompressorengröße für „mehrere“ Kühlschrankgrößen ausreicht. Somit eine weitere Kosteneinsparung bei der Herstellung.

Den VCC als revolutionierende technische Innovation für das 21. Jahrhundert bei Haushaltskühlgeräten gibt es nach CECOMAF in folgenden Leistungsabstufungen:

VCC 20 – Kälteleistung zwischen 24 und 66 Watt (Kältemittel R 600a),
 VCC 30 – Kälteleistung zwischen 36 und 102 Watt (Kältemittel R 600a) oder

Der Paukenschlag auf der diesjährigen Domotechnika in Köln: Der VCC (Variable Capacity Compressor) Kompressor von Embraco für Haushaltskühlgeräte. Eine Mikroprozessorsteuerung mit variabler Leistungsanpassung an den Kühl- bzw. Gefrierbedarf erzielt eine Reduktion des Energieverbrauchs um bis zu 44%.



29 bis 82 Watt (Kältemittel R 134a),
 VCC 40 – Kälteleistung zwischen 52 und 143 Watt (Kältemittel R 600a) oder 48 bis 137 Watt (Kältemittel R 134a) und VCC 50 – Kälteleistung zwischen 65 und 173 Watt (Kältemittel R 134a). Wie von Embraco zu erfahren ist, soll die neue VCC Technologie auch mit allen gegenwärtig auf dem Markt befindlichen Kühlschrankmodellen kompatibel sein, die über eine elektronische Thermostatregelung verfügen. „Mittelgroße“ Kompressoren sollen sich damit durch „Mini“-Kompressoren ersetzen bzw. austauschen lassen, was wiederum auch zu Gewichtseinsparungen führt. Das mögliche Handicap bei der Vermarktung der VCC-

Technologie: der Preis. Denn die Mikroprozessor-Steuerung des VCC Kompressors kostet Geld, und ob sich diese Kosten am Markt durchsetzen lassen, das bestimmen Hersteller, Verbraucher – und/oder die Politik. Wenn zum Beispiel eine Umweltsteuer (doch) eingeführt wird, wofür die EG-Kommission schon die Rahmenleitlinien geschaffen hat. Man wird sehen. Somit sind die VCC-Kompressoren als Serienmodelle wohl kaum vor dem Jahr 1998/1999 auf dem Markt greifbar. Inwiefern sich die VCC-Technologie auch für größere Hermetikverdichter – und damit für Anwendungen der Gewerbekälte – eignet, darüber gibt es bisher noch nichts zu sagen. P. W.

Darstellung des Energiegewinns in Abhängigkeit von der Verdampfungstemperatur und in Relation zu konventionellen „Ein-/Aus“-taktenden (Thermostatsteuerung) Haushaltskühlgeräten.

