

Technische Gesichtspunkte für die Entwicklung Runder Kühl- u. Kühl – Gefrier – Kombinationen bei FORON Hausgeräte im Jahre 1993

Runde Haushaltkühl - u. Gefriergeräte sind Exoten unter den vielen schrankähnlichen, eckigen Geräten, die weltweit produziert u. betrieben werden. Jährlich werden z.Z. ca. 130 Mio eckige Geräte hergestellt in 10 unterschiedlichen Grundtypen. Allein in Europa waren im Jahr 2000 mehr als 7200 Gerätetypen zugelassen, alle waren sie eckig u. kantig. Im folgenden möchte ich Gesichtspunkte nennen, die FORON veranlassten, „runde“, besser gesagt, stehende Geräte in zylindrischer Geometrie zu entwickeln. Neben der Realisierung minimalem Energieverbrauch u. niedrigem Geräuschpegel waren vor allem optimale Bedienbarkeit, maximales Ausnutzen des Innenvolumens u. unterschiedliche Aufstellungsvarianten in unterschiedlichen Farben wesentliche Entwicklungsziele.

1. Sicherheitstechnik

Es gilt der gleiche Sicherheitsstandard wie für alle anderen Geräte, auch bei Verwendung von Kohlenwasserstoffen im Kältekreislauf u. als Treibmittel im PUR – Wärmedämmsystem. Neben der Erfüllung der Auflagen aus der für Haushaltkühl – u. Gefriergeräte geltenden Norm IEC 335 – 2 – 24 mussten zusätzliche Forderungen wie höhere Prüfdrücke u. Ex – Schutz – Prüfungen erfüllt werden. Zur Erteilung des CE – Zeichens (für 1999) mussten die Forderungen der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) erfüllt werden.

2. Wärmedämmung

Die Realisierung eines minimalen Energieverbrauches erfordert neben der Verwendung energetisch guter Kompressoren einen minimalen Wärmeeinfall in den Innenraum des Gerätes. Eine Kugel besitzt dafür die besten Voraussetzungen, da bei dieser Form das Innenvolumen ein Maximum ist u. die äussere Oberfläche ein Minimum darstellt. Die Kugelform lässt sich bei einem Kühlgerät schwer realisieren. Die zylindrische Form kommt aber der Kugel sehr nahe. Weiterhin besitzt der Kreisring des Zylinders eine hohe Festigkeit u. bietet Voraussetzung futuristische Wärmedämmstoffe einzusetzen, auch über eine Vakuumisolation nachzudenken, analog Thermosflasche. Die zylindrische Geometrie gestattet die fast unsichtbare Unterbringung grosser Wärmetauscher.

3. Kälteanlage

Die Realisierung eines minimalen Energieverbrauches für die gesamte Gerätereihe „Rund“ stand als sehr wichtiges Ziel. Ab 1994 mussten in der EG alle Haushaltkühl – u. Gefriergeräte mit dem Energie – Label einschliesslich der Angabe des Betriebsgeräusches ausgezeichnet werden, übrigens das erste Geräte – Label weltweit (EG – Richtlinie 12/94). Weiterhin war abzusehen, dass ab 1999 mit Einführung des CE – Zeichens die EG – Richtlinie 57/96/EG wirksam wurde, was für Kühl- /Gefriergeräte ein Verkaufsverbot bedeutete, deren Energieverbrauch meist höher als Label C war (A = minimaler Verbrauch, s Bild). Auf Grund der Verwendung von Kohlenwasserstoffe als Kältemittel kamen nur DKK bzw. FORON Kompressoren zum Einsatz. Sie wurden im energetisch ungünstigem Schaltbetrieb eingesetzt, drehzahlgeregelte Kompressoren standen damals noch nicht zur Verfügung, waren aber das Ziel. Durch die grossen Wärmetauscher Verdampfer u- Verflüssiger konnten geringe Druckverhältnisse im Kälte-

kreislauf erzielt werden (siehe Diagramm). Dies war eine wesentliche Voraussetzung, einen minimalen Energieverbrauch (für Kühlgeräte Label A; für Kühl – Gefriergeräte Label B) und einen niedrigen Geräuschpegel zu erreichen. Die Kühl - / Gefriergeräte hatten 2 getrennte Kältekreisläufe, so dass beim Abtauen des Gefrieretes der Kühlteil weiter arbeitete, Kühlfach u. Kaltlagerfach tauten automatisch ab ohne Einfluss auf die Funktion des Gefrierfaches (GF).

4. Regelung

Das installierte Kaltlagerfach (KLF) erforderte eine exakte Temperaturregelung mit Vorrangschaltung gegenüber dem Kühlfach (KF). Dies erfüllen nur elektronische Steuerungen. Laut Norm sind im KLF Temperaturen zwischen -2 u. $+3$ °C bei Umgebungstemperaturen von $10 - 32$ °C (Klimaklasse SN) einzuhalten. Vergleichsgeräte damaliger Zeit erfüllten diese Forderungen nicht. Gemessene Werte lagen zwischen -4 u. $+5$ °C. Weiterhin war der Normtemperaturbereich für uns inakzeptabel, weil bei Temperaturen < 0 °C Gemüse verdirbt u. Fisch (teilweise auch Fleisch) bei Temperaturen bis $+3$ °C schneller ungeniessbar wird, als unter 0 °C. Deshalb konnte das KLF einmal von -2 bis 0 °C u. von 0 bis $+3$ °C eingeregelt werden, je nach Bedarf. Weiterhin besass die Steuerung eine Einheit zur Fehlerdiagnose . Vom Service konnte die Diagnoseeinheit über Unregelmässigkeiten während des Betriebes zur Behebung von Störungen abgefragt werden. Zur Minimierung des Energieverbrauches der Steuerung wechselte diese nach 5 min in den stand by, wo nur noch 0,3 Watt verbraucht wurden.

5. Bedienung

Die Solltemperaturen konnten über das Bedienpanel einfach eingestellt werden. Durch drehbare Abstellflächen in KF , drehbare Behälter im KLF sowie drehbare Körbe im GF war eine optimale Beladung und auch Übersicht über die eingelagerten Lebensmittel gegeben. Während KF u. KLF automatisch abtauen, musste das GF von Hand abgetaut werden. Die war eine Festlegung aus reinen hygienischen Gründen, denn nur dann kann eine umfassende Reinigung des GF erfolgen. No - Frost-, auch Frostfreigeräte genannt tauen in allen Lagerfächern automatisch ab, haben aber den grossen Nachteil, dass im Verdampferbereich mit all den notwendigen Luftkanälen nie eine Reinigung möglich ist, auch nicht, wenn das Gerät ausser Betrieb genommen wird.

6. Zuverlässigkeit

Die Geräte sind für eine Lebensdauer von mindest 15 Jahre ausgelegt. Die verwendeten Kompressoren realisieren eine Betriebszeit von > 80000 Std, ebenfalls die verwendeten Komponenten der Geräte, wobei die Lebensdauer der Steuerung praktisch diesbezüglich nicht abgeprüft u. bestätigt werden konnte. Die überdimensionalen Wärmetauscher bewirken eine geringe Belastung der Kälteanlage, was eine zusätzliche Laufzeitverlängerung zur Folge haben könnte.

7. Transport, Umschlag, Lagerung

Hierfür gibt es gegenüber herkömmlichen Kühl – u. Gefriergeräten Einschränkungen. Der Transport, Umschlag u. Lagerung mit Originalverpackung ist problemlos. Leider lassen sich in vielen Fällen die original verpackten Geräte nicht bis zum Aufstellungsort transportieren (Abmessungen Treppenhaus Türen usw.) Dort muss die „Verbringung vor Ort“ unverpackt erfolgen, aber mit spezieller Handhabetechnik

wie Vakuumgriffe, Transportgurte usw. . Wenn kein unterwiesenes Tansportpersonal eingesetzt werden konnte, waren leider Beschädigungen leichter möglich, als beim Transport üblicher Geräte.

8. Service

Der Service bei den runden Geräten unterscheidet sich im Wesentlichen nicht vom Service üblicher Geräte. Auf Grund des relat. hohen Gewichtes der grossen Kühl- / Gefriergeräte – Kombinationen sollte möglichst am Aufstellungsort die notwendige Reparatur erfolgen. Das installierte Diagnosesystem erleichtert die Fehlersuche wesentlich.

9.Umwelt

Die Gerätereihe „rund“ wurde nach den damals aktuellen Forderungen der Umwelt konstruiert u.zukunftsweisend konzipiert. Die erzielten Parameter wie Energieverbrauch und Geräusch waren zu jener Zeit Bestwerte u. setzten doch Massstäbe für die Entwicklung weiterer umweltfreundlicherer Geräte. Die Gerätekonzeption ermöglichte den Einsatz weiterer Komponenten zur Verbesserung der Energiewirtschaft und Geräuschverhalten.

Meinungen von Geräteherstellern, die durch die notwendige Verwendung umweltfreundlicherer Stoffe Verschlechterung wesentlicher Geräteparameter wie Zuverlässigkeit, Geräusch u. Energieverbrauch prophezeiten, konnten entkräftet werden.

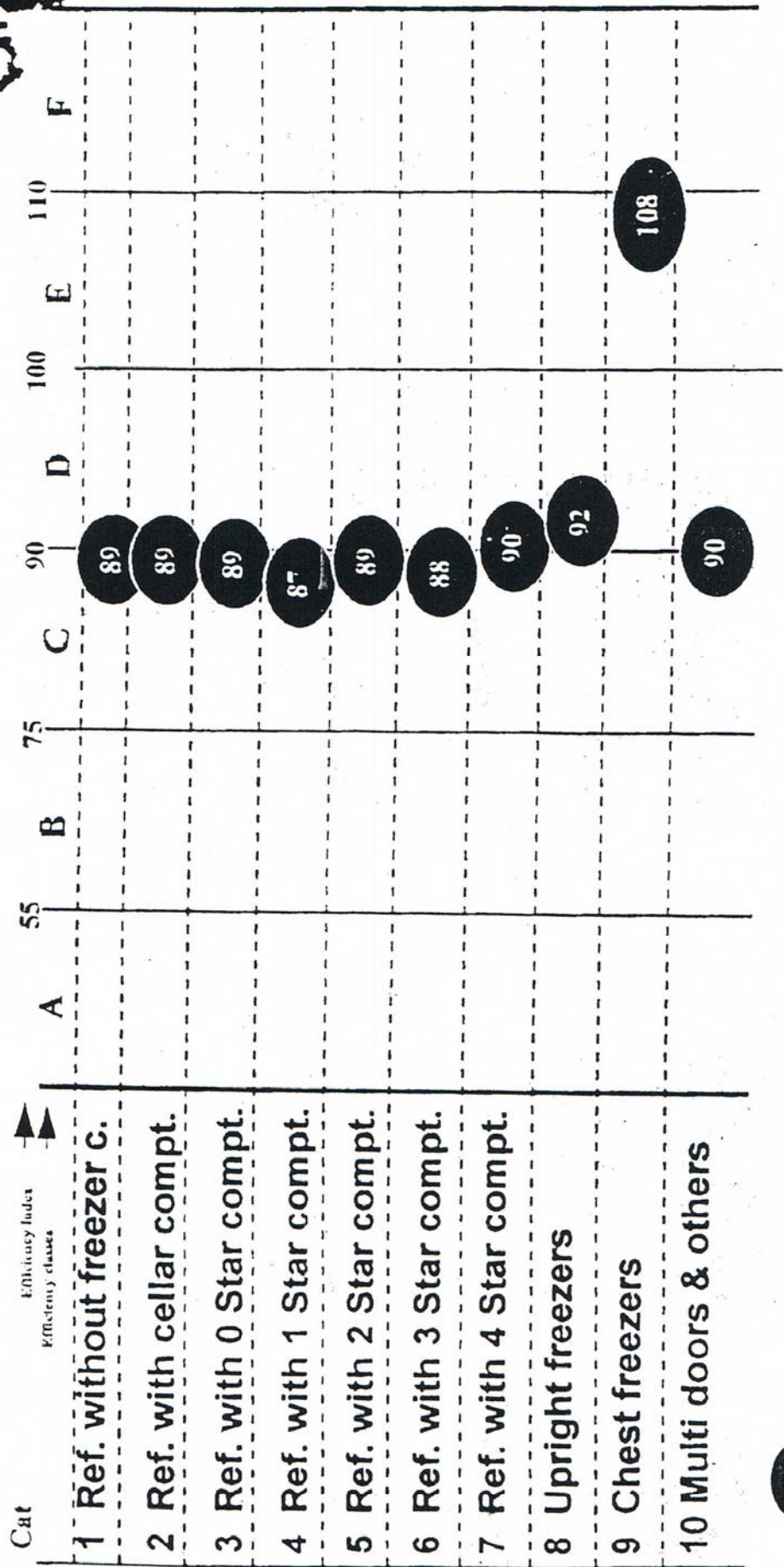
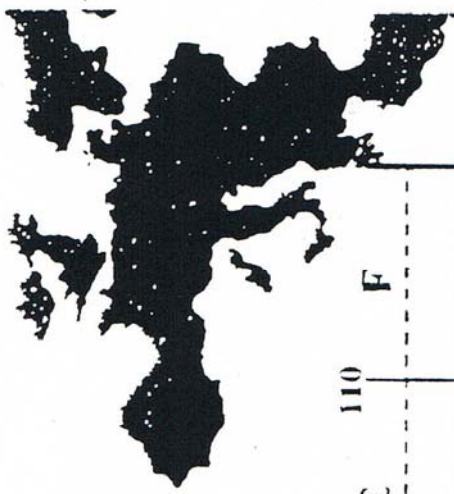
Im Durchschnitt wurde seit 1995 der Energieverbrauch aller hergestellten Haushalt – Kühl- u. Gefriergeräte um mehr als 50% reduziert. Erreicht wurde Dies durch Verwendung weiterentwickelter Kompressoren mit effizienteren Antriebsmotoren einschliesslich Drehzahlregelung, Einsatz dünnerer Öle, neuerdings auch mit hubgeregelten Linearkompressoren.

Anlagen: 1 Bild, 1 Diagramm

Albrecht Meyer

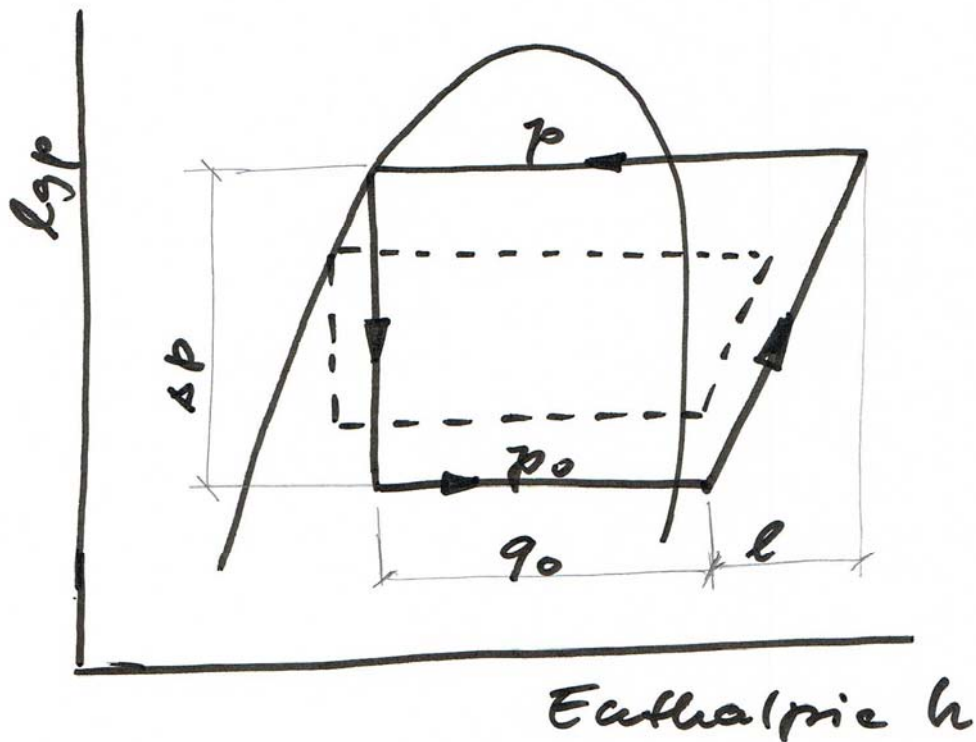
Annaberger Str. 34
09456 Mildenau
Tel. 03733/556985

Bild 10 Energieeffizienz-Grenzen für Haushalt-Kältegeräte
ab 3. September 1999



W = Limits imposed by Sept. 99 in Directive 96/57/CE

Darstellung des Kaldampfkreisprozesses im $lg-p-h$ -Diagramm



— Parameter bei üblichen
Wärmetauschervergrößen
hohe Druckdifferenz, großer Arbeitsaufwand
kleine Kälteleistung

- - - - Parameter bei großen
Wärmetauschervergrößen
kleine Druckdifferenz, geringerer
Arbeitsaufwand
höhere Kälteleistung

Δp = Druckdifferenz $p - p_0$

q_0 = spezifische Kälteleistung

l = spezifischer Arbeitsaufwand